

Das Goethe-Gymnasium in Frankfurt a. M.

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

(Alle Rechte vorbehalten.)

Die in den nachfolgenden Zeilen besprochene Bauausführung ist das Ergebnis eines öffentlichen Wettbewerbs, der von den städtischen Behörden in Frankfurt a. M. zur Erlangung eines Gebäudes für das seit 1892 ins Leben gerufene Reformgymnasium am 15. Februar 1893 ausgeschrieben wurde. Veranlaßt wurde dieser Wettbewerb in erster Linie durch die eigenartige Form des Grundstücks, auf welchem der Bau, wenn irgend möglich, mit der Hauptfront den an dieser Stelle parkartig erweiterten Anlagen der Bahnstraße zugekehrt errichtet werden sollte, um in dieser Lage den Mittelpunkt des neu entstehenden Stadtviertels zu bilden. Verschiedene für diese Baustelle ausgearbeiteten Entwürfe hatten die Billigung der Behörden nicht gefunden, und bevor man sich zur Aufgabe des in anderer Beziehung sehr geeigneten Bauplatzes entschloß, wurde deshalb die öffentliche Preisbewerbung veranstaltet. Dieselbe fand am 8. Juli 1893 ihren Abschluss. Der Unterzeichnete war so glücklich aus ihr als Sieger hervorzugehen und mit der Ausführung des Baues nach seinen nur wenig abgeänderten Plänen betraut zu werden.

In eingehenden Ausschufsberathungen wurden, und zwar meist auf Anregung des Verfassers, noch eine Reihe von Veränderungen angeordnet, die sich zum großen Theil wirklich als Verbesserungen des Entwurfes erwiesen haben. In zwei Punkten konnte der Architekt seine Ansichten jedoch leider nicht zur Geltung bringen. Sie betrafen erstens die auf Anregung und unter Beistand des Directors der Anstalt schon damals rechtzeitig beantragte Vermehrung der Klassenräume um mindestens drei, da dieser Bedarf sich bei der zu erwartenden Schülerzahl demnächst doch herausstellen würde, und zweitens eine Vergrößerung der Ausmaße der Schlafzimmer in der Wohnung des Directors, die durch Beschluß des Ausschusses zum Theil allzusehr eingeschränkt worden waren. Die Ablehnung des erstbezeichneten Antrages hat leider zur Folge gehabt, daß, als der Rohbau bereits vollendet war, der Schülerandrang zu wiederholter Erwägung der Frage und zu dem nunmehr verspäteten Entschluß führte, jene als Parallelklassen nothwendigen Räume thatsächlich zu schaffen. Die Pläne lassen erkennen, daß die Anfügung von 3 Achsen an das Schulgebäude nachträglich erfolgt ist. Die bereits fertig gestellte Anlage der Nebentreppe konnte diesem Anbau nicht mehr so angepaßt werden, wie dies bei einer rechtzeitigen Entschlußfassung möglich gewesen wäre, und es entsteht somit die Nothlage, gewisse Unvollkommenheiten der Grundrissanlage mit baugeschichtlichen Auseinandersetzungen entschuldigen zu müssen.

Nach Ausarbeitung des Entwurfs und der Werkzeichnungen wurde im Juni 1895 mit den Bauarbeiten begonnen. Die Vollendung des Baues war für den 1. October 1896 in Aussicht genommen. Der erwähnte Anbau, für welchen erst im Februar 1896 die Mittel zur Verfügung gestellt wurden, verschob die Fertigstellung bis zum 7. Januar 1897, an welchem Tage unter Anwesenheit des Oberpräsidenten der Provinz Nassau, Excellenz

Magdeburg, und des Provincialschulraths, Geh. Reg.-Rath Dr. Lahmeyer, die feierliche Einweihung des neuen Gebäudes stattfinden konnte.

An Geldmitteln waren für die Ausführung, den Erweiterungsbau eingeschlossen, im ganzen 560 844 *M* zur Verfügung gestellt. Die wirklich erwachsenen Kosten betragen 573 504,22 *M* und vertheilen sich auf die einzelnen Gebäude wie folgt:

1) Schulgebäude einschl. der bedeckten Hallen und elektrischer Beleuchtung:	
Baukosten	352 653,03 <i>M</i>
Mobilien	24 602,00 <i>M</i>
	zusammen 377 255,03 <i>M</i>
(1 cbm umbauter Raum vom Kellerfußboden bis Oberkante Hauptgesims, Giebelaufsätze nicht besonders berechnet, einschl. Mobilien 18,86 <i>M</i> , ausschl. Mobilien 17,63 <i>M</i>)	
2) Director-Wohnhaus 62 600,00 <i>M</i>	
(1 cbm umbauter Raum, berechnet wie vor, 23,60 <i>M</i>)	
3) Turnhalle:	
Baukosten	34 426,00 <i>M</i>
Mobilien	4 474,00 <i>M</i>
	zusammen 38 900,00 <i>M</i>
(1 cbm umbauter Raum mit Mobilien 15,60 <i>M</i> , ohne Mobilien 13,80 <i>M</i>)	
4) Aborgebäude nebst Verbindungsgang 12 200,00 <i>M</i>	
5) Umfassungsmauer, massiv mit Sandsteinabdeckung 16 792,00 <i>M</i>	
6) Geländeregulirung und Befestigung 7 299,00 <i>M</i>	
7) Entwässerung und Beleuchtung 8 544,00 <i>M</i>	
8) Bauleitung einschl. des Architekten-Honors und zahlreicher Modelle 44 051,28 <i>M</i>	
9) Insgemein und Unvorhergesehenes 5 862,91 <i>M</i>	
	im ganzen 573 504,22 <i>M</i>

Der Bauplatz liegt mit seiner 80 m langen Südwest-Front an der Bahnstraße. Seine rechteckig zu dieser Front belegenen Grenzen sind nach Abzug des Vorgartens an der Nordseite 104,21 m, an der Südseite nur 32,79 m tief (vgl. den Lageplan Text-Abb. 1). Da das Programm eine Lage sämtlicher Klassenräume mit Ausnahme der Physikklasse nach NW. verlangte, außerdem ein Abstand der Klassenfenster von der Nachbargrenze von 20 m vorgeschrieben war, so ergab sich naturgemäß, daß der Hauptflügel des Baues mit der vorgeschriebenen geräumigen Wandelhalle, der Aula und der Bücherei der Bahnstraße zugekehrt werden mußte, während die Klassen in einem nach der Tiefe des Grundstücks sich erstreckenden Flügel unterzubringen waren. Der vorgeschriebene Abstand der Klassenfenster von der Nachbargrenze ergab ferner einen Abstand

des Hauptgebäudes von dieser Grenze, welcher dazu einlud, Dienstwohngebäude und Turnhalle beiderseits von dem Hauptbau als selbständige, vorgeschobene Bauwerke zu errichten und mit dem Hauptbau durch praktisch nutzbare und gleichzeitig ästhetisch zusammenfassende Hallengänge zu verbinden. Das Hauptgebäude wurde hierbei soweit von der Strafe zurückgerückt, daß die Achse dieser Hallen die Mittelachse der beiden Seitengebäude traf. Es entstand so eine Dreitheilung des Geländes, welche bei guter Gebäudegruppierung einen geräumigen, durch das Schulgebäude im Sommer beschatteten Schulhof, einen Spielplatz vor demselben und einen Turnplatz zwischen Schulgebäude und Turnhalle ergab. Die Herstellung eines botanischen Gartens auf einem an den Turnplatz anstoßenden, städtischen Gelände ist beschlossen und nachträglich ins Werk gesetzt.

Das Schulgebäude, das die geforderten Räume in 3 Stockwerken enthält, wird durch die erwähnte Vorhalle betreten, welche in der Breite des Giebels zu einem geräumigen Vorplatz erweitert und mit Sitzbänken für wartende Schüler ausgestattet ist. Von ihr aus betritt man durch einen Windfang die gewölbte Wandelhalle, die im Erdgeschoß eine Ausdehnung von 9 zu 16 m erhalten hat und von acht kräftigen Säulen aus Mainsandstein getragen wird, reichlich erhellt von der in der Achse angeordneten, dreiarmigen, in Sandstein mit Dolomit-Belag ausgeführten Haupttreppe aus. Von dieser Wandelhalle sind zugänglich das Lehrer- und Konferenzzimmer an der

Südostseite, mit ihren Fenstern den Turnplatz beherrschend, der Dienstraum des Pedells und, durch ein kleines Vorzimmer zugänglich, mit Fenstern nach dem Hauptschulhof, das Zimmer des Directors, welches dieser persönlich durch eine zweite, außerhalb der Windfangthüren liegende Thür auch außer der Schulzeit erreichen kann, ohne die eigentlichen Schulräume betreten zu müssen. An die Wandelhalle schließt sich ein 3,10 m breiter Flurgang an, welcher auf der einen Seite den Zugang zu 5 Klassen vermittelt, auf der anderen Seite eine Erweiterung zur Unterbringung der zugehörigen 5 Kleidergelasse erhalten hat. An seinem Ende führt die Nebentreppe, welche ebenfalls ganz massiv construiert ist und Dolomit-Belag erhalten hat, zu den oberen Geschossen und zum Keller. Durch Windfänge wohl geschützt, vermitteln an beiden Enden des Flurganges 2 Aus-

gänge den Verkehr zum Hauptschulhof. Vom äußersten Ende desselben gelangt man mittels eines überdeckten Ganges zu den Bedürfnisanstalten, die auch vom Turnplatz und vom Schulhof aus unmittelbar zu erreichen sind. In diesem Abortgebäude sind Bedürfnisanstalten für die Lehrer sowie für den Pedell und Heizer untergebracht. Die Abortsitze und -Stände für die Schüler sind in zwei Gruppen (für ältere und jüngere Schüler) getrennt, deren jede 7 Sitze mit selbstthätiger Spülung und eine reichliche Zahl Stände mit Oelverschluss enthält und an die Heizung angeschlossen ist, um Einfrieren im Winter zu verhüten.

Die gleiche Anordnung wie in dem Erdgeschoß des Schulgebäudes wiederholt sich im ersten Stockwerk. Nur ist hier die Wandelhalle auf eine Breite von 5,88 m eingeschränkt. Von ihr aus sind zugänglich an der Südostseite die physicalische Klasse mit einem physicalischen Cabinet und einem chemischen Arbeitszimmer, an der Südwestseite die Bücherei, an der Nordwestseite die naturgeschichtliche Klasse mit einem Raume für die naturwissenschaftliche Sammlung. An besonderen Einrichtungen hat die Physikklasse, deren Bankreihen terrassenförmig ansteigen, aufser einem Experimentirtisch neuester Construction mit Gas, Wasser und elektrischer Leitung einen Abdampfschrank und eine nach Südosten gerichtete Fensteröffnung, vor welcher der Heliostat auf dem

Balcon Aufstellung finden soll, erhalten. Eine Console an der der Tafel abgekehrten Wand dient zur Aufstellung eines Projectionsapparates; Thüren ohne Schwellen verbinden die Klasse sowohl

mit dem physicalischen Cabinet, wie mit dem chemischen Arbeitszimmer, sodafs die Experimente in diesen Räumen auf einem rollbaren Tisch vorbereitet und in kürzester Zeit zur Vorführung gebracht werden können. Eine Verdunklungs-vorrichtung an den Fenstern vervollständigt die Ausrüstung. Eine gleiche Verbindungstür besteht zwischen dem naturgeschichtlichen Cabinet und der natur-

geschichtlichen Klasse. Auch diese ist mit einem Projectionsapparat und verdunkelnden Vorhängen ausgestattet, während in allen übrigen Klassen die bei der Nordwestlage entbehrlichen Fenstervorhänge aus gesundheitlichen Rücksichten gänzlich vermieden wurden. An dem Flurgang, der sich an die Wandelhalle in gleicher Weise wie im Erdgeschoß anschließt, liegen im ersten Stockwerk abermals 5 Klassen und die zugehörigen 5 Kleidergelasse.

Im zweiten und letzten Stockwerk endlich, in welchem das Haupttreppenhaus durch ein mit angetragenem Stuck verziertes Rabitzgewölbe seinen Abschluß findet, ist die Wandelhalle zu gunsten der hier an der Front des Gebäudes liegenden Aula bis zur Flurgangbreite verengt. Drei Flügelthüren führen in die rund 12,50 m breite und 16 m lange Aula. Durch zwei

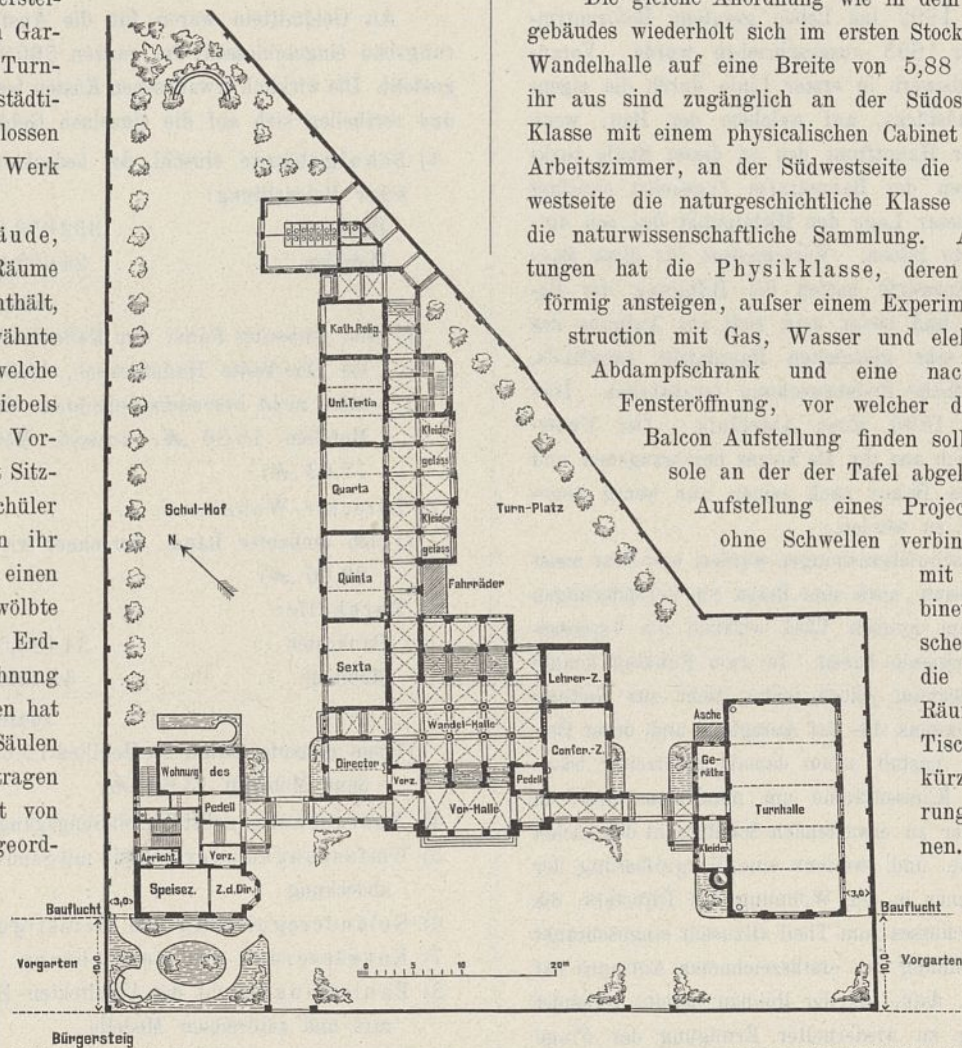


Abb. 1. Lageplan mit Erdgeschoßgrundriß.

eingebaute, um eine Stufe erhöhte Logen, welche Sitzplätze für das Lehrercollegium oder bevorzugte Gäste bieten, und durch eine Empore, die über dem Flurgange angeordnet wurde, ist das anscheinend ungünstige Raumverhältniß derselben verdeckt. Die bogenförmige, holzgetäfelte Decke hat hierbei eine kreuzförmige Ausbildung erhalten, und es ist ein ansehnlicher wohlakustischer Raum entstanden, dessen Längenrichtung noch besonders betont wird durch eine Durchbrechung der Wand zwischen dem südöstlich anstossenden Gesangsaal und der Aula. Diese Wandöffnung, für gewöhnlich durch eine Eichentäfelung geschlossen, ermöglicht es, den Gesangsaal zur Erweiterung der Aula, auch wohl, wie dies bei der Einweihungsfeier geschehen, zur Errichtung einer Bühne für Schüleraufführungen und dergleichen zu benutzen. Reich gemalte Glasfenster, von Lütli in Frankfurt a. M. hergestellt, welche frühere Schüler der Anstalt stifteten, dienen ihr im Verein mit der Holztafelung der Wände zu reichem Schmuck. Einzelne Wandfelder bieten geeignete Flächen für weitere künstlerische Ausstattung, zu der die Mittel zum Theil von hochherzigen Stiftern bereits in Aussicht gestellt sind. Neben dem Gesangsaal liegt ein kleiner Raum, bestimmt für Sammlungen. Daneben führt die Treppe zur Empore, und unter dieser ist eine bescheidene Unterkunft für den Heizer gewonnen, der im Gebäude nächtigen soll. Die Nordwestfront nehmen auch in diesem Geschos die Klassen ein, und zwar sind hier an dem Flurgange 5 Klassen, von denen eine vorläufig als Modellkammer dient, und der Zeichensaal angeordnet. 5 Kleidergelasse liegen ihnen gegenüber.

Die Heizung des Schulgebäudes erfolgt durch eine von der Firma Käferle ausgeführte Niederdruck-Dampfheizung, als deren Besonderheit es zu betrachten ist, daß sie in Verbindung gebracht wurde mit einer Pulsions-Luftheizung mit elektrischem Betrieb. Diese Anordnung soll es ermöglichen, daß im Sommer die Klassenräume mit frischer Luft versorgt werden können, und daß bei aufsergewöhnlicher, namentlich plötzlicher Kälte im

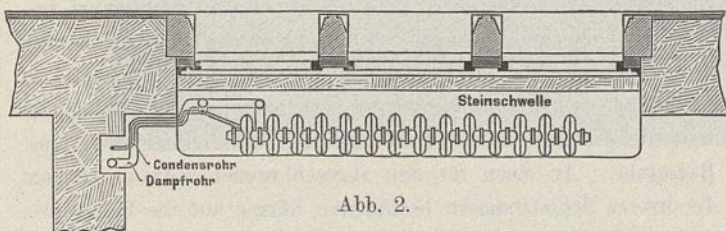


Abb. 2.

Winter die langsame Wirkung der Dampfheizkörper, welche überall unter den Fenstern Aufstellung gefunden haben, durch die viel raschere der Luftheizung unterstützt werden kann. Die Dampfzuführungs- und Condensationsrohre liegen in Mauerschlitzern der Querwände dicht an der Frontwand. Diese Schlitz sind durch Blechtafeln in Winkel-eisenrahmen geschlossen. Als eigenartig sei hier die Verbindung des Heizkörpers mit diesen Rohrleitungen erwähnt (vgl. Text-Abb. 2 u. 3). Die stark erhitzten Röhren sollten nicht unbedeckt oberhalb des Klassenfußbodens zum Heizregister geführt werden. Dieselben in die Frontwand einzuspitzen, erschien unconstructiv, da diese stark durchbrochene Wand durchaus nicht geschwächt werden durfte. So

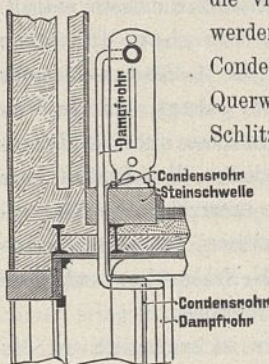


Abb. 3.

erfolgte denn die Verbindung dicht unter der massiven Klassen-
decke. Die Durchbrechung derselben wurde in der Weise bewirkt, daß der Heizkörper in der darüber befindlichen Klasse auf eine Steinschwelle gestellt wurde, welche, die Fenster-nische gänzlich ausfüllend und um Höhe der Scheuerleiste den Eichenholzfufsboden überragend, zugleich eine zweckmäßige Reinigung gewährleistete und ein unmittelbares Auflager für die angegossenen Füße der Radiatoren bot. Durch Schwelle und Kleinsche Decke wurde mit dem Steinmeißel an passender Stelle ein ovales Loch von geringem Durchmesser geschlagen, welches die Rohre aufnahm und, oben wie unten mit einer Blechmanschette geschlossen, eine Ausfüllung mit Schlackenwolle erhielt. Die Anordnung hat sich durchaus bewährt und es fallen weder die dicht an der Decke liegenden hellgestrichenen Rohre irgendwie ins Auge, noch hat die Schalldichtigkeit der Decke gelitten. Die Zu- und Abluftrohre liegen sämtlich in der 51 cm starken Mittelwand, welche diese starken Durchbrechungen gestattet, da sie an Lasten nur die Querträger über den Klassen aufzunehmen hat. Die Zuluftrohre sind unter der Kellerdecke in einem Canal vereinigt, in den der Ventilator die angewärmte Luft mit 1 m Geschwindigkeit hineinpreßt. Die Abluftrohre sind auf dem Boden gruppenweis vereinigt und über Dach geführt. Drosselklappen ermöglichen hier einen vom Keller aus regulirbaren Abschlufs, der nach Schlufs des Unterrichts hergestellt wird und verhindern soll, daß die Wärme während der Nacht ganz aus dem Gebäude entweicht. Auch die Flurgänge und Treppen haben übrigens Heizung und Lüftung erhalten. Die drei Kessel, von denen der eine kleinere nachträglich bei dem Beschlufs der Erweiterung um drei Klassen als Reserve beschafft werden mußte, befinden sich im Keller an der Nordwestseite und sind mit dem Kohlenlager, das aus wirthschaftlichen Rücksichten an der Südostseite angeordnet wurde, durch ein Schienengleis verbunden, auf welchem die Kohlen und Aschenwagen leicht bewegt werden können.

Die sämtlichen Decken des Schulgebäudes sind massiv constructirt, und zwar über dem Kellergeschos und den Flurgängen gewölbt, über den übrigen Räumen als Kleinsche Decke zwischen eisernen Trägern. Eichenholzfufsböden in den Klassen, Fliesen-fufsböden in den Flurgängen gewährleisten größte Reinlichkeit. Holzpaneele sind aus hygienischen Rücksichten mit Ausnahme in der Aula überall vermieden, und an deren Stelle ein Stucco-lustro aus Cement und hydraulischem Kalk angewandt, dessen gefährdete Kanten durch eiserne Schienen überall sorgfältig gesichert sind. Aus Eisen bestehen auch die Thürbekleidungen der Klassenthüren, welche sich, um eine Verengung des Flur-ganges durch die offen stehende Thür zu vermeiden, sämtlich in Nischen bewegen (vgl. Text-Abb. 4).

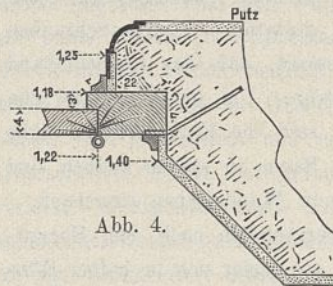


Abb. 4.

Die Fenster sind bis unter die Decke geführt und liegen mit ihrer Brüstung 1,25 m hoch über dem Fußboden. Eine normale Klasse von $6,2 \cdot 9 = 55,8$ qm besitzt in ihren neun Fenstern eine Lichtquelle von 16,5 qm, also fast $\frac{1}{3}$ der Grundfläche. Gesteigert wird die Lichtwirkung noch dadurch, daß die Loshölzer der Fenster tief liegen und den nutzbarsten Licht-einfall im oberen Theil des Fensters nicht behindern. Zugleich

sind mit dieser Fenstertheilung im unteren Theil kleine, während der Zwischenpausen von den Schülern selbst leicht zu bedienende Fensterflügel gewonnen, während die großen Oberflügel nur vom Schuldiener bei jeweiliger Reinigung geöffnet werden sollen. Die Möglichkeit dieser starken Durchbrechung der Klassenfrontwände wurde dadurch erzielt, daß das mittlere Fenster jeder Klasse einen risalitartigen Vorsprung der Front bildet, sodafs die beiden Pfeiler, auf denen die eisernen Träger der Decke lagern, ohne verbreitert werden zu müssen, die erforderliche Standfestigkeit erhielten. Dafs hiermit zugleich ein wirksames Façadenmotiv gewonnen wurde, mag beiläufig erwähnt werden (vgl. die Grundrisse auf Bl. 37 und Abb. 4 Bl. 38).

An besonderen Einrichtungen ist noch zu erwähnen, daß die Klassen mit einem Bankmodell ausgerüstet wurden, welches eine Benutzung der Banktische als Stehpult gestattet, sodafs gewisse Unterrichtsstunden, oder Theile derselben, stehend abgehalten werden können. Diese durch den Director Reinhardt gegebene Anregung bringt vielleicht ein neues, werthvolles Moment in die Bestrebungen nach gesundheitlich zweckmäßiger

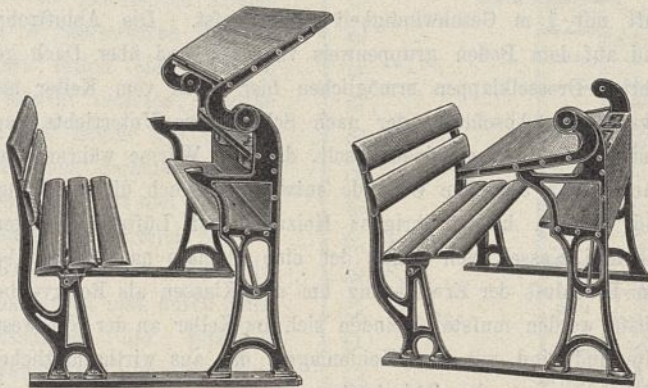


Abb. 5.

Construction der Schulbänke (vgl. Text-Abb. 5). Die Schultafeln sind sämtlich als Doppelschiebtafeln an der Mitte der Klassenwand angebracht. Kartenhaken ermöglichen das Aufhängen von Wandkarten vor der Tafel. Messingstangen mit verschiebbaren Haken an der den Fenstern gegenüberliegenden Klassenwand sowie neben der Tafel dienen zur Aufhängung von Bildern und ähnlichem Unterrichtsmaterial. Eine besondere Tafelconstruction wurde für die Physikklasse gewählt. Es kam hier eine von Binsky in Berlin construirte Rollwandtafel in Anwendung, deren Princip darauf beruht, daß ein breites geschwärztes Linoleumband ohne Ende, welches übrigens eine vortreffliche, sehr haltbare Schreibfläche giebt, über zwei wagerechte Rollen gespannt ist, deren eine, durch eine Kurbel drehbar, beliebiges Auf- oder Abwärtsbewegen der Tafelfläche gestattet. Durch Schrauben an den Rollenlagern ist dafür gesorgt, daß das Linoleumband dauernd straff gehalten werden kann. Um die Wandtafel den Blicken der Schüler freizugeben, sind die Kathedertische nahe zur Fensterwand aufgestellt. Um Raum zu sparen endlich sind die nothwendigen Klassenschränke in Wandnischen eingebaut.

Die Bücherei ist mit Büchergestellen nach dem Ebrard-Wolffschen System*) ausgestattet, vor denen sich in halber Höhe eine Laufbrücke befindet. Die Bücherei ist auf diese Weise ohne Verbauung des Raumes imstande etwa 8000 Bände aufzunehmen.

*) Vgl. Centralblatt der Bauverwaltung 1892, S. 553.

Die Turnhalle ist durch den Arcadengang, welcher sich an der Hauptfront vor dem Haus hinzieht, regenfrei zu erreichen; sie enthält aufser einem kleinen, als Windfang dienenden Vorraum eine Geräthekammer und ein Kleidergelaß, in welchem Schränke zur Aufnahme für Turnschuhe, klassenweise verschließbar, aufgestellt worden sind. Ueber beiden Räumen befindet sich eine geräumige Empore, von der aus man einen guten Ueberblick über die 11 m breite, 21,50 m lange Halle hat (Text-Abb. 6). Diese hat einen auf Lagerhölzern elastisch verlegten eichenen Stabboden erhalten. Die Decke ist mit einer Holztäfelung versehen. Die Heizung der Halle erfolgt durch Gasöfen, welche am meisten Gewähr dafür zu bieten schienen, daß die Halle im Bedarfsfall rasch erwärmt werden kann.

Das Dienstwohngebäude enthält die Wohnung des Directors und des Pedells. Da für beide Wohnungen völlig getrennte Eingänge nothwendig waren, mußte jede der in mehreren Geschossen untergebrachten Wohnungen eine eigene Treppe erhalten; doch ist durch Noththüren Vorkehrung getroffen, daß bei Feuergefahr von jeder Wohnung aus auch die andere Treppe in jedem Geschoss erreicht werden kann.

In die Wohnung des Directors tritt man, von der Schulfront aus, in der Achse des Verbindungsganges. Durch eine Flurhalle gelangt man in das Treppenhaus, welches, möglichst wohnlich ausgestattet und geheizt, mit seinen beiden zu Vorräumen erweiterten Absätzen die Verbindung zwischen den im Erdgeschoss belegenen Zimmern und dem oberen eigentlichen Wohngeschoss bildet. Im Erdgeschoss befindet sich das mit einem zugleich als Bücherei dienenden kleinen Vorzimmer verbundene Arbeitszimmer des Directors und das mit einer Anrichte verbundene Speisezimmer. Die breite Schiebethür zwischen beiden ermöglicht gemeinsame gesellschaftliche Benutzung. Von dem Anrichterraum aus führen eine Verbindungstreppe und ein Aufzug zu den im Untergeschoss liegenden Wirtschaftsräumen: Küche, Plättstube und Waschküche nebst Vorrathsräumen und Kellereien. Auch hier ist, vor der Küche, ein Anrichterraum angeordnet, um das Eindringen von Speisegerüchen in die Wohnung zu verhüten. Von der Verbindungstreppe aus kann man zu wirtschaftlichen Verrichtungen unmittelbar ins Freie gelangen. Das Obergeschoss enthält 6 Wohn- und Schlafräume sowie eine Badestube. An einen für sich abgeschlossenen Vorraum stoßen die drei zu Schlafzimmern bestimmten Räume und die Badestube, während die Wohnzimmer unmittelbar an der Haupttreppe liegen. Eine Verbindungstreppe vermittelt den Verkehr zu dem ausgebauten Dachgeschoss, welches aufser einer geräumigen heizbaren Diele 3 heizbare und 3 nicht heizbare Kammern enthält. Eine kleine Treppe führt von hier zu dem oberen Dachraum, der als Trockenboden dient. In jedem der 4. Geschosse ist für Anordnung von Aborten und Ausgüssen gesorgt, um die Vertheilung der Wohnung auf mehrere Geschosse nicht als Uebelstand empfinden zu lassen. Zu behaglicher Wohnlichkeit aber wird besonders die im Kellergeschoss untergebrachte Sammelheizung (Niederdruckdampf wie im Schulhaus) beitragen, welche es ermöglicht, ohne zu große Opfer alle Nebenräume und Flure in gleicher Weise wie die Zimmer zu erwärmen.

Die Wohnung des Schuldieners ist zugänglich von der Hintertreppe, welche sich nach dem Hauptschulhof hin öffnet. Diese Treppe dient zwar zugleich für die Directorwohnung als Nothtreppe, steht für gewöhnlich aber dem Schuldiener allein zur Verfügung. Im Kellergeschoss sind untergebracht die Küche und

zwei Nebenräume, deren einer als Wohnraum benutzt werden kann, während der andere zur Unterbringung von Vorräthen dient. Im Keller befindet sich auch der Abort des Schuldieners. Im Erdgeschofs liegen an einem abgeschlossenen Flurgange 3 Wohnzimmer, von denen das eine seine Fenster dem Schulgebäude zukehrt, sodafs von hier aus der Eingang überwacht werden kann. Im Dachgeschofs sind dem Schuldiener eine heizbare und eine nichtheizbare Kammer zugewiesen. Die Heizung dieser Wohnung erfolgt durch Oefen.

Ein kleiner Garten liefs sich sowohl für den Director als den Schuldiener von dem Grundstück, ohne dafs der Schulhof dadurch beeinträchtigt wurde, abzweigen. Dem erstgenannten steht auferdem der kleine Balcon des Hauses und die geräumige

zu lassen und überall den Zweck der Innenräume durch Fenstergruppierung und Frontentwicklung zum Ausdruck zu bringen. Auf einen einzigen bevorzugten Bautheil wurde der Schmuck, den die bewilligten Mittel gestatteten, concentrirt, das ist der Strafsengiebel, welcher die Aula in sich birgt. Von zwei Thürmen begleitet, erhebt sich der ganz in Sandstein verblendete stattliche Treppengiebel bis zu 29 m Höhe, in seiner Wirkung durch die beiden Thürme der Turnhalle und des Wohnhauses unterstützt. Ueber dem Eingange befindet sich der Sinnspruch der Schule:

Non scholae sed vitae discimus.

Auf zwei Wappenschildern an den Uebergängen der Thürme ins Achteck fanden die Worte „per aspera“, „ad astra“ Platz. Der Name, den die Schule in Erinnerung an Frankfurts grofsen



Abb. 6. Turnhalle.

Plattform des Verbindungsganges zur Verfügung, von denen namentlich der erstere einen herrlichen Blick auf das Panorama des Taunus bietet.

Sämtliche Gebäude sind an die städtischen Elektrizitätswerke angeschlossen und mit elektrischer Beleuchtung versehen, wobei die Anordnung einiger Bogenlampen, welche in der Aula zur Unterstützung der Glühlichtbeleuchtung und im Zeichensaal zur Herstellung zerstreuten Lichtes mittels Elsterscher Reflektoren wünschenswerth schien, besondere Schwierigkeiten verursachte, da die Frankfurter Werke Wechselstrom liefern.

Die beabsichtigten Anlagen der Bahnstrasse werden die Schönheit des Platzes, auf dem der Bau errichtet ist, zum Abschluß bringen. Die Bausumme gestattete freilich keinen Luxus der äusseren Erscheinung. Derselbe würde aber auch dem Charakter, der einem Schulhaus gegeben werden mußte, nicht entsprechen haben. Diesen zu erreichen war ich bestrebt und darum bemüht, unter Vermeidung unangemessenen Formenreichtums das Gebäude lediglich durch seine Verhältnisse wirken

Sohn tragen darf, schmückt die höchste Stelle der Giebelfläche. Darunter als Bekrönung der Fenstergruppe, welche die Aula zur äusseren Erscheinung bringt, thront die Eule der Wissenschaft, nach Modell des Bildhauers Franz Krüger von Gladenbeck in Bronze gegossen, über dem Wappen der Stadt Frankfurt, welches als bunte Glasur in Wappenfarben hergestellt wurde und im Verein mit den beiden ebenfalls nach Modellen von Franz Krüger durch March Söhne in Glasur hergestellten Brustbildern von Goethe und Comenius und mit einer zarten Vergoldung der ornamentirten Theile der grauen Sandsteinfaçade farbigen Reiz verleiht. Comenius wurde als Gegenstück für den selbstverständlichen Goethe gewählt, weil dessen pädagogische Absichten in den Frankfurter Lehrplänen gewissermassen eine Verwirklichung gefunden haben. Einen bescheidenen bildnerischen Schmuck erhielten endlich noch die Giebelfelder des Wohnhauses und der Turnhalle, erstere durch Sinnbilder häuslichen Glückes und in der Zahl der Rosenknospen einen Hinweis auf den Familienreichtum des ersten Wohnungsinhabers, letztere durch turne-

rische Attribute und eine humoristische Andeutung des friedlichen Wettkampfs, dem dies Haus geweiht ist.

Während die sämtlichen Hoffronten Putzflächen zwischen schmucklosen Sandsteingliederungen zeigen, sind alle nach der Strafe zu gelegenen Gebäudeansichten mit hellgrauem Kottenbrunner Sandstein verblendet. Für ornamentirte Theile wurde der feinkörnigere dem Burgpreppacher nahestehende Ueschersdorfer Sandstein verwandt, für die vertieft liegenden Mafswerke, die Giebelaufsätze und Bekrönungen grünes Ochsenfurter Material.

Im Innern kam aufer den genannten Sandsteinsorten für besonders stark beanspruchte Theile auch noch rother Miltenberger Stein zur Verwendung. Die Sockel sind in Basaltlava ausgeführt. Die gesamten Sandsteinarbeiten führten nach gelieferten Modellen Franz Arnold Söhne in Reistenhausen bei Miltenberg aus. — Möchte es mir gelungen sein, mit den Mitteln, welche zu Gebote standen, den Eindruck fröhlichen Ernstes zu erzielen, in dem ich das Wesen wahrer Erziehung zum Ausdruck zu bringen beabsichtigte.

Frobenius.

Von der Tiberregulirung in Rom.

Originalaufsatz vom Prof. Enrico Parboni in Rom,

aus dem Italienischen übersetzt und ergänzt von Dr. Julius Groeschel.*)

(Mit Abbildungen auf Blatt 43 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

*Vidimus flarum Tiberim retortis
Litire Etrusco violenter undis
Ire deiectum monumenta regis
Templaque Vestae.*

(Horax, lib. I. Carm. II.)¹⁾

[Die Geschichte Roms beginnt, wie Brioschi²⁾ sagt, mit jener seiner Ueberschwemmungen, denn sie wird mit der Sage eingeleitet, das das Geschwisterpaar Romulus und Remus bei einer Ueberschwemmung durch die Tiber unter einem Feigenbaum am Fufse des Palatin abgesetzt wurde. Die erste Tiberüberschwemmung als Ereignifs finden wir bei Livius (lib. IV. Cap. 49) aus dem Jahre 414 v. Chr. erwähnt. Seit jener Zeit wissen wir von mehr als 60 grofsen Ueberschwemmungen, welche den Bestand der ewigen Stadt ernstlich gefährdeten; die zeitgenössische Litteratur berichtet von ihnen theils beiläufig, theils, und zwar erst in neuerer Zeit, in besonderen Abhandlungen zugleich mit Vorschlägen über die Abwendung solcher Ereignisse.³⁾ Aus mehreren Jahrhunderten der nachchristlichen Zeit fehlen sichere Nachrichten gänzlich.]

Zunächst müssen wir der Lage Roms einige Betrachtungen widmen. Die Stadt Rom liegt im Mittelpunkt einer weiten Hochebene. Diese wird von dem an manchen Stellen mehrere Kilometer breiten Tiberthal durchzogen, in welchem die Tiber tief in ihr eigenes Alluvium eingeschnitten dahinfließt. [Der Tiber-

lauf hat eine Länge von 370 km, und zwar 340 km vom Ursprung bis Rom, 30 von da bis zum Meere. Seine grösste Breite erreicht er unterhalb der Milvischen Brücke vor dem Eintritt in Rom mit 160 m. Die mittlere Tiefe des Bettes beträgt etwa 8 m von der Böschungskante gemessen.⁴⁾ Seine Wassermenge berechnet sich bei einem Niederwasserstand von 5,40 m am Pegel der Ripetta⁵⁾ auf 165,25 cbm in der Secunde.⁶⁾

Die Stadt breitet sich mit einer Fläche von ungefähr 2000 ha theils im Diluvialgebiet des Flusses, theils auf der Hochebene und den von dieser losgelösten Höhen, dem Capitolinus, dem Palatinus, dem Aventinus usw. aus. Die Höhe dieser hochgelegenen Theile der Stadt schwankt zwischen 50 und 63 m, bezogen auf den Nullpunkt des genannten Pegels. Der im Tiberthal gelegene tiefere Theil hat eine Pegelhöhe von durchschnittlich 13 bis 16 m. In diesem tieferen Theile der Stadt ist das allgemeine Gefälle in der Richtung des Flußlaufes nicht bedeutend; auf dem linken Ufer (vgl. Bl. 43 Abb. 1 u. 2) hat die Schwelle der Porta Flaminia (Porta del Popolo) die Höhenzahl 16,96, während diejenige der Porta di S. Paolo wenig über 13 m mißt; ebenso fällt auf dem rechten Ufer das Gelände von der Piazza Pia bei Castel S. Angelo mit der Höhe von 14,90 m bis zur Porta Portese auf 13,62 m. Besonders bemerkenswerthe Senkungen befinden sich auf dem linken Ufer am Ripettahafen (Höhenzahl 13,46) und an der Piazzetta dell' Orso mit Höhe 12,88, dann zwischen Ponte Sisto und Ponte Quattro Capi in der Gegend des Ghetto (Höhe 12,92 m), sowie in der Via della Fiumara (Höhe 11,70 m). Weiter sinkt das Niveau beim Tempel der Vesta auf 10,98 und hält sich in der Gegend des Testaccio zwischen 11 und 12 m. Auf dem rechten Ufer begegnet man einer ausgedehnten Senkung mitten in der Via della Lungara bei der Kirche S. Giacomo, woselbst die Höhe 12,92 m beträgt, und bei der Einmündung des Ponte Sisto an der Via del Moro mit Höhenzahl 12,54. Diese Senkung hält sich dann auf eine lange Strecke bei der Ripa Grande zwischen 12 und 13 m. Aufer diesen Niederungen, welche längs des

*) Da unser Interesse sich mehr auf die Grundzüge des Unternehmens und technisch-archäologische Ergebnisse als auf Einzelheiten der Regulierungsarbeiten richtet, sah sich der Uebersetzer veranlaßt, einen grofsen Theil der Arbeit des Verfassers, der sich in einer über den Raum dieser Zeitschrift hinausgehenden Weise mit Einzelfragen beschäftigte, nur auszüglich wiederzugeben, dafür aber wichtig erscheinende Ergänzungen einzufügen. Solche Zusätze des Uebersetzers sind in eckige Klammern eingeschlossen. Die Anmerkungen rühren sämtlich von dem Uebersetzer her. — Berichte über denselben Gegenstand sieh im Centralblatt der Bauverw. 1885. S. 97, 1886. S. 172, 1887. S. 32, 1890. S. 28. 58; Deutsche Bauzeitung 1893. S. 99.

1) Diese Zeilen beziehen sich auf eine um das Jahr 22 v. Chr. stattgehabte Tiberüberschwemmung.

2) Le inondazioni del Tevere in Roma. Memoria del socio Francesco Brioschi. Roma 1876. Estratto dal tomo 3°. Serie II^a degli atti della Reale Accademia dei Lincei, S. 3. Brioschi, ein hervorragender Mathematiker, Präsident der Accademia dei Lincei, Director des Polytechnicums in Mailand usw. ist am 13. December 1897 gestorben.

3) Die Tiber-Litteratur ist durch Enrico Narducci in seinem Saggio di Bibliografia del Tevere gesammelt worden. Derselbe ist von der Reale Accademia dei Lincei im Anschluß an die unter Anmerkung 2 genannte Brioschische Schrift zum Abdruck gebracht.

4) M. Carcani. Il Tevere e le sue inondazioni dalla origine di Roma fino ai giorni nostri. Roma 1875.

5) Rodolfo Lanciani, Bulletino della commissione archeologica comunale di Roma 1893. S. 14.

6) Der 0-Punkt dieses Pegels steht 0,97 m über der mittleren Meereshöhe. Bonato P. vergl. Ann. 22.

Ufers oder in dessen nächster Nähe gelegen sind, dehnt sich eine weite centrale Mulde von der Piazza Navona bis zur Minerva und von da bis zum Pompejus-Theater aus und hat ihren tiefsten Punkt beim Pantheon mit 12,26 m; eine andere bemerkenswerthe Einsenkung findet sich bei S. Giorgio in Velabro und dem Janusbogen. Diese hauptsächlichsten Einsenkungen entsprechen annähernd den Orten, wo sich in alter Zeit Sümpfe befanden. Das Velabrum dehnte sich mit zwei Armen zwischen dem Palatin, dem Aventin und dem Capitolin aus; der Sumpf Caprea nahm einen Theil der Pigna-Gegend ein, welche durch das Pantheon gekennzeichnet wird, und der Teich Trento⁷⁾ scheint sich auf dem Campus Martius befunden zu haben in der Nähe des Ripettahafens und der Piazza Nicosia.

Den Abfluß der Gewässer, welche im Velabrum zusammenströmten, ermöglichte die noch heute vorhandene Cloaca Maxima, die gewaltige Schöpfung der Tarquinier. [Sie wird von vielen, und vielleicht nicht mit Unrecht unter die Mafnahmen gegen die Ueberschwemmungen gezählt.] Die Niederungen wurden später aufgefüllt, wenn auch die Zeit solcher Unternehmungen nicht festgestellt werden kann, da die Stadt sich anfänglich nur auf den Hügeln und in den zwischen diesen liegenden Thälern ausbreitete, während die Ufer lange unbewohnt blieben.

Die hauptsächlichsten Wassermengen werden der Tiber durch die Flüsse Paglia, Nera und Anio zugeführt. Aufser diesen Zuflüssen hat sie wie jeder andere Strom auch noch solche durch Grundwasserzuzug. Dafs gerade diese sehr bedeutend sind, beweist besonders der sich gleichbleibende Wasserstand zur Sommerzeit. Dem gleichmäfsigen Zuflusse steht zur Winterzeit der fluthartige gegenüber, welcher manchmal furchtbar zerstörend wirkt und die Wasseroberfläche 7 bis 8 m und mehr über den gewöhnlichen Wasserstand steigen macht.

[Die hierdurch hervorgerufenen Ueberschwemmungen des Stadtgebietes zeigen nach Brioschi⁸⁾ drei verschiedene Erscheinungsarten, nämlich

a) Zurückstauung der künstlich nach Rom geführten Gewässer, da diese bei Hochwasser nicht in die Tiber abfließen können.

b) Austreten der Tiber aus ihren Ufern innerhalb der Stadt.

c) Bruch der Schutzbauten und Ueberschwemmung oberhalb der Stadt und Ergufs der Gewässer in die Stadt durch die Porta Flaminia. Die erst angeführte Erscheinung hat heute nicht mehr die Bedeutung wie in der Kaiserzeit; wie groß aber damals die künstlich nach Rom geführten Wassermassen waren, davon geben die durch Belgrand auf Grund der Mittheilungen des Frontinus sehr gewissenhaft angestellten Untersuchungen einen Begriff. Er berechnet die täglich künstlich nach Rom geleitete Wassermenge zu 953 000 cbm (= 11 cbm in der Secunde), Rondelet gab sie auf etwa das Doppelte an. Bei der letzten großen Ueberschwemmung am 28. December 1870 zeigten sich alle obengenannten Erscheinungen.]

Damals wurde die Tiberfluth durch die Monti Parioli seitwärts gedrängt. Der mächtige Strom, vergrößert durch die vom Ponte Molle [Pons Milvius] verursachte Stauung, ergofs sich über

7) Im Original heifst es „lo stagno di Trento“, vermuthlich Terentum. Die Vertretung dieser Annahme, wie die aller nicht in eckige Klammern gesetzten Ausführungen muß dem Herrn Verfasser überlassen bleiben. Vergl. *Formae urbis Romae antiquae* von H. Kiepert und Ch. Huelsen. Berlin 1896, sowie *Forma urbis Romae*, Rudolphus Lanciani. Mediolani. 1894.

8) a. a. O. S. 9.

die Via Flaminia und rifs die Mauern längs derselben nieder. Ein Theil des Wassers drang in Rom durch die Porta del Popolo ein, gelangte auf den Corso und durch die Via del Babuino bis auf den spanischen Platz. Auf der Piazza del Popolo ragte einsam der Obelisk von Heliopolis, während von den Löwensphinxen an seinem Unterbau nur die Köpfe über der dunklen Fluth sichtbar waren. Ein anderer mächtiger Strom, der auf dem kürzesten Weg die Spitzen der beiden großen Krümmungen am Monte Mario und der Mole Adriana verband, erreichte das städtische Tiberbett beim Hospital S. Spirito. Bis diese Ströme in die Stadt eindringen, blieb die Ueberschwemmung innerhalb derselben auf bestimmte Becken von verschiedener Höhe beschränkt. Als jedoch die durch den Corso und die Via Ripetta geradenwegs laufenden Gewässer nach Ueberfluthung der hauptsächlichsten Bodenerhöhungen dazu kamen, entstand eine allgemeine Ueberschwemmung in gleicher Höhe mit der Wasserfluth oberhalb der Stadt; das ganze Marsfeld, die Lungara, die Ripetta und der Ghetto versanken in den Fluthen, deren Höhe 17,22 m erreichte. [Ihre Wassermenge wurde zu jener Zeit von Possenti am geringsten, zu 2800 cbm, von Baccarini am höchsten, und zwar zu 4576 cbm für die Secunde berechnet,⁹⁾ während sie neuerdings von Rodolfo Lanciani zu 1894,49 cbm angegeben wird.¹⁰⁾ Gehört diese Ueberschwemmung auch zu den größten bekannten — und wir sind seit dem Jahre 1280 über die Höhe derselben unterrichtet —, so wird sie doch durch diejenige, welche die Stadt am 24. December 1598 heimsuchte, noch weit übertroffen. Diese erreichte eine Höhe von 19,56 m.]

Zweifelloß haben die Tiberüberschwemmungen ihren hauptsächlichsten Grund in den Wassermassen, welche die obengenannten Nebenflüsse zuführen, doch tragen die vielfachen Verengungen, welche der Fluß gerade auf seinem Laufe durch die Stadt erfahren mußte, wesentlich dazu bei, das Uebel zu vergrößern. Die normale Breite des Flusses oberhalb und unterhalb der Stadt beträgt bei wenig geneigten Ufern und bei Normalwasserstand 90 m. Sie verringerte sich allmählich zwischen fast senkrechten Wänden gegenüber dem staatlichen Kunstinstitut bis auf 55 m, maß 64 m am Ripettahafen und nahm am Castel S. Angelo und dem Tordinona-Theater weiter zu. Auf der Strecke zwischen den Ueberresten des Ponte Trionfale und dem Garten der Farnesina betrug sie wieder 90 m, von hier ab nur 58 m zwischen den senkrechten Wänden des Palazzo Falconieri und dem obengenannten Garten. Nunmehr nahm sie zwischen Ponte Sisto und der Spitze der Isola S. Bartolomeo (vgl. Bl. 43 Abb. 2) bedeutend zu. Hier spaltete sich der Strom in zwei Arme, die jedoch durch Pfahlwerk und schwimmende Mühlen¹¹⁾ verengt und bald auf die Lichtöffnungen der Brückenbogen eingeschnürt wurden. Die Breite wuchs alsdann wieder auf 100 m, verringerte sich aber von neuem zwischen den Ausladeplätzen der Ripa grande auf 80 m.

Ganz besondere Einengungen erfuhr das Tiberbett durch die Brücken.

Ponte S. Angelo besafs drei halbkreisförmige Bogenöffnungen von 18 m Durchmesser mit Kämpfern auf Niederwasserstand, während drei¹²⁾ kleinere Bögen an den Seiten theil-

9) Brioschi, a. a. O. S. 31.

10) Vergl. oben Anm. 5.

11) Ihre Anlage stammt nach Procopius aus der Zeit Belisars.

12) Piranesi, Ant. IV. tab. 6 und Canina, *L'Architettura Romana* tab. 181, stellen die Brücke mit je zwei, also zusammen vier seit-

weise versandet waren (vgl. Text-Abb. 1). Die Brücke bot daher über Niederwasser nicht mehr als 400 qm Lichtraum, der noch sehr beträchtlich durch die Contraction des Stromes beim Durchgang durch die Lichtöffnungen verringert wurde. Bei der letzten Tiberüberschwemmung füllte das Wasser nicht allein alle Bögen aus, sondern es reichte noch 1,80 m über die Schlußsteine.

Ponte Sisto zeigt vier ungleiche Bögen, deren größter 20 m, der kleinste 17 m Durchmesser hat, Kämpfer auf Niederwasser. Der Pfeiler in der Mitte des Flußbettes besitzt eine Rundöffnung. Diese Brücke bietet eine Lichtöffnungsfläche von 550 qm über Niederwasser, die sich gleichfalls durch die Contraction beträchtlich verringert. Die letzte Ueberschwemmung füllte die kleineren Bögen vollständig und stieg bis fast an die Schlußsteine der Hauptbögen.

Von den zwei Theilen der Brücke, welche die Isola Tiberina mit den Ufern verbindet, hatte der rechte Theil, Pons Cestius,

Wasser meist pestartige Fieberkrankheiten zur Folge hatten. Die Geschichte des Tiber-Problems beginnt mangels Nachrichten aus der früheren republikanischen Zeit erst mit Cäsar. Er plante, die Tiber von Rom abzuleiten, sodafs sie um den Janiculus biegend, statt nach Ostia, ihren Lauf durch die pontinischen Sümpfe nach dem Cap der Circe nehmen sollte. Diesen Plan beseitigte Cäsars Tod. Sein Nachfolger Augustus beschränkte sich auf die Einsetzung von *curatores alvei et riparum Tiberis*¹³⁾ und eine Reinigung des Flußbettes. Kaiser Tiberius liefs, veranlaßt durch eine Ueberschwemmung im Jahre 14 n. Chr., die Frage neuerdings untersuchen. Man schlug damals vor, die Chiana, die aus dem See von Chiusi entspringt und in alter Zeit durch die Paglia in die Tiber flofs, in den Arno abzuleiten. Der Plan scheiterte damals an dem Widerspruch der Florentiner, wurde aber im 16. Jahrhundert von den Medici in Florenz wieder aufgenommen und ausgeführt.



Abb. 1. Engelsbrücke vor der Regulirung.

einen 23,97 m weiten Bogen mit Kämpfern auf Normalwasserstand nebst zwei seitlichen Oeffnungen — Text-Abb. 2 zeigt ihn in der alten Gestalt —, der andere, linke Theil, Pons Fabricius, besitzt zwei Halbkreisbögen von 25 m Durchmesser mit Kämpfern auf Niederwasserstand und eine Oeffnung im mittleren Pfeiler. Sonach lassen diese beiden Brücken zusammen einen freien Durchgang über Niederwasserstand von ungefähr 700 qm. Bei der letzten Ueberschwemmung stand das Wasser etwa 1,60 m unter dem Schlußstein. Das Mißverhältniß zwischen der Weite dieser Brückenöffnungen und der Wassermenge, selbst nach der niedrigsten Berechnung, ist sonach sehr bedeutend.

[Ehe wir auf die Regulirungsarbeiten eingehen, mag ein kurzer Rückblick auf ihre Geschichte am Platze sein. Es ist eine merkwürdige Thatsache, daß die Stadt Rom durch den Fluß, der ihr das Leben gegeben hat, seit ihrem Bestehen stets wiederholten Beschädigungen und Verwüstungen ausgesetzt war, und daß sie, die Hauptstadt der Welt, weder unter den römischen Kaisern, noch unter den weltgebietenden Päpsten ihn zu zähmen vermocht hat. Seine Verwüstungen waren um so gefährlicher, als die in den Niederungen stehen gebliebenen

lichen Bogenöffnungen dar. Wir finden dort auch Abbildungen der übrigen antiken Brücken. Taf. 179, 180. — Ueber den Befund gelegentlich der Regulirungsarbeiten vgl. S. 373 und Abb. 10.

Claudius liefs Canäle aus dem Fluß nach dem Tiberhafen ziehen und soll dadurch die Stadt von der Ueberschwemmungsgefahr befreit haben. Nero faßte in seinem Wahnsinn den Plan, die Tiber von Rom weg in den Golf von Neapel zu leiten.

Trajan nahm die Arbeiten des Claudius wieder auf und stellte behufs rascher Ableitung der Gewässer ins Meer den heute noch schiffbaren Canal Fiumicino (Fossa Trajana) her; der linke natürliche Tiberarm bei Ostia versandete. Aurelian war der letzte römische Kaiser, von dem bekannt ist, daß er für die Reinigung des Flußbettes und die Eindämmung der Tiberufer Sorge trug. Auf diese Maßregeln beschränkten sich seit Claudius die Arbeiten der erwähnten *curatores*. Daß sie praktischen Erfolg hatten, muß aus Plinius (Hist. Natur. III. 5) entnommen werden, der berichtet, daß es dem Flusse durch die Eindämmung schwer werde, seine Ufer zu überschreiten. Von dort ab scheint nichts mehr für die Reinigung des Flußbettes geschehen zu sein. Die Dämme sanken ein, das Tiberbett erhöhte sich. Bramante¹⁴⁾ soll die Tiberfrage wieder berührt haben, doch ohne Papst Leo für seine Vorschläge gewinnen zu können. Michel-

13) Ueber diese vergl. die neuesten Forschungen von Luigi Cantarelli usw. im Bull. Serie 3^a 1889, S. 185, 205. Serie 4^a 1894, S. 39, 254, 354.

14) Brioschi, a. a. O. S. 20.

angelo scheint sich mit der Frage nicht befaßt zu haben. Den grofsartigen Plänen des Alterthums steht im 16. Jahrhundert die Thatsache gegenüber, dafs Papst Pius V. zur Besänftigung der Tiberfluthen ein Agnus Dei in den Fluß warf. Im 18. Jahrhundert begann man die wissenschaftliche Seite der Aufgabe ernstlich aufzugreifen, doch wurde auch damals (1744) aufser einem Nivellement von der Einmündung der Nera bis zum Meer nichts Positives erzielt. Die Vorschläge der Sachverständigen, aus dem Flußbette alle Hindernisse hinwegzuräumen und den Brücken gröfsere Lichtöffnungen zu geben, blieben erfolglos, und die Tiber war nach wie vor die Cloake der Stadt.

Auf die Fluth des 28. December 1870 blickte Pius IX. von seiner freiwilligen Gefangenschaft im Vatican als entthronter

Vorkehrungen für den Abflufs der städtischen Abwässer, die auf der Thalseite der Stadt so in die Tiber zu münden hätten, dafs jede Gefahr des Zurückstauens bei Ueberschwemmungen ausgeschlossen wäre. Die Commission gab dem letzteren Vorschlage den Vorzug und einigte sich zunächst über jene Punkte, welche dem endgültigen Entwurfe zu Grunde gelegt werden sollten. Die Zeit von 1872 bis zum Anfang des Jahres 1875 wurde mit Unterhandlungen zwischen der Regierung und der Stadtgemeinde Rom vertragen; letztere sollte, als unmittelbar interessirt, von der Regierung mit Ausführung der Arbeiten betraut werden, wobei die erwachsenden Unkosten sich gleichmäfsig auf den Staat, die Provinz und die Gemeinde Rom vertheilen sollten. Diese Unterhandlungen würden vielleicht zu keinem guten Ende geführt haben, hätte nicht die gewichtige

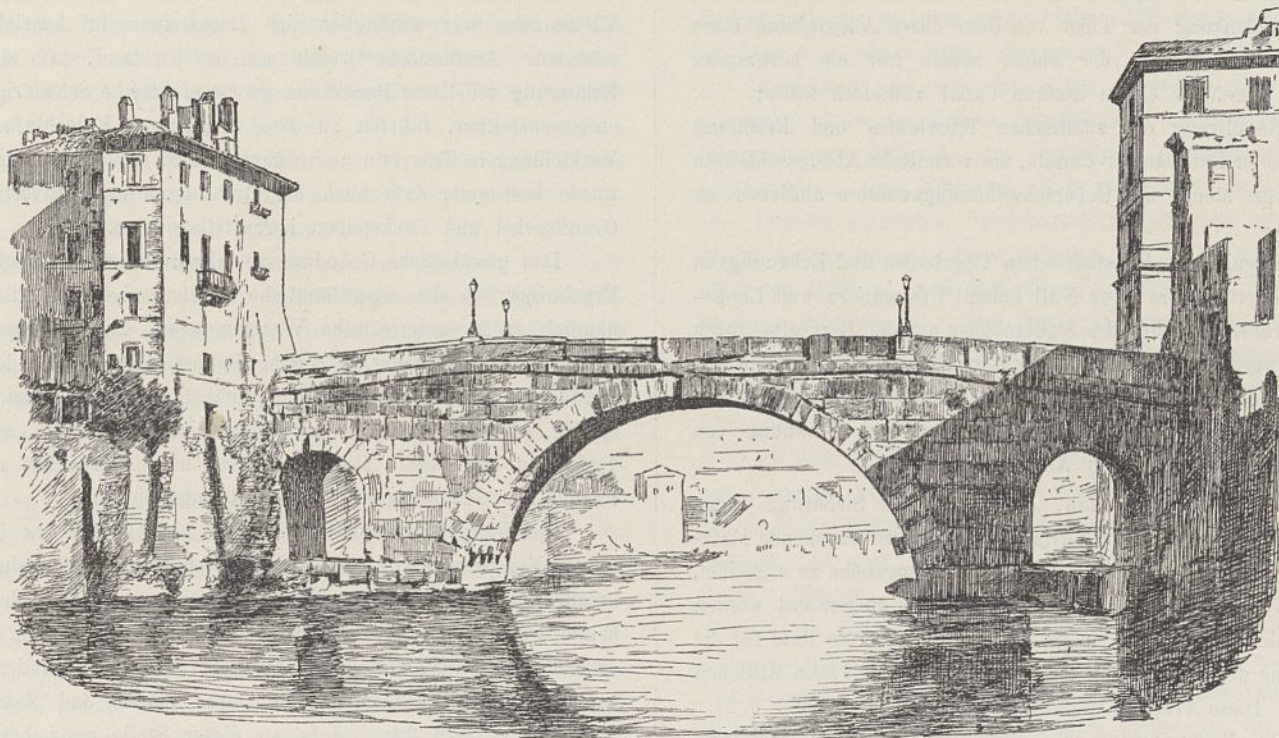


Abb. 2. Cestiusbrücke vor der Regulirung.

Fürst, aber infallibler Papst; Victor Emanuel stattete dagegen der vom Tiberschlamm starrenden Stadt am Morgen des 31. December seinen ersten Besuch ab, und wurde von ihr trotz ihres Unglücks mit Jubel empfangen. Die neue Regierung griff das Regulirungsproblem sofort auf und betraute eine Commission von Sachverständigen mit dem Studium desselben.]

Eine Hauptschwierigkeit lag in der Aufgabe, die höchste Rücksichtnahme auf die zahlreichen, längs der Ufer des Stromes aneinander gereihten Wahrzeichen aus classischer Zeit mit der Wahrnehmung der wasserbautechnischen Anforderungen zu verbinden. Und diese Rücksichtnahme war so zwingend, dafs auf manche Arbeiten ganz verzichtet werden mußte, die vom technischen Standpunkte angezeigt erschienen. Zunächst kamen zwei Hauptentwürfe in Frage, welche die Ueberschwemmungshöhe nur so weit herunterzudrücken beabsichtigten, dafs sie der Stadt keinen Schaden bringen konnte. Der erste derselben plante die Geradelegung des Flusses durch Abschneiden der bedeutendsten Krümmungen auf der Thalseite der Stadt, während der andere die Verbreiterung des städtischen Flußbettes zwischen gemauerten Ufern von entsprechender Höhe beantragte sowie die nöthigen

Stimme Garibaldi's das Gesetz vom 6. Juli 1875 veranlaßt, welches alle Arbeiten, die zur Befreiung Roms von der Ueberschwemmungsgefahr erforderlich wären, als „di pubblica utilità“ erklärte und dafür die Summe von sechzig Millionen anwies; die Hälfte derselben sollte der Staat, drei Achtel die Provinz und ein Achtel die Stadtgemeinde Rom beschaffen.

In der Zwischenzeit war eine grofse Zahl von Entwürfen verschiedenen Werthes von mehr oder minder berufener Seite zur Sprache gebracht worden. [Aus diesen Plänen wollen wir nur desjenigen Erwähnung thun, mit welchem Garibaldi selbst hervortrat, da er an Kühnheit in Bezug auf Kostspieligkeit und Gröfse der Unternehmung alle anderen in Schatten stellte. Der General ergriff die Aufgabe im Sinne Cäsars und wollte Rom nicht nur von der Ueberschwemmungsgefahr durch Ableitung der Tiber aus dem alten Flußbette in ein neues befreien und den Anio in dieses ablenken, sondern auch im Flusse bei Rom eine Hafenstation anlegen; über dem alten Flußbette sollte eine Strafsse mit Häuserreihen zu beiden Seiten angelegt werden. — Die Welt wufste von Cäsars Plane nichts mehr und staunte ob der Kühnheit des Gedankens. Dabei schmeichelte man sich

besonders mit der Vorstellung, daß die Trockenlegung des alten Flußbettes zahllose dort versenkte Schätze an den Tag bringen werde, zumal 10 Jahre früher Visconti durch die Ausgrabung des alten Marmorlagers am Flußufer unter dem Aventin die ganze Welt in Staunen gesetzt hatte. Wenn sonach dieser Gedanke viel Verführerisches hatte, so fehlte es doch schon in jener Zeit nicht an ernstesten Stimmen, die sich bewußt blieben, daß man mit der Tiber, in deren Wogen sich tausend Ereignisse der alten und mittelalterlichen Zeit abspiegelten, Rom seines größten Schatzes beraubte.]

Die Regierung übertrug die Prüfung sämtlicher Entwürfe einer Commission von fünf Fachmännern, welche sie nach den Grundzügen in folgende vier Gruppen zusammenstellte:

1. Regulirung des städtischen Tiberlaufes und Erbauung von Schleusen oder Sperren in den hauptsächlichsten Zuflüssen;
2. Ablenkung der Tiber von Rom durch Ausgrabung eines neuen Bettes oberhalb der Stadt, sodafs nur ein bestimmter Theil der Gewässer einem inneren Canal zufließen sollte;
3. Regulirung des städtischen Tiberlaufes und Eröffnung eines äußeren Entlastungs-Canals, um mittelst Abzugsschleusen eine gewisse Menge des Ueberschwemmungswassers abfließen zu lassen;
4. Regulirung des städtischen Tiberbettes und Erbauung von (an der Ripetta 17 m über Null hohen) Ufermauern und Lungotevere-Straßen, Schutz des Stadtgebietes auf der Bergseite durch Dammaufwerfungen, auf dem rechten Ufer von S. Angelo bis zum Valle d' Inferno, auf dem linken vom alten Mattatoio, der Zollgrenze, bis zu den Sassi di Giuliano, und Erbauung von Canälen für die städtischen Abwässer.

Nachdem letzterer Plan, obwohl er die Sicherung Roms ausschließlichs Ufermauern anvertraut, ohne weitergehende Mafsregeln zur Erniedrigung der Ueberschwemmungshöhe zu ergreifen, am 23. November 1875 von der Commission ausgewählt worden war, wurde mit Gesetz vom 30. Juni 1876 die erste Rate für die Ausführung der zunächst vordringlichen Arbeiten mit zehn Millionen bewilligt. Diese Arbeiten umfaßten (vergl. Bl. 43 Abb. 1 u. 2):

a) Die Verbreiterung des Flußbettes vor der Farnesina und bei Ponte Sisto mit Regulirungslinie auf dem rechten Ufer, Abschnitt des linken Ufers an der Regola auf mehr als 400 m Länge, Correction des Ufers durch Mauern in der Höhe der Gärten und Straßen;

b) Verbreiterung des rechten Flußarmes an der Isola Tiberina, Erbauung der entsprechenden Schutzmauer und Erbauung einer provisorischen Brücke in Eisenconstruction, um die Verbindung mit dem Pons Fabricius aufrecht zu erhalten, da diese durch die ebenerwähnte Abgrabung bei Pons Cestius unterbrochen werden mußte;

c) Abschneiden des rechten Ufers aufwärts von Pons Aelius und Castel S. Angelo, um den Brückenkopf der Engelsbrücke freizulegen und die zwei kleinen äußeren Bogenöffnungen in Ueberschwemmungszeiten wirksam zu machen;

d) Abgraben des rechten Ufers gegenüber der Ripetta, um dort das Flußbett von Ufer zu Ufer auf 100 m zu erweitern;

e) Zerstörung der Fundamente der zur Zeit noch vorhandenen Mauertheile des Ponte Rotto und Ersatz dieser mit Eisenconstruction ergänzten Brücke durch eine neue;

f) Zerstörung der Reste des Pons Sublicius und Beseitigung aller Trümmer, Pfähle usw. aus dem städtischen Flußbett von Porta Portese bis Ponte Sisto; besonders auch

g) Entfernung der Trümmer unter den Bögen des Ponte Sisto und Vernichtung der Pfeilerüberreste des Ponte Trionfale [pons Neronianus, Vaticanus, Triumphalis].

Die Arbeiten wurden alsbald in Angriff genommen. Die Gründung der Ufermauern stellte man anfänglich in gewöhnlicher Weise zwischen Spundwänden her, die durch Auspumpen trocken gelegt wurden. Die Sohle der Mauer sollte eine Tiefe von 5 bis 6 m und nur in einigen Fällen 7 m unter Niederwasser erreichen. Ihre Höhe war zuerst gleichlaufend mit dem Hochwasserstand unter Anlage geeigneter Aufsteigrampen zu den vorhandenen Brücken geplant, wurde aber schließlich mit Rücksicht auf die Zahl der Brücken, die durch sechs neue vermehrt werden sollte, auf gleicher Höhe mit diesen zur Ausführung gebracht.

Die äußere Verkleidung der aus Bruchsteinen hergestellten Ufermauern war anfänglich mit Backsteinen in Aussicht genommen. Aesthetische Gründe und der Umstand, daß sich der Erlangung tadelloser Backsteine große praktische Schwierigkeiten entgegenstellten, führten zu dem endgültigen Entschlus, diese Verkleidung in Travertin auszuführen. Aus gleichen Erwägungen wurde bestimmt, daß auch die Brüstungen aus Travertin mit Granitsockel und Decksteinen herzustellen seien.

Das gewöhnliche Gründungsverfahren lieferte bald schlechte Ergebnisse, da die eigenthümliche Beschaffenheit der Tiberufer, nämlich große unterirdische Wassermengen, dann geringe Fundierungstiefe und wenig gediegene Bauart der umliegenden Gebäude, die Erdarbeiten mühselig, gefährlich und ungemein kostspielig gestaltete und es zur Unmöglichkeit machte, größere Tiefen zu erreichen. Deshalb mußte man sich schon an der Regola zur Gründung mit Druckluft entschließen.

Schwierige Arbeiten brachte das Abschneiden des 554 m langen Vorsprungs auf dem rechten Ufer bei der Farnesina und besonders die Erbauung der dortigen Ufermauer. Diese Schwierigkeiten wurden einerseits durch die zahlreichen den Boden durchziehenden alten Mauerreste, dann aber durch Wasseradern geboten, die gerade hier in besonderer Stärke und Zahl sich vorfanden. Dazu kam, daß an dieser Stelle ganz besondere Vorsicht nothwendig war, da der Besitzer der Farnesina mit Recht auf den unschätzbaren Werth hinwies, den der Palast durch die Fresken Raffaels und seiner bedeutendsten Schüler besitze, und sich diesen Vorstellungen die Commissione conservatrice dei monumenti sowohl, als die Accademia Romana di Belle Arti di San Luca anschloß. Als daher infolge der auf trockenem Wege versuchten Gründungsarbeiten, veranlaßt durch das Ausschöpfen der mit Spundwänden abgeschlossenen Baugruben, eine sehr bemerkenswerthe Senkung des Grundwasserspiegels unter dem Palaste festgestellt wurde, sah man sich gezwungen, diese Art der Gründung aufzugeben und zu der einzigen Gründungsart, welche das kostbare Gebäude vor jeder Gefahr sicherte, Zuflucht zu nehmen, nämlich zu derjenigen mit Druckluft. Diese wurde dann von Ponte Sisto bis zur Farnesina, auf einer Strecke von 205 m, zur Anwendung gebracht.

Ernste Schwierigkeiten boten weiter die zur Sicherung des Ponte Sisto¹⁵⁾ nöthigen Arbeiten. Nach Freilegung des linken

15) von Sixtus IV. im Jahre 1474 erbaut. Hier stand der Pons Aurelius des Caracalla, wiedererbaut 370 n. Chr., Pons Valentinianus, und 792 durch eine Ueberschwemmung gänzlich zerstört. Die Trümmer dieser Brücke wurden bei der Reinigung des Flußbettes zu Tage gefördert. An dem Travertinblocke eines Sporen ist ein Theil einer Scala ersichtlich, die nach Marchetti als Pegel gedient hatte.

Bogens, den die Trümmer der alten Brücke bis wenig unter Niederwasser angefüllt hatten, erkannte man, daß der linke Landpfeiler nur ungenügend gegründet war. Gleichzeitig ergab sich bei der Gründung der Ufermauern zu beiden Seiten des rechten Landpfeilers, daß auch dieser, der mehr als 1 m hoch über Niederwasser angelegt war, nur auf lockeren Trümmern stand. Dies war um so bedenklicher, als die bis zu 9 m unter Niederwasser getriebenen Probepfähle das Vorhandensein unterliegender, lockerer und flüssiger Schichten offenbarten und sich in kurzer Entfernung von dem Bogen flussabwärts Wirbel zeigten, deren Tiefe gut 11 m unter seichtem Wasserstand betrug. So mußten also auch beide Landpfeiler unter äußerst schwierigen Verhältnissen unterfangen und gesichert werden.

[Bei der Räumung des Flußbettes wurden 160 m oberhalb Ponte Sisto die Fundamente von vier Pfeilern einer Brücke, nach Borsari des Pons Agrippae, gefunden,¹⁶⁾ von welcher ein im Sommer 1887 an seinem ursprünglichen Aufstellungsplatze 660 m nördlich vom Ponte Sisto ausgegrabener Terminalcippus die erste Nachricht gegeben hatte¹⁷⁾].

Die Reinigung des Flußbettes auf der angegebenen Strecke hatte mit Einschluß der Trümmer der alten Brücken 60 000 cbm Trümmermaterial zu Tage gefördert.

Eine zweite Gruppe von Regulierungsarbeiten, in welche die in der ersten Gruppe wegen Erschöpfung der Mittel zurückgestellten Arbeiten aufgenommen waren, umfaßte die vollständige Reinigung und Verbreiterung des Flußbettes im Stadtbezirke, sowie die Regulierung des Pons Cestius und Pons Aemilius.²⁵⁾ Die Veränderungen an diesen alten Brücken sind für uns von besonderem Interesse.

Die zwecks Erhaltung der Icaonischen Insel (San Bartolomeo) und ihrer antiken Brücken zu lösenden Aufgaben waren sehr schwierig. Die Rücksichtnahme auf diese Brücken zwang, von der mehrfach vorgeschlagenen Regulierung des Flusses zwischen Ponte Sisto und der Ripa grande gänzlich abzustehen, da sie die Unterdrückung des linken Tiberarmes mit Pons Fabricius zur Folge gehabt hätte. Man beschloß deshalb, unter Belassung des Pons Fabricius¹⁸⁾ in seiner alten Gestalt sich auf die Correction des rechten Armes und die Vergrößerung der Lichtöffnung des Pons Cestius¹⁹⁾ zu beschränken. Man beabsichtigte, zwischen den kleinen rechten Seitenbögen und dem alten Hauptbogen einen diesem gleichen einzufügen, stieß aber auf lebhaften Widerspruch von archäologischer Seite; endlich einigte man sich aber dahin, die kleinen Öffnungen zu beiden Seiten des großen Bogens durch je einen großen Bogen zu ersetzen. Im Laufe der Arbeit zeigte sich das antike Bauwerk so schadhafte und die Gründung der Pfeiler so ungenügend²⁰⁾, daß

man nach langen Verhandlungen des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten mit den archäologischen Autoritäten endlich zu dem Resultate gelangte, die alte Brücke gänzlich abzutragen, und den mittleren Bogen auf einem neuen tiefen Fundamente in derselben Form, derselben Stellung und auf dem gleichen Platze, mit dem alten, nur soweit als unbrauchbar erneuertem Material wieder herzustellen und dann die zwei neuen seitlichen Bogen hinzuzufügen. Bei der Wiederherstellung wurde der abgebrochene Bogen genau in der früheren Richtung wieder aufgebaut, obwohl diese schräg zur Strömung ist und mit den Achsen der zuführenden Straßen nicht zusammenfällt. Dies führte zu einer trapezförmigen Grundform des neuen linken Bogens, um diesen wenigstens in die Straßenachse zu stellen, und zu trapezförmigen Strompfeilern (vergl. Abb. 4 Bl. 43).²¹⁾

Es möchte angezeigt sein, hier auf die Construction der Brücke, wie sie bei dem im Frühjahr 1888 begonnenen Abbruch zu Tage trat, etwas näher einzugehen.²²⁾ Diese war in Bezug auf Steinschnitt die von den Alten „quadrata pseudisodoma“ genannte, d. h. die Brücke bestand aus regelmäßigen parallelepipedischen Blöcken von ungleichen Schichtenhöhen. Sie ergab sich aus dem Umstande, daß ein großer Theil der Steine von anderen zerstörten Baudenkmalern gewonnen wurde. Der große Brückenbogen hatte eine Sehne von 23,97 m, eine Pfeilhöhe von 9,60 m, und sein Kämpfer stand 1,50 m über dem heutigen Niederwasser. Der rechte Bogen war 5,50 m breit mit einer kreisförmigen Wölbung auf 2,96 m hohen Pfeilern, und seine Schwelle lag 2,47 m über Niederwasser; der linke hatte 5,80 m Weite mit 3,42 m hohen Stützen und Schwelle 1,78 m über Niederwasser. Die beiden Seiten der Brücke waren aus Travertin hergestellt, ebenso auch die Archivolten der Bögen. Die Leibung bestand aus Peperin mit Ausnahme von fünf Keilstücken auf den Kämpfern und von drei Schlusssteinen des großen Bogens, welche aus Travertin gefertigt waren. Das Gewölbe in der Dicke von 1,40 m war verstärkt durch Läufer aus Travertin und mit „opus incertum“ aus Kleingeschlägen von Kieselstein, Travertin und Marmor. Der größte Theil des verwandten Travertins stammt aus dem heute cava del Barco benannten Bruche bei Tivoli, dessen Gestein durch den ausgezeichneten Zustand einer großen Anzahl jener Werkstücke, welche so vielen Jahrhunderten trotzen konnten, ein glänzendes Zeugniß erhält. 1,52 m unter Niederwasser, d. h. auf 3,48 über Null der Ripetta, fand man die Kopfstücke der Spundwände, in denen die Alten bei den Gründungsarbeiten unter dem gewöhnlichen Wasserspiegel arbeiteten. Aus dieser Thatsache könnte man schließen, daß der Niederwasserstand des Flusses oder mit anderen Worten sein Bett sich seit der altrömischen Zeit erhöht habe, und diese Annahme scheint auch durch die zweite Thatsache bestätigt zu werden, daß Einschnitte in den Pfeilern, welche vielleicht zur Stütze der Lehrbögen gedient hatten, 0,70 m unter der jetzigen Niederwasserhöhe lagen. Aus dem Vergleiche mit anderen Bauwerken, wie z. B. dem Pons Sena-

dann wohl mit den ebendort auf Blatt 188 gezeichneten Unterbauten des Pons Fabricius sowie mit den Pfeilern des Pons Aelius auf Blatt 180 verhalten.

21) Erwähnt sei, daß der Name, den die Brücke in den letzten Jahrhunderten führte, Ponte Ferrato, von den Ketten abgeleitet wird, die zum Befestigen der vielen schwimmenden Mühlen dort angebracht waren.

22) Vergl. Bonato P. La demolizione del ponte Cestio a Roma in den Annali della società degli ingegneri. tom. IV fasc. 2, Rom 1889, welchem Aufsätze auch die Abb. 4 bis 9 entnommen sind.

Auf einem pilasterartigen Streifen finden sich die Zahlen VI und VII, wobei das angegebene Maß offenbar den römischen Fuß (0,2963 m) und dessen Viertel-Theilung darstellt. Bull. 20. Band 1892, S. 139. Mittheilungen des kaiserl. deutsch. archäolog. Instituts, röm. Abth. 1893, S. 320. Vergl. die der erstgenannten Veröffentlichung entnommene Abb. 3 auf Bl. 43.

16) Mitth. 1889, S. 285, dann 1891, S. 135.

17) Mitth. 1887, S. 268. Ueber die Termination des linken Tiberufers vergl. Mitth. 1891, S. 131; 1893, S. 319.

18) erbaut 62 v. Chr., jetzt quattro capi, von den Janushermen an den Zugängen.

19) jetzt S. Bartolomeo, erbaut zwischen 62 u. 27 v. Chr., aber mehrfach stark restaurirt.

20) Die gewaltigen Gründungen, die Giambattista Piranesi in seinem Werke „Le Antichità Romane“ Tom. IV Bl. 190 darstellt, sind demnach Phantasiegebilde des Künstlers. Ebenso dürfte es sich

torum, ergibt sich jedoch, dafs, wenn eine Erhöhung des Niederwassers stattgefunden hat, diese nur gering sein kann, und dies führt weiter zu dem Schlusse, dafs die Grundlegung der Landpfeiler der Cestiusbrücke unter theilweisen Flufsableitungen erfolgt ist oder mittels äufserer Spundwände, welche nach Vollendung des Baues herausgenommen wurden. Die Spundwände der aufgedeckten Fundamente waren 1,10 m breit und aus zwei Eichenholzpfahlreihen gebildet; diese waren ohne Verzargung auf Schwalbenschwanz, welche die Römer oft für derartige Arbeiten anwandten, Fläche auf Fläche gerammt. Zwischen den Pfahlreihen fand sich mit Tuffstücken gemischter Beton.

Der Abbruch des Brückenbogens wurde mit grossem Interesse verfolgt, da bekanntlich weder Vitruv, der doch wenige Jahre vor der Entstehung der Kuppel des Agrippa schrieb, noch Plinius und Frontinus als Zeitgenossen der bedeutendsten römischen Baudenkmäler über das Verfahren der Römer bei solchen Arbeiten berichten.²³⁾ Der Hauptbogen des Pons Cestius im leicht gedrückten Kreise — 0,81 m Unterschied zwischen dem Pfeil und dem Halbmesser — hatte im Schlufsstein die Dicke von ungefähr 1,40 m. Der grösste Travertinblock mafs 3,24 cbm, aber im Durchschnitt schwankten die Abmessungen zwischen 0,80 und 1,50 cbm. In den Fugen zwischen den verschiedenen Steinblöcken fand sich keine Spur von Mörtel, weder bei den Gewölbsteinen noch bei den Tuffblöcken der Pfeiler und Grundmauern. Sie wurden einfach aufeinander gesetzt und lagen, obgleich alle von parallelepipedischer oder von Würfelform mit 0,60 m Seite waren, doch nicht immer in genauer Berührung unter einander. Dieser Verzicht auf Mörtel beim Zusammensetzen der Bausteine ist sicher bezeichnend, besonders bei Bauten wie Brücken, wo es nicht nöthig war, Fugen von unansehnlicher Dicke zu erreichen, und man kann daraus ersehen, dafs die Alten den Mörtel nicht als Constructionsmoment ansahen.

Die Gewölbesteine des Pons Cestius waren sämtlich in jedem Sinne durch eiserne, eingeleitete Klammern unter einander verbunden, und nicht allein diese, sondern auch die anderen Blöcke, welche die Aufsenseiten der Bogenzwickel bildeten, selbst die Verstärkungsurte und die Blöcke der Grundmauern. Diese Bauweise, die der Mechanik des Gewölbes widerspricht, wurde vielleicht in der Absicht angewandt, die Stützen und Rüstbögen, welche zum Aufbau benöthigt waren, möglichst wenig zu belasten. Immerhin steht auch diese Annahme in einigem Widerspruch mit der hohen Meinung, die wir von der Technik der Römer hegen. Thatsächlich kennen wir keinen Brückenbogen, der nicht eine bedeutende Veränderung der Bogenlinien zeigt, Formveränderungen, die nothwendigerweise während der Ausführung selbst durch Nachgeben der Lehrbögen entstanden sein müssen, da die Keilsteine des Gewölbes fast immer vollkommen an die unförmliche Curve angepafst und auch keine Spuren von Verschiebungen oder Senkungen zu erkennen sind. Auch am Pons Cestius ist diese Mifsbildung, wenn auch weniger auffällig als an den anderen römischen Brücken, bemerkbar, da auf der Thalseite des Bogens eine Senkung gegenüber der geometrischen Linie des Bogengewölbes von gut 20 cm besteht. 2 m oberhalb der Kämpfer sind besondere Kragsteine ersichtlich, die wahrscheinlich zur Stütze der Lehrbögen gedient hatten.²⁴⁾ Jeder Block

23) Vergl. Durm, Baukunst der Etrusker und Römer. Darmstadt 1885, S. 164 u. f.

24) ebendort, S. 165. Ueber Dübel a. a. O. S. 11, 132 u. f. 153, dann Baukunst der Griechen, Darmstadt 1892, S. 38, 77 u. f. 289.

des Gewölbes war in den Fugen mit den angrenzenden durch bis zu 23 Schlaudern verbunden, deren Verbleiung eine wahrhaft erstaunliche Materialverschwendung zeigte. (Vgl. Abb. 5 Bl. 43.) Hierbei liefsen sich drei Arten der Verklammerung unterscheiden, und zwar:

1. zur Verbindung zweier neben einander liegender Flächen;
2. zur Verbindung zweier zu einander senkrecht gerichteter Flächen, und endlich
3. zur Verbindung zweier auf einander liegender Flächen.

Die Klammern der ersten Art haben die gewöhnliche Form, welche die Römer schon von den Griechen entlehnt hatten (Abb. 6 Bl. 43). Sie fanden sich in vier Abmessungen vor, nämlich mit 585, 432, 325, 220 mm Gesamtlänge und bezw. 50, 45, 45, 35 mm Zahnlänge. In grösster Anzahl war die zweite Sorte vorhanden, während die längsten und kürzesten am seltensten vorkamen; letztere wurden nur zur Verbindung der Blöcke der Grundmauern verwandt. Die Klammern der zweiten Art (Abb. 7 Bl. 43) waren durchschnittlich 340 mm lang, und ihr Zahn mafs 4 mm. Bei der dritten Art endlich wurden Dübel in Form abgestumpfter Pyramiden mit einer grossen Fläche von etwa 45 mm, der kleineren von 30 mm Seite und einer Länge von 150 mm verwandt (Abb. 8 Bl. 43). Die Klammern der beiden ersten Arten wurden bei versetzten Werkstücken angewandt, die besprochenen Dübel dagegen mufsten schon vor dem Versetzen am oberen Stein angebracht sein, und in eine entsprechende Oeffnung im unteren Werkstück passen (Abb. 9 Bl. 43).

Noch ist bemerkenswerth, dafs sich bei der Cestiusbrücke diese Dübel keilförmig vorfanden, während die Römer dieselben meistens in der Form doppelter convergirender Pyramidenstumpfen gebrauchten. Meist wurden sie eingeleit, oft fehlte auch diese Plombe, weil die Dübel mit Gewalt in die Kammer eingetrieben wurden; in diesem Fall hatte letztere annähernd die Ausdehnung des Dübels selbst. An verschiedenen Stücken fand man auch Oeffnungen für Klammern und Dübel, ohne dafs diese zur Verwendung gekommen sind, oft fehlte dann auch die Gegenöffnung an der benachbarten Fläche, weil wohl während des Versetzens viele Blöcke verworfen oder anderweit bestimmt wurden.

Die Verbleiung eines so grossen Krampennetzes war schwierig, zumal wenn sie nach dem Aufeinandersetzen der Werkstücke vorgenommen werden mufste. Für diesen Fall wurden Rinnchen in dreieckiger Form, 0,04 m breit, 0,03 m tief in den Steinen angebracht. Sie gingen von der äufseren Wölbung des Bogens aus und erstreckten sich nicht nur bis zu einer zu verbleienden Klammer, sondern sehr oft noch zu einer zweiten und dritten. Unvermeidlicherweise ging hierbei viel Blei verloren.

Eine Analyse des Bleies hatte folgendes Ergebnifs:

Blei	99,798
Zinn	0,200
Silber	0,002
Kupfer	Spuren.

Von jenem Silberreichtum, den man zu anderen Malen in diesem Metall bei römischen Bauresten fand, ist hier nicht viel zu bemerken.

Das ganze enorme Klammernnetz im Gewölbe war sicher nicht zum Vortheil der Standsicherheit desselben und mufste vielfach zu einer ungleichmäfsigen Druckvertheilung führen, welchem Umstand der Bruch verschiedener Blöcke zuzuschreiben ist. Man möchte annehmen, dafs alle die genannten Klammern

ausreichend gewesen seien, um, solange der Bogen noch nicht geschlossen war, die Steine der seitlichen Wölbungen an ihrem Platz zu halten. Gleichwohl lösten sich bei den Abbruchsarbeiten, welche erst vorgenommen wurden, nachdem die Bögen mit kräftigen Lehrbögen ausgerüstet worden waren, die beiden Bogenhälften nach Entfernung der Schlufssteine von den Widerlagern und legten sich auf die Rüstbögen. Die Verklammerungen machten die Abbruchsarbeiten unendlich schwierig, da man sehr viele Steine zerschlagen mußte, um sie von einander loszutrennen. So kam es, daß die Wiederherstellung zum großen Theil mit neuen Steinen zu erfolgen hatte.

Vom Pons Aemilius²⁵⁾, von dem noch drei Bogen standen, wollte man die zwei mittleren erhalten und diese mit dem Ufer durch eine geradlinige Eisenconstruktion verbinden, wie dies nach dem linken Ufer schon früher geschehen war. Da jedoch die alte Brücke der Regulirung nicht entsprach wegen ungenügender Weite der Bogenöffnungen und weil sie so schief zur Stromrichtung angelegt war, daß ihre Bögen, vom Flußarm auf der rechten Seite der Tiberinsel aus gesehen, als vollständig geschlossen erschienen, so entschloß man sich, die Reste dieser antiken Brücke unberührt zu lassen und neben denselben den neuen Ponte Emilio zu erbauen. Die alte in Eisenconstruktion hergestellte Verlängerung wurde abgenommen.

[Den Pons Aelius²⁶⁾, Ponte S. Angelo, Ponte Elio, die Engelsbrücke, vor der Regulirung zeigt Text-Abb. 1. Die Verbreiterung des Flußbettes von 68 auf 104 m zwang zu ihrer Erweiterung, und diese erfolgte durch seitliche Anfügung je einer den mittleren drei Bögen gleichen Bogenöffnung, welche sich in Construktion und Ausstattung genau an den Bestand der alten Theile anschließen (vergl. Bl. 43 Abb. 11.)]

[Bei der Verbreiterung des Flußbettes von 68 m auf 104 m zeigte sich, daß die Rampe der antiken Brücke nach der Seite des Marsfeldes beträchtlich länger gewesen ist, als auf der Gegenseite. Auf ersterer Seite fand sich noch ein achter Bogen (vgl. oben Anm. 12) mit nur 3 m Breite. Diese Rampe war, da wahrscheinlich schon seit 1450 verschüttet, vorzüglich erhalten, indem nur die Travertinplatten des Geländers fehlten, von welchem bekanntlich nur auf dem rechten Ufer ein Stück samt dem Endpilaster aus Marmor erhalten ist. Aus den Ergebnissen dieser Arbeiten geht hervor, daß das antike Tiberbett dreifach abgestuft war, für Nieder-, Mittel- und Hochwasser, eine Anlage, die geeignet war, das Versanden des Bettes bei Niederwasser zu verhindern (s. Bl. 43 Abb. 10.)]²⁷⁾

Die Regulirung rechts oberhalb S. Angelo²⁸⁾ sollte nach dem anfänglichen Plane bis zum fosso dell' Inferno und bis an das hochwasserfreie Gebiet am Fusse des Monte Mario durch einfachen Uferabschnitt und Dammaufwerfung erfolgen. Dieser Abschnitt und Damm in der Länge von 1004 m würde bei dem

25) Pons Aemilius, wahrscheinlich 114 v. Chr. erbaut und als erste steinerne Brücke auch pons lapideus genannt; pons maior, pons senatorum, Ponte Palatino, ponte rotto. Mehrfach zerstört und wieder aufgebaut.

26) Erbaut im Jahre 134 n. Chr. vom Kaiser Hadrian als würdiger Zugang zum kaiserlichen Mausoleum, zu den Gärten und zum Circus Hadriani. Vergl. oben Anm. 12.

27) Vgl. Bull. 21. Band 1893. S. 14. Mitth. 1893 S. 321 mit Abb. Wir verdanken unsere Abbildung dem Entgegenkommen des deutschen archäologischen Instituts in Rom.

28) Bei Zerstörung des Teatro Apollo in Via Tor di Nona 160 m oberhalb der Engelsbrücke fand sich unter demselben ein gewaltiger Mauerkörper, den Marchetti wohl mit Recht für eine Rampe zum Verladen von Marmorblöcken hält. Vergl. Mitth. 1892. S. 322.

in Rechnung zu bringenden äußerst geringen Werth der Ent eignungsgebiete nach einem Entwurfe vom 30. April 1876 nur 470000 Lire gekostet haben, da die Ländereien oberhalb Castel S. Angelo damals Ackerland waren. Zweifel über die Richtigkeit der geplanten Anlagen und die Erwägung, ob es nicht besser wäre, das Flußbett von der Krümmung unter Pons Milvius an bis wenig oberhalb der Brücke S. Giovanni dei Fiorentini gerade zu legen, zogen sich so in die Länge, daß die Verhältnisse inzwischen einen wesentlichen Umschwung erfuhren, indem sich auf jenen Ländereien eine lebhaftere Bauthätigkeit entfaltete und fragliches Gelände nunmehr als Theil der Stadt betrachtet werden mußte, in welchem sich ganze Straßenzüge bereits abzeichneten. Dieser Umstand steigerte nicht nur die Grunderwerbungskosten auf rund 4 Millionen Lire, sondern zwang auch, die Ufermauern mit darüber liegenden Lungotevere-Anlagen bis zum Ponte Margherita weiterzubauen. Da aber nunmehr die Länge des bis zum Fusse des Monte Mario erforderlichen Dammes annähernd dieselbe geworden wäre, wie für einen am Tiberufer bis zum Festungsgürtel geführten Damm, so entschloß man sich zur letzteren Ausführung und entzog dadurch die ganze Fläche, auf der die Stadt sich allmählich ausgedehnt hatte und noch mehr ausdehnen wird, sowie die angrenzende Piazza d'armi der Ueberschwemmungsgefahr. Der Gesamtaufwand für die Befestigung des rechten Ufers oberhalb Castel S. Angelo wuchs auf diese Weise auf 10530000 Lire und übersteigt die im ersten Entwurf angenommene Ausgabe um 10060000 Lire. — Am linken Ufer sollte die Mauerregulirung anfänglich beim alten Mattatoio endigen in Uebereinstimmung mit der den Abschluß der Stadt bildenden damaligen Zollgrenze, und weiter stromaufwärts bis zu den sassi di S. Giuliano ein Erddamm hergestellt werden. Hierdurch wurde die Verlegung des Ripettahafens unvermeidlich. Da dieser besonders der Schifffahrt stromaufwärts dienen soll, einigte man sich auf eine Oertlichkeit 200 m oberhalb des alten Mattatoio. Bis dorthin wurde die Regulirung durch Ufermauern mit Lungotevere und weiterhin bis zu den sassi di S. Giuliano mit Dammaufwurf fortgesetzt.

Die Verlängerung des Dammes auf dem rechten Ufer aufwärts bei den prati di Castello schließt die vom Monte Mario und den Thälern des Inferno und Gelsomino kommenden Gewässer in den geschützten Umkreis ein. Erstere liefs man oberhalb der Regulirung in die Tiber abfließen, dagegen wurden die Gewässer des Inferno und Gelsomino durch einen besondern Canal bei der Lungara in die städtische Tiber eingeleitet. Ein Entwässerungscanal auf dem linken Ufer beginnt beim Graben der Rondinella und nimmt die vom Aventin herabkommenden Gewässer, welche sich bis dahin frei in die Tiber ergossen, auf, um sie in einer großartigen Canalanlage bis zum Almone zu leiten.²⁹⁾

Auf die neuhergestellten Brücken einzugehen, müssen wir uns hier versagen.³⁰⁾

Werfen wir an dieser Stelle einen Blick auf die Gesamtkosten des Unternehmens. Die vom Parlamente im Jahre 1876 für die Regulirungsarbeiten genehmigte Summe von 60 Millionen Lire war bis zum Jahre 1889 vollständig verausgabt. Durch das Gesetz vom 2. Juli 1890 wurden zur Vollendung der Arbeiten

29) Vergl. die eingehende Publication des Specialamtes für die Tiberregulirung: Il collettore basso delle fogne di Roma a sinistra del Tevere. Relazione etc. Ingegnere Capo G. Zucchetti. Roma 1890.

30) Vergl. Centralblatt für Bauverw. 1887. S. 32.

weitere 45 Millionen genehmigt, sodafs sich der Gesamtaufwand für das Regulierungswerk auf 105 Millionen beläuft.

Ueber die Ausdehnung der am Flufsbett hergestellten Arbeiten giebt nachstehende Tabelle einen kurzen Ueberblick.

Ordnungs- Nummern	Verzeichnifs der Uferarbeiten	rechts m	links m
1	Uferlänge mit Ufermauern und Strafsenanlagen	4 325	4 009
2	Länge der Uferdämme	6 222	4 580
3	Länge der Sammelcanäle	19 200	15 244
4	Länge des geräumten Flufsbettes . .	7592	

[Nun ist das Werk bis auf Strecken der Ufermauer zwischen dem Ospedale di S. Spirito und der Farnesina sowie auf einen Theil des Collettole basso vollendet, und der „caeruleus Tiberis coelo gratissimus amnis“ des Virgil (Aeneid. lib. VII. V. 62) durch hohe Ufermauern vergewaltigt; sie überragen leider so manches der dem Ufer entlang stehenden Denkmäler, die sich früher im Flusse gespiegelt, und würden sich nur durch unabweisbare Nothwendigkeit rechtfertigen lassen. Da diese nicht vorgelegen, ist es tief zu bedauern, dafs man nicht durch

Senkung des Hochwasserstandes darauf abzielte, die öden Mauern auf ein Mindestmafs zu beschränken, was auch im Hinblick auf den landschaftlichen Zauber der alten Tiberufer geboten gewesen wäre. Wer ihn gekannt hat, den beschleicht bei dem neuen Anblick ein wehmüthiges Empfinden. Gerade „das Hereinragen ländlicher Natur, der stets hereinwehende Hauch der römischen Campagnawildnifs war es, was der Stadt Rom bisher einen unvergleichlichen Reiz gegeben hat.“³¹⁾ Dieser Reiz, die berauschende Fülle der malerischen Schönheiten des classischen Ufers, sie sind unwiederbringlich dahin. Rom hat nun seine Lungotevere, wie Florenz oder Pisa seine Lungarno, Turin seinen Lungopo, und hat sich dadurch hoffentlich für alle Zeiten vor der Uberschwemmungsgefahr gesichert, aber es hat auch leider einen gewaltigen Schritt vorwärts gethan auf der schon seit Jahrzehnten betretenen Bahn, seine eigenartigen Vorzüge gegen das nüchterne Ambiente der modernen Grofsstadt hinzugeben.]

31) Ferd. Gregorovius. Zur Geschichte des Tiberflusses. 1876. Wir haben aus diesem Aufsätze für unsere Ergänzungen mehrfach geschöpft. Zugleich möchten wir hier der freundlichen Durchsicht der Arbeit seitens des k. Bauamtmanns Herrn Stengler und besonders des gütigen Entgegenkommens dankend gedenken, das wir seitens des Herrn Prof. Dr. Chr. Huelsen im deutschen archäolog. Institut in Rom gefunden haben.

Die Holzarchitektur der Stadt Braunschweig.

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

(Alle Rechte vorbehalten.)

In der im Jahrgang 1892 dieser Zeitschrift enthaltenen Studie über die Holzarchitektur der Stadt Braunschweig hat der Verfasser darauf hingewiesen, dafs die alten Fachwerkbauten Braunschweigs immer mehr und mehr verschwinden und bald der Geschichte angehören werden. Leider erweisen sich alle Versuche, der Stadt Braunschweig ihr durch die Holzbauten gegebenes besonderes Gepräge zu wahren, als vergeblich, und die damals ausgesprochene Prophezeihung, dafs der Zeitpunkt nicht mehr fern liege, zu welchem nur noch wenige oder überhaupt keine Zeugen dieser althehrwürdigen Bauweise in Braunschweig vorhanden sein würden, tritt früher ein, als der Verfasser damals annehmen zu können glaubte. Schon sind neben zahlreichen minderwerthigen inzwischen auch hervorragende Fachwerkbauten, wie der „Stern“ am Kohlmarkt, die herrliche Häusergruppe am Südklint mit der abgerundeten Ecke (Bl. 12, Abb. 3, 4 und 5, Jahrg. 1892) dem Speculationsgeiste zum Opfer gefallen, und es ist die Rede davon, den bedeutendsten Fachwerkbau, das „Demmersche Haus im Sacke“, jene Perle norddeutscher Holzbaukunst, niederzulegen. Es ist daher Zeit auch jene Bauten, welche bei der eingangs genannten Veröffentlichung eine Berücksichtigung nicht gefunden haben, im Bilde zu erhalten.

Dem Ende des 15. Jahrhunderts gehören die in den Abb. 1, 2, 5 u. 6 Bl. 40 wiedergegebenen Zierformen an. Wir finden bei ihnen noch den „Treppenfries“, jene für die älteren Fachwerkbauten eigenartige Zierweise, die in keiner anderen mittelalterlichen Stadt in so ausgedehntem Mafse zur Anwendung gekommen ist, wie gerade in Braunschweig. Der Fries (Abb. 2) stammt inschriftlich aus dem Jahre 1476 und weist in seinen Darstellungen einen derben Humor auf, wie ihn das Ende des Mittelalters liebte. Der Schwellbalken an dem Hause Schützenstrafse Br. V. Nr. 124 (Abb. 1 Bl. 40) ist mit einer Inschrift ver-

sehen, aus welcher hervorgeht, dafs das Haus am Tage St. Johannis des Täufers (24. Juni) fertiggestellt ist; unter den Treppen sind allerlei Thiere, Masken usw. angebracht. Reich verziert und schön geschnitzt ist das Haus „Alte Knochenhauerstrafse Br. V. Nr. 520 (Nr. 11)“ vom Jahre 1470, von dem in Abb. 5 Bl. 40 einzelne Theile wiedergegeben sind; die oberen Balkenköpfe sind mit Masken verziert; über denselben, auf dem oberen Schwellbalken, befindet sich die Jahreszahl. Die Tragbänder sind mit Figuren geschmückt und in den Treppenfeldern des unteren Schwellbalkens befinden sich Köpfe, Rosetten usw., während der Raum über den Balkenköpfen runde und spitzbogige Felder, deren Inneres Lilien und Hausmarken ausfüllen, enthält. Wesentlich einfacher ist die in Abb. 6 Bl. 40 gegebene Zierform. Bemerkenswerth ist die Ausbildung der Balkenköpfe als Consolen, ein Motiv, welches mehrfach in Braunschweig vorkommt (vgl. Jahrg. 1892 Bl. 11). Abb. 7 Bl. 40 stellt den Schnitt des Theiles eines hofseitigen Gebäudes dar, dessen Formen dem 16. Jahrhundert angehören; die Abbildung zeigt, dafs man nicht nur die strafsenseitigen Gebäudetheile der alten Fachwerkbauten in eigenartiger Weise verzierte, sondern auch den hofseitigen Ansichten — im Gegensatz zur heutigen Bauweise — ein gewisses künstlerisches Gepräge verlieh. Die älteren Gebäude des 16. Jahrhunderts zeigen ausgesprochene gothische Formen; hierher gehört das in Abb. 1 Bl. 42 wiedergegebene Haus „Auguststrafse Br. V. Nr. 2572“ vom Jahre 1517. Das Dächlgeschofs ist massiv, und nur die Bodengeschosse sind mit reich verziertem Fachwerk versehen. Die untere Schwelle ist mit dem Laubstab, die obere Schwelle mit gothischem Mafswerke, von dem überfallende Blätter in die Winkelbänder übergehen, verziert. Auch das Ständerwerk des Obergeschosses ist mit Mafswerk versehen, und die Winde-Luken waren spitzbogig geschlossen. Die mittleren Trag-

bänder am unteren Geschosse sind mit figürlichen Darstellungen (der heil. Anna, den Kirchspielheiligen St. Nicolaus, St. Magnus und St. Antor (?) geschmückt. Eine ganz ähnliche Zierweise besitzt das Haus „Reichenstrafse Br. V. Nr. 1116“ (Jahrg. 1892, Bl. 11). Der gleichen Zeit gehört ein Fries (Abb. 4 Bl. 41) an, welcher sich an dem 1892 abgebrochenen Hause „kleine Burg Br. V. Nr. 10“ befand und eine Verschmelzung des Laubstabornaments und des geometrischen Bandornaments zeigt. Auch der Thorweg (Abb. 4 Bl. 40) von dem Hause „Oelschlägern Br. V. Nr. 2342“ entstammt dieser Zeit. Bei den Friesen in den Abb. 3 Bl. 40 und 4 Bl. 42 kommen die Renaissanceformen schon voll zur Geltung; dieselben werden kurz nach dem ersten Viertel des 16. Jahrhunderts entstanden sein. Der Künstler hat seiner Phantasie vollen Lauf gelassen und das ganze Bestiarium des Mittelalters herangezogen. Den Darstellungen liegen jedenfalls bestimmte Vorstellungen zu Grunde, was schon aus der Wiederholung einzelner derselben, wie zum Beispiel die Tödtung des Ochsens (Abb. 1, 9 und 3 Bl. 14, Jahrg. 1892), der Affe mit dem Spiegel (Abb. 9 u. 10, sowie Abb. 3 Bl. 13 Jahrg. 1892) usw., hervorgeht. Aus dem Jahre 1536 stammt das leider auch schon beseitigte Haus „Wendenstrafse Br. V. Nr. 1423“ (Abb. 10 Bl. 41); Schwelle, Winkelbänder und Ständer werden von dem Fächerfries bedeckt, dessen Strahlen aus Masken und Blattornamenten hervorwachsen. Das Ständerwerk über den Fächern ist mit Blattornamenten in eigenartigen Formen versehen und unter der Winde-Luke ist auf einem doppelten Spruchbände die Jahreszahl der Erbauung des Hauses angegeben. Die Schwelle zwischen



Abb. 1.
Reichenstrafse Nr. 18.

den Balkenköpfen und die Füllbohlen darunter sind nach der sogenannten Schiffskehle ausgeschnitten.

Die Abbildungen 2, 6, 7 u. 9 Bl. 41 und Text-Abb. 1 sind von Bauwerken aus der Mitte des 16. Jahrhunderts bis zu den dreißiger Jahren des 17. Jahrhunderts entnommen. Reich und schön geschnitzt war das 1892 abgebrochene Haus am „Steinwege Br. V. Nr. 1952“ Abb. 2 Bl. 42 und ist das noch in vorzüglicher Beschaffenheit befindliche Stegersche Haus am „Bäckerklint Br. V. Nr. 800“ Abb. 2 Bl. 41, dessen Füllbohlen, zwischen den mit Schnörkelverzierungen versehenen Winkel-



Abb. 2. Füllbrett, gefunden beim Abbruch des alten Polytechnicums (Collegium Carolinum) 1893.

bändern, Masken und Engel in phantastischer Weise aufweisen. Ein hervorragendes Bauwerk jener Zeit, der in Abb. 9 Bl. 40 wiedergegebene „Stern“ am „Kohlmarkte“*), welcher mit seinem

*) Auf dem Atlas-Blatt 40 ist versehentlich „Kohlenmarkt“ gedruckt.

massiven Unterbau, seinem reich verzierten Fachwerk-Oberbau und dem hohen beschieferten Giebel den Platz in eigenartiger Weise beherrschte, hat leider, trotz vielfacher Anstrengungen zur Erhaltung des Gebäudes, einem modernen Bauunternehmer-Hause weichen müssen.

Der Raum zwischen den Balkenköpfen war durch Füllbohlen oder Bretter in schräger Lage bis zum Holme des zurücktretenden Untergeschosses ausgefüllt. In vielen Fällen waren die Bretter vermalt und geschnitzt; Text-Abb. 2 giebt eine Probe solcher Füllbretter.

Zur Erhöhung der Feuersicherheit wurden vom 16. Jahrhundert ab Brandgiebel zwischen den größeren Fachwerkgebäuden, namentlich bei solchen, deren Untergeschoß massiv

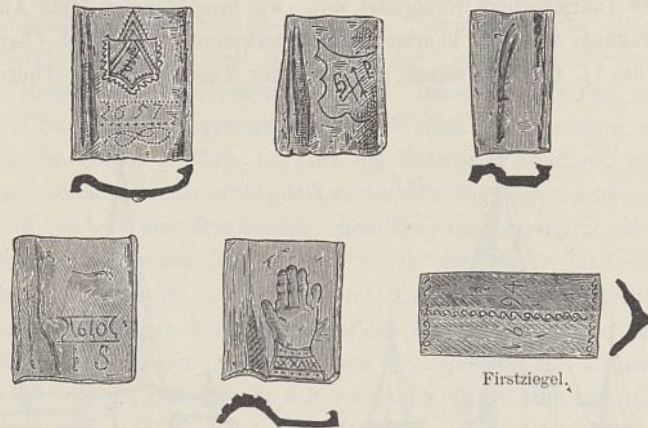


Abb. 3. Alte Dachziegel.

ausgeführt war, errichtet. Den vorspringenden Fachwerkgeschossen entsprechend kragte man die Giebel aus, auch wurden diese über Dach geführt, um bei ausgebrochenem Feuer das Ueberpringen der Flammen nach dem Nachbarhause zu verhüten.

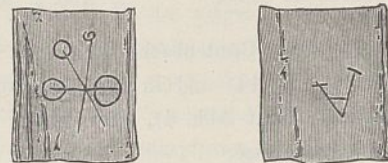


Abb. 4. Dachziegel vom „Cammergebäude“ an der Martinikirche. (Hofgebäude 1896 abgebrochen.)

Die Abb. 1, 3, 5 und 8 Bl. 41 geben eine Anzahl solcher Brandgiebel wieder.

Das Dachdeckungsmaterial war vom 15. Jahrhundert ab der Ziegel und zwar der sog. Breit- oder Krepfziegel, wie solcher bis an den Nordrand des Harzes noch heute ortsüblich ist. Die Kehlen wurden mit breiten Hohlziegeln ausgelegt, die Firste mit besonders geformten Firstziegeln gedeckt, auch die Seitenteile der Winde-Luken im Dachgeschoß mit schmalen Krepfziegeln behängt. Wie die Text-Abb. 3 u. 4 zeigen, finden sich auf diesen Ziegeln häufig Verzierungen eingedrückt, Hausmarken, Jahreszahlen usw. Das Material der Ziegel ist ein ganz vorzügliches, sodafs die aus dem Abbruch der alten Fachwerkhäuser erfolgenden Steine, trotz des mehrhundertjährigen Alters derselben, ein gesuchtes Dachdeckungsmaterial bilden.

Hans Pfeifer.

Hessische Thurmhelme.

(Mit Abbildungen auf Blatt 44 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Die Thurmhelm-Form, welche unsere Abbildungen wiedergeben, kommt so oft an den Dorfkirchen Hessens vor, daß sie geradezu typisch für das Land ist. Fast alle mittelalterlichen Helme zeigen sie dort; aber auch das 16. und 17. Jahrhundert haben von ihr noch Gebrauch gemacht, z. B. an den Thürmen in Breitenbach bei Hoof (16. Jahrhundert) und in Waldau bei Cassel (inschriftlich 1637). Die Form besteht darin, daß die Ecken eines auf geviertförmiger oder rechteckiger Grundfläche stehenden achtseitigen Helmes durch Nebenthürmchen ausgezeichnet sind. Diese Eckthürmchen können bereits im Mauerwerke des Thurmkörpers vorbereitet sein, wie beispielsweise durch Auskragung an dem Thurme in Niederzwehren bei Cassel (Text-Abb. 1), oder sie setzen erst über der Traufe, also im Thurm-

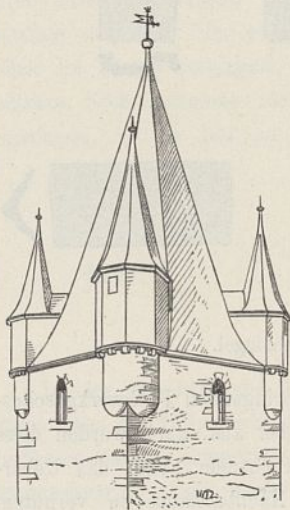


Abb. 1. Niederzwehren bei Cassel.

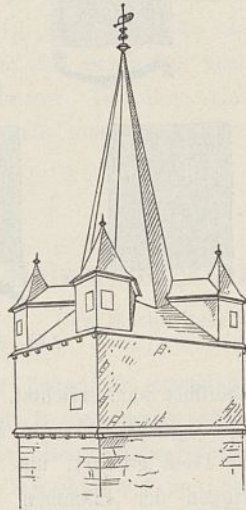


Abb. 2. Breitenbach.

helme selber an, wie in Breitenbach (Text-Abb. 2), Waldau (Text-Abb. 3), Grifte (Bl. 44) und in dem schönsten aller Beispiele, in Neukirchen (Text-Abb. 4), über einem mit Schiefer bekleideten Fachwerkgeschosse.

Da unseres Wissens wenig oder gar keine Abbildungen vorhanden sind, die über die Form und Ausführung derartiger Helme eine ausreichend genaue Auskunft geben, wohl aber in den Lehrbüchern über mittelalterliche Baukunst sich mehrfach fehlerhafte Zeichnungen derselben vorfinden, so sei hier nach seinen genauen Maßen und in seiner alten Construction der Thurm in Grifte mitgetheilt, der sowohl in der ersten Auflage des Ungewitterschen Lehrbuches von den gothischen Constructionen (Abb. 867) wie in der neuen Bearbeitung dieses Buches durch Mohrmann (Abb. 1395) unrichtig dargestellt ist.*)

Die Construction entspricht nicht den Regeln, nach denen wir heute einen derartigen Helm auszuführen pflegen. Es sind weder, entsprechend der Mollerschen Construction, Verstreben der Sparren in den Mantelflächen des Helmes, noch sonderlich gute Verbindungen der Hölzer vorhanden. Nichtsdestoweniger, und obschon auch die Hölzer selbst viel zu wünschen übrig lassen, hat diese Ausführung Jahrhunderte überdauert, sodaß

*) Ungewitter giebt seiner Abbildung keine nähere Bezeichnung und hat vielleicht mehr einen Typus darstellen wollen; Mohrmann fügt aber ausdrücklich „Grifte bei Cassel“ hinzu, ohne an der Abbildung etwas zu ändern.

sie an sich wohl nicht schlecht sein kann. In mittelalterlicher Art ist der Helm mit dem Mauerwerke in keiner Weise verbunden, sondern steht frei auf den Mauerlatten; gegen Verschoben- oder Umgekipptwerden durch den Winddruck sichern ihn die Breite seiner Grundfläche und sein Eigengewicht, insbesondere die Last seiner Hölzer. Fest in sich wird er durch die Anordnung des Binderwerkes der sich entsprechenden Gratsparren, welches in je zwei übereinander liegenden Andreaskreuzen besteht (Abb. 3 Bl. 44) und noch durch zwei den Sparren etwa parallele Hölzer *a* und *b* verstärkt wird. Die Knotenpunkte der unteren wie der oberen Kreuze liegen jedesmal dicht übereinander und klemmen sich aneinander fest (Abb. 4 Bl. 44). Auf diese Weise nimmt an jeder Beanspruchung, z. B. durch Wind, nicht ein solches Gespärre Theil, sondern das gesamte Holzwerk. Die Sparren werden außerdem noch durch vier Balkenlagen, *c*, *d*, *e* und *f* (Abb. 1 Bl. 44) verspreizt; auf *e* ist der Kaiserstiel gestellt, der über den Anfallpunkt der Sparren hinausgeht und die Helmstange trägt. Wenn auch die sich gegenüberliegenden Gratsparren durch Andreaskreuze versteift sind, so fehlt doch jede Querverbindung durch Riegel. Die Schalung ist als Ersatz für genügend erachtet. Diese im ganzen einfache Construction ist von solcher Gediegenheit, daß sie trotz ihrer, wie erwähnt, zum Theil mangelhaften Verbindungen doch bis jetzt gut gehalten und auch den Witterungseinflüssen stärkeren Widerstand entgegengesetzt hat, als so viele andere

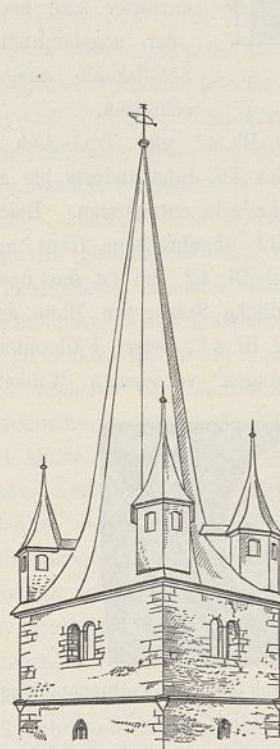


Abb. 3. Waldau.

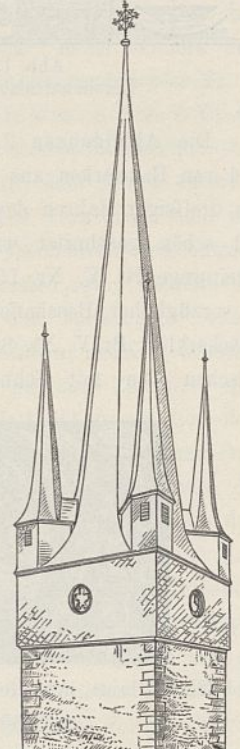


Abb. 4. Neukirchen.

Holzhelme, die sich infolge der letztgenannten Einflüsse im Laufe der Zeit stark gedreht haben, wie Reichensachsen, Gelnhausen usw.

Eine derartige Helmconstruction findet sich in Viollet-le-Ducs „Dictionnaire raisonné de l'architecture“ nicht angegeben, ist also wohl in Frankreich nicht vorhanden, wo hölzerne Helme

(flèche) zumeist nur als Dachreiter über der Vierung errichtet und entweder in einer der Mollerschen Weise entsprechenden Art oder so ausgeführt sind, daß die Verstrebungen von einem zur Fußbalkenlage herabreichenden Kaiserstiele ausgehen. Der Mollerschen Weise entspricht die Construction des Dachreiters von Notre-Dame in Paris (Abb. 2 des Dictionnaires). Viollet schreibt hierüber auf S. 456: „Au dessus (über den Gegenstreben *F'*) des croix du Saint-André *G*, doubles, reportent encore la charge des poteaux (Gratsparren) *C* sur les points d'appui diagonaux.“ Die zweite Constructionsart ist bei demselben Helme (Abb. 21) sowie bei demjenigen der alten Abteikirche von Eu (Abb. 23) angegeben, wird aber im Texte nicht erwähnt.

Die Eckthürmchen mit ihren sechseckigen Helmen sind nicht, wie von Mohrmann (S. 588) beschrieben und sowohl bei Ungewitter (Abb. 867) als auch bei Mohrmann (Abb. 1395) gezeichnet ist, durch das „Vorstrecken einzelner Balken oder Stichbalken“ ausgekragt, was ersichtlicher Weise einen wenig schönen Anblick gewähren würde, sondern sie sind mit Aufsenkante des Schwellholzes, in welches sich die Eckthurmsäulen zapfen, bündig gelegt, sodafs die beiden Aufsenflächen an der Thurmecke einen rechten Winkel bilden; die hierdurch entstehende Ungleichheit des Sechseckes ist im Helme durch Aufschieblinge wieder ausgeglichen. Durch Anklauen der kleinen, der Diagonale parallelen Balken an die Verstärkungshölzer *a*, *b* der Gratsparren sind die Eckthürmchen in ihrer Basis festgehalten; die beiden parallelen Rahmhölzer eines Eckthürmchens laufen ganz durch den Helm nach denen des diagonal gegenüber liegenden und klammern sich fest an die Verstärkungshölzer, wodurch jede Verschiebung unmöglich gemacht wird.

Der Verband der durchweg eichenen und nicht aufsergewöhnlich starken Hölzer ist bei den sich wagerecht kreuzenden Hölzern durch Ueberblattung, bei allen anderen durch verflochte Zapfen bewirkt. Natürlich sind dabei alle Nägel und sonstigen Verbindungsstücke nur von Holz. Wir geben in Abb. 5 Bl. 44 die Verbindung eines Andreaskreuzarmes mit dem Gratsparren und seinem Verstärkungsholze wieder. Helm und Eckthürmchen sind geschalt und mit Schiefer gedeckt.

In ästhetischer Hinsicht sei auf die reiche und lebhaft wirkung hingewiesen, die diese Helmform gegenüber den meistens schlicht-achteckigen Helmen in Niedersachsen oder den etwa noch durch einen Giebelkranz am Fusse geschmückten obersächsischen Helmen macht. Die Umrifslinie gegen den lichten Himmel ist für jeden Standpunkt ausgezeichnet. Die Verhältnisse der Helme dieser Art, und zwar sowohl die der Spitze an sich wie die der Spitze zu den Eckthürmchen und zum Mauerwerke, sind

überall verschieden. Zu den am besten abgewogenen Verhältnissen gehören ohne Zweifel die unseres Beispiels. Der Helm hat als Höhe das Dreifache einer Seite seiner Basis, und die Eckthürmchen haben dieses Maß etwa einmal zur Höhe. Die Neigung der Helmflächen beträgt $1 : 8\frac{1}{2}$. Unser Beispiel bestätigt also die Angabe Mohrmanns (S. 615), daß „wenigstens in den späteren Perioden des Mittelalters gerade für Holzhelme fast überschlankte Gestaltungen beliebt wurden“ (Thurm in Wetter, 16. Jahrh., Verhältniß $1 : 8\frac{1}{2}$). Der über einem etwas ausgekragten Fachwerkgeschoße aufgebaute und mit diesem durch gleiche Schiefereindeckung zusammengezogene Helm in Neukirchen (Text-Abb. 4) ist das reizvollste Beispiel dieser Art; er ist jedoch noch spitzer (Neigung $1 : 9\frac{1}{2}$).

Bei dieser Gelegenheit noch einige Worte über die gediegene Ausführung des Bruchsteingemäuers am Thurme in Grifte. Man bemerkt hier noch überall die „Rüstlöcher“ in Reihen, die etwa auf Menschenhöhe übereinander liegen. Dasselbe zeigt sich an den Thürmen in Niederzwehren, Harle, Waldau, Neukirchen u. a. Sind die Löcher wirklich nur für die Netzriegel bestimmt gewesen, so versteht man nicht, daß sie verhältnißmäßig so schwach waren, und warum diese runden, zum Theil im Mauerwerke noch erhaltenen, eichenen Hölzer ganz durch die Mauer hindurch gehen. Ich möchte daher, auch im Hinblick auf das Thurmmauerwerk anderer Kirchen, wo solche Löcher sich innen befinden und schlechterdings Rüstlöcher nicht gewesen sein können, die Vermuthung aussprechen, daß sie wohl auch mit zum besseren Austrocknen und Abbinden des Mörtels bei den beträchtlichen Stärken dieser Mauern haben dienen sollen. Das Mauerwerk in Grifte ist im Aufseren ein durchaus gut verbundenes, vollfugiges, quaderartiges Bruchsteinmauerwerk, an welchem sich bis jetzt noch keine Risse oder sonstige Mängel gezeigt haben.

Die Thurmfenster der Glockenstube sind fast bei allen Thürmen der in Rede stehenden Art ebenso klein, wie unsere Abbildungen 1 und 2 Bl. 44 zeigen, nehmen aber nicht, wie von Ungewitter und Mohrmann gezeichnet ist, ein Drittel der Thurbreite ein und sind auch nicht mit so rohen Maßwerken versehen. Letztere zeigen an zwei Fenstern in Grifte die Eigenthümlichkeit, daß ein Fensterposten zu ihrer Unterstützung niemals vorhanden gewesen ist, obwohl die Maßwerksbildung eigentlich einen solchen bedingt (vgl. Abb. 1 Bl. 44). Wäre er vorhanden gewesen und gelegentlich beseitigt, so fände sich der ihm entsprechende Ansatz auf der alten Sohlbank vor, wie z. B. in Niederzwehren von (inschriftlich) 1472. Das Fehlen des Pfostens in Grifte ist wohl auf die Vorliebe des späten Mittelalters für das Unnatürliche und Wundersame zurückzuführen.

Cassel, im August 1897.

Max Schmidt.

Vom Reichstagshause in Berlin.

(Mit Abbildung auf Blatt 45 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Die groß angelegte Monographie des Reichstagshauses, welche dessen Erbauer zur Zeit erscheinen läßt,*) hat von einer — ursprünglich geplanten — zusammenhängenden Veröffentlichung

in dieser Zeitschrift Abstand nehmen lassen. Wir haben uns bisher darauf beschränkt, hier nur einzelne baulich besonders beachtenswerthe Theile des gewaltigen Organismus, wie die Bücherei und die Küchenanlage,*) zur Darstellung gelangen zu lassen, die in jenem lediglich auf die baukünstlerische Seite des

*) Das Reichstagsgebäude in Berlin. Von Paul Wallot. Cosmos. Verlag für Kunst und Wissenschaft. Berlin. (Giesecke und Devrient. Leipzig und Berlin) 1898 u. f. — Vgl. Centralblatt der Bauverwaltung 1898, Seite 79.

*) Zeitschrift für Bauwesen 1898, S. 21, und 1897, S. 369.

Reichstagsgebäudes beschränkten Prachtwerke Aufnahme nicht finden konnten. Diesen mehr in das rein technische Gebiet schlagenden Abhandlungen mögen nun hier aber auch noch einige künstlerische Blätter folgen, die als Nachbildungen von Entwurfzeichnungen des Erbauers besonderes Interesse erregen. Sie gewähren einen fesselnden Einblick in das Schaffen

Der neue Hafen in Cuxhaven.

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

Der alte Cuxhavener Hafen war ursprünglich der künstliche Abfluß der Ritzebütteler Entwässerungsschleuse und lief bei Niedrigwasser fast trocken. Bei der Fluthgröfse von 2,8 m konnte er deshalb höchstens Schiffe von 3 m Tiefgang aufnehmen. Allmählich wurden die Ufer des Hafens durch Bohlwerke befestigt, und im Jahre 1792 versah Woltman ihn mit einer Spülschleuse, die seine Tiefe in einer schmalen Rinne um einen Meter vergrößerte. Dieser Zustand ist im Jahrgange 1868, S. 22, dieser Zeitschrift beschrieben worden.

Im Jahre 1868 wurde der Hafen vergrößert, ringsum mit neuen Bohlwerken versehen und durch einen Dampfbugger auf die Tiefe von 4 m unter Niedrigwasser am Eingange, bis abnehmend auf $2\frac{1}{2}$ m im oberen Theile gebracht. Dadurch war er in den Stand gesetzt, Schiffe von 5 m Tiefgang und darüber aufzunehmen. Bei dem geringen Verkehr des Hafens genügte diese Tiefe für Sommerzeiten, allein im Winter, wenn die Elbe durch Eis gesperrt war, genügte sie nicht, weil sie für grofse Fahrzeuge zu gering war. Diese waren deshalb in solchen Fällen den Gefahren des Eisganges preisgegeben, wodurch häufig Beschädigungen und selbst Verluste von Schiffen verursacht wurden. Dieser Uebelstand steigerte sich mit dem zunehmenden Tiefgange der Schiffe, und schon in den vierziger Jahren, und später wiederholt, liefs man Entwürfe für grofse Dockanlagen und dergleichen aufstellen, die aber sämtlich nicht zur Ausführung gelangten. Die Arbeiten des Jahres 1868 waren gleichsam Nothbauten, bestimmt, dem dringendsten Bedürfnifs des Augenblicks abzuhelpen.

Im Gründerjahr 1872 bildete sich eine Gesellschaft, die einen grofsen Tidehafen mit anschliessendem Dock durch einen englischen Ingenieur erbauen lassen wollte. Indes, nachdem ein grofses Loch ausgegraben und das Ufer auf der Stelle des jetzigen neuen Hafens ungefähr um 150 m hinausgeschoben worden war, versiegten die Gelder, und Hamburg mußte das von der Gesellschaft gestellte Haftgeld dazu verwenden, die unfertigen Arbeiten in einen sturmfluthsicheren Zustand zu versetzen.

Bald darauf nahm Hamburg die Sache selbst wieder in die Hand und liefs im Jahre 1883 Entwürfe anfertigen zu einem „Noth- und Eishafen“ in Cuxhaven. Dazu kam etwas später noch der Entwurf zu einem Hafen für Fischerfahrzeuge, der sich wegen Ueberfüllung des alten Hafens ebenfalls als dringendes Bedürfnifs herausgestellt hatte.

Begründung der Entwürfe.

Bei der Bearbeitung dieser Entwürfe trat die Nothwendigkeit hervor, das bisher unregelmäßige Ufer*) in der Nähe des alten

*) Nähere Mittheilungen über dieses Ufer sind in „Hamburg und seine Bauten“ 1890 enthalten.

des Meisters, und ihr Vergleich mit der Ausführung ist geeignet dem Fachmanne werthvolle Anregungen zu geben. Auf Blatt 45 ist zunächst der Obertheil vom Mittelbau der Schmalfronten dargestellt, ein Architekturstück, in welchem sich die ursprüngliche, markige Schaffenskraft Wallots besonders glänzend offenbart.

und der neuen Häfen günstiger zu gestalten. Der alte Hafen tritt bedeutend gegen die westlich von ihm belegene Bucht vor, wodurch während der Ebbe störende Wirbel und während der Fluth heftige Seitenströmungen, senkrecht zur eigentlichen Stromrichtung, erzeugt wurden, die das Anlegen von Schiffen an den Hafenkopf „Die Alteliebe“ erschwerten oder ganz verhinderten. Dasselbe wäre in höherem Grade bei dem neuen Hafen eingetreten, denn dieser würde eine östlich anstossende Bucht abgeschlossen haben und dadurch ebenfalls die Veranlassung von lästigen und gefährlichen Unregelmäßigkeiten in der Strömung geworden sein.

Paralleldamm. Deshalb wurde ein Paralleldamm entworfen, der sich in einer flachen Curve von einem festen Punkte 500 Meter oberhalb des neuen Hafens bis 200 m unterhalb des alten Hafens in einer Länge von 1500 m erstreckte (Abb. 1 Bl. 46). Dieser Damm wurde im Jahre 1886 bewilligt und in den folgenden Jahren mit einem Kostenaufwande von einer Million Mark zur Ausführung gebracht.

Art und Richtung des Hafens. Schon bei dem Entwurfe des Paralleldammes mußte man sich entscheiden, ob der neue Hafen ein Tide- oder ein Dockhafen werden und ob er rechtwinklig oder schräg zum Strome gerichtet sein sollte. Man entschied sich für einen rechtwinklig zum Strome gerichteten Tidehafen und zwar aus folgenden Gründen. Für einen Noth- und Eishafen ist leichte Zugänglichkeit die erste Bedingung, der durch einen Dockhafen, namentlich in Eiszeiten, nicht genügt werden kann. Bei einer mittleren Fluthgröfse von 2,8 m fallen überdies die Vorzüge des Dockhafens: Niedrigere Mauern, geringerer Wechsel im Wasserstande und dadurch bequemere Befestigung der Schiffe, dem Tidehafen gegenüber nicht so sehr ins Gewicht, da sie durch die kostspielige Schleuse und ihren kostspieligen Betrieb sehr theuer erkauft werden müssen. Unter anderen Verhältnissen kommen noch manche andere Rücksichten in Frage, auf die hier nicht weiter eingegangen zu werden braucht.

Nachdem also ein Tidehafen gewählt worden war, mußte die Richtung, die ihm gegeben werden sollte, bestimmt werden. Die Elbe fließt vor Cuxhaven von Südost nach Nordwest, und querab von dieser Richtung, zwischen Ostnordost und Nordnordost, ist das feste Land nur acht bis zehn Seemeilen entfernt; bei Niedrigwasser sogar nur 1200 m. Daraus folgt unmittelbar, dafs die in den Hafen tretenden Wellen am kleinsten werden, wenn seine Richtung ungefähr querstroms ist. Wollte man die Hafenrichtung schräg stromauf oder stromab wählen, so müfste sie etwa Ostsüdost oder Nordnordwest sein. Beide Richtungen stimmen so nahe mit der Stromrichtung überein, dafs stromauf oder stromab wehende Stürme einen unerträglichen Seegang im Hafen erzeugen würden. Namentlich die nach

Nordnordwest gerichtete Mündung würde in dieser Beziehung verhängnisvoll sein, denn Stürme aus nordwestlicher Richtung, die von Sturmfluthen begleitet zu sein pflegen, würden kein Schiff im Hafen ohne ernstlichen Schaden davonkommen lassen. Dabei ist noch zu bemerken, daß die Richtung Nordnordwest unmittelbar in die offene Nordsee führt und deshalb die Ausbildung der Wellen im höchsten Grade begünstigt. Diese Erwägungen gewinnen noch an Bedeutung, wenn man die Häufigkeit der Stürme aus den verschiedenen Richtungen in Betracht zieht.

In den Jahren 1843 bis 1892 in Cuxhaven beobachtete Stürme:

Richtung	S—W	WNW—N	NNO u. NO	ONO—OSO	SO u. SSO
Anzahl	25	47	2	13	0

Von diesen 87 Stürmen wehten 25 aus dem Lande, erzeugten also überhaupt keinen Seegang, 47 hätten die Wellen in einen stromabwärts und 13 in einen stromaufwärts gerichteten Hafen geworfen; querstroms dagegen wehten nur zwei.

Unter diesen Umständen konnte der stromabwärts gerichteten Mündung unmöglich der Vorzug gegeben werden, und auch die stromaufwärts gerichtete begegnete ähnlichen Bedenken, denn wenn auch der Seegang, obgleich keineswegs unbedeutend, weniger zu fürchten war, so war es um so mehr die Ebbströmung, die mit einer Geschwindigkeit von drei bis vier Knoten unmittelbar vor dem Hafen, im Hafen mächtige Wirbelströmungen erzeugt hätte.

Wenn demnach die Rücksicht auf den Seegang im Hafen seine Richtung querstroms forderte, so führte die Betrachtung der Eisverhältnisse zu demselben Ergebniss. Das Eis der Elbe wird vor Cuxhaven niemals fest, sondern treibt mit der Strömung auf und ab, wobei es in auffälliger Weise vom Winde beeinflusst wird. Der Landwind treibt es weg, und man sieht nur offenes Wasser. Bei auflandigen Winden dagegen ist die Elbe gedrängt voll von Eis, und bei starken Winden aus nordöstlicher Richtung wird es bisweilen so fest zusammengedrückt, daß selbst die größten Dampfer macht- und steuerlos darin umhertreiben. Unter solchen Umständen können Schiffe nicht in den Hafen kommen. Setzt aber der Wind um, von Nord oder Ost nach Süd oder West, dann wird das Eis in wenigen Stunden weggehweht, und Schiffe, die vor der Elbe diesen Zeitpunkt erwartet haben, können bis Cuxhaven aufsegeln und in den Hafen laufen, vorausgesetzt, daß auch dieser eisfrei ist. Das ist aber nur bei einem Tidehafen möglich, dessen Richtung mit der Windrichtung annähernd übereinstimmt. In dem Falle kann das Eis durch Dampfer leicht zerbrochen werden und wird vom Winde in den offenen Strom hinausgetrieben. Da im Winter die vorherrschende Windrichtung Südwest ist, so ist auch in Bezug auf den Eisgang die günstigste Hafenrichtung Nordost.

Zieht man endlich die Oertlichkeit in Betracht, so findet man, daß die gewählte Hafenrichtung, NO 7° N, den großen Vorzug hat, eine bequeme und günstige Eisenbahnverbindung mit dem Bahnhofe zu gestatten, und in der That war diese Rücksicht insofern ausschlaggebend, als man andernfalls vielleicht noch eine geringe Drehung nach Osten vorgenommen hätte.

Hafenform. Es ist indes nicht zu verkennen, daß die Hafenrichtung querstroms auch ihre Nachteile hat. Bei jeglicher Hafenrichtung muß darauf gerechnet werden, daß das einlaufende Schiff eine Drehung erfährt, während es aus dem strömenden Wasser des Flusses in das stillstehende Wasser des Hafens übergeht; aber bei der querstroms gerichteten Mündung

ist außerdem die Schwierigkeit vorhanden, die Mündung überhaupt zu treffen, denn während das Schiff darauf zufährt, wird es von der Strömung auf- oder abwärts getrieben, und wenn die Abtrift nicht richtig berechnet wird, kann die Mündung entweder ganz verfehlt oder doch in falscher Richtung erreicht werden, wodurch das Schiff in Gefahr geräth, mit den Hafenerken in Berührung zu kommen. Um diese Gefahr thunlichst zu verringern, ist die Hafenbreite unmittelbar hinter der 100 m breiten Einfahrt auf 165 m vergrößert, und sie nimmt dann weiter bis zum Ende des 300 m langen Vorhafens bis auf 250 m zu. Dadurch wird erreicht, daß die Hafeneinfahrt bis zu einem gewissen Grade gleichzeitig stromauf und stromab gerichtet ist, und das Beispiel des alten Hafens beweist, daß geschickte Schiffsführer selbst unter ungünstigeren Umständen ihre Schiffe sicher in den Hafen zu bringen vermögen. Der alte Hafen hat eine Mündung von 62 m Weite und erweitert sich im Innern nur wenig, aber man sieht Raddampfer von 70 m Länge zu allen Zeiten der Tide in den Hafen laufen, ohne Schaden zu nehmen.

Nichtsdestoweniger durfte man nicht voraussetzen, daß große Fahrzeuge von 100 bis 200 m Länge unter allen Umständen unmittelbar in den Hafen einlaufen würden; starker Ebbstrom oder Eisgang oder heftige ungünstige Winde konnten sie daran verhindern, und es mußte ihnen deshalb Gelegenheit geboten werden, außerhalb des Hafens mit dem Lande in Verbindung treten zu können.

Hafenköpfe. Dazu dienen die Hafenköpfe. Diese haben zunächst den Zweck, die einzelnen Theile der Hafenanlage nach der Stromseite abzuschließen, nämlich, von außen anfangend, zuerst das Uferdeckwerk, dann den Hafenschutzdeich, darauf die Kaje und endlich die den Hafen einfassende Mauer (Abb. 2 u. 5 Bl. 46). Um sie auch zum Anlegen und Befestigen großer Schiffe zu befähigen, sind sie in den Strom bis zur Tiefe von 11,5 m unter Niedrigwasser vorgeschoben und mit Pollern (Abb. 14 bis 16 Bl. 47) und Streichpfählen (Abb. 2, 3, 17, 19 u. 20 Bl. 48) versehen. Unterhalb des westlichen Hafenkopfes, auf dessen Benutzung vorzugsweise gerechnet werden muß, sind außerdem landwärts vier Pfahlbündel gerammt und durch eiserne Brücken mit dem Hafenkopf verbunden, damit Schiffe, die den 120 m langen Hafenkopf überragen, sicher befestigt werden können. Selbstverständlich ist auch genügender Raum vorhanden, um Reisende mit ihrem Gepäck landen oder an Bord nehmen zu können, und durch die mannigfaltigen Zwecke, denen die Hafenköpfe an ihrer vorgeschobenen Stelle zu dienen haben, werden sie zu den wichtigsten und schwierigsten Bauwerken des ganzen Hafens.

Hafengröße. Bei einer neuen Verkehrsanlage ist es kaum möglich, von vorn herein ihre Größe richtig zu wählen, und man thut besser, sie knapp zu bemessen, aber gleich eine Vergrößerung ins Auge zu fassen. Auf den Vorhafen trifft das in diesem Falle nicht zu, denn er muß jedenfalls groß genug sein, um genügenden Raum für das Einlaufen und Wenden der Schiffe zu bieten, obgleich er dadurch verhältnißmäßig sehr kostspielig wird. Er dient indes zugleich als Zufahrt für ein Trockendock, dessen Ausführung zwar der Zukunft vorbehalten bleibt, das aber doch durch Offenhaltung seiner Einfahrt schon vorbereitet werden sollte.

In den Vorhafen münden zwei 80 m breite Arme, die zwischen sich eine 90 m breite Kaje lassen. Die Länge jedes der beiden Arme kann auf 600 m gebracht werden; der östliche

ist jedoch vorläufig nur durch seinen Anfang angedeutet, und der westliche soll 300 m lang werden. Die Arme und die Einfahrt zum Trockendock sind durch Spundwände mit aufgesetzten Steinböschungen einstweilig abgeschlossen. In der geplanten Ausdehnung wird der Hafen eine nutzbare Wasserfläche von 8,7 ha bieten und für das nächste Bedürfnis vermuthlich hinreichen. Durch den Ausbau der Arme würde seine Größe auf 15,9 ha und seine Uferlänge von 1200 auf 3000 m wachsen.

Hafentiefe. In dem Entwurfe von 1883 war eine Tiefe von 6,3 m unter mittlerem Niedrigwasser für den Hafen vorgeschlagen. Nachdem aber inzwischen der Tiefgang der größten Kauffahrteischiffe auf 27 englische Fuß oder 8,23 m gewachsen war, wurde eine Tiefe von 8 m für erforderlich gehalten. Aber auch diese erschien noch zu gering, wenn man berücksichtigte, daß Niedrigwasser von 1 m unter der mittleren Höhe nicht zu den Seltenheiten gehören und daß von der hergestellten Tiefe stets ein Theil durch Aufschlickung wieder verloren geht. Deshalb wurde schließlich die Hafentiefe auf 9 m unter mittlerem Niedrigwasser festgesetzt. Welches Maß die Aufschlickung bei dieser bedeutenden Tiefe — 5 m größer als im Eingange des alten Hafens — und bei der 100 m weiten Einfahrt erreichen würde, mußte abgewartet werden; sehr wahrscheinlich mehr als im alten Hafen, der jährlich etwa 1 m durch Schlickfall an Tiefe verliert.

Höhe der Mauern. Die großen Schwankungen des Wasserspiegels, die sich in den äußersten Fällen zwischen 6,3 m über und 2,37 m unter Niedrigwasser bewegen, verhindern eine jederzeit zweckmäßige Höhe für die Mauern zu wählen. Man kann sich nur auf mittlere Zustände einrichten, darf aber dabei die seltneren nicht außer acht lassen. Der mittlere Wasserstand ist 1,5 m über Niedrigwasser, und die Deckshöhe eines großen Schiffes kann man zu 3,5 m über dem Wasserspiegel annehmen. Daraus ergibt sich die Mauerhöhe zu 5 m über Niedrigwasser, die bei den gewöhnlichen Wasserständen dem Bedürfnis entsprechen wird. Auch bei den höchsten Sturmfluthen ist sie insofern genügend, als sie gestattet, die in der Höhe der Eisenbahnwagen liegenden Güterschuppen wasserfrei zu legen, etwa auf 6,4 m über Niedrigwasser. Dagegen hat sie den Nachtheil, daß die Schiffe bei hohen Sturmfluthen die Mauer hoch überragen, wodurch sehr zuverlässige Befestigungspunkte auf der Windseite des Hafens in gehörigem Abstände von der Mauer nothwendig werden. Diesem Zwecke dienen schwere gußeiserne Poller von 60 cm Durchmesser (Abb. 12 u. 13 Bl. 47), die 12 m von der Vorderkante der Mauer entfernt und in einem Betonklotz von 10 cbm Inhalt vergossen sind. Wegen dieser Poller oder Landfesten können Güterschuppen oder andere Gebäude erst in einem Abstände von 13 m von der Mauer errichtet werden.

Von der Mauer landwärts steigen die Kajen mit 1:60 bis zur Deichhöhe von 6,8 m über Niedrigwasser an, werden aber gegen die Elbe noch durch einen Deich von 8,0 m Höhe über Niedrigwasser abgeschlossen, um die Wellen auch bei den höchsten Sturmfluthen vom Hafengelände abzuhalten. Diese Deiche setzen sich in dem Mauerwerk der Hafenköpfe bis zur Hafenmündung fort und schützen dadurch den Hafen, soweit es möglich ist, gegen den Seegang.

Eisenbahngleise. Um den Hafen durch Eisenbahngleise mit dem Bahnhofe verbinden zu können, müssen zwei Deiche gekreuzt werden. Der erste, der Neufelder Deich, liegt 2 m

höher als die Hafenkaje, muß also um dieses Maß eingeschnitten werden. Um den dadurch aufgehobenen Deichschutz wieder herzustellen, muß ein neuer Deich längs der Gleise, die auf den beiden Seiten des westlichen Hafenarmes liegen, geschüttet werden bis zu dem Punkte, an dem die allmählich steigenden Gleise die Deichhöhe erreicht haben. An diesem Punkte wird der Deich quergeführt, und die Gleise beginnen nach dem Bahnhofe hin zu fallen, wobei sie den etwas niedrigeren zweiten Deich, der den Bahnhof auf seiner nördlichen Seite begrenzt, in Höhe der Deichkrone überschreiten. Ein Blick auf den Uebersichtsplan Abb. 1 Bl. 46 wird diese etwas verwickelte Sachlage klar machen.

Durch diese Verlegung des Neufelder Deiches wird die zwischen den beiden Gleisen liegende Landfläche, die nur wenig über mittlerem Hochwasser liegt, den Sturmfluthen wieder zugänglich; um auch ihre Füllung und Entleerung ungefährlich zu machen, wird sie durch einen breiten Graben mit dem Hafen verbunden. Durch diesen Graben, über den am Hafen eine Fahrbrücke führt, wird das Wasser allmählich der Fläche zugeleitet und läuft durch ihn ebenso allmählich wieder ab.

Entwurf der einzelnen Bauwerke.

Bodenbeschaffenheit. Die Ergebnisse der Bohrungen, die Untersuchungen über den in der Tiefe zu erwartenden Wasserzudrang und die Versuche über die Tragfähigkeit des Baugrundes sollen hier im Zusammenhange mitgetheilt werden. Dabei wird nicht die zeitliche, sondern diejenige Reihenfolge beobachtet werden, die den vollständigsten Aufschluß über die einschlägigen Verhältnisse zu geben vermag.

Im Sommer des Jahres 1890 wurde auf zahlreichen Stellen unter den künftigen Hafenmauern gebohrt, wobei sich eine sehr gleichmäßige Beschaffenheit des Grundes auf der ganzen Baustelle ergab. Etwa bis zur Höhe des Niedrigwassers fand man leichten Kleiboden, dann folgte bis zur durchschnittlichen Tiefe von — 5,5 m¹⁾ (Grenzwerte — 4,8 und — 6,0 m) sehr feiner, bläulicher Sand, der unter Umständen zu gefährlichem Trieb- sande wird; darauf bis zur Tiefe von — 13,2 m (Grenzwerte — 12,2 und — 15,2 m) sehr fetter Klei und dann scharfer, gelblicher Sand, der bald feiner, bald gröber, aber an keiner Stelle ganz fein war. Die untere Grenze dieses Sandes ist an zwei Stellen auf — 33,5 und — 34,8 m erbohrt worden, und man darf annehmen, daß sie überall in ähnlicher Tiefe sich findet. In oder unmittelbar unter dem Klei lagen vereinzelt dünne Moorschichten, die aber fest waren und unbedenklich schienen.

Die Bohrungen waren mit Hilfe von Wasserspülung gemacht, und der Klei kam deshalb in kleinen Stücken oder als Schlamm zu Tage, wobei man über seinen eigentlichen Festigkeitszustand im Dunkeln blieb. Um diese Unsicherheit zu beseitigen, wurde im October 1890 mit dem Ausgraben eines Schürfloches bis zu der damals geplanten Tiefe der Hafensohle von — 8 m begonnen.

Das Schürfloch lag in der Südecke des künftigen Hafens, also in dem im Jahre 1872 gegrabenen „Hafenloch“. Mit der gewonnenen Erde dämmte man sich gegen das Wasser des Hafenloches, das ungefähr 1 m über Niedrigwasser stand, ab, und die Arbeit ging anfänglich sehr glatt von statten, da man vom

¹⁾ Alle Höhenangaben sind auf mittleres Niedrigwasser bezogen. Das Niedrigwasser ist zu 2 m über dem Nullpunkt des Cuxhavener Fluthmessers oder etwa zu 1,6 m unter N. N. angenommen.

Wasser nur wenig zu leiden hatte. In der Tiefe von — 4 m brauchte man nur 0,3 cbm in jeder Minute zu pumpen; dann aber sprang an einem der Gerüstpfähle, die die Dampfmaschine trugen, eine Quelle auf, und der Wasserzudrang wuchs sehr schnell mit der Tiefe. 22 Tage hindurch, vom 26. Februar bis 19. März 1891, mußten bei einem Wasserstande von — 7 m in jeder Minute 3,79 cbm gepumpt werden, und wenn das Wasser nicht über — 8 m steigen sollte, war die Bewältigung von 4 cbm Wasser in jeder Minute notwendig. Die Kosten des Schürfloches wurden dadurch unerwartet hoch und betragen einschließlic der in der Tiefe angestellten Belastungsversuche 30 600 *M.*, womit übrigens der Gewinn an Kenntnissen nicht zu theuer bezahlt worden war. Man hatte nämlich nicht nur den Klei überall gleichmäÙsig und sehr fest befunden, sondern es war auch zur

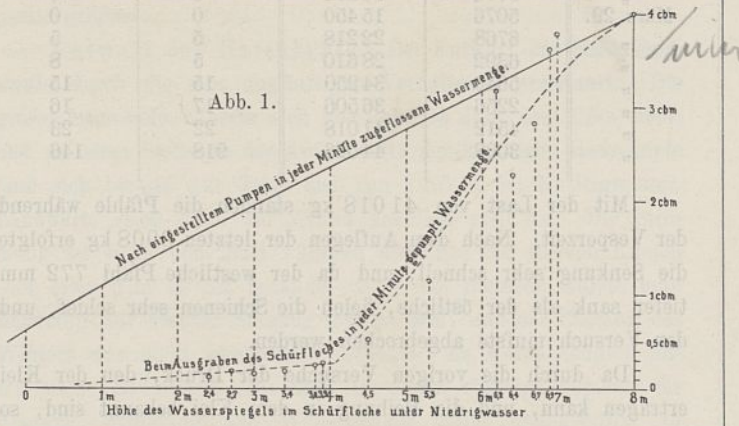


Abb. 1.

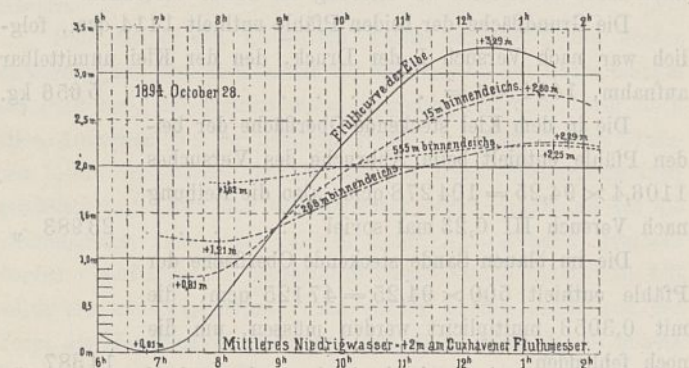


Abb. 2.

Gewißheit geworden, daß es unmöglich sein würde, die Mauern im Trocknen aufzuführen, denn in einer großen Baugrube hätte man nicht nur den Wasserzudrang fürchten müssen, sondern auch die Verschlechterung des Baugrundes, die die aufbrechenden Quellen durch die Entführung des Sandes aus der Tiefe unfehlbar bewirkt haben würden.

In der beistehenden Text-Abb. 1 sind die beim Ausgraben des Schürfloches in den verschiedenen Tiefen gepumpten Wassermengen, sowie die nach Einstellen des Pumpens zugeflossenen angegeben.

Noch ungünstigere Aussichten für eine Trockenlegung der Baugrube eröffneten sich durch die Brunnen, die zur Gewinnung von süßem Wasser erbohrt wurden. Diese bestanden aus zwei- oder dreizölligen Röhren, die bis unter den Klei, etwa bis — 20 m, reichten und an jeder Stelle reichliches und vollkommen süßes Wasser lieferten. In den Röhren stieg und fiel das Wasser wie in der Elbe, nur in geringerem Maße, wie die in Text-Abb. 2 dargestellte Beobachtung vom 28. October 1894, vollständiger als andere früher angestellte, beweist.

Man sieht, daß die Fluthgröße von 3,28 m in der offenen Elbe etwa 50 m davon und 15 m vom Deiche entfernt auf 1,99 m gesunken ist und daß sie bis 268 und 555 m vom Deiche auf 1,08 und 0,43 m abgenommen hat; zugleich verspäten sich die Eintrittszeiten von Hoch- und Niedrigwasser landwärts. Wenn die Oberkante der Röhren niedriger lag als der Wasserstand in der Elbe, so bildeten sie einen natürlichen Springbrunnen.

Diese Erscheinungen lassen erkennen, daß man es hier mit einem unterirdischen Nebenfluß der Elbe zu thun hat, den man niemals leer pumpen könnte, weil er sich jederzeit durch Elbwasser ergänzen kann. Wahrscheinlich führt er das Tagewasser von den die Marsch begrenzenden Haidflächen dem Strome zu, was dadurch noch wahrscheinlicher wird, daß man auf diesen kaum irgendwo Wasserläufe findet.

I. Belastungsversuch.

Am 24. September 1891 wurde in der Elbe, auf der Stelle eines der Hafenköpfe, ein Dampfer verankert und ein Pfahl von 16 m Länge daneben gestellt. Die Tiefe betrug 11,5 m bei Niedrigwasser. Die Kleischicht hatte hier ungefähr noch 2 m Dicke. Der Pfahl von 30 cm Durchmesser, 707 qcm Querschnitt, war unten rechtwinklig abgeschnitten und mit Ketten belastet. Seine Senkungen wurden an einer Stange gemessen, die neben ihm fest in den Grund eingestossen worden war. Bei nachstehenden Gewichtsangaben ist der Gewichtsverlust im Wasser sorgfältig berücksichtigt und abgezogen worden. Es ist vorausgesetzt, daß das Gewicht des Pfahles nebst Ketten keine Senkung des Pfahles hervorgebracht hat.

	Belastung		Senkung		Druck kg/qcm
	einzel kg	zusammen kg	einzel mm	zusammen mm	
Eigengewicht		478	0	0	0,68
162		640	3	3	0,91
162		802	2	5	1,13
161		963	1	6	1,36
162		1125	2	8	1,59
161		1286	3	11	1,82
162		1448	3	14	2,05
161		1609	3	17	2,28
161		1770	3	20	2,50
162		1932	4	24	2,73
162		2094	3	27	2,96
161		2255	5	32	3,19
162		2417	6	38	3,42
161		2578	5	43	3,65
162		2740	12	55	3,88
162		2902	3	58	4,10
163		3065	7	65	4,34
5 Min. später		3065	3 1/2	68 1/2	4,34
925		3990	der Pfahl sank schnell.		5,64

Die zuletzt angehängte Last von 925 kg wurde sogleich wieder abgenommen, weil der Pfahl so schnell sank, daß man befürchtete, er würde aus seinen Führungen gleiten.

Aus diesem Versuch darf gefolgert werden, daß der Kleiboden einem Drucke etwa von 4 kg/qcm zu widerstehen vermag, ohne wesentlich nachzugeben.

II. Belastungsversuch.

Das Schürfloch bildete in der Tiefe von — 8 m ein Geviert von 9 m Seite. In der Mitte desselben wurde ein Holzklötz aus übereinander gelegten Balken hergestellt, der 1,5 m lang und breit und 0,9 m hoch war. Dieser Klötz wurde mit Eisenbahnschienen belastet, die folgende Senkungen bewirkten:

Datum 1891	Belastung		Senkung		Druck kg/qcm
	einzel kg	zusammen kg	einzel mm	zusammen mm	
März 3.	Eigengew.	1215	—	—	0,05
"	2632	3847	12	12	0,17
März 4.	0	3847	30	42	0,17
"	3196	7043	17	59	0,31
"	3760	10803	13	72	0,48
"	4136	14939	14	86	0,66
"	8272	23211	51	137	1,03
"	8460	31671	59	196	1,41
März 5.	5762	37433	172	368	1,66
"	1773	39206	445	813	1,74
März 6.	0	39206	40	853	1,74
März 7.	0	39206	35	888	1,74

Beim Aufbringen der 1773 kg am 5. März sank der Klotz plötzlich, und die untersten Schienen berührten den Boden. Zugleich entstanden im Boden in der Nähe mehrere Risse, aus denen bald nachher Quellen hervortraten.

Ohne Zweifel war durch das anhaltende Pumpen der Sand unter dem Klei entführt worden, und die reichlich 4 m dicke

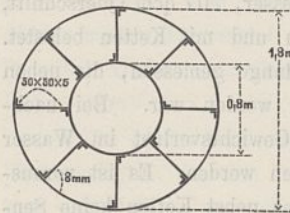


Abb. 3.

Kleischicht war dadurch ihrer Unterstützung beraubt worden. Später fand sich vor der Rinne, die das Pumpenwasser abführte, eine Menge von 160 cbm des unter dem Klei liegenden Sandes abgelagert.

Der Versuch hatte den Nutzen, die Gefährlichkeit des Pumpens unter diesen Umständen darzutun.

III. Belastungsversuch.

Eine eiserne Doppelröhre (Text-Abb. 3) von 1050,25 qcm Querschnitt wurde auf den Boden des Schürfloches gestellt und belastet, wie nachstehend angegeben:

Datum 1891	Belastung		Senkung		Datum 1891	Belastung		Senkung	
	einzel kg	zusammen kg	einzel mm	zusammen mm		einzel kg	zusammen kg	einzel mm	zusammen mm
März 2.	Eigengew.	2100	60	60	März 3.	3760	22592	40	430
März 3.	2820	4920	20	80	"	3008	25600	30	460
"	3196	8116	70	150	"	3572	29172	0	460
"	3572	11688	140	290	"	1504	30676	0	460
"	3760	15448	40	330	"	0	30676	10	470
"	3384	18832	60	390	—	—	—	—	—

Zieht man nur die tragende Fläche in Betracht, so findet man, daß 1 qcm fast 30 kg getragen hat, was undenkbar ist. Nimmt man dagegen laut Versuch I an, daß der Klei nicht mehr als 4 kg/qcm tragen kann, so ergibt sich, daß der Boden unmittelbar nicht mehr als $1050,25 \times 4 = 4201$ kg getragen hat. Das übrige Gewicht, also $30676 - 4201 = 26475$ kg, muß durch die Reibung im Boden getragen worden sein. Die Reibungsfläche enthielt $2434 \times 47 = 114398$ qcm, folglich entfallen auf 1 qcm: $\frac{26475}{114398} = 0,23$ kg, die durch Reibung in dem Klei getragen worden sind.

IV. Belastungsversuch.

Auf einer Stelle des wieder mit Wasser gefüllten Schürfloches, die 3 m unter Niedrigwasser lag, wurden zwei Pfähle, durchweg von 30 cm Durchmesser und 707 qcm Querschnitt, 2,5 m von einander eingerammt und verholmt, und durch Balken

mit zwei anderen, näher dem Ufer eingerammten Pfählen verbunden. Die vorderen Pfähle waren 7,5 m tief eingerammt und standen etwa 2,5 m im blauen Sande und 5,0 m in dem Klei. Der westliche Pfahl zog bei 880 kg Gewicht des Bären und 3 m Fallhöhe bei den letzten Schlägen etwa je 10 cm, der östliche etwa 8 cm. Diese beiden Pfähle wurden mit Eisenbahnschienen derartig bepackt, daß sie deren volle Last zu tragen hatten.

Datum 1892	Belastung		Ganze Senkung des westlichen östlichen Pfahles Pfahles	
	einzel kg	zusammen kg	mm	mm
März 28.	Holm. Balken	598	0	0
"	9776	10374	0	0
März 29.	5076	15450	0	0
"	6768	22218	5	5
"	6392	28610	5	8
"	5640	34250	15	15
"	2256	36506	17	16
"	4512	41018	22	23
"	3008	44026	918	146

Mit der Last von 41018 kg standen die Pfähle während der Vesperzeit. Nach dem Auflegen der letzten 3008 kg erfolgte die Senkung sehr schnell, und da der westliche Pfahl 772 mm tiefer sank als der östliche, fielen die Schienen sehr schief, und der Versuch mußte abgebrochen werden.

Da durch die vorigen Versuche der Druck, den der Klei ertragen kann, und die Reibung in dem Klei bekannt sind, so kann man aus diesem die Reibung im Sande berechnen.

Die Grundfläche der beiden Pfähle enthielt 1414 qcm, folglich war nach Versuch I der Druck, den der Klei unmittelbar aufnahm, $1414 \times 4 = \dots \dots \dots 5656$ kg.

Die in dem Klei steckende Oberfläche der beiden Pfähle enthielt beim Abbruche des Versuches $1106,4 \times 94,25 = 104278$ qcm, also die Reibung nach Versuch III 0,23 mal soviel $\dots \dots \dots 23983$ „

Die im blauen Sande steckende Oberfläche der Pfähle enthielt $500 \times 94,25 = 47125$ qcm, die mit 0,3053 multiplicirt werden müssen, um die noch fehlenden $\dots \dots \dots 14387$ „ zu ergeben. Zusammen 44026 kg.

Die Reibung im Sande ist demnach etwa 0,31 kg/qcm, also ungefähr um ein Drittel größer als in dem Klei gewesen.

V. Belastungsversuch.

Im Schürfloch wurden vier Pfähle eingerammt, die ein Geviert von 2,4 m Seite bildeten. Sie zogen bei den letzten Schlägen eines Rammjägers von 900 kg und 1,3 m Fallhöhe 6 bis 10 mm und steckten 8 m im Grunde, von — 7,6 m bis — 15,6 m. Die untere Grenze des Klei fand sich auf — 12,8 m, folglich standen die Pfähle 5,2 m in dem Klei und 2,8 m im Sande. Sie hatten an der Bodenoberfläche 124 cm und an der Spitze 100 cm Umfang. Nachdem die Pfähle verholmt waren, wurden sie mit Eisenbahnschienen belastet.

Datum 1891	Belastung jedes Pfahles kg	Senkung mm
März 14.	29280	5
"	31830	13
März 15.	31830	13
März 16.	31830	14

Nachdem die Eisenbahnschienen abgenommen worden waren, wurden die an den Pfählen selbst angebrachten Zeichen untersucht, wodurch sich die Senkung nur zu 9 mm ergab.

Nimmt man nach Versuch III an, daß die Reibung in dem Klei 0,23 kg/qcm, und nach Versuch IV, daß sie im Sande 0,31 kg/qcm beträgt, so erhält man, da die Reibungsflächen eine Größe von 60 424 qcm und 26 676 qcm hatten:

Reibung in dem Klei $60\,424 \times 0,23 = 13\,898$ kg,
 „ „ „ Sande $26\,676 \times 0,31 = 8\,270$ „
 Zusammen 22 168 kg.

Zieht man dieses Gewicht von 31 830 kg ab, so bleiben 9 662 kg, die unmittelbar vom Boden getragen worden sind. Da die Grundfläche des Pfahles 804 qcm enthält, so hat der Sand rund 12 kg/qcm getragen, allerdings nicht, ohne vorher 9 mm nachzugeben.

Entwurf der Hafenköpfe. Der Entwurf der Hafenköpfe wurde durch die sehr ungünstigen Verhältnisse erschwert. Die große Stromtiefe näherte sich von Jahr zu Jahr dem Ufer mehr, und an einer Stelle in der Aufsenkante der künftigen Hafenköpfe fand sich bereits eine Tiefe fast von 11,5 m bei Niedrigwasser. Landwärts stieg dann der Grund ziemlich steil an. Die Strömung ist stark und läuft während der Ebbe bis zu vier Knoten oder etwa 2 m in der Secunde. Auch im Sommer mußte man zeitweilig auf starken Seegang gefaßt sein, und der Eisgang des Winters war nicht weniger zu fürchten. Es wurde dadurch unerläßliche Bedingung, den Bau in einem einzigen Sommer für Eisgang, Strömung und Wellenschlag völlig unangreifbar zu machen.

Eine Reihe von Entwürfen wurde aufgestellt und wieder verworfen, und erst unmittelbar vor dem Beginn des Baues tauchte ein Plan auf, der freilich etwas waghalsig erschien, aber doch allen Anforderungen zu genügen versprach. Nämlich das Flußbett sollte außerhalb der Hafenköpfe durch Steinschüttungen geschützt und unter den Köpfen selbst durch Baggerung auf die gleichmäßige Tiefe von 11,5 m unter Niedrigwasser gebracht werden. Auf diese so hergestellte ebene Fläche (Abb. 3 Bl. 46) sollte ein schmiedeeiserner, oben offener Kasten genau von der Form des Hafenkopfes geschleppt und dann durch das in seinem Innern aufzuführende Mauerwerk versenkt werden. Dieser Gedanke begegnete zwar anfänglich einigem Widerspruche, weil im Falle einer ernstlichen Beschädigung des Kastens heillose Zustände entstehen konnten, allein da nichts Besseres oder Sichereres vorgeschlagen wurde, verfolgte man ihn weiter.

Der Kasten mußte 120 m lang und 15,5 m hoch, im Boden 9 m und oben 7,45 m breit sein. Auf den Wasserdruck während des Baues war besondere Rücksicht zu nehmen und ebenso sehr auf Unebenheiten des Grundes, denn wenn auch die Baggerung tadellos ausgeführt werden würde, so konnte doch während des Baues der Grund durch die Wirkung der Strömung entweder vertieft oder erhöht werden. Welcher von diesen beiden Fällen möglicherweise eintreten würde, war nicht vorher zu wissen.

Der Kasten war von folgender Bauart (Abb. 9 bis 11 Bl. 48). Boden und Aufsenhaut bestehen durchweg aus Blech von 5 mm Stärke. Ein Winkeleisen von $55 \times 55 \times 10$ mm verbindet diese Theile mit einander. In Abständen von 1,3 m liegen querüber Bodenstücke von 0,9 m Höhe aus 6 mm starkem Blech, die an den Wänden, unten und oben, beiderseits mit ähnlichen Winkeleisen gesäumt sind. Auf den Bodenstücken stehen an den

Wänden Eckbleche von 0,6 m Höhe, die auch von zwei Winkeleisen umsäumt werden. Die Wände werden in Abständen von 0,65 m durch senkrechte I Träger Nr. 12 versteift. Auf diesen I Trägern, Spanten genannt, werden in senkrechten Abständen von 2 m wagerechte Gurte, I Träger Nr. 16, vernietet. Der unterste Gurt liegt 1,5 m über dem Boden, trifft also mit der Oberkante der erwähnten Eckbleche zusammen. Wagerecht in Abständen von 3,9 m und senkrecht 2 m von einander werden die Wände durch eiserne Anker von 25 mm Durchmesser verbunden. Die Absteifung des Kastens im Innern geschieht durch Holz und ist aus den Abb. 9 bis 11 Bl. 48 ersichtlich. Das Eisengewicht eines Kastens ergibt sich zu 415 t, die erforderliche Holzmenge zu 200 cbm oder 120 t.

Der Kasten wird wie ein Schiff auf Helgen erbaut, dann bis zu einem passenden Tiefgange mit Beton gefüllt und darauf nach Cuxhaven geschleppt, wo die Füllung an Ort und Stelle fortgesetzt wird. Um dabei den Wasserdruck auf die Wände mäßig zu halten, werden während der Versenkung Hohlräume im Kasten ausgespart. Diese, 15 an der Zahl, sind kreisrund und haben 6,8 m Durchmesser. Sie sind 7,8 m von Mitte zu Mitte von einander entfernt und beginnen 1 m über dem Boden. Zur Verstärkung des Bodens, der einem Wasserdruck bis zu 15,5 m widerstehen muß, wird die Lichtweite der Trümpfe unten quer zum Kasten durch Betonböschungen auf 4,4 m eingeschränkt. Der Beton besteht in den untersten drei Metern, die später durch eine Steinschüttung eingehüllt werden, aus 1 Raumtheil Cement, 5 Raumtheilen Sand und 6 Raumtheilen hartgebrannter Mauersteinbrocken. Darüber wird hauptsächlich, und in einer 0,75 m starken Schicht an der Aufsenseite ausschließlich, Beton aus einer Mischung von 1 Raumtheil Cement und 6 Raumtheilen Magdeburger Kies verwandt. In der Höhe von 9,5 m über dem Boden oder 2 m unter Niedrigwasser beginnt eine Granitverblendung von 0,425 m durchschnittlicher Stärke. Bei dieser Art der Füllung ist der Höhenunterschied zwischen dem äußeren Wasserstande am Kasten und dem Mauerwerk im Innern niemals größer als 1,5 m. Wenn der Kasten auf dem Grunde festsitzt, wird der Beton im Boden auf 2 m verstärkt, und die Hohlräume werden durch weitere Betonschüttung auf das in der Abb. 1 u. 9 Bl. 48 angegebene Maß verkleinert. Die verkleinerten Hohlräume werden mit Sand gefüllt, der mit einer 2 m dicken, über den ganzen Kasten reichenden Betonschicht bedeckt wird. Granitplatten von 30 cm Stärke, die im Beton verankert sind, bilden die oberen Kanten des Mauerwerkes, und zwischen ihnen überdeckt eine Stampfasphaltschicht von 5 cm Stärke die Oberfläche des Betons. Schwere gusseiserne Poller und verankerte Gufseisenkasten zur Befestigung der Streichpfähle werden im Beton vermauert (Abb. 14 bis 16 Bl. 47 und Abb. 17 bis 20 Bl. 48).

Neben dem großen Kasten steht auf der Hafenseite ein zweiter, kleinerer, Treppenkasten genannt (Abb. 12 bis 14 Bl. 48), der die Landungstreppe, die gemauerte Fortsetzung des Deiches bis zur Hafeneinfahrt und ein kleines Gebäude für das Hafenfeuer und den registrierenden Fluthmesser aufzunehmen bestimmt ist. Seine Länge ist etwa 22 m und seine Breite 6 m. Obgleich die Tiefe unter ihm ebenfalls 11,5 m bei Niedrigwasser beträgt, weil die Baggerung für den großen Kasten der Sicherheit halber landwärts etwas ausgedehnt werden muß, ist es doch nicht nöthig, ihn bis zu dieser Tiefe zu versenken. Wenn man ihn ungefähr 12 m von der Hafeneinfahrt abrückt, so genügt für

ihn eine Tiefe von $-3,5$ m, weil man ihn bis dahin mit Steinen beschütten kann. Er soll deshalb auf einen Pfahlrost gestellt werden, der gerammt wird, sowie der große Kasten versenkt worden ist. Die Pfähle dieses Rostes reichen bis zur Tiefe von -16 m, und ihre Zwischenräume werden zur Vermehrung der Standsicherheit mit Steinen ausgefüllt. Die Pfähle werden auf $-4,08$ m abgeschnitten und sind dann zur Aufnahme des Kastens bereit. Der Kasten hat eine Höhe von 8 m über dem Boden, und dieser besteht aus Bohlen von 8 cm Stärke, die querüber durch I-Träger Nr. 28 versteift werden. Im übrigen besteht der Kasten aus Eisen und wird in ähnlicher Weise versteift und versenkt wie der große Kasten. Die 16 bleibenden Hohlräume im Treppenkasten sind kreisrund und von 1,1 m Durchmesser. Sie werden nicht mit Sand gefüllt, weil die dadurch bewirkte Gewichtsvermehrung zwecklos wäre. Der Raum zwischen den beiden Kästen wird bis zur Niedrigwasserlinie mit Beton in Säcken und unter Wasser geschüttetem Beton gefüllt und dann hochgemauert.

Der Uebergang vom Treppenkasten zur Kajemauer aufsendeichs wird durch den Anschlusskasten, Abb. 4 bis 6 Bl. 47 vermittelt. Da dieser auf einem Ende die Tiefe von -11 m, auf dem andern von -5 m vorfindet, ist er ebenfalls als Senkkasten auf niedrigem Pfahlrost gebaut und soll bis $-3,5$ m mit Steinen beschützt werden. Er bildet ein unregelmäßiges Sechseck mit zwei langen Seiten, die nur 4,7 m im Lichten von einander entfernt sind. Für diese geringe Breite erwies sich ein Eisenkasten zu schwer, und deshalb wurde ein hölzerner Kasten gewählt. Sein Boden von 30 cm Dicke besteht aus zwei kreuzweis gelegten Holzlagen, und auf ihm sind die Wände mit 40 langen Eisenankern derart befestigt, daß sie nach erfolgter Versenkung gelöst werden können und auftreiben müssen. Der Pfahlrost wird auf $-4,3$ m abgeschnitten, und der Kasten, 5 m über dem Boden hoch, wird nach der Versenkung vollständig mit Beton ausgefüllt. Das über dem Kasten liegende Mauerwerk, das ebenso wie im unteren Theile mit Klinkern verblendet ist, wird durch Tidarbeit hergestellt.

An den Hafenkopf schließt sich auf seinem vom Hafen abgewandten Ende unter einem Winkel von 45° die schräge Mauer (Abb. 1 und 4 Bl. 48), die auf einem, auf $+0,3$ m abgeschnittenen Pfahlrost gegründet ist. Sie hat einestheils den Zweck, den niedrigen Theil des Hafenkopfes zu vergrößern, andertheils dient sie als Abschluß des Uferdeckwerkes, das hier von $+1$ m bis $+8$ m reicht und dann landwärts mit seiner Krone in einem Gefälle von 1:30 bis auf $+4$ m fällt. Die schräge Mauer muß so weit vom Ende des Hafenkopfes entfernt bleiben, daß genügender Raum bleibt für eine Steinböschung, die sowohl ihren eigenen Pfahlrost wie auch den Fuß des Uferdeckwerkes zu schützen bestimmt ist.

Das Uferdeckwerk (Abb. 5 Bl. 46) besteht aus geviertförmigen Betonblöcken von 0,75 m Seite und 0,32 m Dicke, die durch abweichend geformte Fuß- und Kronsteine eingefasst werden. Die Fußsteine lehnen sich an eine Bohle, die an kleine eingeschlagene Pfähle genagelt ist, und die Kronsteine überragen das dahinter befindliche Erdreich um 0,4 m, damit der Schlag der überstürzenden Wellen durch das Wasser, das die Kronsteine am Abfließen hindern, abgeschwächt wird.

Zwischen der schrägen Mauer und den drei Senkkästen wird der Boden hochgeschüttet, um nach erfolgtem Setzen diejenigen Mauerwerktheile aufzunehmen, die den Hafenkopf mit dem aus

Erde aufgeführten Deich verbinden. Sie bestehen aus einem hohen Gange (Abb. 5 bis 8 Bl. 48), der auf einer Seite von einer starken Mauer und auf der anderen von eisernen Säulen getragen wird, und aus einer breiten Granittreppe, die von dem niedrigen Theile des Hafenkopfes bis zur Deichhöhe ansteigt. Der Raum unter dem hohen Gange dient theils als Zufluchtsort bei schlechtem Wetter, theils als Zugang zur Landungstreppe, und in seinem äußersten, auf beiden Seiten von Mauern umschlossenen Theile, für Aborte (Abb. 1 Bl. 48). Eine Rampe und eine kleine Treppe führen von der Kaje nach der großen Treppe und nach dem hohen Gange, und zur unmittelbaren Verbindung der Kaje mit dem vorderen Theile des Hafenkopfes bleibt eine 6 m breite Öffnung in der Mauer unter dem hohen Gange.

Die Kajemauer aufsendeichs kann nur durch Tidarbeit hergestellt werden, weil ein standfester Klopfdamm zu zeitraubend und kostspielig werden würde. Auch das häufig angewandte Verfahren, den Boden zwischen eingerammten Spundwänden auszubaggern und durch Beton unter Wasser zu ersetzen, erschien nicht rathsam, weil die querverrichtete Strömung, die starke Aufschlickung und der feine Sand, der durch die Fugen der Spundbohlen geflossen wäre, keinen guten Beton erwarten ließen, auch die Festigkeit des Kleibodens vielleicht nicht genügt hätte. Die Gründung mittels Druckluft hätte zweifellos gute Ergebnisse geliefert, allein da sie jedenfalls sehr theuer werden mußte, glaubte man ihrer unter den obwaltenden Umständen entrathen zu können. Es blieb also eigentlich nur noch die Brunnengründung, die schon im Jahre 1865 in Cuxhaven als zweckmäßig erprobt worden war. Damals hatte man nur bis zur Tiefe von -4 m zu gehen nöthig, während man jetzt bis -10 m hinunter mußte, wenn die Brunnen in der Hafenkante selbst stehen sollten. Sie so tief zu bringen konnte mißglücken, und man zog deshalb eine andere Anordnung vor.

Die Brunnen (Abb. 1 Bl. 47) bleiben mit ihrer Vorderkante 8,2 m von der Hafenkante entfernt und werden nur bis -6 m versenkt. Jeder Brunnen ist 7 m lang, unten 5 m, und 7 m höher 4 m breit. Den Fuß des Brunnens bildet ein Betonkranz, der durch fünf Eisenbänder von 1×5 cm verstärkt ist und auf einem Sanddamm von $+2$ m Höhe angefertigt wird. Auf $+1$ m springt das Mauerwerk auf beiden Langseiten des Brunnens um 0,5 m zurück und wird in zwei Steinstärken bis $+3$ m geführt, wodurch erreicht wird, daß der Brunnen während der Füllung mit Beton bei gewöhnlichen Tiden nicht von oben volllaufen kann. Nach erfolgter Versenkung wird der Brunnen im trocknen mit Beton vollgestampft. Es wird ein Brunnen um den anderen versenkt, und wenn eine Reihe steht, werden die 30 cm weiten Fugen zwischen ihnen abgeschlossen, leergebaggert und mit Beton in kleinen Kästen unter Wasser gefüllt.

Der Raum zwischen der Brunnenmauer und der Hafenkante wird durch eine Holzbrücke (Abb. 1 bis 3 Bl. 47) überdeckt, die auf Ramppfählen ruht und für eine Belastung von 3000 kg/qm berechnet ist. Die Brücke setzt sich bis zum Treppenkasten fort, nimmt aber vor dem Anschlusskasten sprungweise an Breite ab, sodafs sie unmittelbar am Treppenkasten nur noch 3 m breit ist (Abb. 2 Bl. 46). Aufsen an der Brücke kann die volle Hafentiefe gebaggert werden, muß aber vor dem Anschlusskasten allmählich bis auf 3,5 m abnehmen.

Die Pfähle der Brücke werden zwar mit der Zeit vom Bohrwurm angegriffen werden, allein erfahrungsmäßig geht das bei Rundhölzern sehr langsam. Ramppfähle, die 30 Jahre und

länger dem strömenden Salzwasser ausgesetzt gewesen sind, zeigen oft, wenn man sie an vielen Stellen im Inneren untersucht, nur sehr geringe Spuren des Bohrwurms. Gesägtes Holz dagegen ist schon nach wenigen Jahren stark angefressen, und 5 cm starke Bretter, die früher das Gerinne der Cuxhavener Spülschleuse bildeten, mußten zweijährlich erneuert werden.

Die Mauern binnendeichs. Durch die Erfahrungen im Schürfloche war bewiesen worden, daß es unmöglich oder allzu gewagt sein würde, die Baugrube bis zur Hafensohle leerzupumpen, und ebenfalls erschien es zu gefährlich, die zerbrechlichen Mauern unmittelbar auf den wenn auch festen, doch immerhin nachgiebigen Kleiboden zu setzen. Man wollte also den Wasserspiegel bis — 4 m senken, einen Pfahlrost schlagen und auf diesem die Mauern in der Höhe von — 3 m beginnen lassen. Dabei kam es darauf an, die Pfähle von — 3 m bis zur Hafensohle abwärts für den Bohrwurm unverwundbar zu machen. Zu dem Zwecke schlug man zunächst vor, die Pfähle auf der Hafenseite mit einer doppelten Bohlenlage von Greenheart-Holz (*Laurus chloroxylon* nach englischen, *Nectandra Rodiöi* nach holländischen Angaben) zu benageln. Diese, aus Surinam und Demerara in Guyana eingeführte Holzart blieb nach Robert Stephenson's Versuchen, die in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts am Bell-Rock-Leuchthurm stattfanden, während 19 Jahre fast unversehrt und war nur an einer Ecke etwas angegriffen. Stephenson erwähnt aber nicht den Bohrwurm (*teredo navalis*), sondern nur die *Limnoria tenebrans*, ein anderes holzerstörendes Wasserthierchen, das in Cuxhaven nicht vorkommt. Thomas Stephenson (in: *Design and Construction of Harbours*, Edinburgh 1886) führt andere, ungünstigere Fälle an, und auch neuere holländische Erfahrungen haben ergeben, daß das Holz nicht vollkommen unangreifbar genannt werden kann. Nichtsdestoweniger wird es in England und Holland vielfach zu Schleusenthoren und Pfahlwerken verwandt und scheint sich dabei jedenfalls besser zu bewähren, als unsere, durch Kreosot oder Wurmnägel geschützten Holzarten. Anfragen in den genannten Ländern wurden nichtsdestoweniger nicht ermunternd beantwortet, und der Entwurf wurde infolge dessen von den Behörden abgelehnt. Wahrscheinlich mit vollem Rechte, denn ein Nachtheil wäre unter allen Umständen von seiner Ausführung unzertrennlich gewesen, nämlich der, daß die Befestigung und spätere Untersuchung der angeagelten Greenheart-Bohlen nur durch Taucher hätte geschehen können.

Diesem abgelehnten Entwurfe folgten Erörterungen über vier andere, bis ein Vorschlag gemacht wurde, der den Schutz des Pfahlrostes auf eine eigenthümliche und, wie es schien, einwandfreie Weise zu erreichen verhieß. Diesem Vorschlage gemäß ruht die Mauer auf acht Pfahlreihen, von denen fünf senkrecht oder fast senkrecht und drei schräg stehen (Abb. 7 Bl. 47). Die vorderste Pfahlreihe wird durch zwei, 1 m von einander entfernte Spundwände eingeschlossen. Die vordere Spundwand reicht von — 2 m bis — 10 m, die hintere von — 3 m bis — 8,5 m. Nachdem die Spundwände gerammt sind, wird der Boden zwischen ihnen bis zur Hafensohle herausgenommen, wobei das zudringende Wasser ausgeschöpft wird und die Spundwände abgesteift werden. Darauf wird die Pfahlreihe zwischen den Spundwänden gerammt, die richtige Tiefe von — 8 m bis — 8,5 m abermals hergestellt und der Beton zwischen den Spundwänden im trocknen sorgfältig eingestampft. Um die Schrägpfähle unter den Spundwänden durchführen zu können, erhält die Mauer im unteren Theile die

ungewöhnliche Dicke von sieben Metern. Die fünf senkrechten oder nahezu senkrechten Pfähle werden querüber je durch zwei eiserne Bänder von 2 × 5 cm Stärke, die auf jedem Pfahl durch einen Rundbolzen von 3 cm Durchmesser zusammengehalten werden, mit einander verbunden. Sämtliche Pfähle werden auf — 2 m abgeschnitten, der Boden wird auf — 3 m geebnet und dann der Beton zwischen Schalungen, von denen die vordere gehobelt ist, eingebracht. In der Höhe von — 2 m springt die Mauer vorne um 10 cm zurück, um sie völlig von der vorderen Spundwand zu isoliren; diese kann der Bohrwurm wegfressen, ohne daß die Mauer irgendwie dadurch leidet. Mit Ausnahme der Granitdeckplatte besteht die ganze Mauer aus Beton, der im allgemeinen 1 Raumtheil Cement und 6 Raumtheile Magdeburger Kies, auf den äußeren 25 cm aber den doppelten Cementzusatz enthält. Versuche hatten nämlich ergeben, daß der Kies 27 v. H. Hohlräume enthält, und um diese sicher zu füllen, sind ihm 33 $\frac{1}{3}$ v. H. Cement zugesetzt worden; schwächeren Beton glaubte man bei dem wechselnden Wasserstande nicht als frostsicher annehmen zu dürfen. Der Beton wird in Schichten von 25 cm eingebracht und gestampft, wobei den Mischungen von verschiedenem Cementgehalt Gelegenheit gegeben wird, sich in frischem Zustande mit einander zu verbinden. Die Kasten und Anker zur Befestigung der Streichpfähle, Schiffsringe und Leitern (Abb. 9 bis 11 u. 17 bis 19 Bl. 47) werden gleich beim Schütten des Betons eingemauert und sorgfältig angestampft. Die Kosten der Mauer sind auf 2100 \mathcal{M} für 1 m Länge berechnet, ebenso hoch wie die der Brunnenmauer aufsendeichs.

Dieser Entwurf wurde höheren Ortes genehmigt und zur Ausführung bestimmt.

Bewilligung und Bau der Häfen.

Die Berathungen über die Hafenentwürfe erforderten etliche Jahre. Ihr Ergebniss mochte für zweifelhaft gehalten werden, denn mancher befürchtete von dem geplanten tiefen Hafen eine Schädigung Hamburgs. Gerade zur rechten Zeit trat indes ein Ereigniss ein, das in günstigster Weise wirkte. Die einflußreiche und mächtige Hamburg-America-Linie, die bis dahin ihre Newyorker Passagierdampfer von Hamburg hatte abgehen lassen, beabsichtigte Schnelldampfer von 8 m Tiefgang zu erbauen und für diese Cuxhaven als Abgangshafen zu wählen. Dadurch wurde, wenn auch keine angemessene Verzinsung des Anlagecapitals, doch eine beträchtliche Einnahme für den neuen Hafen in Aussicht gestellt. Das verlich der ganzen Angelegenheit ein anderes Aussehen, und als der Senat am 6. Juni 1890 die Bewilligung von 7 000 000 \mathcal{M} für den tiefen Hafen und von 700 000 \mathcal{M} für den Fischerhafen bei der Bürgerschaft beantragte, stimmte diese bereits am 17. September desselben Jahres dem Antrage zu.

Nach erfolgter Bewilligung gestalteten sich die Verhältnisse bald derart, daß einzig und allein der Bau des Fischerhafens (Abb. 1 Bl. 46) unverzüglich begonnen und auch ohne Störungen zu Ende geführt werden konnte. Da der Fischhandel in Cuxhaven nicht viel zu bedeuten hat, ist dieser Hafen eigentlich nur ein Noth- und Eishafen für Fischerfahrzeuge, und Schuppen oder sonstige Einrichtungen zur Erleichterung des Handels wurden für ihn zunächst entbehrlich gehalten. Er hat 3,7 ha Fläche und eine Tiefe von 3 m bei Niedrigwasser. Seine Ufer bestehen aus hölzernen Vorsetzen, die bis 4 m über Niedrigwasser reichen. Die Spundwände der Vorsetzen sind, soweit sie nicht im Erd-

boden stehen, mit Eisenblechplatten benagelt, um gegen den Bohrwurm geschützt zu sein. Der größte Theil des Hafens konnte mit geringen Kosten durch Deiche gegen Sommerfluthen geschützt und dann im trocknen ausgegraben werden, wobei höchstens 1 cbm Wasser in jeder Minute gepumpt werden mußte. Die Arbeiten wurden, mit Ausnahme des kleineren Theiles, am 29. Januar 1891 einem Unternehmer übertragen, und am 9. October 1892 konnte der völlig fertige Hafen dem Verkehr eröffnet werden. Die Kosten blieben willkommener Weise 180000 *M* unter dem Anschlage; der Afterunternehmer der Erdarbeiten aber, der im ganzen 173000 cbm zu fördern hatte, sollte dem Vernehmen nach mit großem Verlust abgeschlossen haben. Denselben Unternehmer traf während des Baues ein entsetzlicher Unglücksfall. Auf einer der beim Erdfördern beschäftigten Locomotiven flog an einem dunklen Novemberabende der Auswaschbolzen aus dem Kessel. Eine Seite des Führerstandes war wegen der Kälte mit Brettern verkleidet, und die drei Leute, die auf der Locomotive standen, mußten durch den ausströmenden Dampf fliehen, um ins Freie zu gelangen. Dabei wurden sie so furchtbar verbrüht, daß sie sämtlich innerhalb zehn Stunden todt waren.

Bau der Hafenköpfe. Schon im Herbste des Jahres 1890 war auf der Stelle des westlichen Hafenkopfes gebaggert worden, wobei sich bis zur Tiefe von —13,6 m überall fester Klei und darunter scharfer Sand gefunden hatte. Bestimmte Werthe für die Tragfähigkeit des Klei ließen sich freilich nicht daraus ableiten, allein da auch bekannt war, daß derselbe Kleiboden den Druck gesunkener Schiffe ausgehalten hatte, ohne merklich nachzugeben, glaubte man, ihm die Hafenköpfe nach dem im vorigen Abschnitte beschriebenen Entwurf anvertrauen zu dürfen, namentlich da man damals auf den Gewichtsverlust des Mauerwerks im Wasser rechnete, wovon man später absehen zu müssen glaubte, weil der den Kleiboden überall innig berührende Senkkasten unten doch mit dem Wasser nicht in Verbindung treten kann. Der Entwurf wurde also im November 1890 eingereicht, und am 6. Januar 1891 wurden vier bewährte Unternehmer zum Abgeben von Anerbieten aufgefordert. Von diesen Unternehmern lehnte einer ganz ab, zwei schlugen unannehmbare Veränderungen des Entwurfes vor, und nur der vierte, F. H. Schmidt in Altona, erbot sich für eine den Anschlag nicht überschreitende Summe zur Ausführung des ungeänderten Entwurfes. Am 3. Februar wurde der Bauvertrag abgeschlossen, und alle Einrichtungen wurden getroffen, um im Mai den großen Senkkasten an seinen Platz schleppen und mit seiner Füllung beginnen zu können.

Ein unerwarteter Zufall störte diese Absichten. In dem schweren Eisgange des Winters wurde der Fischdampfer *Platessa* am 7. Januar von der Schraube des Schleppdampfers *Borkum* unter der Wasserlinie beschädigt und sank, mit der Fluth aufwärts treibend, in der Nähe der Stelle des östlichen Hafenkopfes. Gerade dieser sollte zuerst erbaut werden, weil die große Tiefe sich ihm schon am meisten genähert hatte und weil die Baggerung für den westlichen Hafenkopf zu umfangreich war, um bis zum Mai vollendet werden zu können. Zunächst schien die Sache auch nicht bedenklich, denn die Nordische Bergungsgesellschaft, die den Dampfer zu heben übernommen hatte, versicherte, es sei sehr leicht, damit fertig zu werden. Am 14. März wurde der Dampfer auch wirklich gehoben, sank aber wieder weg und zwar unglücklicherweise gerade unter dem künftigen Hafenkopfe.

Dasselbe wiederholte sich noch einmal, und das Ende war, daß die Wasserbaubeamten Hamburgs und der Unternehmer am 13. Juni erklärten, es sei nun zu spät geworden, um im Jahre 1891 noch mit dem Versenken des großen Kastens beginnen zu können. Es nützte nun nichts mehr, daß die *Platessa* am 20. Juni abermals gehoben und von dem Platze, den sie fast ein halbes Jahr behauptet hatte, weggeschleppt wurde.

Der Rest des Jahres verging mit dem Aufstapeln unendlicher Materialmengen und mit Verhandlungen über Abschlagszahlungen, die der geschädigte Unternehmer mit Recht beanspruchen konnte.

Am 29. April 1892 lief der quer auf den Helgen erbaute Senkkasten glücklich von Stapel und lag mit seinem Inhalte von 270 cbm Beton und 9,5 m hohen Wänden 0,97 m tief im Wasser. Mit weiteren 1630 cbm Beton wurde sein Tiefgang auf 4,06 m gebracht, und bei diesem Tiefgange hielt man seine Schwimmsicherheit für genügend, um ihn nach Cuxhaven schleppen zu können. Wegen seiner unregelmäßig abgerundeten Enden war er mit hölzernen Vorköpfen, die auf 90° zugeschärft waren, versehen worden. Am 30. Mai, morgens 3 Uhr, trat er seine Reise im Reiherstieg bei Hamburg an, und drei Stunden dauerte es, bis ihn seine fünf Schleppdampfer nach St. Pauli gebracht hatten. Abends 6³/₄ Uhr traf er drei Stunden nach Hochwasser, also bei lebhafter Ebbströmung, in Cuxhaven ein. Zwei starke Pfahlbündel waren 70 m von einander und 16 m von seiner Binnenkante entfernt eingerammt, an denen er vorläufig hätte befestigt werden können; Anker lagen im Grunde, deren Taue ihm hingereicht werden sollten. Allein es klappte nicht. Der Kasten kam dem Lande zu nahe, zerbrach fünf Pfähle und gerieth an Grund. Die Dampfer bemühten sich, ihn wieder abzubringen, aber nachdem das glücklich gelungen war, trieb er stromabwärts weg, ehe sie ihn zu stoppen vermochten. Ungefähr 2000 m schwamm der Kolofs führerlos der See zu, und wenn die Reede nicht gerade ganz frei von Schiffen gewesen wäre, hätten sich folgenschwere Zusammenstöße ereignen können. So aber ging alles gut, und am anderen Morgen lag der Kasten wohlbehalten vor seinen sechs Ankern; stromab und stromauf vor Ankern von 1000 kg Gewicht an 60 mm starken Stahlrossen und querab an leichteren Befestigungen. Vom westlichen der beiden schon erwähnten Pfahlbündel führte eine feste Holzbrücke nach dem 70 m entfernten Deiche und eine bewegliche Brücke nach dem Kasten, an dem sie befestigt war, um sich bei dem wechselnden Wasserstande mit ihm zu heben und zu senken. Ein starker Balken, der vom östlichen Pfahlbündel nach dem Kasten führte, hatte den Zweck, ihn auch auf diesem Ende im richtigen Abstände vom Ufer zu erhalten.

Ueber der Holzbrücke war am Deich und in gleicher Höhe mit ihm eine Bühne für die beiden Betonmischmaschinen erbaut. Unter dieser Bühne, auf der niedrigeren Holzbrücke liefen auf Schienen die Eimer, die auf einer Seilbahn den Beton, mit dem sie unmittelbar aus der Mischmaschine gefüllt wurden, dem Senkkasten zuführten. Auf diesem angelangt, wurden sie in die Tiefe hinuntergelassen, wo sie auf Schienen nach allen Theilen des Kastens hingerollt werden konnten. Die entleerten Kasten wurden durch das Gewicht der vollen wieder emporgezogen und kehrten auf der rücklaufenden Hälfte des Seiles wieder nach der Mischmaschine zurück. Von der Mischmaschine 250 m westlich entfernt war eine Landungsbrücke erbaut, an der die Materialien im Quarantänehafen gelöst werden konnten. Am Kopfe dieser

Brücke stand eine Dampfmaschine, durch die mehrere Kettenbahnen getrieben wurden: eine, die die Materialien über die Brücke nach dem südlich belegenen Lagerplatze beförderte, und eine zweite, durch die sie nach der Mischmaschine gefahren wurden. Diese und die Seilbahn wurden ebenfalls durch Dampf bewegt; nur die Beförderung der Betoneimer im Kasten selbst geschah durch Arbeiter.

All diese Einrichtungen waren vom Unternehmer mit großer Umsicht getroffen worden und bewährten sich vortrefflich. Am 25. Juni konnte die Betonfüllung des Kastens wieder aufgenommen werden, und bis zum 15. August wurden etwa 3200 cbm Beton eingebracht, wodurch der Kasten bis 9,32 m über dem Boden gefüllt und sein Tiefgang auf 10,31 m gewachsen war. Zweimal während dieses Zeitraums mußte die Arbeit unterbrochen werden, einmal auf sechs Tage, um die Hängebahn im Kasten, auf der die Betoneimer liefen, von 7,5 nach 11,5 m über dem Boden zu verlegen, und das andere Mal auf elf Tage, um den Kasten bis zur vollen Höhe von 15,5 m über dem Boden aufzubauen und um die Ankertrassen nach der Oberkante des Kastens zu schaffen. Nach Abzug dieser Pausen sind in jeder Arbeitsstunde etwa 10 cbm oder 48 Eimer Beton befördert worden; wenn gar keine Störungen eintraten, stieg die Eimerzahl auf 60 in der Stunde.

Am 15. August trat eine Unterbrechung unerfreulicher Art ein. Das Strombett hatte sich unter dem Kasten vertieft und zwar durchschnittlich um 20 cm, stellenweise um 50 cm. Die dadurch entstandenen Unebenheiten mußten beseitigt werden, um so mehr als der Kasten noch wochenlang schwimmen oder abwechselnd schwimmen und festsitzen sollte, wobei die Vertiefung in bedenklicher Weise hätte zunehmen können. Da dieser Fall im Bauvertrage vorgesehen worden war, wurde der Unternehmer veranlaßt, den Kasten erst um 3 m landwärts und dann um ebensoviel stromwärts zu verlegen. Die dadurch freiwerdenden Streifen des Strombettes wurden nach einander vorsichtig mit Steinen beschüttet, von denen 225 cbm erforderlich waren, um eine Erhöhung des Grundes von — 11,72 auf 11,54 m zu bewirken. Sorgfältige Tiefenmessungen ergaben zwischen den durchschnittlichen Höhen der beiden Streifen nur einen Unterschied von einem einzigen Millimeter.

Am 1. September konnte die Betonfüllung wieder fortgesetzt werden, und obgleich die in der Höhe von 9,7 m über dem Boden beginnende Granitverblendung die Arbeit erschwerte, weil die Werkstücke namentlich auf den abgerundeten Enden des Hafenkopfes häufig nachgearbeitet werden mußten, trat doch schon am 21. September der ersehnte Augenblick ein, der den Senkkasten zum letzten Male schwimmen sah. Beton und Werkstücke waren 11,7 m hoch eingebracht, und der Kasten war noch flott mit einem Tiefgange von 14,16 m. Dieser, im Verhältniß zur Höhe des Mauerwerkes programmwidrig große Tiefgang war dadurch absichtlich veranlaßt, daß auch in die Hohlräume Beton geschüttet worden war, um die Zeit nicht zu verlieren, während der auf Werkstücke gewartet werden mußte. Der Inhalt und das nach dem verdrängten Wasser berechnete Gewicht des Kastens betragen im Augenblicke des Festwerdens:

6338 cbm Beton zu 2,1 t	13309,8 t
143 „ Granit zu 2,8 t	400,4 „
Holz und Eisen, Drahtseile, Geräth,	
Hütten, Schienen	477,8 „
Zusammen	14188,0 t.

Ein riesiger Grundstein, vielleicht unübertroffen an Maß und Gewicht! Andere Ermittlungen ergeben für den Beton ein ähnliches Einheitsgewicht, denn der Ziegelbrockenbeton wog frisch 1997 und trocken 1859 kg/cbm, der Kiesbeton frisch 2320 und trocken 2185 kg. Da etwa 31 v. H. Ziegelbeton und 69 v. H. Kiesbeton verwandt worden sind, so kann man, da ein halbtrockener Zustand vorausgesetzt werden muß, für ersteren das Einheitsgewicht 1,9 und für letzteren 2,2 annehmen, woraus sich als Durchschnittsgewicht 2,1 ergibt.

Durch Tag- und Nacharbeit wurde jetzt die Füllung des Kastens beschleunigt, und am 5. November war das Mauerwerk bis 15,2 m über dem Boden fertig. Dann wurde sogleich begonnen, Sand in die Hohlräume zu schütten, um diese mit einer Betonschicht von 0,5 m Stärke schließen zu können. Als die Hohlräume zur Hälfte gefüllt waren, überschwemmte eine Sturmfluth am 30. November den Kasten. Da die unteren Ankerreihen sämtlich weggenommen worden waren, um den Beton und namentlich die Granitverblendung nicht zu unterbrechen, saß nur noch die oberste, unmittelbar über dem fertigen Mauerwerk befindliche Ankerreihe. Sowie das Wasser Zutritt zwischen den Kastenzwänden und dem Mauerwerk gefunden hatte, rissen sämtliche Anker, und die 15,5 m hohen Eisenwände wurden von den Wellen hin und hergeschleudert, wobei sie nur einen Halt an den gebogenen Enden des Kastens fanden. Durch die Reste der Ankerstangen, die die heftigen Bewegungen der Wände mitmachten, wurde die oberste Granitschicht stellenweise so stark beschädigt, daß einzelne Werkstücke ausgewechselt werden mußten. Weiterer Schaden entstand nicht, aber man begann schleunigst die oberen Plattengänge des Kastens wegzunehmen und beseitigte bis zum 28. December 90 m der Aufsenseite bis zur Niedrigwasserhöhe. Inzwischen waren auch die Hohlräume vollends mit Sand gefüllt und die Betonschicht darüber gestampft, sodaß am Jahresschluss der Hafenkopf eine ebene Fläche in der Höhe von 3,5 m über Niedrigwasser bildete, wobei erwähnt werden muß, daß der Kastenboden, der am 16. September auf — 11,48 m saß, sich schon bis — 11,72 m gesenkt hatte.

Inhalt und Gewicht des Hafenkopfes waren um diese Zeit:

390,0 cbm Granit zu 2,8 t	1092,0 t
11873,0 „ Beton zu 2,1 t	24933,3 „
2,5 „ eiserne Streichpfahlkasten	12,5 „
2597,5 „ Sand in den Hohlräumen zu 1,9 t	4935,2 „
Gewicht des Kastens etwa	343,0 „
14863,0 cbm	Zusammen 31316,0 t.

Die Standfestigkeit des frei im Strome stehenden Bauwerkes war in diesem Zustande schon so groß, daß der Eisgang des Winters nicht die leiseste Erschütterung darin hervorzubringen vermochte.

Sobald der Kasten fest auf dem Grunde saß, wurde er auf seiner Vorderseite und auf den Enden mit einer 3 m hohen zweifüßigen Steinböschung beschüttet; ebenso wurde auf der Landseite die gebaggerte Rinne mit Sand ausgefüllt, soweit die Rücksicht auf die Pfahlroste der kleinen Senkkasten das gestattete. Die Pfähle für diese Kasten und für die schräge Mauer wurden größtentheils noch in diesem Jahre gerammt.

Im Jahre 1893 wurde das Mauerwerk über dem großen Kasten bis + 5 m hochgeführt. Die beiden kleinen Senkkasten kamen zu Platz, und ihr Mauerwerk, ebenso wie das der schrägen Mauer und der Fugen zwischen den Kasten wurde fertig. Das

Blech von der Außenseite des großen Kastens wurde mit Taucherhülfe unter großen Beschwerden bis 2 oder 3 m unter Niedrigwasser beseitigt. Das Uferdeckwerk wurde an die schräge Mauer geschlossen und die Hinterfüllung des Hafenkopfes geschüttet, von +3,5 m an der schrägen Mauer bis +0,5 m am Treppenkasten abfallend. Zur Hinterfüllung mußte der feine blaue Sand benutzt werden, dessen üble Eigenschaften vielfach Hindernisse bereiteten. Wenn abends der frisch geschüttete Damm Schienengleise trug und befahren werden konnte, so fand man ihn morgens nicht wieder, weil der Sand sich durch den Einfluß des Wassers fast wagerecht in der Tiefe ausgebreitet hatte. Dadurch drohten die Pfahlroste der Senkkasten, bevor diese versenkt waren, zu versanden, und mehrmals wurde es notwendig, Steindämme zu ihrem Schutze zu schütten oder durch Baggerung die verlorene Tiefe wieder herzustellen.

Der Bauvertrag über den westlichen Hafenkopf war bereits am 8. December 1892 mit demselben Unternehmer abgeschlossen worden, indes für eine etwas höhere Summe, um ihn für die Wartezeit des Jahres 1891 zu entschädigen. Durch die Erfahrungen beim Bau des östlichen Hafenkopfes belehrt, ging man bei dem westlichen etwas anders vor. Durch die Baggerung von 18 276 cbm, die in den Jahren 1890 bis 1893 gehoben wurden (beim östlichen nur 10 491 cbm), wurde das Strombett unter dem Hafenkopfe bis — 11,6 m vertieft. Die dadurch hergestellte ebene Fläche sollte mit einer 30 cm dicken Steinschicht bedeckt werden, was auf folgende, auch schon beim östlichen Hafenkopfe angewandte Weise bewerkstelligt wurde. Hinter dem Heck eines niedrigen Fahrzeuges wurde durch überragende Balken ein offenes Rechteck gebildet, das durch ein bewegliches Brett überbrückt werden konnte. Durch Verschieben des eingetheilten Brettes erhielt man nach einander eine Anzahl von Rechtecken gleicher Größe, für die die erforderliche Steinmenge berechnet worden war. Mit Eimern von bekanntem Inhalt wurde in jedes Rechteck die berechnete Steinmenge geschüttet, und wenn die Strömung nicht gewesen wäre, hätte dadurch eine ebene Steindecke erzeugt werden müssen. Die Strömung vertrieb aber die Steine, und obgleich die Abtrift so genau wie möglich durch Versuche festgestellt worden war, blieb doch eine Berichtigung erforderlich. Man ermittelte also durch sorgfältige Peilungen die Höhe des Grundes, die dann nöthigenfalls entweder durch erneute Baggerung oder durch erneute Steinschüttung auf das richtige Maß gebracht wurde. Auf diesem Wege gelang es, die 140 m lange und 14 m breite Steinschüttung, mit ganz geringen Abweichungen im einzelnen, auf die durchschnittliche Höhe von — 11,294 zu bringen.

Der Senkkasten traf am 9. Mai in Cuxhaven ein, saß am 16. August endgültig fest und lief am 25. September bei einer Sturmfluth ebenfalls voll Wasser. Die Anker unterhalb der Granitverblendung waren diesmal eingemauert, und die oberste Ankerreihe war verstärkt. Dennoch rifs diese wiederum, und der Kasten wurde leck. Das Mauerwerk war schon bis reichlich 2 m über Niedrigwasser aufgeführt, nur an einer Stelle fehlten einige Granitwerkstücke in der Niedrigwasserlinie. Dadurch war hier eine Lücke geblieben, die sich nach beiden Seiten treppenförmig erweiterte. Die Leckstelle war nicht zu finden, und man wußte nicht, wie die Lücke ausgefüllt werden könnte. Da geschah ein Wunder! Während der Ebbe stand das Wasser 2 m hoch in der Lücke, aber mit der steigenden Fluth verschwand es, und die Lücke konnte ungestört innerhalb weniger

Tiden ausgemauert werden. Eine Erklärung für diese ebenso räthselhafte wie willkommene Erscheinung fehlte, man vermuthete aber folgenden Hergang: Der Druck der Ebbströmung kann derart auf die Kastenwände gewirkt haben, daß die Leckstelle offen war und das Wasser in den Kasten treten mußte; während der nach Richtung und Stärke abweichenden Fluthströmung kann sich nicht nur die Leckstelle geschlossen haben, sondern auch die Kastenwände können sich soviel weiter vom Mauerwerk entfernt haben, daß die verhältnißmäßig geringe Wassermenge, die sich in der Lücke befand, in den Raum zwischen Mauerwerk und Kastenwand abfließen konnte. Ob diese Erklärung richtig ist, bleibt zweifelhaft, aber irgend eine muß jedenfalls vorhanden sein, denn die Thatsache selbst steht unwiderleglich fest. Die Füllung des Kastens konnte also ohne Verzug fortgesetzt werden, und am 23. October war sie, ohne Nacharbeit, bis zur Höhe von 15,2 m über dem Boden beendet. Am Jahresschluss waren auch die Hohlräume nahezu mit Sand gefüllt, und die Blechwände des Kastens waren bis auf Niedrigwasser beseitigt. Der Kastenboden, der am 1. August auf — 11,23 m gesessen hatte, lag auf — 11,4 m. Die Pfähle für den Treppenkasten und für die schräge Mauer waren gerammt und abgeschnitten, der Anschlusskasten war bis + 0,88 m hoch gemauert. Die Steinschüttungen am großen Kasten und unter den kleinen Senkkasten waren gemacht, und die gebaggerte Rinne hinter dem ersteren war mit 1900 cbm Baggersand, der von Blankenese herangeschleppt wurde, bis — 6 m ausgefüllt. In dieser Höhe war nämlich auch die Steinschüttung unter dem künftigen Uferdeckwerk bis an den Hafenkopf herangeführt.

Im Jahre 1894 wurden vom östlichen Hafenkopf das Mauerwerk über dem großen und dem Treppenkasten bis zur vollen Höhe von + 8 m gebracht; auch das Häuschen für das Hafengebiet und den Fluthmesser wurde aufgestellt. Im Herbste wurde das Eisenblech des großen Kastens auf 16 m Länge bis — 8 m beseitigt. Im Mai wurde der Hafenkopf bis + 4,5 m hinterfüllt; der Sand senkte sich aber noch zu stark, um in demselben Jahre Mauerwerk darauf gründen zu können. Das östliche Uferdeckwerk wurde bis + 4,5 m fertig.

Vom westlichen Hafenkopfe wurde im Jahre 1894 das Mauerwerk über den drei Senkkästen und die schräge Mauer bis + 5 m vollendet. Die Platten des großen Kastens wurden auf 106 m Länge bis — 7,79 m mit Hilfe von Tauchern und einer wagerechten Dampfkreissäge weggenommen. Die Hinterfüllung wurde bis Niedrigwasser mit 5600 cbm Baggersand und von da bis + 4,6 m mit blauem Sande geschüttet. Das westliche Uferdeckwerk wurde in derselben Höhe bis an den Hafenkopf geführt.

Im Jahre 1895 wurden vom östlichen Hafenkopfe die noch fehlenden Theile: die große Treppe, der gedeckte Gang und die Betonschüttung für den Asphalt zwischen diesen Theilen, der schrägen Mauer und dem Mauerwerk des großen Senkkastens hergestellt. Auch der registrirende Fluthmesser von Kappert in Bremen kam versuchsweise in Betrieb, hatte aber so ungenügende Ergebnisse, daß er später wieder beseitigt wurde. Das Blech des großen Kastens wurde auf einer Strecke mit einer Dampfkreissäge auf — 8 m abgesägt, dann stückweise senkrecht abgeschrotet und gehoben, wobei die unausgesetzte Mitwirkung von ein oder zwei Tauchern notwendig war. Auf 68 m Länge war aber der untere Theil des bereits vor zwei Jahren bis — 2 m abgenommenen Bleches vollständig umgeklappt und lag mit seiner

oberen Kante auf der Steinböschung. Versuche, mit einer senkrecht wirkenden Kreissäge das Blech abzuschneiden, misflangen, weil die Säge das in der Nähe des Mauerwerkes schräg ansteigende Blech nicht anfassen wollte. Man liefs deshalb den zwei Tonnen schweren Greifer des Greiferbaggers auf das Blech fallen und rammte es dadurch nieder, was nach wiederholten Anstrengungen, die durch genaue Tiefenmessungen unterbrochen wurden, zu dem gewünschten Ziele führte.

Der westliche Hafenkopf wurde im Jahre 1895 ebenso weit gebracht, wie der östliche, und von beiden fehlte am Ende des Jahres nur der Asphalt und ein Theil der verzinkten Eisengeländer.

Diese fehlenden Theile wurden im Jahre 1896 ausgeführt. Der Asphalt mußte aber schon im Jahre 1897 ausgebessert werden, weil das auf dem Sande gegründete Mauerwerk, namentlich die große Treppe, sich stärker gesetzt hatten, als erwartet worden war. Hinter dem östlichen Hafenkopf wurden gleich nach seiner Hinterfüllung kleine Pfähle zum Messen der Senkung des Sandes eingeschlagen, und auf einer Stelle war ein Ziegelsteinhaufen von der Höhe der künftigen Treppe aufgeschichtet, um zu ermitteln, ob dadurch stärkere Senkungen bewirkt werden würden. Die Hinterfüllung hatte im allgemeinen die Höhe von 16 m, bei den Ziegelsteinen aber von 19 m. Die monatlichen Senkungen, die in beiden Fällen dieselben waren, betragen in den Monaten Juni 1894 bis Februar 1895: 15, 15, 10, 5, 7, 5, 7, 4 und 2 mm. Nach diesen Ergebnissen glaubte man, mit dem Mauerwerk auf der Sandschüttung vorgehen zu dürfen, war aber einigermaßen enttäuscht, als die Senkungen nach seiner Ausführung wuchsen statt abzunehmen, wie sich aus folgender Zusammenstellung ersehen läßt.

Oestlicher Hafenkopf.		Westlicher Hafenkopf.	
Senkungen am Hafenkopf.			
1895. Mai 10. bis Dec. 31.	109 mm	1895. Mai 14. bis Dec. 31.	96 mm
im Jahre 1896	69 "	im Jahre 1896	48 "
" " 1897	36 "	" " 1897	30 "
Zusammen 214 mm		Zusammen 174 mm	
Senkungen vor der Treppe.			
1895. Mai 10. bis Dec. 31.	166 mm	1895. Mai 14. bis Dec. 31.	185 mm
im Jahre 1896	96 "	im Jahre 1896	74 "
" " 1897	37 "	" " 1897	31 "
Zusammen 299 mm		Zusammen 290 mm	
Senkungen der untersten Treppenstufe.			
1895. Mai 10. bis Dec. 31.	180 mm	1895. Juni 7. bis Dec. 31.	178 mm
im Jahre 1896	95 "	im Jahre 1896	75 "
" " 1897	45 "	" " 1897	34 "
Zusammen 320 mm		Zusammen 287 mm	
Senkungen der obersten Treppenstufe.			
1895. Mai 10. bis Dec. 31.	241 mm	1895. Juni 6. bis Dec. 31.	230 mm
im Jahre 1896	119 "	im Jahre 1896	90 "
" " 1897	56 "	" " 1897	40 "
Zusammen 416 mm		Zusammen 360 mm	

Durch diese unerwarteten Senkungen wurde es nothwendig, den Beton vor den großen Treppen im Jahre 1896, ehe der Asphalt aufgebracht wurde, nachzuhöhen, wobei die unterste Stufe dieser Treppe leider verschwand. Die Treppen blieben sonst unversehrt, aber im Mauerwerk unter dem hohen Gange entstanden Risse, die übrigens unschädlich waren. Die Senkungen und Risse hätten sich durch ein festes Fundament mit Leichtigkeit größtentheils vermeiden lassen, allein das unterblieb, weil die Kosten für jeden Hafenkopf sich dadurch mindestens um 100 000 *M* erhöht haben würden.

Die Hafenköpfe selbst, d. h. die in den großen Senkkasten gegründeten Theile, setzten sich auch nicht unerheblich:

Senkungen der Stromseite			
des östlichen Hafenkopfes.		des westlichen Hafenkopfes.	
1892. Dec. 6. bis 1893 Dec. 31.	90 mm	1893. Dec. 15. bis 1894 Dec. 31.	41 mm
im Jahre 1894	20 "	im Jahre 1895	15 "
" " 1895	19 "	" " 1896	8 "
" " 1896	11 "	" " 1897	6 "
" " 1897	4 "		
Zusammen 144		Zusammen 70	

Die Landseite hat sich um 50 bis 60 mm weniger gesenkt und steht schon seit Jahren fest. Die Unterkante der Stromseite des östlichen Hafenkopfes liegt 30 cm unter der ursprünglichen Oberkante der Steinschüttung, die des westlichen Hafenkopfes nur 13 cm. Dementsprechend liegt die Oberkante der Stromseite des ersteren auf + 4,855 m, die des letzteren auf + 5,074 m, obgleich dieser nur 16,5 m, jener dagegen 16,7 m hoch ist. Die ausgedehntere Steinschüttung unter dem westlichen Hafenkopfe macht sich in seinen Senkungen im günstigen Sinne bemerkbar, ebenso wie die Verwendung des scharfen Baggersandes in den Senkungen der übrigen Theile des Mauerwerkes.

Der große Druck der Erde und des Mauerwerkes, zusammen 19,5 m hoch, den die Hafenköpfe auf ihrem mittleren Theile auszuhalten haben, ist ebenfalls nicht ohne sichtbare Folgen geblieben: Die Oberkante der Stromseite des östlichen Hafenkopfes ist bis zu 138 mm, die des westlichen bis zu 74 mm ausgebaucht. Auf der Stromseite des östlichen sind vier Risse, zusammen etwa 32 mm weit, auf der Stromseite des westlichen ist ein Riß von 26 mm Weite. Im mittleren Theile der Hafenköpfe beträgt aber auch der rechnermäßige Druck auf die vordere Unterkante 4,1 kg/qcm und auf die hintere 3,5 kg/qcm.

Bau der Mauern aufsendeichs. Zur Verbindung des östlichen Hafenkopfes mit dem Ufer war die Erbauung des östlichen Uferdeckwerkes und der östlichen Kajemauer aufsendeichs dringend nothwendig, und obgleich über die Bauart der Mauern im allgemeinen noch keine Entscheidung getroffen worden war, wurde für die fragliche Strecke vorweg die von der Hafenkante um 9 m zurückliegende und auf — 6 m zu gründende Brunnenmauer (Abb. 1 Bl. 47) beliebt, wobei die Bestimmung über das Material der Brücke vor dieser Mauer, ob Holz oder Eisen, noch vorbehalten blieb.

Am 4. Juli 1892 wurde mit einem Unternehmer ein Bauvertrag abgeschlossen, der die Ausführung der einschließlichen des Anschlusskastens 102,65 m langen Mauer und die Erdförderung zur Hinterfüllung der Mauer, des Hafenkopfes und des Uferdeckwerkes umfasste. In dem Vertrage war bestimmt, daß der Hinterfüllungsboden aus dem etwa 18 ha großen Hafental herbeizuschaffen sei, das zu dem Zwecke leergepumpt und dann in der für den neuen Hafen erforderlichen Ausdehnung mit einem niedrigen Erddamm umgeben werden sollte. Bei der weiteren Ausgrabung war es dann nur nöthig, etwa die Hälfte des Hafentaloches wasserfrei zu halten. Das Wasser im Hafentaloch, das durch ein Klappspiel mit der Elbe in Verbindung stand, stand ungefähr auf + 1 m und wurde um 3 m gesenkt. Am 13. September, nach Vollendung der Dämme im Hafentaloch, wurde zum ersten Male Hinterfüllungsboden mit Locomotiven über den Deich gefördert. Mitte November waren die 81 Pfähle für den Anschlusskasten gerammt, und der Kasten selbst lag

fertig im Hafen. Abgeschnitten wurden die Pfähle erst im nächsten Jahre.

Langsamer ging es mit den 14 Brunnen, die mit den zwischenliegenden Fugen die Mauerlänge von 87,9 m liefern sollten. Zunächst mußte zur Sicherung des Deiches gegen Unterspülung eine Spundwand quer zur Mauer geschlagen werden, und dann mußten auf beiden Seiten der künftigen Mauer Gerüste zum Tragen der Brunnenkränze und zur Materialförderung hergestellt werden. Am 19. und 27. September wurden die Betonkränze für die Brunnen I und III im Schutze des alten Klopfdammes (Lageplan Abb. 2 Bl. 46) auf dem hohen Watt gemacht und nach gehöriger Erhärtung übermauert, worauf mit der Versenkung begonnen werden konnte. Der Unternehmer grub zuerst die Erde aus und unter den Brunnen weg, um sie zum Sinken zu bringen, allein dieses Verfahren schien ihm bald zu gefährlich, weil bisweilen Durchbrüche des Wassers von außen nach innen erfolgten, die den Brunnen in wenigen Augenblicken mit Wasser füllten und die Arbeiter zur Flucht zwangen. Am 20. October liefs der Unternehmer trotz dringenden Abmahns Verticalbagger in den Brunnen aufstellen, erreichte damit aber sehr wenig, weil die Baggereimer in den steinharten Sand nicht genügend eindringen. Am 19. December entschlofs er sich zu einem Versuche mit dem im Bauvertrage empfohlenen Verfahren, das in Calais (Centralbl. der Bauverwaltung Jahrg. 1890 S. 68) mit gutem Erfolge zur Anwendung gekommen war. Mit einer Pumpe wurde durch mehrere Röhren Wasser in die Brunnen gepumpt, das eine zweite Pumpe mit dem durch das Einpumpen des Wassers aufgerührten Sande wieder hinausschaffte. Dabei war aber der Fehler gemacht worden, die Spülpumpe zu schwach zu wählen, denn sie lieferte nur ein Drittel des Wassers, das die Kreiselpumpe hätte bewältigen können. Das Ergebnis war denn auch ebenfalls sehr mangelhaft und nach mehr als dreimonatiger Arbeit waren die beiden Brunnen am Jahresschluss erst bis — 3,4 m und — 3,5 m gesenkt worden.

Im Jahre 1893 ging es nicht besser. Mitte Februar wurde zwar das erstgenannte Verfahren wieder aufgenommen, aber mit dem Unterschiede, dafs nur bei halber Tide oder bei niedrigerem Wasserstande in den Brunnen gegraben wurde, um den äufseren Druck des Wassers in mäfsigen Grenzen zu halten, und es ging vorwärts, jedoch durch andere Fehler und Nachlässigkeiten wurde der Vortheil wieder eingebüfs. Laut Bauvertrag sollten die Brunnenkränze auf dem über Hochwasser liegenden Gerüst angefertigt und dann mit Winden auf den in der Höhe von + 1 m liegenden oder bis dahin aufzuhöhenden Grund hinabgelassen werden. Es war aber bequemer, die Kränze gleich auf dem Boden zu machen, und bei den ersten Brunnen war das auch zulässig, weil der Grund hoch lag und der alte Klopfdamm den Wellenschlag abhielt. Aufserhalb des Klopfdammes hätte es nur dann gut gehen können, wenn der frische Brunnenkranz durch geeignete Mittel gegen die Berührung mit dem Wasser geschützt worden wäre. Daran liefs der Unternehmer es aber fehlen. Schlechte Bretter, die der Seegang hin- und herbog, und etliche Sandsäcke sollten das Wasser abhalten, vermochten es aber nicht, und die Folge war, dafs die Kränze ausgespült wurden, Risse bekamen oder ganz zerbrachen. Ein Brunnen, der schon 3 oder 4 m hoch war, sollte versenkt werden, und man begann zu graben. Man grub aber nicht inwendig, sondern auswendig, und als der Brunnen sank, keilte der pyramidenförmige Erdklotz im Innern die Brunnenwände

auseinander, und der Brunnen mußte wieder abgebrochen werden. Andere zerbrachen beim Niederlassen vom Gerüst wegen unzulänglicher Winden, und im ganzen sind neun Kränze oder schon höher aufgemauerte Brunnen unbrauchbar geworden, wobei etwa 170 cbm Mauerwerk verloren gingen. Ende März und Anfang April waren die beiden ersten Brunnen bis zur vorschriftsmäfsigen Tiefe von — 6 m versenkt, und es hatte sich dabei die erfreuliche Thatsache herausgestellt, dafs der Wasserzudrang im Innern des Brunnens vollkommen aufhörte, sowie die Unterkante der Brunnen den Klei erreicht hatte. Man konnte sie also mit völliger Ruhe im trocknen mit Beton füllen. Nachdem am 31. Mai der Anschlußkasten versenkt worden war, wurde von der Bauverwaltung eine 37 m lange Spundwand längs der Aufsenkante des Brunnengerüsts geschlagen und an den Anschlußkasten geschlossen; sie hatte den Zweck, das Wegtreiben des Sandes, das grofse Ausdehnung anzunehmen drohte, zu verhüten und sollte zugleich den Unternehmer unterstützen. Ein Theil der Brunnenkränze wurde nun auf Holzrahmen gesetzt, die mit dem Mauerwerk verankert wurden, und viele Brunnen wurden zur Beförderung des Sinkens mit Eisen belastet, der letzte sogar mit 56 t, aber das alles förderte auch nicht wesentlich.

Am Ende des Jahres waren sämtliche Brunnen bis zur vollen Tiefe hinunter, aber erst 13 davon gefüllt, und die Vollendung der ganzen Mauerstrecke erfolgte erst am 10. Mai des nächsten Jahres.

Inzwischen war am 14. Februar 1893 die Genehmigung der vorgelegten Entwürfe zu den Mauern binnendeichs, der westlichen Mauer aufsendeichs und der Holzbrücken vor den Brunnenmauern erfolgt, und infolge eines Ausschreibens wurde der Baufirma Holzmann u. Co. in Frankfurt a. M. die Ausführung sämtlicher noch rückständigen Mauern, Erdarbeiten, Brücken usw. für die Summe von etwa 3 $\frac{1}{2}$ Millionen Mark am 1. Mai 1893 übertragen. Die Bestimmungen des Bauvertrages über die Brunnenmauer nebst Anschlußkasten, zusammen 83,75 m lang, waren dieselben wie für die östliche Mauer, aber es zeigte sich bald, dafs die Bauleitung nicht dieselbe war. Im Juni war schon die Spundwand am Deich fertig, im folgenden Monate die auf Deichhöhe liegenden Gerüste zu beiden Seiten der Brunnenmauer, und am 22. August wurde der erste Brunnen begonnen. Mitte September waren dieser und der dritte Brunnen bis zur Tiefe von — 6 m gesenkt und bis + 3 m mit Beton gefüllt. Am 13. December waren neun Brunnen ebenso weit, und die beiden noch übrigen blieben dem nächsten Jahre vorbehalten.

Mit ähnlicher Schnelligkeit wurde der Anschlußkasten erbaut. Im October wurde schon mit dem Abschneiden seiner Pfähle begonnen, und nachdem die Zwischenräume der Pfähle mit Steinen ausgefüllt waren, wurde der Senkkasten am 13. November mit 2,87 m Tiefgang zu Platz gebracht und am 1. December bis + 0,88 m vollendet.

Für den Senkkasten war die Arbeit dadurch etwas erleichtert, dafs man statt der sechs kreisrunden Hohlräume, die theils durch Ziegelmauerwerk und theils durch Beton gebildet wurden, fünf viereckige Hohlräume gewählt hatte, wobei auf die Verwendung von Beton ganz verzichtet worden war. Ebenfalls war die Versenkung der Brunnen durch abweichende, vom Unternehmer getroffene Einrichtungen erleichtert und sicherer gemacht worden. Das Verfahren des Senkens selbst blieb zwar das alte, nämlich Ausgraben der Erde durch Handarbeit und Aufwinden

der ausgegrabenen Erde in Kübeln, aber die Brunnenkränze waren verändert, und die Brunnen wurden während der Versenkung von sechs Schraubenspindeln getragen, wodurch sie stets sicher geführt und vor dem Schieffallen geschützt wurden. Die Kränze bestanden aus liegenden I-Trägern N.-Pr. Nr. 30, die durch ein aufsenliegendes, mit ihnen vernietetes Stehblech von 400×10 mm verstärkt waren. Auf den vier Ecken war der obere Flansch der Träger abgehauen, und ein Eckblech von $560 \times 560 \times 10$ mm, mit einer unteren, zwischen den Flanschen liegenden Lasche vernietet, verband die einzelnen Träger. Auf vier Stellen der Langseiten und auf drei Stellen der Schmalseiten waren die I-Träger mit den senkrechten Stehblechen mit Hilfe von Winkeleisen durch senkrechte Eckbleche mit einander verbunden. Durch 16 Anker von 2,2 m Länge und 30 mm Durchmesser war der Kranz mit dem aufgehenden Mauerwerk vereinigt. In den vier Ecken und in der Mitte der Langseiten waren in dem Mauerwerk, das ganz aus Ziegelsteinen bestand, Hohlräume für die Spindeln von 80 mm Durchmesser ausgespart, die aber, weil die Brunnen oben schmaler wurden, nur für den kleineren Theil der Brunnenhöhe nöthig waren. Die Brunnen wurden auf dem Gerüst bis 3 m Höhe aufgemauert und nach gehöriger Erhärtung an den Spindeln hinuntergelassen. Die Spindeln wurden erst losgeschraubt, wenn der Brunnen bis zur vollen Tiefe hinuntergebracht war. Das ganze Verfahren bewährte sich vortrefflich, obgleich der eiserne Kranz von 2750 kg Gewicht und die sehr sorgfältig gearbeiteten Spindeln mit Zubehör, die übrigens in diesem Falle bereits zum Inventar der Firma gehörten, als besondere Kosten in Rechnung gestellt werden müssen.

Im April des Jahres 1894 waren die beiden letzten Brunnen X und XI bis zur vollen Tiefe versenkt. Bei Brunnen XI erwies sich der Grund so weich, dafs beim Lösen der Spindeln die beabsichtigte Tiefe um 0,64 m überschritten wurde, und Brunnen X sank ebenfalls bis — 6,3 m. In jeden der beiden Brunnen wurden zur Vergrößerung der Tragfähigkeit vor der Betonfüllung vierzehn Pfähle bis — 10,7 m eingerammt und auf — 5,6 m abgeschnitten.

Das Entleeren der Fugen zwischen den Brunnen war ziemlich mühselig. Sie wurden vorne und hinten durch eingerammte Bohlen abgeschlossen, und dann wurde der Boden durch Spülen und Kratzen entfernt, worauf die Füllung mit Beton entweder im trocknen oder durch kleine Kasten, die sich unter Wasser öffnen liefsen, erfolgte. Das Mauerwerk der Brunnen und des Anschlusskastens war im December ganz fertig.

Beim östlichen Anschlusskasten war schon im Anfange des Sommers eine Ausweichung von etwa 13 cm bemerkt worden. Die Steinschüttung zwischen und vor den Pfählen sollte diese halten, allein das geschah in so geringem Grade, dafs sogar der 22 m lange Treppenkasten, der den Erddruck nur auf der schmalen Seite auszuhalten hatte, im Laufe der Jahre sich mindestens um 6 cm hafenswärts bewegte. Vor jedem der beiden Anschlusskastens wurden deshalb im Sommer sechs Böcke aus starken Pfählen gerammt, gegen die die Kasten abgestützt wurden. Dadurch wurde die Bewegung zwar nicht ganz verhindert, aber doch auf ein ungefährliches Mafs beschränkt, denn bei dem östlichen Anschlusskasten betrug die Ausweichung bis zum Ende des Jahres 1897 im ganzen etwa 20 bis 25 cm.

Die starke Nachgiebigkeit des Kleibodens machte sich auch bei den Brunnenmauern bemerkbar, denn diese senkten sich:

Im Jahre	1894	1895	1896	1897
Ostmauer .	vom 14. April bis 31. Dec. 26 mm	75 mm	86 mm	50 mm
Westmauer	vom 6. Sept. bis 31. Dec. 22 mm	41 mm	67 mm	44 mm

Die verhältnismässig starke Senkung im Jahre 1896 ist, wie die Einzelbeobachtungen ergeben, eine Folge der in demselben Jahre vorgenommenen Baggerung. Obgleich die Baggerung sich der äusseren Brunnenkante nur bis auf 9 m näherte und daselbst nur 0,5 tiefer als die Brunnensohle reichte, war doch in den der Baggerung folgenden Monaten eine merkliche Zunahme der Senkungen wahrzunehmen, die erst allmählich wieder einen langsameren Fortgang annahmen.

Bau der Mauern binnendeichs. Der am 1. Mai 1893 mit Holzmann u. Co. abgeschlossene Vertrag umfasste etwa 600 000 cbm Erdförderung, die Herstellung von 48 000 cbm Mauerwerk und die Rammung von mehr als 8000 Pfählen und 2500 m Spundwänden, alles einschliesslich der Lieferung der Materialien und des Eisenzeuges zu den Pfahlrosten, Pollern, Schiffsringen, Leitern und Streichpfählen. Die Unternehmer sollten die Baugrube bis — 4 m im trocknen ausheben, von — 4 bis — 6,5 m durch Baggerung und den gebaggerten Boden aufs Land heben und landwärts verfahren. Von — 6,5 bis — 9 m sollte der Boden staatsseitig gebaggert und aus den Baggerprämen von den Unternehmern gehoben und weiter befördert werden. Mit Ausnahme dieser letztgenannten Leistung sollten sämtliche Arbeiten bis zum 31. December 1895, also in zwei- und dreissig Monaten, fertig sein. Die Unternehmer sollten sich auf eine Wasserförderung von 8 cbm in jeder Minute einrichten, hatten aber thatsächlich zu keiner Zeit mehr als höchstens die Hälfte dieses Quantums zu bewältigen. Lagerplätze für die Materialien standen auf der Westseite des Hafens in genügender Ausdehnung zur Verfügung, und auf der Südseite des Fischerhafens wurde eine Brücke in Deichhöhe zum Lösen von Kies und Ziegelsteinen erbaut, auf der Ostseite eine zweite zum Aufwinden der Pfähle und Bauhölzer. Ein ausgedehntes Eisenbahnnetz, das bis zur Tiefe von — 4 m in den Hafen führte, wurde zur Erd- und Materialförderung angelegt und vorzugsweise mit Locomotiven befahren.

Nachdem der Boden unter einem Theile der westlichen Hafenmauer bis zur Tiefe von — 3 m entfernt worden war, wurde am 1. Juli mit dem Schlagen der Spundwände und am 1. August mit dem Rammen der Grundpfähle begonnen. Die Spundbohlen gingen zwar willig hinunter, allein in der ersten Zeit kam es mehrfach vor, dafs der Raum zwischen ihnen, der 1 m weit sein sollte, nach dem Ausgraben des Bodens zu gering ausfiel und bis auf 0,66 m sank. Auf verschiedenen Stellen, zusammen von 20 m Länge, mußte deshalb die hintere Spundwand zum zweiten Male gerammt und die zuerst gerammte wieder beseitigt werden. Später wurde gröfsere Vorsicht beim Absteifen angewandt, und der Raum zwischen Pfahl und vorderer Spundwand durfte nicht unter 30 cm, der zwischen Pfahl und hinterer Spundwand nicht unter 20 cm betragen. Nöthigenfalls wurden die Spundwände beim Pfahl etwas ausgehöhlt oder der Pfahl, der oben durchschnittlich 49 cm Durchmesser hatte, etwas abgearbeitet. Nachdem die Pfahlreihe zwischen den Spundwänden gerammt war, mußte der Boden zum zweiten Male bis zur richtigen Tiefe von — 8 m bis — 8,5 m ausgehoben werden, weil er wieder hochgerammt worden war, und zwar beispiels-

weise auf einer näher untersuchten Strecke um 44 cm. Es machte dann keine Schwierigkeit, den Beton im trocknen einzubringen, obgleich das durch die Fugen der Spundbohlen eindringende Wasser bisweilen unbequem wurde. Wegen der Enge des Raumes zwischen den Spundwänden, Pfählen und Steifen war eine unablässige Aufsicht bei diesen Arbeiten dringend erforderlich, allein bei verschiedenen Gelegenheiten erwies sich der Beton bis zur vollen Tiefe von — 8,5 m hinunter von tadelloser Beschaffenheit.

Die Pfähle, die mit Bären von 1250 und 1450 kg Gewicht mit 3 bis 3,5 m Fallhöhe eingeschlagen wurden, erlangten im allgemeinen eine große Festigkeit. Beispielsweise zogen von 407 beliebig ausgewählten Pfählen 386 bei den letzten zehn Schlägen 2 bis 30 cm, durchschnittlich 12 cm. Die übrigen 21 zogen aber in den letzten zehn Schlägen 31 bis 97 cm, durchschnittlich 52 cm. Anfänglich wurde, wenn ein Pfahl zu stark gezogen hatte, der nächste Pfahl länger genommen, allein es war dann oft unmöglich, ihn ganz wegzurammen, und er mußte abgeschnitten werden. Später schlug man, wenn ein Pfahl in den letzten zehn Schlägen mehr als 30 cm gezogen hatte, einen zweiten dahinter, und auf diese Weise wurden 106 überzählige Pfähle eingerammt. Die Ursache des leichteren Eindringens einzelner Pfähle blieb unbekannt, es stellte sich aber heraus, daß sie bald ohne weiteres Zuthun einen festeren Stand annehmen: z. B. 15 Pfähle, die in den letzten zehn Schlägen durchschnittlich 66 cm gezogen hatten, wurden am folgenden Tage nachgerammt und zogen dann durchschnittlich nur noch 48 cm in zehn Schlägen. Spuren von ungenügender Festigkeit des Pfahlrostes sind auch später nirgends zu Tage getreten.

Bis zum Schlusse des Jahres 1893 waren 1500 Pfähle und 1400 m Spundwände gerammt; auf 459 m Länge war der Beton zwischen den Spundwänden bis — 3 oder — 3,5 m eingebracht. Im Jahre 1894 wurden 5500 Pfähle und 850 m Spundwände gerammt, wobei nur ein einziger störender Zwischenfall eintrat. Auf drei Stellen waren zwischen den Spundwänden Quellen aufgetreten, die aus der Tiefe kamen, wie der gelbe Sand, den sie zu Tage förderten, bewies. Zwei von ihnen ließen sich leicht unschädlich machen, aber die dritte, in der östlichen Mauer des Hafens 132 m vom Süd-Ende belegen, verursachte viel Arbeit und Kosten. Sie sprang am 6. Juli beim Schlagen der vordersten Pfahlreihe auf, nachdem die anderen Pfahlreihen schon sämtlich zu Platz waren. Anfänglich lieferte sie $\frac{3}{4}$ cbm Wasser in einer Minute, später wohl mehr. Durch Querspundwände, Pumpen und Dichtmachen der Fugen bemühte man sich in die Tiefe zu gelangen, aber alles war vergeblich. Im August rückte die Quelle um zwei Pfähle südlicher und bildete einen Kolk bis zur Tiefe von — 11,5 m. Mit dem Pumpenwasser gelangte soviel Sand aus der Tiefe zum Abfluß, daß eine gefährliche Unterspülung der Kleinschicht zu befürchten war, und man mußte sich zuletzt entschließen, auf 9 m Länge einen Theil der Versteifungen zwischen den Spundwänden sitzen zu lassen. Die Spundwände in der Nähe der Quelle waren inzwischen schon um 15 cm ausgewichen und hatten sich fast um 30 cm gesenkt. Der Kolk der Quelle wurde nun von — 11,5 m bis — 8,5 m mit Sandsäcken ausgefüllt und darauf die Füllung des Raumes zwischen den Spundwänden theils mit Beton von der Mischung 1 : 6 in Säcken, theils mit Beton von der Mischung 1 : 3, der unter Wasser eingebracht wurde, und theils mit reinem Cement fortgesetzt. Auf — 4 m wurde ein Abflußrohr durch

die äußere Spundwand geführt, und auf übergedeckter, wasserdichter Leinwand konnte der weitere Beton im trocknen eingebracht werden. All diese Arbeiten wurden mit größter Sorgfalt ausgeführt, und es haben sich weder bis jetzt durch die Quelle bewirkte Schäden gezeigt, noch sind sie künftig zu befürchten. Zwei bis unter das Abflußrohr reichende Röhren von 4 cm Durchmesser wurden aufwärts bis zur Deckplatte geführt und später, nach Eröffnung des Hafens, mit 900 l Cement vollgegossen, um die Zwischenräume der Säcke soviel wie möglich zu füllen. Die durch die Quelle bei dreimonatiger Arbeit verursachten Ausgaben betragen für den Staat, der die Materialien zu liefern hatte, 2700 *M*, für die Unternehmer schwerlich weniger an Arbeitslohn und Geräth.

In den ersten Tagen des April, nachdem das Fundament für die Mauer auf einer großen Strecke fertig gestellt war, die Pfahlreihen durch eiserne Bänder verbunden waren und der Boden auf — 3 m geebnet, wurde die Schalung für die Mauer aufgestellt und mit dem Schütten des Betons begonnen. Zwei Mörtelmischmaschinen bereiteten den Beton, der in Muldenkippern mit Hülfe eines Gerüsts, das zunächst auf + 1,5 m, später auf + 5 m lag, der Mauer zugeführt und in Schichten von 0,25 m Dicke gestampft wurde. Diese Arbeit dauerte bis zum Jahreschlusse; 36 000 cbm Beton waren verarbeitet, und die Mauer, soweit sie binnendeichs gemacht werden konnte, stand auf 1039 m Länge bis auf die Deckplatten fertig da. Anfang October waren die Mauer-Enden durch niedrige, bis + 1,1 m reichende Klopfdämme an den Deich geschlossen, und auch an den äußeren Klopfdämmen, die wegen möglicher Sommersturmfluthen bis + 5,5 m reichten, wurde gearbeitet. Am 30. September, bei einem Wasserstande von — 4,02 m in der Baugrube, hörte man auf zu pumpen. Im November wurde Wasser aus der Elbe in den Hafen gepumpt und dadurch der Wasserspiegel allmählich bis zur Niedrigwasserhöhe gehoben. Dies war deshalb nothwendig, weil die Unternehmer im Anfange des Monats einen Dampfbugger nebst Schleppdampfer und fünf Prähen über den Deich in die Baugrube geschafft hatten, um mit ihm im nächsten Jahre die Vertiefung des Hafens um weitere 2 $\frac{1}{2}$ m fortsetzen zu können. Zum Wegschaffen des gebaggerten Bodens sollte ein Elevator dienen, der in Form eines Trockenbaggers auf der Mitte der östlichen Mauer des Hafens aufgestellt worden war. Die Mauer wurde an dieser Stelle noch in demselben Jahre bis zur vollen Höhe hinterfüllt, um die Eisenbahngleise bis an den Elevator führen zu können.

Anfang April des Jahres 1895 waren die beiden äußeren Klopfdämme fertig, und mit dem Ausgraben der Baugruben für die beiden noch fehlenden Mauerstrecken, 58 m Länge auf der Ostseite und 66 m Länge auf der Westseite, konnte begonnen werden. Anfang September waren diese Mauern fertig, und nachdem inzwischen der Deich quer durch den Hafen bedeutend erniedrigt worden war (Abb. 4 Bl. 46), wurde am 28. September dem Wasser der Elbe der Zutritt zum neuen Hafen eröffnet. Der Binnenwasserstand war + 0,3 m, und da der Deich nur auf einer kurzen Strecke auf + 1,5 m lag, sonst aber höher, ergoß sich das Wasser stundenlang überfallartig über dieses Hinderniß, bis die Ausgleiche des Wasserspiegels eingetreten war. Anfang December waren die Erdarbeiten vollendet, nachdem die Unternehmer in diesem Jahre etwa 203 000 cbm gebaggert und gehoben und 62 000 cbm abgegraben hatten. Am 31. December, genau zur vertragsmäßigen Zeit, konnten die Unternehmer die

sämtlichen von ihnen übernommenen Arbeiten in tadellosem Zustande abliefern. Bei so umfangreichen Arbeiten ein seltenes Beispiel von Pünktlichkeit, das Zeugniß ablegt für die ungewöhnliche Thatkraft und Sachkunde der ausführenden Techniker.

Das Jahr 1896 brachte eine Ueberraschung unliebsamer Art. Sämtliche Mauern waren vor dem Einlassen des Wassers bis über Hochwasserhöhe und gleich danach bis zur vollen Höhe hinterfüllt worden. Schon im November 1895 zeigten sich Risse im Erdreich hinter der westlichen Mauer, denen anfänglich keine Bedeutung beigelegt wurde. Eine am 21. December 1895 vorgenommene Messung ergab aber, daß die gerade Strecke der Mauer auf 270 m Länge um 21 cm ausgewichen war, und die Ausweichung wuchs bis zum April 1896 um fernere 4 cm. Die Hinterfüllungserde war zwischen der Mauer und den 15 m von Vorderkante Mauer entfernten Rissen durchschnittlich um 12 cm gesunken. Das schlimmste war, daß die Mauer vielfach Längsrisse zeigte, die meistens von + 1,5 m auf der Hinterseite sich schräg abwärts bis + 0,5 m auf der Vorderseite erstreckten und stellenweise so stark waren, daß Wasser durchfloß. In der Nähe der Risse war das Mauerwerk bisweilen förmlich zermalmt, und obgleich die Risse im allgemeinen nicht den Betonschichten folgten, so kamen doch auch Stellen vor, wo die Schichten sich um ein wenig auf einander bewegt hatten; selbst die 25 cm starke, fettere Betonschicht auf der Vorderseite der Mauer hatte sich an einzelnen Punkten von dem hinteren Theile der Mauer gelöst. Eine Erklärung für die Summe dieser Erscheinungen glaubte man in dem Verhalten des Hinterfüllungsbodens zu finden. Der mehrerwähnte feine, blaue Sand, der zur Hinterfüllung benutzt werden mußte, war größtentheils ziemlich trocken im Sommer eingebracht, während der Wasserstand in der Baugrube auf — 3 m oder noch tiefer gehalten worden war. Als das Pumpen im August aufhörte, mußte das Grundwasser steigen, wobei der Sand sich vermuthlich streckenweise plötzlich setzte und dadurch auf die betroffenen Stellen der Mauer einen so starken Druck ausübte, daß sie nicht zu widerstehen vermochte, sondern ausweichen mußte. Bei diesem streckenweisen Ausweichen wurde die Mauer auf Biegung beansprucht, und die dadurch in der Mauer erzeugten Spannungen waren so stark, daß ihre schwächeren Theile, die oberen nämlich, geknickt wurden und zerbrachen. Mit dieser Erklärung steht im Einklange, daß die Mauer nicht überall beschädigt war, sondern mit Unterbrechungen, und im ganzen etwa auf 250 m Länge. Ihr Süd- und Nord-Ende war völlig unversehrt geblieben, weil der Boden dort noch hoch genug lag, um eine Ausweichung der Mauer ganz zu verhindern. Die eigentliche Schuld ist wohl der Nachgiebigkeit des Kleibodens zuzuschreiben: die Baggerung vor der Mauer war gerade bis auf den Kleiboden erfolgt, und wenn die Grundpfähle der Mauer nicht 8 m in dem Klei, sondern nur im Sande gesteckt hätten, so würden sie ohne Zweifel ihren Stand unverrückbar behauptet haben und die Mauer hätte nicht ausweichen können.

Allzuschlimm war die Sache allerdings nicht, weil der untere Theil der Mauer unverletzt geblieben war, aber geschehen mußte etwas, um den Fall unschädlich zu machen. Dabei war es ein glücklicher Umstand, daß man sich inzwischen entschlossen hatte, für die Krahe, die mit einem Räderpaar auf der Mauer, mit dem anderen auf einer 5,1 m von der Vorderkante der Mauer entfernten Schiene laufen sollten, eine senkrechte Mauer auf dem hinteren Absatz der Kajemauer zu errichten. Man hatte nur

nöthig, diese Krahngleismauer angemessen zu verstärken, um durch sie zugleich den oberen Theil der Kajemauer zu sichern. Es wurden also auf dem Mauerabsatz in lichten Abständen von 7 m Pfeiler von 3 m Stärke aus Beton hergestellt, die quer zur Kajemauer 3,43 m dick waren und bis + 3,5 m reichten. In diese Pfeiler wurden Anker von 6 cm Durchmesser einbetonirt, die durch die Kajemauer reichten und auf deren Vorderseite nach Erhärtung des Betons und Mörtels angeschraubt wurden. Die Pfeiler hatten in der Längsrichtung Ansätze von 0,5 m Länge und 0,66 m Stärke. Die dazwischen befindliche Lichtweite von 6 m wurde in derselben Stärke mit Ziegelsteinen überwölbt, und auf den Pfeilern und dem Gewölbe ruhte der bis zur Langschwelle des Krahngleises reichende Beton. Auf den schlechtesten Stellen wurde zur größeren Sicherheit ein zweiter Anker auf + 1,5 m in die Pfeiler gelegt. Der beschädigte Beton auf der Vorderseite der Mauer wurde durch Klinkermauerwerk ersetzt, auf der Rückseite durch Ziegelmauerwerk oder Beton. Um die Pfeiler herstellen zu können, mußte man die Hinterfüllung bis auf Niedrigwasser wegnehmen. Auf den obersten 2 m geschah dies in der Breite von 15 m. Dann wurde unmittelbar hinter der Mauer eine Spundwand geschlagen und gegen die Mauer abgesteift, worauf der Boden zwischen Spundwand und Mauer entfernt werden konnte. Nach Vollendung des Mauerwerkes wurde anstatt des weggenommenen Sandes die Mauer mit Klei, der gründlich gestampft wurde, hinterfüllt. Der Klei wurde im Hafen durch Baggerung von — 6,5 m bis — 9 m gewonnen, dann auf ebenen Flächen ausgebreitet und getrocknet und darauf hinter die Mauer gebracht. Da die Krahngleismauer auf einer Länge von 448 m erforderlich war, wurden auch die Pfeiler auf der ganzen Strecke hergestellt, obwohl sie nicht überall nöthig gewesen wären.

Sämtliche Arbeiten, mit Ausnahme des Stampfens, wurden von Holzmann u. Co. im Anschluß an ihren früheren Vertrag übernommen und von ihnen in den drei Monaten Juli bis September 1896 erledigt. Die Kosten beliefen sich im ganzen auf 110 000 *M*, wovon die Hälfte billigerweise der Krahngleismauer zur Last geschrieben werden kann.

Die Mauer hat sich seitdem tadellos gehalten und keinerlei Spuren von Schwäche gezeigt, obwohl ihre Ausweichung sich vom 4. April 1896 bis 31. December 1897 etwa um 4 cm vergrößert hat. Aehnliche Ausweichungen finden vermuthlich bei jeder Mauer statt, solange bis der Hinterfüllungsboden vollständig zur Ruhe gekommen ist. Die Mauern auf der Ostseite wichen sämtlich, und zwar ganz allmählich, im ganzen nur um 7 bis 13 cm aus; sie sind in der günstigen Lage, daß ihr Hinterfüllungsboden nach dem nahegelegenen Hafenloche entwässern kann, wodurch die Schwankungen im Grundwasserstande fast ganz verschwinden.

Im Jahre 1897 konnten nur die Klinkerwege rings um den Hafen und nach den Hafenköpfen hergestellt werden, da die Verhandlungen über die Eisenbahngleise und über die Gebäude für die Hamburg-America-Linie noch in der Schwebe waren.

Baggerei. In der Erwartung, daß in dem neuen Hafen vorwiegend Schlick zu baggern sein würde, war die Anschaffung eines Kolbenpumpenbaggers — von der Art, wie sie zuerst in Bremerhaven mit großem Vortheil zur Verwendung gelangt ist — in Aussicht genommen. Ein Versuch mußte über seine Zweckmäßigkeit entscheiden, und dieser wurde im Herbste 1896 an-

gestellt, nachdem ein Jahr seit dem Durchstechen des alten Deiches verflossen war. Dabei ergab sich nun, dafs im gröfseren Theile des Hafens allerdings reiner Schlick, der aufgepumpt werden konnte, abgelagert war, dafs jedoch im Vorhafen nach der Ostseite hin, etwa in der Hafenmitte beginnend, der Schlick immer sandhaltiger wurde und an der Ostmauer selbst in reinen Sand überging. Das Einheitsgewicht der abgelagerten Stoffe wuchs entsprechend, wie spätere Untersuchungen bestätigten, von 1,3 im Arm und auf der Westseite, auf 1,4 in der Längsachse des Vorhafens und auf 1,6 bis 1,9 an seiner Ostseite. Diese Vertheilung erscheint ziemlich auffallend, tritt aber in ganz ähnlicher Weise auch in den anderen Cuxhavener Häfen auf. Es fällt nämlich während der Ebbe ein starker Strom am westlichen Hafenkopf in den Hafen, läuft, allmählich schwächer werdend, an der Westmauer hin, ohne das Wasser mit merklicher Geschwindigkeit an irgend einer Stelle wieder hinauszuführen. Während der Fluth ist eine ähnliche, bei dem östlichen Hafenkopf in den Hafen tretende Strömung nicht zu bemerken. Die Verschiedenheit des Einheitsgewichtes des Wassers an der Oberfläche und in der Tiefe*) mufs dabei eine Rolle spielen, aber in welcher Weise, ist bisher noch nicht festgestellt worden. Keinesfalls erschien unter diesen Umständen die Einstellung eines Pumpenbaggers rathsam, und da es aufser den Eimerbaggern keine andere Baggerart giebt, die Sand und Schlick gleich vorthellhaft baggert, so wurde ein Eimerbagger für eine Baggertiefe von 12,5 m und eine stündliche Leistung von 1500 cbm bestellt, der zur Zeit im Bau begriffen ist.

Ueber das Mafs der Aufschlickung sind genügende Erfahrungen noch nicht gesammelt. Wahrscheinlich wird sie 2 m oder darüber jährlich betragen, während sie in den anderen Häfen nicht ganz 1 m erreicht.

Baukosten. Die Ausgaben für den tiefen Hafen betragen bis zum Schlusse des Jahres 1897:

*) Sieh „Strömung und Salzgehalt der Elbe bei Cuxhaven“ im Jahrgange 1888 dieser Zeitschrift.

1. 1 095 000 cbm Boden zu graben oder zu baggern, mit Nebenarbeiten	967 121 <i>ℳ</i>
2. 3669 qm Uferdeckwerk aus 32 cm dicken Betonblöcken, mit Nebenarbeiten	61 896 „
3. 186 m Anschlußkasten und Brunnenmauern	359 761 „
4. 186 m Brücke vor den Anschlußkasten und Brunnenmauern	167 896 „
5. 1163 m Mauern binnendeichs	2 421 958 „
6. 40 m Brücke vor der Dockeinfahrt	28 421 „
7. Nebenausgaben beim Bau der Mauern, theils Unternehmergeinn	118 760 „
8. Verstärkung der Westmauer und Bau von 448 m Krahnleismauer	109 979 „
9. Zwei Hafenköpfe	2 046 170 „
10. Versuche mit einer Schlickpumpe und Anschaffung von 2 Baggerprähmen zu 60 cbm	32 724 „
11. Für 186 m verankerte Spundwände mit 3 m hohem Uferdeckwerk vor den Hafendarmen und der Dockeinfahrt	53 610 „
12. 10 025 qm Pflaster aus Bockhorner Klinkern auf den Kajen	53 623 „
13. Registrirender Fluthmesser, zwei eiserne Gebäude auf den Hafenköpfen, zwei Dalben im Hafen, Brücke über den Neufelder Graben und Thonrohrleitungen zwischen den Deichen	22 250 „
14. Gehalte an Techniker	87 042 „
15. Bureaubäude und Bureaunkosten, Mefshülphen u. dgl.	29 882 „
16. Schürfloch, Bohrungen und Nebenarbeiten	45 762 „

Zusammen 6 606 855 *ℳ*

Hinzuzurechnen sind noch 126 089 Mark für 23 614 t oder etwa 15 750 cbm Steine, die unter, vor und neben den sechs Senkkasten und den schrägen Mauern geschüttet worden sind.

Cuxhaven, im Februar 1898.

Hugo Lentz.

Der Umbau der Bahnanlagen in Köln a. Rh.

Nach amtlichen Quellen bearbeitet vom Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Kiel in Köln.

(Mit Abbildungen auf Blatt 49 und 50 im Atlas.)

(Fortsetzung.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

7. Bahnsteighalle. Die Ueberdachung der Bahnsteige besteht aus einer großen mittleren Halle von 63,9 m Stützweite mit bogenförmigen Bindern, deren Kämpfer in Bahnsteighöhe liegen, und zwei niedrigeren seitlichen Hallen von je 13,4 m Stützweite (Text-Abb. 6*). Die Mittelhalle überdeckt den Hauptbahnsteig und die von ihm ausgehenden Zungenbahnsteige, während die Seitenhallen über den Aufsenbahnsteigen liegen. Die Gründe, die zu dieser Anordnung geführt haben, sind auf S. 359 des Jahrgangs 1888 des Centralblatts der Bau-

*) Die Text-Abb. 6, 7 und 8 sind dem Aufsatz im Centralbl. der Bauverwaltung Jahrg. 1892 S. 343 u. f. entnommen, auf den insbesondere wegen der Mittheilungen über die Aufstellung der Halle verwiesen wird.

verwaltung dargelegt; hier mag nur erwähnt werden, dafs die damaligen Erwägungen durch die Ausführung vollständig bestätigt sind. Insbesondere ist durch die Einschränkung der Scheithöhe der Mittelhalle auf im Mittel 24,6 m (gerechnet vom Bahnsteig bis Oberkante Binder), also auf kaum $\frac{2}{5}$ der Spannweite, jede Störung des Stadtbildes und jede Beeinträchtigung des benachbarten Domes vermieden, während die Erscheinung des Inneren hierdurch insofern gewonnen hat, als die große Weite infolge dessen um so mehr in die Augen fällt. Die Länge der Mittelhalle beträgt 254 m. Eine größere Länge hätte wegen der Gleiskrümmung an beiden Enden des Bahnhofs nur dadurch gewonnen werden können, dafs die Mittellinie der Halle hier gleichfalls gekrümmt und die Spannweite nach den Enden all-

mählich vermindert wäre, was zu erheblichen constructiven Schwierigkeiten geführt haben würde.

Da die rechtsrheinischen Kopfgleise durch diese Halle fast gar nicht überdeckt werden, war von Anfang an ein Entwurf für ihre besondere Ueberdachung durch niedrige Hallen mit

gliedern, die aus knickfesten Schrägstäben bestehen, bilden ein doppeltes System. An jedem dritten Knotenpunkt sind beide Systeme durch rechtwinklige Wandglieder mit einander verbunden, sodafs ein Spannungsausgleich stattfinden kann. Diese rechtwinkligen Stäbe sind zu den vorerwähnten Queraussteifungen

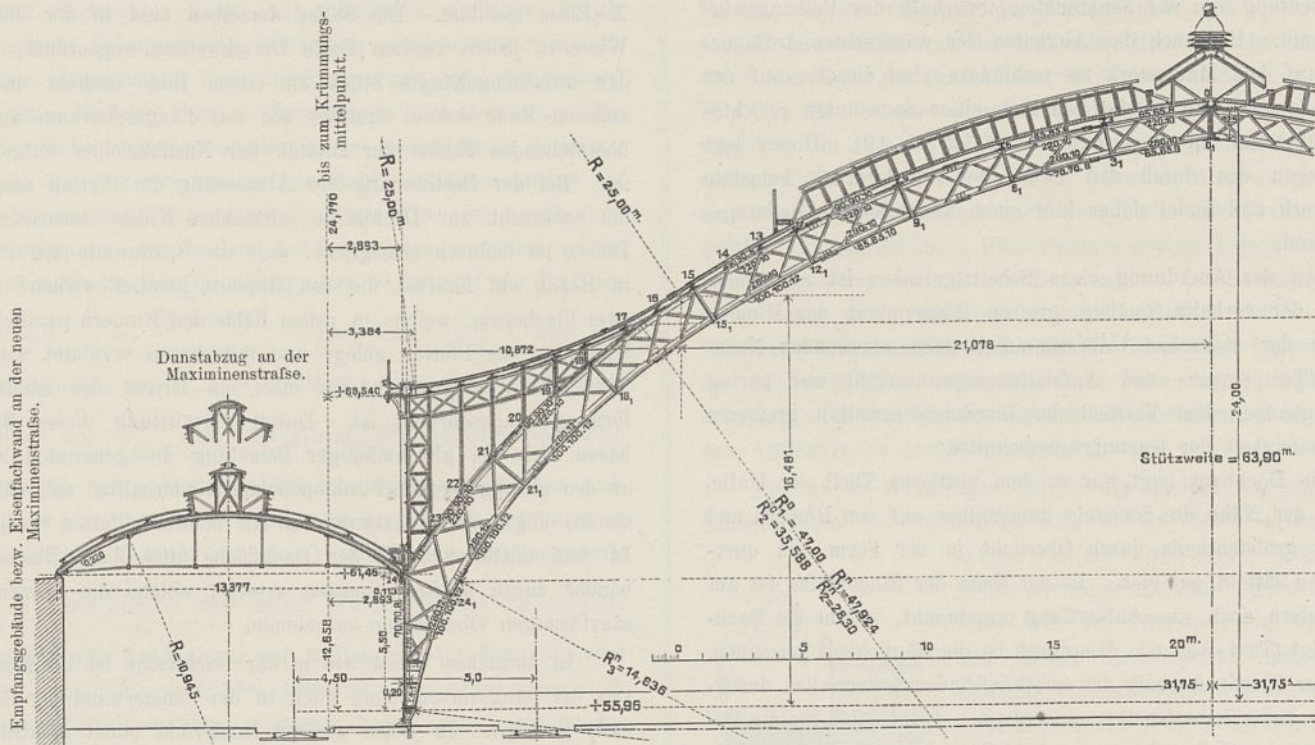


Abb. 6. Querschnitt durch die Halle.

mehreren Zwischenstützen, die sich an die Haupthalle etwa in der Höhe der Unterkante der Abschlussschürze anschließen, aufgestellt. Von der Ausführung dieses Entwurfs wurde jedoch zunächst abgesehen, da über die Anzahl der in den Bahnhof aufzunehmenden rechtsrheinischen Züge und die hierdurch bedingte stärkere Benutzung der rechtsrheinischen Kopfgleise noch kein bestimmter Plan vorlag. Die Herstellung derartiger Hallen wird jedoch, da die rechtsrheinischen Zungenbahnsteige eine erhöhte Bedeutung gewonnen haben, nunmehr stattfinden; ihr Grundriss ist bereits in der Abb. 1 Bl. 35 angedeutet. Auf dieselben soll hier jedoch nicht eingegangen werden.

Die Hauptlinien der Bahnhalle, wie First, Pfetten und Gesimse, sind, um einen guten Anschluss an das in der Wage ausgeführte Vordergebäude zu erhalten, wagerecht gelegt, und der durch die Steigung der Gleise im Bahnsteige entstehende Höhenunterschied ist im unteren Theil der Binderfüsse ausgeglichen (Abb. 9 Bl. 49, grösster und kleinster Binderfuss).

Die Binderentfernung ist unter Berücksichtigung der Einteilung des Bahnhofsunterbaues und des Vordergebäudes zu 8,5 m angenommen. Sie würde, wenn nur die Kosten der Halle selbst in Betracht gekommen wären, wahrscheinlich gröfser gewählt sein. Jeder Binder besteht aus zwei 0,8 m von einander entfernten Einzelbindern, die in der Ebene des oberen und des unteren Gurts durch ein Fachwerk mit einander verbunden sind (Text-Abb. 7), und bildet also einen kastenförmigen Querschnitt. In jedem dritten Knotenpunkt ist dieser Kasten durch ein Kreuz ausgesteift. Der untere Gurt des Binders (Text-Abb. 6) bildet einen vom Bahnsteig schräg ansteigenden Spitzbogen; der obere Gurt steigt dagegen zunächst 6,2 m senkrecht in die Höhe und geht dann mit einem Knick in die Bogenform über. Die Wand-

mitbenutzt. Die Knotenpunkteintheilung ist mit Rücksicht auf die Abschlussschürze überall so getroffen, dass die lothrechten

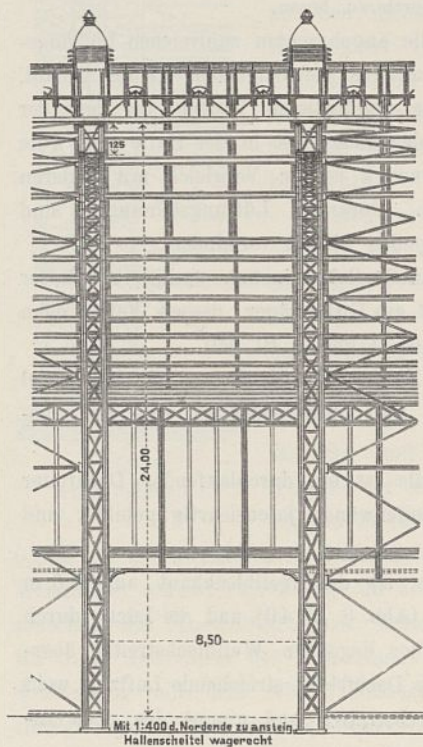


Abb. 7. Längenschnitt durch den Hallen-Scheitel.

Stäbe, die im Abschlussschürze an jedem dritten unteren Knotenpunkt aufgehängt sind, unter sich gleiche Abstände haben. In der Nähe der Auflager ist die Wand wegen der erheblichen Beanspruchung aus vollem Blech hergestellt (vgl. Abb. 12 Blatt 49).

Die Kämpfergelenke sind durch Auflagerung in schmalen, jedoch ebenen Flächen hergestellt (Abb. 10 bis 12 Bl. 49). Der Angriffspunkt des Drucks ist hierdurch in sehr engen Grenzen bestimmt.

Schräge Auflagerflächen zur Aufnahme der schräg wirkenden Drucke sind vermieden, vielmehr sind dieselben in wagerechte und lothrechte Flächen aufgelöst. Dieses gilt sowohl für die Fläche zwischen dem schweißeisernen Binderfuss und dem gusseisernen Lager, als auch insbesondere für die

Fläche zwischen dem Lager und dem Mauerwerk. Dieses ist vollständig wagerecht geschichtet und aus Klinkern in Cementmörtel ohne Verwendung von Werksteinen hergestellt. Ein Abschieben desselben ist, auch wenn die Schubfestigkeit des Mörtels unberücksichtigt bleibt, ausgeschlossen, weil die Abweichung der Druckrichtung von der Senkrechten innerhalb des Reibungswinkels bleibt. Um auch das Abgleiten der wagerechten Auflagerplatte auf dem Mauerwerk zu verhindern, hat dieselbe auf der dem Hallen-Inneren zugekehrten Seite einen nach unten gerichteten lothrechten Ansatz erhalten (Abb. 12 Bl. 49). Dieser legt sich gegen das durch den lothrechten Binderdruck belastete Mauerwerk und findet daher hier einen ausreichenden Reibungswiderstand.

Von der Anordnung eines Scheitelgelenkes ist abgesehen, da bei der verhältnismäßig großen Biegsamkeit des Binders die aus der statischen Unbestimmtheit sich ergebenden Nachteile (Temperatur- und Aufstellungsspannungen) nur gering sind gegenüber dem Vortheil der hierdurch erzielten größeren Gleichmäßigkeit der Gurtungsquerschnitte.

Die Dachhaut liegt nur in dem mittleren Theil der Halle, also in der Nähe des Scheitels unmittelbar auf den Bindern und ist hier größtentheils durch Oberlicht in der Form von querlaufenden Sätteln gebildet. In der Nähe der Binderfüße ist auf den Bindern noch eine Aufsattung angebracht, welche die Dachhaut trägt (Text-Abb. 6). Hierdurch ist die Möglichkeit gewonnen, unter der Traufe oberhalb der anschließenden Seitenhallen durchlaufende hohe Seitenfenster anzuordnen. Diese sind für die Beleuchtung des Hallen-Inneren erheblich wichtiger, als die sattelförmigen Oberlichter, weil die lothrechten Glasscheiben weniger der Verschmutzung und der Verdunklung durch Schnee ausgesetzt sind. Da die Wartesäle unter der Bahnsteighalle liegen, war hierauf besonderer Werth zu legen.

Auch die in der Halle angebrachten zahlreichen Lüftungsöffnungen haben einen durchaus befriedigenden Erfolg gehabt. Denn abgesehen von ganz ungünstigem Wetter, bei dem der Rauch auch im Freien niederschlägt, ist in der Halle eine gute Luft, und auch das Eisenwerk ist im Vergleich mit anderen Hallen wenig verschmutzt. Derartige Lüftungsöffnungen sind in der Haupthalle an folgenden Stellen vorhanden:

1. Oberhalb der erwähnten Seitenfenster, unmittelbar unter der Dachtraufe, liegt ein Gitterträger, dessen Felder offen gelassen sind (Abb. 6, 2 und 4 Bl. 49).
2. Die Kappen in den Firsten der Oberlichtsättel sind soviel angehoben, daß die Luft unter denselben ein- und austreten kann.
3. Im Scheitel der Halle ist ein durchlaufender Dachreiter vorhanden, dessen Seitenwände jalousieartig gebildet sind (Text-Abb. 6).
4. Ueber jedem Binder ist die Wellblechhaut auf 0,6 m Breite unterbrochen (Abb. 8 Bl. 49) und die Lücke durch einen um 22 cm höher liegenden Wellblechstreifen überdeckt. Der über die Dachfläche streichende Luftzug weht unter diesen Wellblechstreifen und nimmt den etwa angesammelten Rauch mit.

Durch den zu 3 genannten Dachreiter ist zugleich eine ruhigere Gestaltung der Aufsicht der Halle erreicht, als wenn die sägeförmigen Oberlichter über den Hallenscheitel fortgeführt wären, während durch die zu 4 genannten erhöhten Wellblechstreifen in Verbindung mit dem in jedem Binderscheitel

angeordneten haubenartigen Blechaufsatz die todte Masse des Hallendachs in der Aufsicht in klarer Weise gegliedert ist.

Die Pfetten sind in den seitlichen, mit Wellblech gedeckten Dachflächen aus \perp -Eisen und unter den sägeförmigen Oberlichtern, wo sie nur in jedem dritten Knotenpunkt liegen, aus I -Eisen gebildet. Die Stöße derselben sind in der üblichen Weise in jedem zweiten Felde freischwebend angeordnet, wobei das zwischengehängte Stück an einem Ende drehbar und am anderen Ende sowohl drehbar wie mit Längsspielraum an den überstehenden Enden der Pfetten der Nachbarfelder aufgehängt ist. Bei der Bestimmung der Abmessung der Pfetten sind nur die senkrecht zur Dachfläche wirkenden Kräfte berücksichtigt. Dieses ist dadurch ermöglicht, daß die Spannweite der Pfetten in Bezug auf Kräfte, die den Bindern parallel wirken, durch zwei Flacheisen, welche in jedem Felde den Bindern parallel laufend über die Pfetten gelegt und mit diesen vernietet sind (in Text-Abb. 7 erkennbar), auf etwa ein Drittel der Binderentfernung eingeschränkt ist. Durch Vermittlung dieser Bänder heben sich bei gleichmäßiger Belastung die genannten Kräfte an den gleichgelegenen Punkten beider Binderhälften auf, während sie bei ungleicher Belastung sich auf mehrere Pfetten vertheilen. In dem mittleren Theil der Dachfläche sind diese Flacheisenbänder durch kräftige Sparren ersetzt, welche die Rinnen der sägeförmigen Oberlichter aufnehmen.

In ähnlicher Weise wie in der Dachfläche ist die Möglichkeit der Längsverschiebung auch in der Fensterwand der Haupthalle gewahrt. In jedem zweiten Binderfeld bildet nämlich das Mittelstück des Fensters einen besonderen Rahmen, der durch Stahlbänder, die in der Ebene der Trennungsfuge liegen, an den seitlichen Theilen aufgehängt ist (Abb. 2 und 3 Bl. 49). Die Stahlbänder gestatten durch ihre Biegsamkeit einen gewissen Spielraum in der Längsrichtung der Fensterwand, während sie senkrecht zu dieser die erforderliche Steifigkeit besitzen.

Der Berechnung der Bahnsteighalle sind folgende Annahmen zu Grunde gelegt:

- Schneelast 75 kg auf 1 qm wagerechter Ebene,
- Winddruck 120 kg auf 1 qm senkrecht zur Windrichtung,
- Winddruck $120 \cdot \sin \gamma$ kg auf 1 qm Ebene, die unter dem Winkel γ gegen die Windrichtung geneigt ist (vergl. Centralbl. der Bauverwaltung Jahrg. 1885 S. 60),
- zulässige Beanspruchung durch Eigengewicht, Schnee und Temperaturexpansion 1350 kg für das qcm,
- desgleichen durch Winddruck 900 kg für das qcm.

Die Ermäßigung der zulässigen Beanspruchung durch Wind auf $\frac{2}{3}$ des sonst zugelassenen Werthes ist wegen der stofsweisen Wirkung desselben erfolgt, während die Spannungen aus Temperaturänderungen und Schnee, weil allmählich eintretend, den ruhenden Lasten gleich gesetzt sind. Die Ungleichheiten der zulässigen Beanspruchungen werden am einfachsten dadurch berücksichtigt, daß der Winddruck anderthalbmal so groß, also auf 180 kg für das qm gesetzt und dann die Beanspruchung für das qcm gleichfalls zu 1350 kg angenommen wird.

Als Material ist von dem ausführenden Werke, der Dortmunder Union, für alle Theile, die einer umfangreicheren Bearbeitung bedurften, also insbesondere für die Hauptbinder, Schweißisen verwandt, obwohl die Wahl zwischen Schweiß- und Flusseisen freigestellt war. Das Werk glaubte bei der im Jahr 1891 erfolgten Vergebung Schweißisen mit größerer

Sicherheit in gleichmäßig guter Ware beschaffen zu können als Flusseisen.

Die Berechnung der Mittelbinder ist in der Weise ausgeführt, daß zunächst durch geeignete Annahme über die Größe des Scheitelschubes und die Vertheilung der bei Winddruck entstehenden wagerechten Kräfte auf die beiden Auflager für die verschiedenen Belastungsfälle Stützlinien gezeichnet wurden, die sich dem Augenschein nach nicht allzuweit von der wahren entfernten. Nachdem hieraus Spannungen und Querschnitt der einzelnen Stäbe vorläufig festgelegt waren, wurde durch Rechnung ermittelt, um wie viel bei der gemachten Annahme infolge der elastischen Formveränderung der einzelnen Stäbe eine Annäherung oder Entfernung der beiden Auflagerpunkte eintreten würde. Wird nämlich die Beanspruchung eines Stabes auf die Flächeneinheit mit $\frac{S}{f} = \frac{\text{Spannung}}{\text{Querschnitt}}$, seine Länge mit l und der Elasticitätsmodul mit E , also die Verlängerung oder Verkürzung des Stabes mit $\frac{Sl}{fE}$, ferner der Abstand vom gegenüberliegenden

Knotenpunkt mit y und die Höhe des letzteren über den Auflagern mit h bezeichnet, so ergibt sich der Einfluss des einzelnen Stabes auf die Vermehrung oder Verminderung der Spannweite zu $\frac{Slh}{fyE}$. Die Summe aller dieser Werthe, welche die gesamte Entfernung oder Annäherung der Auflagerpunkte darstellt, wird bei den vorläufig gemachten Annahmen im allgemeinen sich nicht gleich Null ergeben, vielmehr bedarf der angenommene wagerechte Schub noch einer Berichtigung. Zu diesem Zweck wird in gleicher Weise untersucht, um welches Maß eine zwischen den beiden Auflagern wirkende Zugkraft von 1 t diese einander nähern würde, und hieraus dasjenige Maß ermittelt, um welches der angenommene wagerechte Schub zu vergrößern oder zu verkleinern ist. Wird mit s die durch den Schub von 1 t in den einzelnen Stäben erzeugte Spannung bezeichnet, so ergibt sich der erforderliche Zusatzschub in t

$$H = \sum \frac{Slh}{fyE} : \sum \frac{slh}{fyE},$$

was sich, da $h = ys$ ist, vereinfachen läßt in

$$H = \sum \frac{Ssl}{f} : \sum \frac{s^2l}{f}.$$

Hiernach sind die Stützlinien und die Querschnitte der Stäbe berichtigt. Eine nochmalige Berechnung der Formveränderung mit den neuen Werthen von f ist kaum nöthig, wenn die zuerst benutzte Stützlinie sich nicht allzuweit von der neu ermittelten entfernt. Auch zeigt sich bei der Berechnung, daß der Einfluss der Wandglieder auf die Formveränderung sehr gering ist, sodafs dieselben von vornherein als unelastisch betrachtet werden können.

Die beiden Stirnseiten der Mittelhalle sind in der üblichen Weise oberhalb der durch den Zugverkehr bedingten lichten Höhe durch eine Glasschürze (Abb. 1 Bl. 50) geschlossen. Der auf diese Glaswand wirkende wagerechte Winddruck wird durch senkrecht stehende Träger theils nach oben auf einen in der Ebene des oberen Bindergurts liegenden gekrümmten Träger, theils nach unten auf einen am unteren Rande der Schürze liegenden besonderen Windträger übertragen. Die Gurtungen des oberen gekrümmten Windträgers werden durch die Hallenbinder gebildet. Die Wandglieder desselben bestehen aus den als Drucksteifen wirkenden Pfetten und den in der Fläche der

oberen Bindergurtungen angebrachten Rundeisen-Schrägstäben. Diese sind über drei Hallenfelder ausgedehnt (Abb. 2 Bl. 50), weil hierbei die Spannungsvermehrung, welche die Hauptbinder infolge des Winddruckes erhalten, noch in mäßigen Grenzen bleibt. Dieser dreifeldrige gekrümmte Windträger endigt in dem Punkte, wo der Obergurt des Hallenbinders mit einem Knick von der Segmentform in die senkrechte Richtung übergeht, also am oberen Ende des Binderfufses (in Knotenpunkt 24 in Abb. 4 Bl. 50). Hier befindet sich auch das Auflager des unteren Windträgers. Um die aus beiden Windträgern herrührenden wagerechten Kräfte von hier aus bis zur Bahnsteighöhe zu übertragen, sind schräge Druckstreben nach dem Fufse der Nachbarbinder geführt (Abb. 2 Bl. 50). Diese Streben reichen jedoch nur über zwei Hallenfelder, weil es erwünscht schien, den Bahnsteig möglichst wenig durch dieselben zu beengen. Zwei Felder reichen für diese Verstrebung insofern aus, als hierbei das Eigengewicht des Abschlufsbinders ohne künstliche Vermehrung durch Verankerung noch genügt, um ein Abheben desselben bei Sturm von den Auflagern zu verhindern.

Der untere Windträger endigt, wie erwähnt, in demjenigen Knotenpunkte des Abschlufsbinders, wo die obere Gurtung desselben von der Segmentform in die lothrechte Richtung übergeht. In dem Endfelde fällt die Trägergurtung mit dem von diesem Knotenpunkt ausgehenden schrägen Wandglied des Abschlufsbinders (Stab 24/23' in Abb. 4 Bl. 50) zusammen. Da dieses Wandglied etwas ansteigt, die Mittelfelder des Windträgers aber in einer wagerechten Ebene liegen, so ergibt sich zwischen den Endfeldern und den Mittelfeldern ein Knick in der Binderebene (bei Knotenpunkt 23' in Abb. 4 Bl. 50). Der Einfluss desselben auf die Beanspruchung des Abschlufsbinders ist bei dessen Berechnung berücksichtigt.

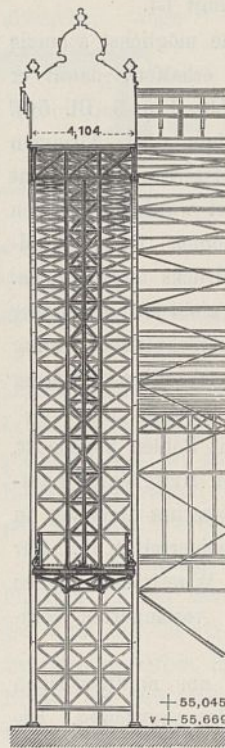


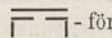
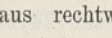
Abb. 8. Abschlufsbinder.

Durch den Windträger wird die Anordnung des Abschlufsbinders erheblich beeinflusst (Text-Abb. 8). Zunächst ist die Breite des Abschlufsbinders der Höhe des Windträgers angepaßt. Letztere beträgt bei 63,9 m Stützweite 4,06 m (Abb. 3 u. 5 Bl. 50), und dementsprechend ist der Abstand der beiden Hälften des Abschlufsbinders zu 4,1 m statt des Maßes von 0,8 m bei den Mittelbindern angenommen (Abb. 3 Bl. 50). Der Windträger schiebt sich hierbei an den Anschlusspunkten gerade zwischen die Knotenbleche der beiden Binderhälften (Abb. 5 Bl. 50). Die Gurte des Windträgers bilden wegen der festen Verbindung mit dem Abschlufsbinder für diesen Zugstangen. Infolge dessen braucht der Binder, wenn er nur unter dem Einfluss lothrechter Lasten steht, auf das Grundmauerwerk keinen Schub zu übertragen und hat demgemäß am einen Ende ein Rollenauflager erhalten (Abb. 13 bis 15 Bl. 50). Daher wurde eine besondere Berechnung des Abschlufsbinders erforderlich. Der Gang derselben schließt sich vollständig dem beim Mittelbinder eingeschlagenen an. Nur wird die Unveränderlichkeit der

Stützweite nicht durch Berichtigung des zwischen den Auflagerpunkten wirkenden Schubes, sondern durch entsprechende Berichtigung der Spannung in der Zugstange berücksichtigt. Die elastische Längenänderung der letzteren kann hierbei vernachlässigt werden, da sie gegenüber der großen Biegsamkeit des Binders nicht in Betracht kommt.

Die Wandglieder des Abschlufsbinders sind mit Rücksicht auf das Aussehen etwas anders gestaltet als beim Mittelbinder (Abb. 1 Bl. 50), indem von jedem Knotenpunkte rechtwinklige Druckstäbe und gekreuzte Zugstäbe ausgehen.

Die zwischen den beiden Binderhälften in jedem dritten Knotenpunkte angeordneten Queraussteifungen (Abb. 3 Bl. 50) bilden kurze Träger mit drei Feldern. An den mittleren Knotenpunkten derselben hängen die lothrechten Stäbe der Glasschürze, welche einerseits die Last der Schürze auf den Binder, andererseits den wagerechten Winddruck zum Theil auf die Binder, zum Theil auf den unteren Windträger zu übertragen haben. In der letztgenannten Beziehung wirken sie als Träger und bestehen daher aus zwei Gurtungen und der gitterartigen Wand. Die Glaswand liegt in der mittleren Ebene dieser lothrechten Träger und des Abschlufsbinders. Das Sprossenwerk derselben ist mit Rücksicht auf das Aussehen zum Theil erheblich stärker gehalten, als durch die Beanspruchung bedingt ist.

Der Windträger hat in der Ansicht eine möglichst schmale Gurtung von -förmigem Querschnitt erhalten, damit er nicht allzu kräftig in die Augen fällt (Abb. 3 u. 5 Bl. 50). Die Wandglieder bestehen aus rechtwinkligen -förmigen Druckstäben und schrägen Zugbändern. Letztere sind gekreuzt angeordnet, da mit der Möglichkeit gerechnet wurde, daß auch Wind von der Innenseite der Halle wirken könne. Dieser Winddruck ist zu einem Drittel des vollen Winddrucks angenommen. Der außen liegende Gurt des Windträgers ergibt sich schwächer als der innen liegende, da die für seine Querschnittsbemessung maßgebende Druckspannung durch die gleichzeitige Wirkung als Zugband des Binders erheblich vermindert wird.

Die obere Seite des Windträgers ist mit Bohlen abgedeckt, die sowohl im Inneren wie im Aeußeren der Halle einen Laufsteg bilden (Abb. 3 Bl. 50). Ein schweißeisernes Geländer in gefälligen Formen schließt diesen Laufsteg beiderseitig ab. Zur Unterstützung der schweren Gurtungen des Windträgers dienen Consolen, die unterhalb desselben von den verlängerten lothrechten Schürzengliedern ausgekragt sind.

Die Beweglichkeit der Binderauflager am nordwestlichen Hallenabschlufs ist in der Abb. 11 auf Bl. 50 angedeutet. Die Pfeile geben die Richtung an, in der sich die Auflager bei Abkühlung, also bei Verkürzung der Eisentheile bewegen. Die beiden Füße des Binders 29 sind danach vollständig unverschieblich gelagert und nehmen außer dem Binderschub die wagerechten Kräfte aus dem auf die Schürze wirkenden Wind auf. Zur Uebertragung derselben auf das Mauerwerk haben die Lagerböcke auf der Unterseite neben der Rippe senkrecht zur Bindermittellinie eine Rippe parallel zu dieser erhalten (Abb. 8 bis 10 Bl. 50). Beide Auflager des Binders 30 (Abb. 6 u. 7 Bl. 50) und das eine Auflager des Abschlufsbinders 31 (Abb. 12 Bl. 50) können sich in der Richtung der Hallenachse bewegen. Das zweite Auflager des mit einer Zugstange versehenen Abschlufsbinders muß der Verkürzung sowohl in der Binderrichtung wie in der Hallenachse folgen. In der Annahme, daß die Wärmeänderung eine gleichmäßige ist, ergibt sich die resultierende

Bewegung radial nach dem gegenüberliegenden Auflager des Binders 29 gerichtet, wie in Abb. 11 Bl. 50 angedeutet ist. Demgemäß sind die Rollen gelagert (Abb. 13 bis 15 Bl. 50).

Die Berechnung der in den Windverband einbezogenen Binder als Gurte des gekrümmten Windträgers hat sich bei näherem Eingehen weniger schwierig gezeigt, als anfänglich befürchtet wurde. Die Grundzüge der Berechnung sind folgende. Denkt man sich diesen gekrümmten Träger der Einwirkung des Windes auf die Schürze ausgesetzt, so treten in jedem Knotenpunkte folgende senkrecht zur Binderebene wirkenden Kräfte auf:

1. die Spannung in den rechtwinkligen Stäben (Pfetten);
2. die in deren Richtung fallenden Seitenkräfte der Spannungen der Winddiagonalen;
3. bei dem Abschlufsbinder der auf den Knotenpunkt wirkende Winddruck.

Diese halten sich gegenseitig im Gleichgewicht, sind aber für die Beanspruchung des Binders ohne Einfluß. In die Binderebene fallen nur die entsprechenden Seitenkräfte der Diagonalspannungen und die in den Bindern selbst in ihrer Eigenschaft als Gurtungen der Windträger auftretenden Spannungen. Da diese sich ebenfalls im Gleichgewicht halten müssen, so folgt, daß als äußere Kräfte für die Beanspruchung der Binder lediglich die in ihre Ebene fallenden Seitenkräfte der Winddiagonalen in Betracht kommen. Es handelt sich also in erster Linie darum, die Spannungen der Winddiagonalen zu ermitteln. Hierbei ist die Unbestimmtheit, die durch die Ausdehnung des Verbandes über drei Felder und das hierdurch entstehende dreifache System von Diagonalen sich ergibt, durch die allerdings nicht ganz zutreffende Annahme, daß drei hinter einander liegende Windträger vorhanden seien, deren jeder sich über ein Feld erstreckt und ein Drittel der wagerechten Kräfte aufnimmt, umgangen. Die hieraus berechneten Gurtungsspannungen werden sich in den mittleren Hallenbindern, die gleichzeitig Zuggurt des einen und Druckgurt des anderen Windträgers sind, größtentheils aufheben. Doch ist bei der Querschnittsbemessung auf diesen Ausgleich keine Rücksicht genommen. Für die äußeren Binder ergibt sich bei dieser Betrachtungsweise die Beanspruchung als Gurte der Windträger ziemlich genau so groß, als wenn unter Vernachlässigung der Mittelbinder ein Windträger von dreifacher Höhe und voller (also dreifacher) Belastung zu Grunde gelegt wird.

Die Ermittlung der Spannungen, die in den Wandgliedern des Windträgers und insbesondere in den Winddiagonalen auftreten, aus Grundrifs und Aufrifs macht dann keine Schwierigkeit. Dieselbe ist in Abb. 1 auf Bl. 49 in den beiden Linienzügen, die als „Momente für die Horizontalprojection“ und „Momente für die Verticalprojection“ bezeichnet sind, in folgender Weise zeichnerisch ausgeführt. Die Momentenlinie des oberen Windträgers ist sowohl im Grundrifs wie im Aufrifs in üblicher Weise ermittelt. Die Pole der zugehörigen Kräftepläne sind mit G und F bezeichnet. Die Spannungen der beiden Gurtungen werden dann dargestellt durch die beiden abgetrepten Linienzüge, von welchen der eine die Momentenlinie von innen (Zuggurt), der andere von außen (Druckgurt) berührt. Der Abstand dieser beiden abgetrepten Linienzüge stellt in der betr. Projection die Differenz der Gurtungsspannungen in jedem Felde, also die in die Richtung der Gurtung fallende Seitenkraft der Diagonalspannung dar. Die beiden Projectionen dieser Seitenkraft sind an den oberen Knotenpunkten 0, 3, 6 bis 24

des Binders aufgetragen (in der Abbildung im einzelnen nicht dargestellt), und zwar die aus der „Horizontalprojection“ ermittelten Kräfte wagerecht und die aus der „Verticalprojection“ ermittelten senkrecht. Die Zusammensetzung beider ergibt eine Mittelkraft, die in die Projectionsebene der Diagonalen, also in die Verbindungslinie der Knotenpunkte 0 und 3, 3 und 6 usw. fällt. Da dieses von vornherein bekannt ist, genügt die Ermittlung der Diagonalspannungen aus einer Projectionsebene. Die Ermittlung in der zweiten Ebene dient nur zur Prüfung der Richtigkeit. Die linke Hälfte des Binders in Abb. 1 auf Bl. 49 stellt einen der inneren Binder dar. Der Zug der Diagonalen wirkt daher nach außen, während derselbe auf der rechts dargestellten Hälfte des Abschlussbinders nach dem Scheitel hin wirkt. Durch Zusammensetzung der Diagonalspannungen mit dem Eigengewicht ergeben sich die mit Pfeilen bezeichneten äußeren Kräfte an den genannten Knotenpunkten. Für den Abschlussbinder ist dabei sowohl der Fall, daß der gesamte Abschlussbinder als Gurt des Windträgers wirkt, also das volle Eigengewicht desselben sich mit den aus den Diagonalen übertragenen Kräften zusammensetzt, als auch der Fall, daß nur die innere Hälfte derselben mit dem halben Gewicht sich an der Uebertragung beteiligt, untersucht. Die Knotenpunktkräfte sind dann zu Kräftepolygonen und zwar zu einem „für die linke Binderhälfte“ und dem vorstehenden entsprechend zu zwei „für den Abschlussbinder“ zusammengesetzt.

Für die linke Binderhälfte ist dann unter Benutzung des Poles *A* durch ein Seilpolygon die „Resultierende der Kräfte 0 bis 21“ ermittelt und dann vom Pol *E* aus „die Stützlinie für $H = 4,22 \text{ t}$ “, die nicht allzuweit von der Bindermittellinie sich entfernt, gezeichnet. Für diese ist dann in der früher beschriebenen Weise die Formveränderung des Bogens zahlenmäßig berechnet und dadurch dasjenige Maß gefunden, um welches der Scheitelschub berichtigt werden muß, damit die Forderung unveränderlicher Stützweite erfüllt ist. Mit dem berichtigten Scheitelhub $H = 0,19 \text{ t}$ ist dann die endgültige Stützlinie vom Pol *D* aus gezeichnet.

Wie die Abbildung zeigt, ist die Stützlinie wenig übersichtlich, da die Schnittpunkte zweier benachbarten Seiten meistens sehr weit von dem zugehörigen Binderfeld außerhalb des Bereichs der Abbildung liegen. Das Ergebnis dieser Berechnung ist, daß bei den Zwischenbindern der Obergurt in dem dem Scheitel zunächst gelegenen Felde etwas (auf Druck) verstärkt ist, indem die Querschnitte des Nachbarfeldes durchgeführt wurden, und daß der Untergurt zur Aufnahme von Zugspannungen geeignet gemacht ist.

Bei der rechten Binderhälfte (dem Abschlussbinder) wurde von der genauen Berechnung des Scheitelschubes abgesehen, weil bereits die vorläufig von Pol *B* und *C* aus ermittelten Stützlinien eine so günstige Lage zeigen, daß die Beanspruchung des Binders als Gurtung des Windträgers vernachlässigt werden kann, da die Beanspruchung durch Wind in der Richtung der Binderebene für alle Glieder ungünstiger ist.

Eine Ansicht des dem Dom zugekehrten Abschlussbinders zeigt Abb. 1 auf Bl. 50. Zu derselben mag folgendes bemerkt werden. Die Stirnfläche des Abschlussbinders ist auf der Innenseite der Wandglieder mit Wellblech bekleidet. Die Scheitel- und Eckaufsätze sind aus getriebenem Zinkblech mit einem

Eisengerippe, die Adler nebst Blattwerk, welche die Zwickel der Aufsattung ausfüllen, aus getriebenem Schweißseisen hergestellt. Diese Theile sowie andere rein architektonische Ziertheile sind bei dem nordwestlichen Abschlussbinder, der weniger bevorzugten Lage desselben entsprechend, fortgelassen. Die Verglasung der Schürze hat einen mattgrünen Grundton mit Mustern aus blauen, rothen, dunkelgelben und hellgelben Scheiben erhalten. Das von der Firma E. Grosse in Wiesau (Kreis Sagan) für die Schürze und die Fenster der Langseiten gelieferte „Patent-Kathedralglas“ zeichnet sich durch gute Lichtdurchlässigkeit und glatte Oberfläche, daher geringe Neigung zum Verschmutzen aus.

Die Binder der beiden Seitenhallen bestehen aus flachen Bögen von 13,4 m Stützweite und 2,3 m Pfeil, deren Schub durch eine Zugstange aufgenommen ist (Text-Abb. 6 und 10). Sie lagern an einem Ende unverschieblich aber drehbar auf kleinen Consolen, die an den Bindern des Mittelschiffes an derjenigen Stelle, wo die äußere Begrenzungslinie von der Lothrechten in den Segmentbogen übergeht, ange-

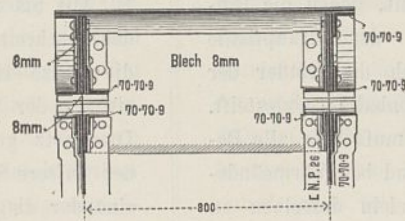
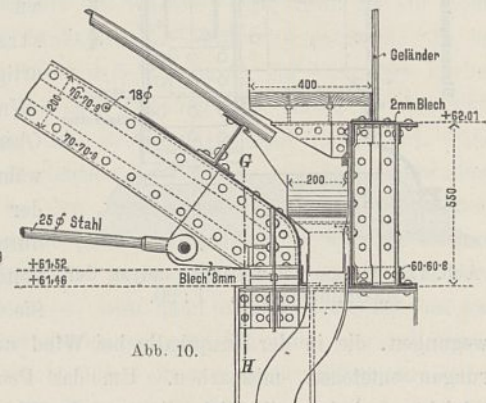
Abb. 9. Schnitt *GH*.

Abb. 10.

Abb. 9 u. 10. Lagerung der Seitenhalle auf der Wand an der Maximinenstraße.
1 : 25.

bracht sind. Am anderen Ende ruhen sie bei der südwestlichen Halle mittels Rollenauflegern auf der Wand des Vordergebäudes und bei der nordöstlichen Halle auf einer pendelnden Eisenfachwerkwand, die den Abschluss gegen die Maximinenstraße bildet (Text-Abb. 10).

Die Zugstange des bogenförmigen Binders ist in einzelnen Punkten an den Bindern aufgehängt und dabei so viel — in der Mitte um 24 cm — überhöht, daß die lothrechten Abstände zwischen derselben und dem nach einer Kreislinie gekrümmten Binder den Ordinaten einer Parabel entsprechen. Infolge dessen erhält der Bogen bei gleichförmig vertheilter Belastung nur axiale Beanspruchung.

Die Zweitheilung des Binders ist auch in der Seitenhalle durchgeführt. Doch konnte mit Rücksicht auf die geringere Gefahr des Zerknickens die Verbindung der beiden 0,8 m entfernten \sqsubset -förmig gestalteten Hälften auf Flacheisenkreuze, die nur in der Ebene der oberen Flansche angeordnet sind, beschränkt werden. Von der Anordnung eines Windverbandes zwischen zwei benachbarten Bindern ist ganz abgesehen.

Da die Seitenwand an der Maximinenstraße vollständig pendelt, wird ein Theil des auf sie treffenden Winddrucks durch die Binder der Seitenhalle auf die Binder der Haupthalle übertragen. Die Binder der Seitenhalle werden hierdurch jedoch nur wenig beeinflusst, da die hierbei übertragenen wagerechten Kräfte kleiner sind als die Spannung, die in der Zugstange infolge des Eigengewichts der Halle herrscht. Die Zugstange wird also

nur entlastet, aber nie ganz schlaff. Die Spannungsverminderung in dieser wirkt auf den Bogen nur insofern ein, als die Aufhängestangen an den Knickpunkten der Zugstangen infolge dessen einen geringeren Zug erhalten. Die Gelenke an den Auflagern (Text-Abb. 10) der Binder sind durch schmale prismatische Stäbe gebildet. Diese sind in die obere und in die untere Platte etwas eingelassen, um wagerechte Kräfte übertragen zu können. Um ein Abheben zu verhindern, was das vollständige Umkippen der Seitenwand zur Folge haben könnte, sind die Binder mit den unter ihnen befindlichen Stützen durch flache Bleche, die zwischen den beiden Binderhälften so angeietet sind, daß

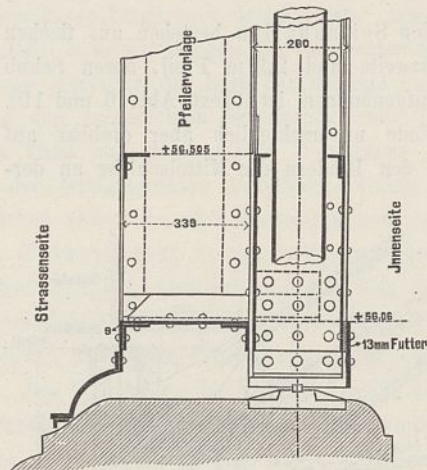


Abb. 11. Auflager der Längswand an der Maximinenstrasse. 1:20.

sie sich in der Ebene, in welcher das Auflager gelenkartig wirken soll, leicht verbiegen können, verbunden (Text-Abb. 9 und 10). Die Hallenwand an der Maximinenstrasse ist gelenkartig auf dem massiven Unterbau gelagert. Oben ist sie, wie erwähnt, gegen die Binder der Haupthalle durch die Binder der Seitenhalle abgesteift. Sie muß also alle Bewegungen, die in der Haupthalle bei Wind und bei Wärmeänderungen entstehen, mitmachen. Um das Pendeln derselben zu erleichtern, sind nur die Stiele, die unter den Binderauflagern stehen, auf dem Unterbau, also auf den durch schmale Vorlagen verstärkten Pfeilern aufgelagert (Text-Abb. 11). Zwischen diesen Stielen

ist die von großen Fensteröffnungen durchbrochene Wand so eingehängt, daß zwischen ihr und der auf dem Unterbau errichteten niedrigen massiven Brüstungsmauer eine — für das Auge verdeckte — Fuge verbleibt. Die Wärmeausdehnung in der Längsrichtung ist hier dadurch ermöglicht, daß in jedem zweiten Feld der Anschluß der Wand an die Pfosten auf einer Seite mit länglichen Löchern bewirkt ist.

Um die Unterhaltung des Eisenwerkes und der Verglasung zu erleichtern, ist auf bequeme Zugänglichkeit sämtlicher Theile der größte Werth gelegt, sodafs selbst an Schwindel leidende Personen fast überall hin gelangen können. So führen an folgenden Stellen bequeme zum Theil mit Geländern versehene Längsfulswege aus Holzbohlen die ganze Halle entlang:

1. über den äußeren Rinnen der Seitenhallen,
2. über den inneren Rinnen der Seitenhallen, also an der Außenseite der Seitenfenster der Mittelhalle (Abb. 5 und 6, Bl. 49),
3. über den Dachrinnen der Mittelhalle (Abb. 6 Bl. 49),
4. unterhalb der Oberlichtsättel in halber Höhe des Daches der Mittelhalle (Text-Abb. 6).

1. über den äußeren Rinnen der Seitenhallen,
2. über den inneren Rinnen der Seitenhallen, also an der Außenseite der Seitenfenster der Mittelhalle (Abb. 5 und 6, Bl. 49),
3. über den Dachrinnen der Mittelhalle (Abb. 6 Bl. 49),
4. unterhalb der Oberlichtsättel in halber Höhe des Daches der Mittelhalle (Text-Abb. 6).

Von letzterer führen zwischen den einzelnen Oberlichtsätteln Laufstege aus mit Leisten benagelten Bohlen (Abb. 7 Bl. 49) bis zum Dachreiter. Von diesen kann man ins Innere des Dachreiters gelangen und in diesem auf der Scheitelpfette die ganze Halle entlang gehen, vor dem Herabstürzen durch ein in der Fläche des Obergurtes der Dachbinder gespanntes Drahtnetz geschützt. Diese Laufstege, sowie der innere und der äußere Schürzengang sind durch zwei Treppen, die in den einander diagonal gegenüberliegenden Füßen der Endbinder sehr geschickt so angeordnet sind, daß sie einerseits dem Beschauer nicht auffallen, andererseits bequem besteigbar sind, zugänglich gemacht. (Schluß folgt.)

Die Stauschleuse in der Bocholter Aa in Bocholt.

Eine neue Ausführungsform von Wehren mit beweglichen Griesständern.

(Mit Abbildungen auf Blatt 51 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Im Laufe des vergangenen Jahres ist von dem Unterzeichneten innerhalb der Stadt Bocholt i. W. eine Stauanlage nebst Straßenbrücke ausgeführt worden, deren Beschreibung ein besonderes Interesse bietet, weil sie eine neue, von den bisher ausgeführten Anlagen wesentlich abweichende Bauart der Schützenwehre mit beweglichen Griesständern zeigt. Der Bau wurde veranlaßt durch die Regulierung der Bocholter Aa, eines Nebenflusses der Yssel, dessen mangelhafte Vorfluthverhältnisse eine durchgreifende Verbesserung erheischen.

Die Aufstellung des Entwurfs und die Ausführung des Bauwerks erfolgte durch den Unterzeichneten unter der Oberaufsicht und Mitwirkung des Meliorations-Bauinspectors Nolda in Münster i. W. im Auftrage und auf Kosten der Stadt Bocholt mit erheblicher Beihilfe des Staates und der Provinz. Die besonderen Entwürfe wurden in der Zeit vom 1. April bis Mitte Juni 1895 so weit gefördert, daß der Bau am 1. Juli in Angriff genommen werden konnte. Die Arbeiten wurden dadurch erschwert, daß zunächst die an derselben Stelle befindliche steinerne, in der ganzen

Sohlenbreite auf Beton gegründete alte Schleuse von ungenügender Durchflußweite nebst Brücke entfernt und das Bauwerk vor Eintritt der größeren Winterfluthen mit etwa 60 cbm/Secunde Wasserführung dem Betrieb übergeben werden mußte, um unabsehbaren Schaden zu verhüten.

Die Schleuse dient zum Stau einer Mühle, welcher zahlreiche, an der Aa belegene Fabriken folgen, sodafs darauf Bedacht zu nehmen war, während des Baues durch einen 3 m hohen Fangedamm oberhalb der Baustelle den Wasserspiegel auf der gewöhnlichen Höhe zu erhalten.

Auf die örtlichen Verhältnisse und die Ausführung der Gründungs- und Maurerarbeiten soll, obwohl diese wegen des anstehenden Triebsandes manches Bemerkenswerthe boten, im folgenden nicht näher eingegangen werden, und es mag sich die Erörterung auf die Bauart der eisernen Wehrtheile beschränken, zu deren besserem Verständniß zunächst einige allgemeine Betrachtungen dienen mögen. — Die bislang ausgeführten Schützenwehre mit beweglichen Griesständern leiden mehr oder

weniger an dem Uebelstand, daß die Vorkehrungen zum Aus- und Einschwenken der Griesständer, sowie ihre Feststellvorrichtungen

- a) unvollkommen oder kostspielig in der Anlage,
- b) unsicher und schwerfällig in der Bedienung sind.

Der Vorwurf der geringeren Widerstandsfähigkeit, welcher häufig allen Stauanlagen mit beweglichen Griesständern gemacht wird, ist nicht begründet, da bei guter Ausführung dieselbe Festigkeit und Dauerhaftigkeit sich erreichen läßt, wie bei unbeweglichen, und trifft mit Grund nur diejenigen Anlagen, bei denen vergängliche Theile dauernd unter Wasser sich befinden oder gar an der Sohle befestigt sind. Auch lassen sich die Stauanlagen mit beweglichen Griesständern ebenso dicht herstellen, wie solche mit festen Ständern, wie die neue Anlage in Bocholt beweist.

Es würde zu weit führen, auf die verschiedenen, bislang zur Ausführung gekommenen Griesständer-Anordnungen näher einzugehen. Zur Erkennung der Vortheile der neuen Bauart möge nur daran erinnert werden, daß es — mit wenigen Ausnahmen — erforderlich ist, Griesständer nach dem Unterwasser hin hochzuwinden, da vorgelagerte Eis- oder Schilfmassen einer stromaufwärts gerichteten Bewegung der Ständer hinderlich werden können. Das Zurückführen der Ständer in ihre senkrechte Lage entgegen der Stromrichtung behufs Erneuerung des Staus erfordert jedoch bei starkem Wasserandrang eine bedeutende Kraft, sodafs besondere bauliche Anordnungen getroffen werden müssen, die einen stromaufwärts gerichteten Zug auf die an der Oberwasserseite der Brücke befindlichen Griesständer ermöglichen.

Da consolenartige Ausleger nebst den erforderlichen Kettenzügen zwischen den Schützentafeln und ihren Führungsvorrichtungen schwer anzubringen sind, auch sonst zu Unzuträglichkeiten führen, so kamen für diesen Zweck bislang nur noch besondere, stromaufwärts angelegte Bedienungsbrücken in Betracht, die natürlich kostspielig in der Anlage sind und dabei die Bedienung schwerfällig machen.

Auch eine befriedigende Feststellvorrichtung, von deren Festigkeit und sicherer Wirkungsweise der Werth einer Anlage wesentlich abhängt, ist anscheinend noch nicht zur Ausführung gekommen. Es sei nur an das bekannte Pretziener Wehr erinnert, das die mittels einer Kette ein- und ausrückbare Sperrklinke besitzt, die durch ihr Gewicht einfällt, jedoch ein sicheres Eingreifen weder gewährleistet, noch kenntlich macht, weil die Haupttheile sämtlich unter Wasser liegen, während eine gute Feststellvorrichtung zwangsläufig und außerdem gegen böswillige Lösung bequem verschließbar sein muß.

Diese Uebelstände lassen sich durch Ausbildung der Griesständer zu doppelarmigen Hebeln in einfacher Weise beseitigen und mit ihrer Hülfe können leicht folgende wesentliche Vortheile erzielt werden:

1. Die Bewegung der Griesständer erfolgt mittels einer einzigen Antriebsvorrichtung nach dem Ober- und Unterwasser hin leicht und sicher durch einen Mann bei jedem Wasserstand.
2. Die Feststellvorrichtung der Griesständer läßt sich leicht zugänglich und zwangsläufig anordnen, sodafs sie mit untrüglicher Sicherheit wirkt. Sämtliche nicht unverwüstlichen Bestandtheile befinden sich ausserhalb des Wassers.
3. Mehrere Griesständer lassen sich zu einem Rahmen vereinigen, der von einer Stelle aus bewegt und verriegelt werden kann.

Zur näheren Klarstellung dieser Punkte mögen folgende Angaben dienen:

Zu 1. Am Ende des oberen Hebelarmes H_1 des Griesständers G , Text-Abb. 1, ist das eine Ende des Kettenzuges $Z_1 Z_2$ befestigt, der über das Antriebsrad A und unmittelbar weiter über zwei unterhalb der Brückenbahn befindliche Leitrollen bis zur Befestigungsstelle am unteren Ende des Griesständers geführt wird. Der über das Antriebsrad A laufende Theil der Kette ist kalibriert, und diese befindet sich in ihrer

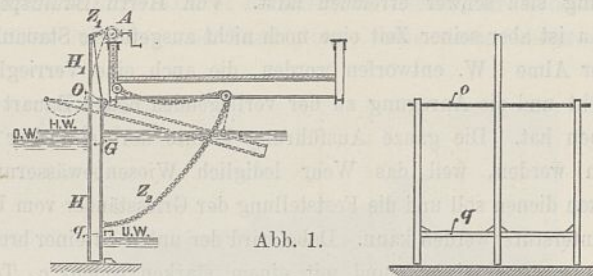


Abb. 1.

ganzen Länge ausserhalb des Wassers, wird sogar bis auf einen geringen Theil den Einflüssen der Witterung entzogen. Es ist nun ohne weiteres klar, daß die durch ein Vorgelege in beliebiger Richtung bewirkte Drehung des Rades A eine entsprechende Drehung des Griesständers zur Folge hat. Die Kette, die selbst bei gleichen Hebelarmen ungespannt angeordnet werden muß — da den verschiedenen Stellungen der Griesständer nicht die genau gleiche Kettenlänge entspricht, sondern die erforderliche Länge bei einer Drehung der Ständer um etwa 45° am größten wird —, wird dann an der einen Seite vom Antriebsrad A frei herunterhängen, ein Umstand, der vollständig unbedenklich ist, sobald durch einen einfachen Schutzbügel über A das böswillige Abstreifen vom Rade, etwa bei hochgezogenen Griesständern, verhindert wird. Ein verschleißbares Sperrrad hält die letzteren sowohl in der wagerechten wie senkrechten Lage fest, sodafs die Feststellung der Pfosten von dem bedienenden Wärter in aller Ruhe erfolgen kann.

Zu 2. Diese Feststellung geschieht gleichfalls unter Zuhilfenahme des oberen Hebelarmes H_1 , der die Anordnung einer leicht zugänglichen zwangsläufigen Feststellvorrichtung ermöglicht, ohne die Drehung des Griesständers zu verhindern, durch Verriegelung, bei welcher der Riegel entweder durch Schrauben, oder durch Hebelkraft bewegt wird.

Die Anwendung von Schrauben empfiehlt sich stets, sobald mehrere Griesständer zu einem Rahmen vereinigt werden, da hierbei eine gröfsere Kraftentwicklung möglich ist, um die vermehrte Reibung zu überwinden. Außerdem wird hierbei jede Störung ausgeschlossen, insofern die Verriegelung, sich selbst überlassen, stets in der ihr gegebenen Lage festgehalten wird und ein vorzeitiges Herabfallen des Riegels bei der Zurückführung des Pfostens in die senkrechte Lage unmöglich ist. In nebenstehender Text-Abb. 2 ist diese Art der Verriegelung dargestellt und zugleich mittels des Winkelhebels d eine für die Bedienung vortheilhafte wagerechte Lage der Schraubenspindel s herbeigeführt.

Sollen die Griespfosten einzeln beweglich bleiben, so genügt die billigere und einfachere Anordnung eines einarmigen

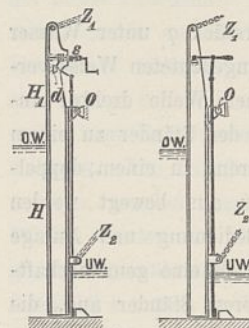


Abb. 2.

Abb. 3.

Hebels in der S. 430 angedeuteten Weise, Text-Abb. 3. Auch hier kann durch eine geeignete Vorkehrung, z. B. durch einen Absatz, auf den der Hebel seitwärts gedrückt wird, der Riegel in seiner höchsten Lage festgehalten werden.

Eine Feststellung von Griesständern mittels Verriegelung ist, so weit dem Unterzeichneten bekannt, bisher noch nicht ausgeführt, wohl aus dem Grunde, weil ohne Verlängerung der Ständer über ihren Drehpunkt hinaus die Anbringung einer derartigen, leicht zugänglichen und zugleich zwangläufigen Anordnung sich schwer erreichen läßt. Von Herrn Bauinspector Nolda ist aber seiner Zeit eine noch nicht ausgeführte Stauanlage in der Alme i. W. entworfen worden, die auch eine Verriegelung vorsieht und die Anregung zu der vorliegenden neuen Bauart mit gegeben hat. Die ganze Ausführung konnte dort einfacher gehalten werden, weil das Wehr lediglich Wiesenbewässerungszwecken dienen soll und die Feststellung der Griesständer vom Ufer aus unterstützt werden kann. Dabei wird der unten zu einer breiten Platte ausgeschmiedete und mit einem starken Gelenk *c*, Text-

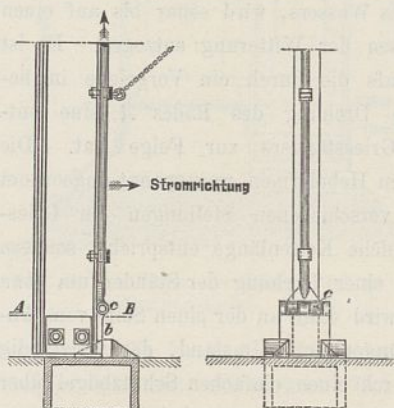


Abb. 4. Seitenansicht.

Abb. 5. Ansicht von der Unterwasserseite.

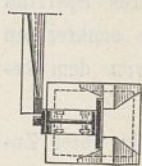


Abb. 6. Schnitt A B.

Abb. 4 bis 6, versehene Riegel mittels einer kurzen Kette, die von der Bedienungsbrücke aus zugänglich ist, hochgezogen, so daß der Griesständer zwischen den beiden Knaggen des in der Sohle eingelassenen gußeisernen Schuhs nach dem Unterwasser hindurchschlagen und hochgewunden werden kann.

Sobald die Kette dann freigelassen wird, fällt der Riegel in seine untere Lage zurück, da derselbe lose in seinen Führungen gleitet. Dies kann zu keinen schädlichen Stößen Veranlassung geben, denn

beim Herablassen des Ständers legt sich der um das Gelenk *c* bewegliche Theil *b* des Riegels schräg, sobald er gegen die Knaggen stößt, und schleift über diese so lange, bis bei weiter fortgesetzter Bewegung des Ständers gegen das Oberwasser hin der Theil *b* von den Knaggen herunterfällt und, indem er seine senkrechte Lage wieder annimmt und sich vor die Knaggen legt, den Griesständer selbstthätig feststellt.

Zu 3. Indem man durch ein Querstück *q* unter Wasser drei Griesständer in der in Text-Abb. 1 angedeuteten Weise verbindet und sie auf einer gemeinschaftlichen Welle drehbar anordnet, läßt sich leicht eine Vereinigung der Ständer zu einem Rahmen durchführen, der von dem mittleren, zu einem doppelarmigen Hebel ausgebildeten Griesständer aus bewegt werden kann. Es vereinfacht sich hierdurch Bedienung und Anlage naturgemäß erheblich, um so mehr, als auch eine gemeinschaftliche Feststellvorrichtung von dem mittleren Ständer aus, die ebenso dauerhaft ist und sicher wirkt, wie bei einzelnen Ständern angebracht werden kann, wie aus der Beschreibung der Bocholter Anlage selbst hervorgehen wird. Da außerdem mit Hilfe eines solchen Rahmens schnell und sicher eine beträchtliche Oeffnung freigelegt wird, so kann eine derartige Ausführung

auch als Floß- oder Schiffsdurchlaß dienen; namentlich, wenn die Schützentafeln innerhalb des Rahmens durch Klappen ersetzt werden, die sich um eine am Rahmen befestigte wagerechte oder senkrechte Achse drehen, und mit diesem zugleich hochgewunden werden, eine Anordnung, die sich ohne erhebliche bauliche Schwierigkeiten durchführen läßt.

Die Querverbindung *q* unter Wasser erscheint auf den ersten Anblick vielleicht bei Eisgang bedenklich in dem Augenblick, in dem sie beim Hochwinden des Rahmens die treibenden Eismassen durchschneidet. Veranschaulicht man sich jedoch durch Text-Abb. 1 die Lage der Querverbindung bei schräg eingestellten Griesständern, unter denen die vorher zurückgehaltenen Eischollen hinwegzugleiten beginnen, so ist klar, daß nur kleine Schollen, deren Größe durch den lichten Abstand der Griesständer von einander bestimmt ist, sich gegen das Querstück legen können, ein Umstand, der nicht ins Gewicht fällt, während große Schollen unter den Ständern hinwegtreiben bez. die letzteren hochheben, ohne das Querstück zu treffen.

Den Rahmen windschief verdrehende, d. h. excentrisch in der Richtung der Strömung wirkende Kräfte können nicht auftreten, wenigstens nicht in einer für eine kräftige Ausführung schädlichen Größe, sobald nur die Entriegelung an allen drei Ständern gleichzeitig erfolgt, und dies ist mit beliebiger Genauigkeit bei einer zwangläufigen Feststellvorrichtung leicht zu erreichen.

Es mag nun auf die ausgeführte Wehranlage selbst näher eingegangen werden.

Die Schleuse besitzt eine lichte Weite von 15,80 m, entsprechend einem Abstände der neun Griesständer von 1,60 m. Diese sind sämtlich drehbar angeordnet, und zwar sechs Ständer, je drei an jeder Seite, zu zwei Rahmen vereinigt, während die drei mittleren einzeln beweglich gelassen sind, um nach Bedürfnis auch eine kleinere Oeffnung freilegen zu können. Mit der Schleuse verbunden ist eine eiserne 6 m breite Straßensbrücke, deren zwei Hauptträger mit Rücksicht auf ein möglichst einfaches Anbringen der Antriebsvorrichtungen für Schützen und Griesständer als Parallelträger von 16,50 m Stützweite ausgebildet sind. Die gepflasterte Fahrbahn ruht auf Tonnenblechen, die sich unmittelbar von Querträger zu Querträger spannen; zwei Reihen Längsverbindungen aus U-Eisen dienen zur Versteifung dieser Querträger gegen den Zug der Tonnenbleche. Einem steigenden Verkehr in späteren Zeiten soll durch seitlich ausladende Fußsteige Rechnung getragen werden.

Die 2,20 m hohen und 1,48 m breiten Schützentafeln bestehen aus einem schmiedeeisernen Rahmen mit aufgenieteter 8 mm starker Blechplatte und erhalten ihre Bewegung durch eine Zahnstange. Zwei Schützentafeln, je im vierten Felde von den Widerlagern aus gerechnet, sind in zwei Hälften geteilt, können jedoch durch eine Kupplungsvorrichtung verbunden und dann wie eine Tafel bewegt werden. Dies ist geschehen, um den Abfluß geringer Wassermassen besser regeln zu können und um die an der Oberfläche schwimmenden kleineren Gegenstände und Unreinigkeiten abzuführen.

Das beigefügte Lichtbild, Text-Abb. 7, zeigt die von der Oberwasserseite her aufgenommene Gesamtanlage im Betrieb. Die fünf rechtsseitigen Schützentafeln sind hochgewunden, desgleichen die zu einem Rahmen verbundenen rechtsseitigen Griesständer bis zu einem Winkel von 45° und der anschließende einzelne Griesständer bis in seine höchste, wagerechte Lage.

Von der linken getheilten Schützentafel ist die obere Hälfte gleichfalls hochgezogen. Die Winden der Griesständer und Schützen sind, wie auf der linken Brückenhälfte ersichtlich, auf dem Obergurt des Hauptträgers angebracht, ohne in die Fahrbahn hineinzuragen. Die Feldweiten der Hauptträger entsprechen dem Abstand der Griesständer, und diese sind in der Mitte der Felder angeordnet, woselbst der Kettenzug der Winde ohne Störung hindurchgeführt werden kann und die Verriegelung leicht zugänglich ist. Der wagerechte Druck der Griesständer auf den Untergurt, welcher letzterer hierdurch in jedem Felde etwas auf Biegung beansprucht wird, kommt im vorliegenden Fall bei

ständer aufnehmen. Diese Schuhe, mit Cement untergossen und gegen Abheben durch Steinschrauben gesichert, ragen aus der im übrigen ohne Absatz durchgehenden Sohle nur mit den Knaggen hervor, die zur Feststellung bez. zur seitlichen Stütze der Griesständer dienen. Letztere werden nach dem Unterwasser hin hochgewunden und legen sich, wie in Abb. 2 Bl. 51 punktiert angedeutet, wagerecht unter die Brückenbahn.

Die Durchbildung von drei zu einem Rahmen vereinigten Griesständern ist aus Abb. 4 bis 9 Bl. 51 ersichtlich. Abb. 4 Bl. 51 zeigt die seitliche Ansicht des mittleren Griesständers nebst seiner Antriebsvorrichtung und Verriegelung, sowie einen Schnitt durch

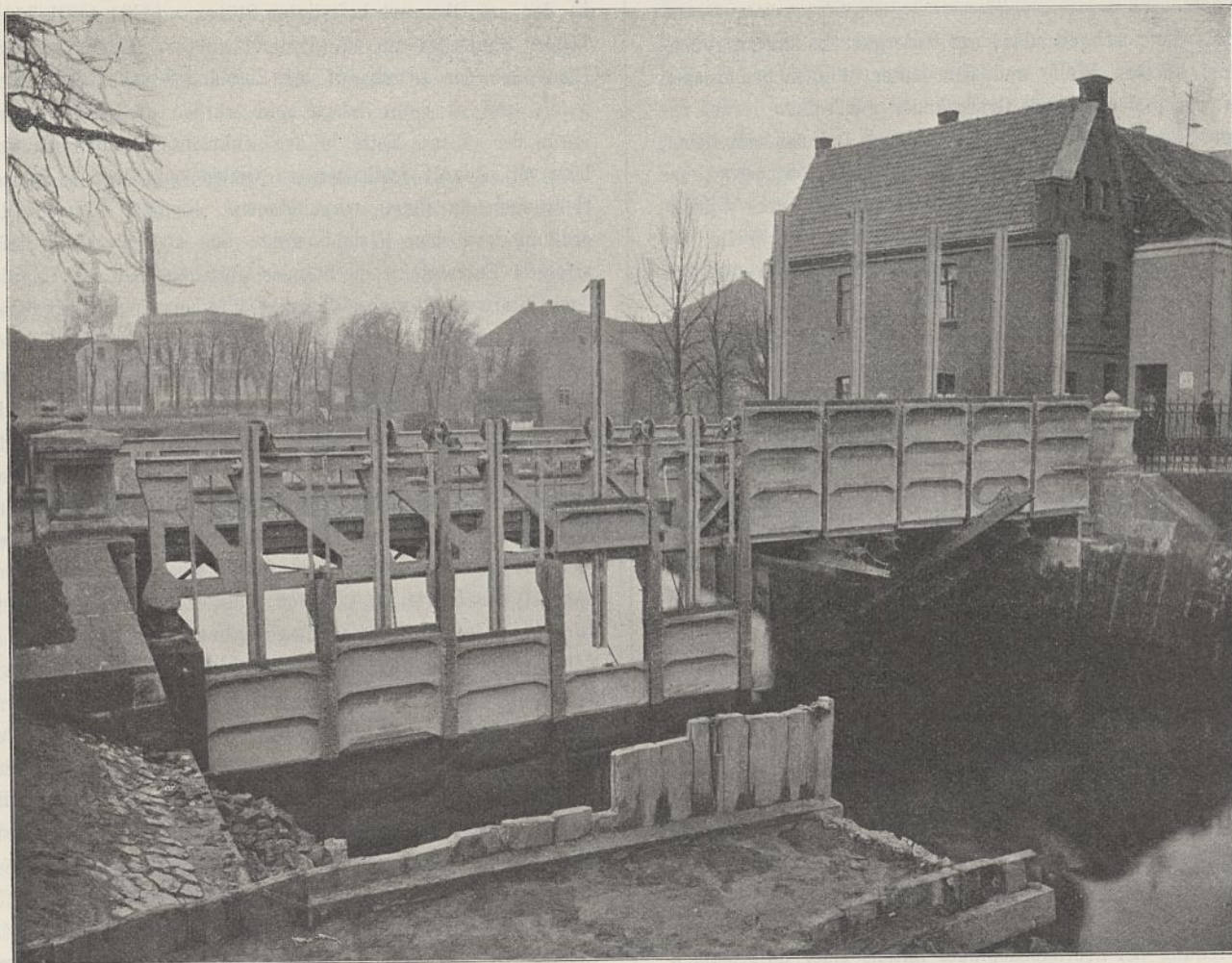


Abb. 7.

dem starken Querschnitt desselben nicht in Betracht. Dagegen ist es schon wesentlicher, daß der Zug in der Zahnstange der Schützentafel, der bei der starken Ausladung der Winde über den Obergurt hinaus, den letzteren auf Verdrehung beansprucht, dadurch unschädlich gemacht wird, daß die Schützenwinde sich über der Verticalen befindet.

Auf Bl. 51 ist die Anlage in ihren Einzelheiten zur Darstellung gebracht. Abb. 1 bis 3 zeigt die Gesamtanordnung der Schleuse, die in ihrer Gründungsart und der Form ihrer Widerlager nichts besonders Bemerkenswerthes bietet. Das 1,20 m starke Betonbett ist mit 0,30 m hohen, in Cement versetzten Säulenbasalten abgepflastert, bis auf den Fachbaum, der aus zwei Reihen Werksteinen aus Basaltlava von durchschnittlich 0,40 m Stärke besteht. Die vordere Reihe enthält die 0,60 m hohen Quader, welche die gußstählernen Schuhe für die Gries-

die halbe Fahrbahn. Der obere Hebelarm des Ständers mußte mit Rücksicht auf die hohe Lage des Antriebsrades, das aus einer Kettennufs besteht, etwas lang ausgeführt werden, doch läßt sich infolge dessen das Zurückführen des Rahmens in seine senkrechte Lage der Stromrichtung entgegen um so leichter bewerkstelligen. Um trotzdem ein gefälligeres leichteres Aussehen zu erzielen, wurden Steg und die diesen stromaufwärts säumenden Winkel in der aus Abb. 4 u. 5 Bl. 51 ersichtlichen Weise abgearbeitet, während die Winkel an der Unterwasserseite ganz fortfallen konnten, da die verhältnismäßig geringe Beanspruchung diese entbehrlich macht. Der 13 mm starke Kettenzug ist mittels eines durch die Deckplatte des Obergurtes gebohrten Loches auf dem kürzesten Wege über zwei Leitrollen zur Befestigungsstelle am unteren Theil des Griesständers geführt und hierdurch fast in seiner ganzen Länge den Einflüssen der

Witterung entzogen. Er wird infolge der sehr schwer gebauten Ständer bei wagerechter Lage des Rahmens mit etwa 1200 kg beansprucht, doch läßt sich naturgemäß diese Beanspruchung entsprechend der Vergrößerung des Hebelarmes auch verringern, wenn man sich nicht scheut, die Befestigungsstelle der Kette unterhalb des Unterwasserspiegels anzubringen. Die Griesständer erhielten einen möglichst gedrungenen Querschnitt, einmal, um an Bauhöhe zu sparen, die ja durch die wagerechte Stellung der Ständer mit beeinflusst wird, sodann, um der zerstörenden Einwirkung des Wassers eine möglichst geringe Oberfläche zu bieten. Hierbei beträgt die stärkste in den Losständern auftretende Spannung bei einem Wasserüberdruck von 2,50 m 1000 kg/qcm.

Mittels der durchgehenden, am Untergurt in Lagern ruhenden 45 mm starken Welle und dem unter Wasser befindlichen Querstück wurde der mittlere Griesständer mit seinen beiden benachbarten Pfosten, Abb. 5 Bl. 51, zu einem Rahmen verbunden, wobei bemerkt werden mag, daß das Querstück wiederum der gedrungenen Form halber durch zwei aufeinandergenietete Winkel-eisen mit starken Schenkeln gebildet ist und die Welle der leichteren Aufstellung halber aus zwei gleichlangen Stücken besteht.

Die Hängelager der Griesständer sind aus Abb. 4, 5, 7 u. 8 Bl. 51 mit genügender Deutlichkeit ersichtlich. Der Verfasser hat sie der kurzen Lieferfrist wegen an den zu einem Rahmen verbundenen Griesständern genau so ausführen lassen, wie an den einzelnen Ständern, obwohl sie an den ersteren bedeutend einfacher gestaltet werden könnten.

Die Feststellung, Abb. 4 bis 9 Bl. 51, erfolgt an allen drei Ständern gemeinschaftlich durch eine Verriegelung entsprechend der Text-Abb. 1. Zu dem Zweck ist das Stehblech am oberen Hebelarm des mittleren Ständers etwa in halber Höhe abgeschnitten, Abb. 4 Bl. 51, und durch zwei seitlich auf die Schenkel der Winkel-eisen aufgenietete 6 mm starke Bleche mit den erforderlichen Futterstücken ersetzt (Abb. 4, 5, 9 Bl. 51). Der hierdurch eingeschlossene und gegen Regen geschützte Zwischenraum dient zur Aufnahme der Schraubenspindel mit Mutter aus Rothguß, die wie ein Kreuzkopf in Schlitzen der erwähnten Bleche geführt wird und mit ihren seitlich hervorragenden Zapfen in die länglichen Augen der beiderseits angebrachten Kniehebel eingreift (Abb. 4 u. 9 Bl. 51). Bewegt sich bei Drehung der Schraubenspindel mittels einer aufgesetzten Kurbel die Mutter, so erfolgt eine Drehung der Kniehebel und dadurch eine lothrechte Bewegung des mit ihnen durch ein Gelenkstück verbundenen Gestänges, das unten an der Sohle den Riegel trägt.

Die Bewegung der Verriegelung am mittleren Ständer wird nun folgendermaßen auch den Riegeln der gekuppelten Nebendänder mitgeteilt: Der Welle *O* gegenüber ist das Gestänge zu einer Schleife ausgeschmiedet und umschließt mit dieser den auf der Welle — an der gleichzeitig die Griesständer aufgehängt sind — aufgekeilten Daumen *D* (Abb. 4 u. 8. Bl. 51). Wird mithin die Verriegelung am mittleren Griesständer gehoben oder gesenkt, so dreht sich entsprechend die Welle *O*. Auf dieser sind nun den beiden benachbarten Griesständern gegenüber zwei dem ersten ganz gleiche Daumen befestigt, die ihrerseits in entsprechende Schleifen der zu jenen Ständern gehörigen Riegelgestänge eingreifen und diese Riegel bei einer Drehung der Welle gleichzeitig mit der Verriegelung des mittleren Ständers in Bewegung setzen.

Wie aus Abb. 5, 7 u. 9 Bl. 51 ersichtlich, wird die gute Bewegung und Führung der Schützentafeln durch die Verlängerung der Griesständer über ihren Drehpunkt hinaus und deren Verriegelungsvorrichtung in keiner Weise beeinträchtigt. Die Griesständer schlagen mit 2 cm Spielraum durch die hochgezogenen Schützentafeln hindurch, da die Tafeln zwischen sich eine Öffnung von 12 cm frei lassen, und die auf dem Stehblech des Ständers befestigten Theile der Verriegelung auf einen Raum von 10 cm Breite zusammengedrängt sind. Auch die auf die Schraubenspindel gesetzte Handkurbel kann keine Störung hervorrufen, da die Kurbel beim unerwarteten Durchschlagen der Ständer sich von selbst abstreift und stets in der Hand des Wärters bez. in der am Obergurt befestigten Stütze *s* (Abb. 4 Bl. 51) bleibt. Dieser Punkt ist um so wichtiger, als z. B. bei vorgelagerten Eismassen der Druck auf die Losständer sehr beträchtlich sein kann, und es dann falsch sein würde, die Ständer etwa mit Hilfe der oberen Kette in der senkrechten Lage noch eine Zeit lang mit Gewalt festhalten zu wollen, um irgend welche Verriegelungen an ihnen vorzunehmen. Es war vielmehr die Anordnung von dem Gesichtspunkte aus zu entwerfen, daß nach erfolgter Entriegelung die Ständer plötzlich und mit Gewalt nach dem Unterwasser durchschlagen, sodafs keine Theile mit ihnen auch nur vorübergehend in Verbindung gebracht werden dürfen, die bei Unachtsamkeit eine freie Bewegung der Ständer verhindern.

Die Verriegelungsvorrichtung der einzelnen Griesständer, die im übrigen genau so gestaltet sind, wie die zu einem Rahmen vereinigten, ist durch Abb. 10 bis 12 Bl. 51 veranschaulicht. Es genügt hier, wie oben erwähnt, ein einfacher Hebel, um das Gewicht und die Reibung der Feststellvorrichtung zu überwinden.

Auch hier kam es darauf an, eine gedrängte Anordnung von 10 cm Breite zu schaffen, die es zugleich gestattet, den Riegel in seiner höchsten Lage schnell festzulegen, um gleich nach der Entriegelung den durchschlagenden Ständer sich selbst überlassen zu können. Dies ist durch eine aufgenietete Platte erreicht, deren rechtwinklig gebogener, der Brückenbahn zugewandter Theil einen Schlitz aufweist, in dem der Hebel der Verriegelung sich bewegt. Das Auge bei *C* (Abb. 11 Bl. 51) dreht sich mit Spielraum um den zugehörigen Zapfen, sodafs es möglich ist, den Hebel bei seiner Entriegelung in der höchsten Lage schnell nach rechts auf den Absatz *P* (Abb. 10 Bl. 51) zu drücken, bevor der Griesständer entweicht. Zur größeren Kraftentfaltung und besseren Handhabung ist der Hebel durch ein lose sitzendes Aufsatzstück *a* (Abb. 11 Bl. 51) verlängert, das, wenn es dem Wärter entgleiten sollte, ohne an den Obergurt zu stoßen, mit durchschlagen kann und zu diesem Zweck gebogen ist.

Sowohl die Verriegelung der gekuppelten, wie der einfachen Griesständer ist durch ein Hängeschloß in einfacher Weise verschließbar, um eine böswillige Lösung zu verhüten. Das eine Mal hindert der Verschluss (in der Abb. nicht mit aufgenommen) die Drehung der Schraubenspindel, das andere Mal die Bewegung des Hebels. Bemerkenswert mag übrigens werden, daß eine bis zur Sohle gesenkte Schützentafel ein Durchschlagen der zu ihr gehörigen Griesständer verhindert, da sich die Tafel unten gegen die Knaggen des Schuhs legt und die stromaufwärts gelegenen Winkel der Griesständer ihrerseits gegen die Schützentafel stoßen. Die Riegelzunge selbst ist zu einem breiten schaufelförmigen Stück ausgeschmiedet. Die starken Knaggen, gegen die sie sich stützt, lassen zwischen sich genügenden Spielraum, um den etwas abgearbeiteten Griesständer hindurchführen zu können. Hierbei

ist zu beachten, daß die führenden Kanten der Knaggen nach dem Unterwasser hin trichterförmig auseinander gehen, um das Hineingleiten des Losständers zu erleichtern. Ferner muß letzterer im verriegelten Zustand seitlichen Stößen gegenüber an der Sohle im Schuh Halt finden, auch einer Verdrehung um seine senkrechte Mittellinie, die stets eintritt, wenn die eine Schützentafel gezogen ist, während die Nachbartafel noch im Wasser sich befindet, Widerstand entgegensetzen. Dies ist durch zwei weitere Knaggen oberhalb der ersteren erreicht, die die stromaufwärts gerichteten Flanschen des Ständers zwischen sich fassen und zugleich eine nothwendige Führung für den zurückpendelnden Ständer bilden. (Vergl. das angenietete Schmiedestück *F* Abb. 4 u. 6 Bl. 51.)

Bei den zu einem Rahmen vereinigten Griesständern genügt es natürlich den mittleren zu führen, und die stromaufwärts gelegenen Knaggen an den Schuhen der seitlichen Ständer fallen am besten ganz fort. Aber auch die Knaggen des mittleren Schuhs brauchen sich nicht dicht an die Flanschen des Pfostens zu legen, da der Rahmen in sich genügend Steifigkeit besitzt und nur gegen starke seitliche Stöße gesichert sein muß. Dies ist wichtig für die Längenänderung der Brücke bei Wärmeschwankungen, die weiter unten noch besondere Berücksichtigung finden werden.

Besonders mag noch die vollständig gelungene Dichtung unterhalb der Losständer zwischen den Schützentafeln erwähnt werden, die in ihrer vorliegenden einfachen Form ein Verdienst des liefernden Werkes ist. Da nämlich die Griesständer schon mit Rücksicht auf eine Durchbiegung der Brücke bei voller Verkehrslast, ungenaue Montage u. dergl. mit etwa 2 cm Spielraum an der Sohle pendeln sollten und die Schützen, wie erwähnt, 12 cm von einander entfernt sind, so ergab sich ohne weitere Vorkehrungen unter jedem Ständer eine Quelle von etwa 24 qcm; bei neun Ständern stellte dies einen bedeutenden Wasserverlust dar, der bei einer guten Anlage unbedingt vermieden werden mußte. Es war nun von vorn herein klar, daß der breite Riegel zur Abschneidung dieser Wasseradern in erster Linie berufen war. Um jedoch auch eine seitliche Quelle zwischen Riegel und Schützentafel abzuschneiden, gab das Werk dem Riegel die nach dem Oberwasser hin zurücktretende Form (Abb. 4 u. 6 Bl. 51), sodafs die 34 mm breite seitliche Führungsleiste *N* (Abb. 6 Bl. 51) des Schützes dicht an der Rückseite des Riegels hinableitet, und erreichte hierdurch die vollkommene Dichtung.

In Abb. 13 bis 22 Bl. 51 sind die Schützentafeln mit ihren Führungsvorrichtungen dargestellt, und zwar zeigen Abb. 13 bis 21 die getheilten Schützen, die nach Belieben mittels einer Kupplung miteinander verbunden werden können. Die Schützentafeln hängen an Zahnstangen, die durch zwei seitlich angebrachte \perp Eisen versteift werden. Wie aus Abb. 16 ersichtlich, ist die Aufhängung der schweren Schützen an dem Antriebsrade der Winde stark excentrisch, sodafs ein starker Druck die Tafeln auch auferhalb des Wassers stets gegen ihre Gleitflächen preßt, und nur eine einseitige Führung senkrecht zur Ebene der Schützen nothwendig wird, während die seitliche Führung durch die vorspringenden Schenkel der auf die Tafeln genieteten Winkel *N* gewährleistet wird. Den nothwendigen Gegendruck gegen das Antriebszahnrad der Winde, der verhindert, daß die Zahnstange aus dem Eingriff des letzteren herauspringt, giebt das Leitrollenpaar *R* (Abb. 16 u. 18 Bl. 51), das von den \perp Eisen der

Zahnstangen umfaßt wird und am Obergurt befestigt ist. Oberhalb der Griesständer übernehmen zwei Leisten *L*, die aus genau abgehobelten \perp Eisen bestehen, die Führung der Schützen. Wirkungsweise und Befestigungsart dieser Leisten ist am besten aus den Abb. 4, 5, 7 u. 9 Bl. 51 ersichtlich.

Die Vereinigung der getrennten Schützenhälften, von denen die obere fest mit der Zahnstange verbunden ist, geschieht durch einen Druck auf einen am oberen Ende der Zahnstange befestigten doppelarmigen Hebel (Abb. 16 Bl. 51), der durch ein leichtes Gestänge, das im Hohlraum der Zahnstange geschützt hinabgeführt wird, die Kupplung ein- oder ausrückt. Diese ist, etwas abweichend von der ursprünglichen Ausführungsform des Verfassers, der als Kniehebel ausgebildete Haken durch das Gestänge bewegen liefs, von der Fabrik in der in Abb. 19 bis 21 Bl. 51 dargestellten Weise bewerkstelligt. Auf dem Zapfen *B*, der durch ein Schmiedestück an den \perp Eisen der Zahnstange befestigt ist, sitzen drehbar die daumenartig geformten drei Stützen *T*. In diese sind schräge, d. h. nicht radial gerichtete Schlitzte eingearbeitet, durch die ein mit dem Gestänge der Kupplung verbundener Dorn *K* hindurch geht. Die Schlitzte der beiden äußeren Stützen sind gleich gerichtet und decken sich, während der Schlitz der mittleren und stärkeren Stütze nach der entgegengesetzten Seite von der Richtung der Mittellinie abweicht. Wird nun das Gestänge und somit auch der Dorn *K* nach unten gedrückt, so schlagen die Stützen auseinander (Abb. 19 Bl. 51) und legen sich unter die Schmiedestücke *Q*, die auf der unteren Schützentafel festgenietet sind, sodafs bei einer Bewegung der Zahnstange die untere Schützenhälfte mitgenommen wird. Zu diesem Zweck befinden sich in den Stegen der \perp Eisen, den Stützen gegenüber, entsprechende Durchbrechungen. Die Stützen ziehen sich in den Raum zwischen den \perp Eisen zurück, d. h. sie schlagen ineinander, sobald das Gestänge mit dem Dorn *K* hochgezogen wird, und die Zahnstange kann nun mit der an ihr festgenieteten oberen Schützentafel allein hochgewunden werden (Abb. 14 Bl. 51). Die Stützen nebst der Gabel des Gestänges sind aus Rothguß hergestellt; hierdurch wird ein Zusammenbacken infolge von Rost verhütet.

Um nun böswilliges Lösen der Kupplung etwa bei hochgezogener Schützentafel und ausgeschwenkten Griesständern unmöglich zu machen, dient der Bolzen *S* (Abb. 17 Bl. 51), der, durch ein Hängeschlofs in seiner Lage gesichert, ein Herunterdrücken des Handgriffs oben an der Zahnstange verhindert. Eine gewisse Starrheit in der Verbindung der beiden getheilten Schützen, die für ihre gute Führung nothwendig ist, wird durch die Schmiedestücke *Q* und *Q*₁ erreicht (Abb. 13 u. 14 Bl. 51), welche die bis zur Sohle verlängerten \perp Eisen der Zahnstange eng umschließen. Die Ausführung der ungetheilten Schützentafeln ist mit geringen Abweichungen aus Abb. 22 Bl. 51 ersichtlich und bedarf keiner weiteren Erläuterung. Von der Anwendung von Buckelplatten zu den Schützentafeln, die das Gewicht derselben verringern, wurde auf Wunsch des Werkes nachträglich Abstand genommen, um die schnelle Herstellung zu erleichtern. Derselbe Grund veranlafste auch die Anbringung der Blechhaut an der Unter- statt an der Ober-Wasserseite des Rahmens, wie dies des besseren Aussehens halber vielleicht wünschenswerth erscheint.

Die Schützenwinde (Abb. 27 bis 30 Bl. 51) besitzt zwei Vorgelege in gedrängter Anordnung. Von der Anwendung eines Schraubenantriebs wurde der Kraftersparnis halber abgesehen

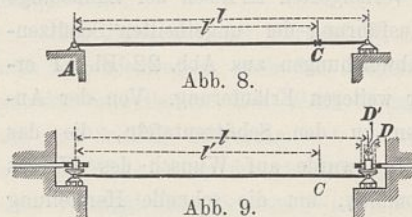
und eine Räderübersetzung mit sicherer verschleißbarer Sperrvorrichtung vorgezogen, doch soll nicht verschwiegen werden, daß gerade bei beweglichen Griesständen ein Schraubenantrieb, der die denkbar beste selbstthätige Sperrvorrichtung darstellt, viel Vorzüge besitzt. Der Zapfen am ersten Vorgelege dient zum schnelleren Herunterlassen der hochgezogenen Schützen.

Abb. 23 bis 26 Bl. 51 zeigen die Winde für die einzelnen Griesstände, die nur ein Vorgelege besitzt, während für die gekuppelten Ständer noch ein zweites nach Art der Schützenwinde angeordnet worden ist.

Ueber dem Kettenrade *A*, Abb. 4 Bl. 51, befindet sich ein einfacher Schutzbügel, der ein böswilliges Abstreifen der Kette vom Rade bei hochgewundenen Griesständen verhindert.

Erwähnt mag noch werden, daß sämtliche Zahnräder, Lager und Wellen an der Schleuse, mit Ausnahme der unteren Auflager-Platten der Brücke, aus Gußstahl gefertigt sind und alle Wellen in Schalen aus Rothguß laufen. Auch die Gleitflächen für die Schützen an den Griesständen und in den Falzen der Widerlager bestehen aus Rothguß. Außerdem sind sämtliche Theile, die mit dem Wasser in Berührung kommen, verzinkt. Im übrigen ist vorwiegend Flußeisen zur Verwendung gekommen.

Um die Längenänderung der Hauptträger unter dem Einfluß der Wärme für das Grieswerk bedeutungslos zu machen, ordnete Verfasser an beiden Widerlagern bewegliche Lager (Rolllager) an, und begrenzte deren Bewegung an jedem Widerlager sowohl nach außen, wie nach innen. Der Zweck der Anordnung wird aus den Text-Abb. 8 u. 9 ersichtlich. Text-Abb. 8 zeigt die gewöhnliche Ausführung bei je zwei festen und zwei beweglichen Auflagern. Hier wird, wenn *A* das feste, linke Auflager, *C* den Aufhängepunkt des am weitesten rechts befindlichen Griesständers bedeutet und die Wärmeschwankungen t° betragen, die Verschiebung d' des Punktes *C* werden:



1) $d' = l' \cdot c \cdot t$ mm, wenn *c* die Ausdehnungszahl des Eisens ist.

Die Anlage in Bocholt dagegen wird durch Abb. 9 gekennzeichnet. An den beiden beweglichen Lagern befinden sich starke Zapfen, die mit Spielraum von fest in den Schildmauern der Widerlager befindlichen Ankern umschlossen werden. Der nothwendige Spielraum beträgt, wenn *D* die Zapfenstärke, D_1 der Durchmesser des Auges im Anker ist, offenbar:

2) $D_1 - D = \frac{l}{2} \cdot c \cdot t^{\circ} = d_0$

d. h. gleich der halben Längenänderung des ganzen Trägers durch die Wärme. Dies ist zugleich die größte Verschiebung, die überhaupt auftreten kann, aber auch allen Punkten des Trägers gemeinschaftlich. Sie ist nur möglich bei mittlerer Wärme, bei der der die Zapfen in den Augen der Anker den größten Spielraum für ihre Bewegung vorfinden. Bei größerer und geringerer Wärme verringert sich gleichmäßig dieser Spielraum, bis er endlich bei dem als höchsten bez. als niedrigsten angenommenen Wärmegrade = 0 wird.

Die Verschiebung irgend eines Punktes z. B. *C'* ist dann nur noch durch die Längenänderung des Trägers infolge der Wärme bestimmt und wird leicht für die Grenzwerte ermittelt zu:

$d_0' = \left(l' - \frac{l}{2} \right) \cdot c \cdot t$.

Dieser Werth ist geringer als derjenige von d_0 .

Die Verbindung von 1) und 2) giebt: $\frac{d_0}{d'} = \frac{l}{2l'} \cdot d_0 = \frac{l}{2} \cdot \frac{d'}{l'}$

Ist $l = 16,5$, $l' = 16,5 - 1,86 = 14,64$, so wird

3) $d_0 = 0,56 d'$.

Mithin ist durch die Anordnung der beiderseits beweglichen

Lager der Einfluß der Wärme auf die Längenänderung der Träger beinahe auf die Hälfte seines Werthes bei gewöhnlicher Ausführung eingeschränkt, und es beträgt hier z. B. der Spielraum, der den Rahmen im Schuh an der Sohle zu geben ist, damit sie bei Wärmeunterschieden von 60° C. ohne seitliche Reibung an den Knaggen durchschlagen können (sich Gl. 2):

$d_0 = \frac{16,5}{2} \cdot 0,0000118 \cdot 60 = 6,2 \sim 7,0$ mm

d. h. auf beide Seiten vertheilt 3,5 mm.

Thatsächlich kann der Spielraum mit Rücksicht auf eine gewisse Elasticität des Rahmens in seitlicher Richtung geringer sein, während bei den einzeln beweglichen Griesständen die Längenänderung der Brückenträger überhaupt nicht in Betracht kommt.

Indessen ist erforderlich, die Schützentafeln mit entsprechendem Spielraum, der hier zu 4 mm angenommen ist, zwischen den Ständern anzuordnen, um ein Klemmen zu verhüten.

Text-Abb. 10 bis 12 zeigen ein stromaufwärts gerichtetes Lager, dessen oberes Sattelstück, und somit auch der Träger, durch die Steinschrauben der unteren Lagerplatte in einfacher Weise mit verankert ist, um ein Abspringen desselben aus dem Rolllager infolge des wagerecht wirkenden Wasserdrucks unmöglich zu machen. Es wäre dies ohne weitere Vorkehrungen denkbar etwa bei abgedeckter Fahrbahn, an der Ausbesserungen

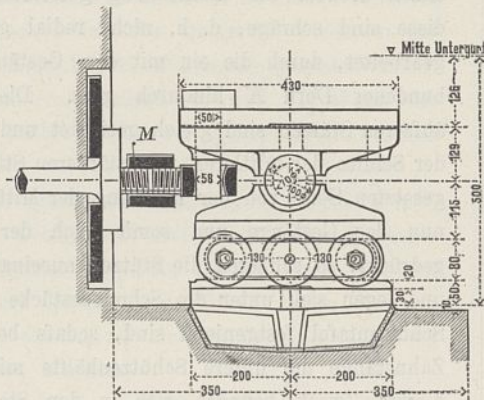


Abb. 10.

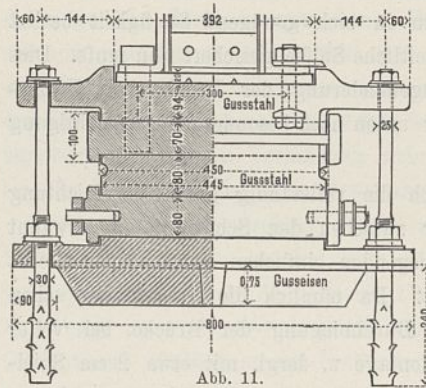


Abb. 11.

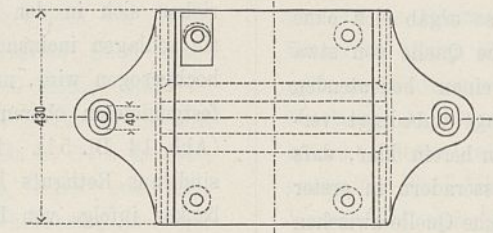


Abb. 12.

Abb. 10 bis 12. Auflager an der Oberwasserseite.

vorgenommen werden sollen. Die Löcher im Sattelstück zur Durchführung der Steinschrauben sind natürlich länglich ausgearbeitet.

Auch die Verankerung zum Begrenzen der Verschiebung der Brücke durch Wärmeschwankungen giebt die Text-Abb. 10 wieder. Zur Aufnahme des Zapfens dient ein genau ausgearbeitetes seitliches Bohrloch im oberen Sattelstück und in der schmiedeeisernen Gurtplatte, während diese Theile unter sich an den drei anderen Ecken durch Schrauben verbunden sind.

Die Gegenmutter *M* dient zur genauen Einstellung des Auges am Anker, der widerstandsfähig gegen Zug und Druck in die Schildmauer einzulassen ist.

Die Anlage wurde ausgeführt von der Actiengesellschaft für Eisenconstructions und Maschinenbau vorm. J. C. Harkort in Duisburg. Die schnell und geschickt durchgeführte Ausarbeitung der Werkzeichnungen auf Grund der im Maßstab 1:10 zur Verfügung gestellten Entwürfe, sowie die gute Ausführung verdienen besondere Anerkennung. Obwohl dem Werk erst am 1. Juli der Zuschlag erteilt und die Entwurfzeichnungen ausgehändigt wurden, konnte bereits Ende September mit der Aufstellung der Brücke begonnen werden, sodafs die Abnahme der

Anlage noch am Ende des Jahres erfolgte. Die Stauanlage entspricht den in sie gesetzten Erwartungen vollkommen und hat sich auch im Betriebe in jeder Beziehung bewährt.

Die Gesamtkosten des Bauwerks belaufen sich auf rund 77 000 Mark, von denen auf das Eisenwerk der Brücke mit Wehr rund 29 000 Mark entfallen.

Für die Ausführungsform von Griesständern, die zu doppelarmigen Hebeln ausgebildet sind, ist von dem Unterzeichneten am 15. September v. Js. ein Patent nachgesucht worden.

Bei dem Entwurf einer zweiten gröfseren Anlage wird empfohlen, der Kostenersparnis halber die Antriebsvorrichtung für Griesständer und Schützen entweder ganz, oder theilweise (Vorgelege derselben) auf einem kleinen, auf dem Trägergurte fahrbaren Windebock zu vereinigen, und mit dieser gemeinschaftlichen Vorrichtung sämtliche Felder zu bedienen; oder die Antriebsräder für die Schützen und Griesständer ausrückbar auf einer durchgehenden Welle anzubringen, und diese Welle von einer Stelle — etwa vom Widerlager oder einem Mittelpfeiler — aus durch entsprechende Vorgelege zu drehen, sodafs dann nur eine Antriebsvorrichtung für sämtliche Griesständer und Schützen erforderlich würde. Jerike, Regierungs-Baumeister.

Der Bau des Kaiser Wilhelm-Canals.

Vom Geheimen Baurath Fülscher in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 52 bis 54 im Atlas.)

(Fortsetzung.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

b) Die Schützen der Umlaufcanäle.

Wie bereits auf Seite 425 des Jahrganges 1897 dieser Zeitschrift mitgetheilt worden ist, dienen hölzerne Rollenschützen zum Verschluss der Umlaufcanäle der Brunsbütteler Schleusen. Die gleiche Vorrichtung ist auch bei der Schleuse in Holtenau verwandt. Jeder der vier Umlaufcanäle mußte an beiden Enden mit einem Schütz versehen werden, es waren also sowohl in Brunsbüttel wie in Holtenau acht Schützen nothwendig. Thatsächlich ist aber die doppelte Anzahl von Schützen vorgesehen, sodafs für jedes einzelne Schütz ein Ersatz vorhanden ist, der den regelmässigen Schleusenbetrieb auch dann ermöglicht, wenn ein Schütz zu Instandhaltungs- oder Instandsetzungsarbeiten aus der Schleuse entfernt werden muß. Wenn beide Schützen in Ordnung sind, dann wird während des gewöhnlichen Schleusenbetriebes doch stets nur das eine Schütz bewegt, während das andere hoch gezogen ist und den Querschnitt des zugehörigen Umlaufcanals freiläfst. Wie aus Abb. 3 auf Blatt 53/54 des Jahrganges 1897 dieser Zeitschrift zu ersehen, liegen die Mitten der beiden Schützen je 5,20 m vor bzw. hinter der Querachse des Aufsen- und des Binnenhauptes der Schleusen. Die dem Aufsenhafen zunächst liegenden Schützen werden im folgenden und besonders bei der Erörterung der Bewegungsvorrichtungen der Schleusen als Fluthschützen und zwar sowohl im Aufsenhaupt als auch im Binnenhaupt bezeichnet; die dem Binnenhaupt am nächsten liegenden Schützen werden dementsprechend Ebbeschützen genannt werden. Jede der beiden Schleusenanlagen in Brunsbüttel und Holtenau hat also am Aufsenhaupt

und ebenso am Binnenhaupt je vier Fluthschützen und je vier Ebbeschützen. Die Bewegungsvorrichtungen sind dabei so angeordnet, dafs bei dem regelmässigen Schleusenbetriebe die Ebbeschützen gehoben und gesenkt werden, wenn mit den Fluththoren geschleust wird, und die Fluthschützen in Betrieb genommen werden, wenn der Wasserstand im Canal höher ist als im Aufsenhafen, sodafs also die Ebbethore in Benutzung sind. Selbstverständlich ist Vorsorge getroffen, dafs auch mit den gleichnamigen Thoren und Schützen geschleust werden kann, der Betrieb ist dann jedoch nicht so bequem, weil er — wie die späteren Erläuterungen der Bewegungsvorrichtungen der Schleusen zeigen werden — An- und Abkupplungen der Antriebe nothwendig macht, während beim Schleusenbetriebe mit den ungleichnamigen Thoren und Schützen die Thore und Schützen gleichzeitig und vollständig unabhängig von einander bewegt werden können.

Die Umlaufcanäle haben den in den Abb. 2 und 3 auf Bl. 51/52, 4 und 5 auf Bl. 53/54 und 11 und 12 auf Bl. 69/70 des Jahrganges 1897 dargestellten, der Eiform nachgebildeten Querschnitt. Seine größte Breite beträgt 2,20 m, die Höhe in der Umlaufcanalmitte 4,06 m. Die Schütztafeln sind, wie die Text-Abb. 209 bis 211 zeigen, aus wagerechten, eichenen Balken von 20 cm Stärke zusammengesetzt, die mit Nuth und Feder ineinander greifen und durch vier kräftige, von unten nach oben durchgehende Schraubenbolzen fest aufeinander geprefst werden. In der Mitte der Schütztafeln ist auf der Vorder- und Hinterseite je ein 400 mm breites, 20 mm starkes Flacheisen angebracht, das sich nicht nur über

die ganze Höhe der Tafel erstreckt, sondern erheblich über die Oberkante der Tafel hinausreicht. Oberhalb der Tafel sind die beiden Flacheisen durch ein in der Mitte angeordnetes I Eisen und zwei an den Seiten befindliche U Eisen gegen einander versteift. An den lothrechten Rändern der Schütztafeln sind eiserne, mit Pockholz ausgebuchte Rollen angebracht, die auf festen, mit der Schütztafel verbundenen Stahlzapfen laufen. Auf der Sohle der Umlaufcanäle stehen die Schützen stumpf auf, mit den Rollen stützen sie sich

des Schützes, und zwar sind sie an dem einen der beiden oben erwähnten, 400 mm breiten Flacheisen befestigt, während sich eine Gegenrolle, die den guten Eingriff des Triebrades in die Zahnstange sichern soll, gegen das zweite Flacheisen legt. Die Zahnstangen mußten so lang gemacht werden, daß sie auch bei der tiefsten Stellung des Schützes noch mit dem Triebad in Eingriff bleiben, andererseits mußte dieses so tief angeordnet werden, daß die Zahnstange, auch wenn das Schütz sich in seiner obersten Stellung befindet, noch

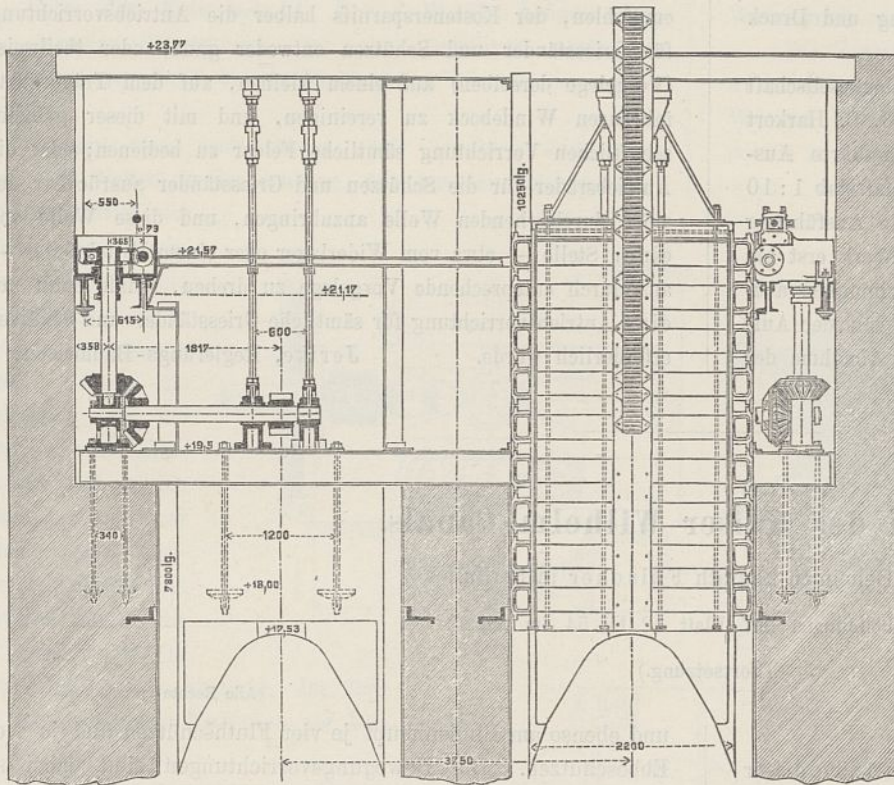


Abb. 209.

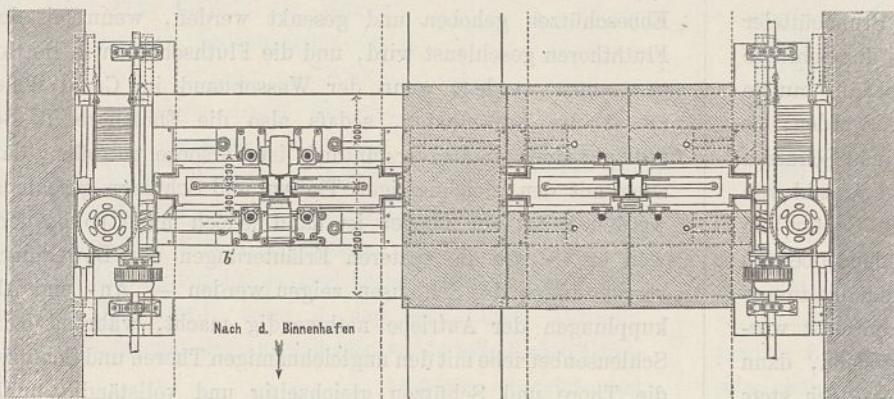


Abb. 210.

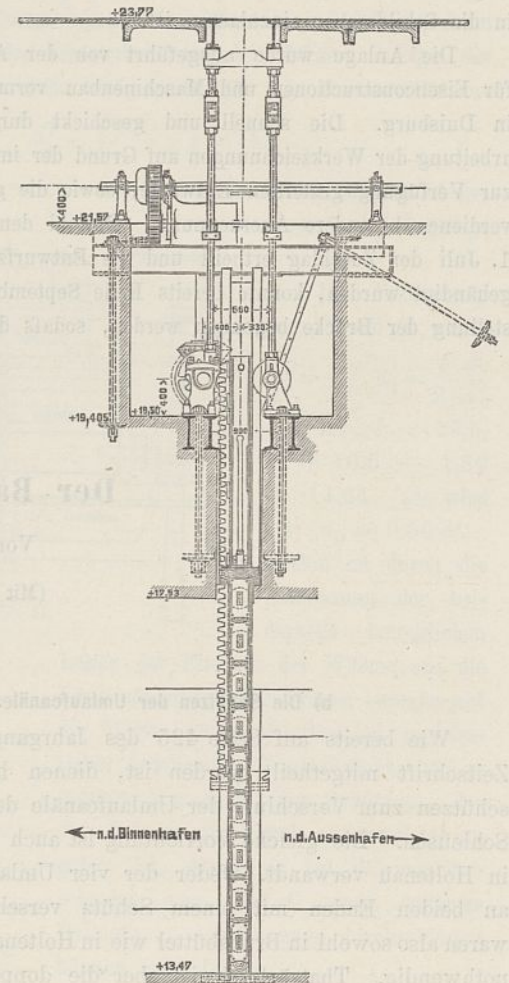


Abb. 211.

Abb. 209 bis 211. Schützen der Umlaufcanäle im Mittelpfeiler in Holtzenau. 1:80.

je nach der Seite, auf die der Wasserdruck wirkt, auf Winkel-eisen, mit denen die beiden Falze ausgestattet sind, die zur Führung des Schützes während seiner Bewegung dienen. Diese Winkeleisen sind mit dem Schleusenmauerwerk fest aber lösbar verbunden. Sie stehen nämlich unten in den in den Text-Abb. 212 bis 214 dargestellten gußeisernen Schuhen und sind nach oben zu noch zweimal in der aus den Text-Abb. 215 bis 216 ersichtlichen Weise an dem Schleusenmauerwerk befestigt. Das Heben und Senken der Schützen erfolgt durch ein Stirnrad, das in eine am Schütz angebrachte Zahnstange eingreift. Die Zahnstangen befinden sich bei allen Schützen auf der dem Binnenhafen zugekehrten Seite

unterhalb der Oberkante der Schleusenhäupter bleibt oder dieselbe doch nur wenig überragt. Infolge dessen mußten die Triebräder in Gruben aufgestellt werden, die in dem Fußboden der Maschinenkammern der Schleusen ausgespart sind. Die Sohle dieser Gruben liegt in Brunsbüttel auf der Höhe von +22,23, also um 2,07 m tiefer als der auf +24,30 liegende Fußboden der Maschinenkammern im Aussen- und Binnenhaupt daselbst. In Holtzenau liegt die Sohle der Schützgruben auf der Höhe +19,50, während der Fußboden der Maschinenkammern auf +21,57, also ebenfalls 2,07 m höher liegt. Die Gruben haben in ihrer Längen- und Breitenausdehnung (Abb. 1 u. 2 auf Bl. 52 und Abb. 3 auf Bl. 53)

solche Abmessungen erhalten, daß man an alle Einzeltheile der Bewegungsvorrichtungen der Schützen bequem heran kann. In der Mittelmauer sind die Gruben für die zu den beiden Schleusen gehörigen Ebbe- bzw. Fluthschützen zu einer gemeinsamen großen Grube zusammengezogen. Zwischen den Gruben für die Ebbe- und die Fluthschützen ist in jeder Maschinenkammer ein Verbindungscanal von 1,00 m Breite angeordnet, dessen Sohle die gleiche Höhenlage hat wie die Sohlen der Schützgruben. Von dem Fußboden der Schützgruben ab nach oben zu konnten die Führungswinkelisen der Schützen nicht mehr an dem Schleusenmauerwerk befestigt werden. Bei jedem Schütz ist das eine Paar Winkelisen bis zu zwei I Trägern durchgeführt, die den Moniergewölben der Maschinenkammerdecken als Unterstützung dienen, und an diesen Trägern befestigt. Die Längsachse dieser

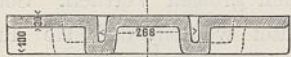


Abb. 212. Längenschnitt ab.

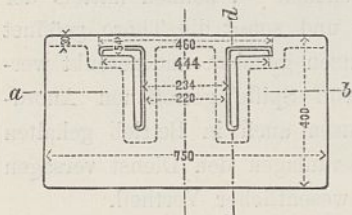


Abb. 213. Oberansicht.



Abb. 214. Querschnitt cd.

Abb. 212 bis 214. Schuh für die Führungswinkelisen der Umlaufcanal-Schützen.

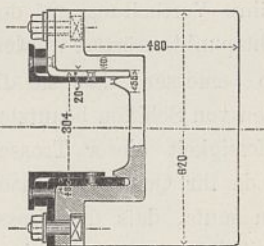


Abb. 215. Grundriss und wagenrechter Schnitt.

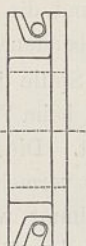


Abb. 216. Hinteransicht.

Abb. 215 u. 216. Halter für die Führungswinkelisen der Umlaufcanal-Schützen.

Träger liegt senkrecht zur Schleusenachse, und die Träger haben solche Entfernung von einander, daß die Schützen für Instandsetzungsarbeiten zwischen den beiden Trägern hindurch aus ihren Führungsfalzen herausgehoben werden können. Das zweite Paar Winkelisen reicht dagegen nur bis zu zwei wagerechten Trägern, die die Schützengrube überspannen und einen Kasten tragen, in dem sich das zum Antrieb der Schützen gehörige Schneckengetriebe befindet. Die Oberkante dieser Träger liegt mit dem Fußboden der Maschinenkammer in gleicher Höhe.

Die Bewegung der Schützen nach unten zu ist dadurch begrenzt, daß sich die Schützen auf die Sohle der Umlaufcanäle aufsetzen. Für die Begrenzung des Schützenshubes nach oben mußten jedoch besondere Vorrichtungen angeordnet werden. An dem die Schütztafel überragenden, aus den beiden Flacheisen, dem mittleren I Eisen und den beiden seitlichen I Eisen gebildeten Körper sind nahe dem oberen Ende vier Consolen aus kräftigem Eisenblech angebracht, deren Oberkanten in einer wagerechten Ebene liegen. Mit diesen Consolen stoßen die Zahnstangen in der obersten Stellung der Schützen gegen zwei kräftige, wagerechte Träger, die mit der Längsachse der Schleusen gleichlaufen und mit jedem Ende an eine lothrechte Rundeisenstange angeschlossen sind. Die vier Stangen sind sämtlich mit ihrem oberen Ende an die I Träger der Maschinenkammerdecken angeschlossen, während die unteren Enden an dem Schleusenmauerwerk befestigt sind und Spannschlösser dazu dienen, die Stangen auf die richtige Länge zu

bringen. Die Verbindung der Stangen mit dem Schleusenmauerwerk erfolgt für jede einzelne Stange mit Hilfe eines aus Text-Abb. 211 ersichtlichen Gufskörpers. Die Gufskörper, die zugleich als Lager für wagerechte Wellen des Schützenantriebes ausgebildet sind, sind auf der Sohle der Schützengraben aufgestellt und durch vier kräftige Schraubenbolzen mit zwei in die Sohle eingebauten I Trägern, die ihrerseits durch lange Anker mit Kopfplatten im Schleusenmauerwerk verankert sind, verbunden. Bei der gewählten Anordnung wird der Stofs, der bei unvorsichtiger Hebung eines Schützes infolge der plötzlichen Unterbrechung der Bewegung entsteht, nicht auf die die Monierdecke der Maschinenkammern unterstützenden Träger übertragen, sondern von den Rundeisenstangen übernommen und von ihnen auf das Schleusenmauerwerk übermittelt; durch diesen Stofs können also auch keine Beschädigungen der Monierdecken hervorgerufen werden. Ebenso wird die Kraft, mit der ein bereits vollständig in die Höhe gefahrenes Schütz, solange das Absperrventil an der die Schützenbewegung herbeiführenden Druckwassermaschine geöffnet ist, noch weiterhin in die Höhe zu gehen bestrebt ist, durch die Rundeisenstangen auf das Schleusenmauerwerk übertragen.

Auf den die Monierkappen tragenden wagerechten I Trägern sind dort, wo die Zahnstangen der Schützen zwischen ihnen hindurch aufsteigend die Oberkante der Schleusenhäupter überragen, gusseiserne, viereckige Schutzkästen mit abnehmbaren Deckeln aufgestellt. Auf zwei der lothrechten Flächen dieser Kästen wird die jeweilige Stellung der Schützen durch Zeiger angegeben, sodafs die auf der Schleuse befindlichen Beamten und Arbeiter diese Stellung jederzeit erkennen können, ohne die Schützen selbst zu sehen. Die Zeiger sind so angeordnet, daß man von der Mittelmauer aus den Stand der Seitenmauerschützen erkennen kann. Der von den Schutzkästen nicht bedeckte Theil des zwischen den I Trägern befindlichen Schlitzes ist mit Riffelblech abgedeckt, das über die halbe Breite der I Trägerflanschen hinwegreicht und mit ihnen durch versenkte Stiftschrauben aus Bronze verbunden ist. Auf die andere Hälfte der Flanschen der I Träger sind Flacheisen aufgenietet, die ebenso stark wie die Riffelbleche sind und mit ihrer Oberkante auf derselben Höhe liegen wie der Asphaltbelag der Maschinenkammerdecken.

Die einzelnen Theile der Schützen haben solche Abmessung erhalten, daß sie den bei einem Wasserstandsunterschied von 5,70 m vor und hinter dem Schütz auf sie einwirkenden Kräften ausreichenden Widerstand entgegensetzen können; sie sind also für denselben Wasserüberdruck berechnet wie die Fluththore in Brunsbüttel. An den Schleusen in Holtenau kommen nur Wasserstandsunterschiede bis zu 3 m vor, die dortigen Schützen hätten also geringere Abmessungen erhalten können. Um aber die Schützen der beiden Schleusenanlagen gegenseitig als Ersatzstücke verwenden zu können, ist von einer Verringerung der Abmessungen in Holtenau Abstand genommen worden. Die bei der Bewegung der Schützen in Wirksamkeit tretenden Theile sind in Rücksicht darauf, daß sich die Schützen vielfach unter Wasser befinden, in den Abmessungen über das sonst für gleichartige Kräfte übliche Maß hinaus verstärkt worden.

Bei den Schleusen des Kaiser Wilhelm-Canals brauchte auf die Dichtigkeit der Schützen kein Werth gelegt zu wer-

den, da weder das Einströmen noch das Ausströmen von Wasser in den bzw. aus dem Canal, soweit es durch Undichtigkeiten an den Schützen stattfindet, von irgend welcher Bedeutung für die Benutzbarkeit des Canals ist, und deshalb konnten an den lothrechten Kanten der Schützen ohne Bedenken die oben erwähnten Laufrollen angeordnet werden, die eine sehr erhebliche Verringerung der zum Heben der Schützen erforderlichen Kraft herbeiführen. Um jedoch der Undichtigkeit thunlichst entgegenzuwirken, sind an die Schützen nahe den lothrechten Kanten Lederstreifen angenagelt, die an ihrer abstehenden Fläche mit Holzleisten versteift sind und durch den Wasserdruck wie Ventilkappen gegen die mit der Längsachse der Umlaufcanäle gleichlaufenden Schenkel der Führungs-Winkeleisen angepreßt werden. Auf dem Boden der Umlaufcanäle stehen die Schützen mit einem Theil ihres Gewichtes auf, und dadurch wird eine ausreichende Dichtung herbeigeführt. Anders war es dagegen an der Oberkante der Schützen. Hier ist der Schützenschlitz durch breitere, am Schütz befestigte Hölzer, die auf ihrer Unterseite mit Lederstreifen versehen sind, gedeckt. Da die Schützen je nach den Wasserständen im Aufsenhafen und im Canal bald auf der einen Seite bald auf der anderen Seite den höheren Wasserstand haben, mußten die Schütztafeln auf beiden Seiten mit den eben erläuterten Dichtungsvorrichtungen versehen werden.

c) Die Spille.

Die Spille sind stehende Winden, die dazu dienen, Schiffe in die Schleusen hinein- oder aus ihnen herauszuziehen, wenn die Maschinenkraft bei Dampfern oder die Zugkraft der Segelschiffe schleppenden Dampfbote nicht ausreicht, die Schiffe mit der in und dicht bei den Schleusen nöthigen Sicherheit zu bewegen. Im allgemeinen kommen die Spille sowohl in Brunsbüttel als auch in Holtenau nur selten zur Benutzung, wenn sie aber in Benutzung genommen werden, dann ist in der Regel sehr stürmisches Wetter, und es ist erwünscht, möglichst viel Spille zur Verfügung zu haben. Aus diesem Grunde ist die Ausstattung der Schleusen mit Spillen recht reichlich bemessen. In Brunsbüttel und Holtenau sind je 18 Spille vorhanden, davon befinden sich auf jeder der beiden Seitenmauern fünf, auf der Mittelmauer acht. Sechs von diesen Spillen, nämlich je eins an jedem Ende der drei Schleusenmauern, werden von besonderen Maschinen angetrieben und sind jederzeit betriebsfähig, sofern die Druckwasseranlage der Schleusen in Betrieb ist. Die Antriebe der übrigen 12 Spille sind jedoch in die Triebwellen eingebaut, die die Antriebe der Thore und der Schützen mit einander verbinden, und werden von denselben Druckwassermaschinen bewegt, die auch das Öffnen und Schließen der Thore sowie das Heben und Senken der Schützen der Umlaufcanäle und der Sperrthore bewirken. Infolge dessen sind acht dieser zwölf Spille, nämlich die Spille am Aufsen- und Binnenhaupt, während des Schleusens nicht ohne weiteres benutzbar, es müssen vielmehr erst die Antriebe der Thore und Schützen von den Triebwellen abgekuppelt und die Antriebe der Spille angekuppelt werden. Diese Ankuppelungen nehmen einige Minuten Zeit in Anspruch, und es könnte scheinen, daß deshalb die gewählte Anordnung nicht ganz zweckmäßig ist. Wenn aber berücksichtigt wird, daß die sechs Spille an den Enden der Schleusen-

mauern und die vier Spille, die von den zum Bewegen der Sperrthore dienenden Druckwassermaschinen betrieben werden, jederzeit benutzt werden können und zur sicheren Einführung aller kleineren und mittelgroßen Schiffe in die Schleuse sowie zum Herausbringen dieser Schiffe vollständig genügen, so erkennt man, daß die in die Getriebe am Aufsen- und Binnenhaupt eingebauten Spille nur dann in Benutzung kommen, wenn besonders große Schiffe durchgeschleust werden. Ehe solche Schiffe sich aber derart in der Schleuse festgelegt haben, daß mit der Thorbewegung begonnen werden kann, ist nach der etwaigen Benutzung der in die Triebwellen eingebauten Spille soviel Zeit verflossen, daß die Umkuppelungen bequem ausgeführt sein können und keinerlei Zeitverlust entsteht. Das Einbauen des Antriebes eines Spills in die Triebwellen, von denen aus die Thore und die Schützen bewegt werden, hat aber auch noch einen großen Vortheil. Sofern nämlich die Spille so eingerichtet werden, daß sie durch Menschenkräfte bewegt werden können — und das ist in Brunsbüttel und Holtenau geschehen —, können mittels der Spille die Triebwellen bewegt und somit die Thore geöffnet und geschlossen und die Schützen gehoben und gesenkt werden. Infolge der für die zwölf Spille getroffenen Anordnung können also die Schleusen auch in Betrieb gehalten werden, wenn die Druckwasseranlagen den Dienst versagen sollten, und das ist ein sehr wesentlicher Vortheil.

Wie die Antriebe der Spille und der Einbau derselben in die Triebwellen der Schleusen im einzelnen durchgebildet sind, wird erst in der nächsten Abtheilung dieses Abschnittes angegeben werden; hier sollten nur die für die allgemeine Anordnung der Spille und die für ihre Vertheilung auf den Schleusenmauern maßgebenden Gesichtspunkte erörtert werden.

Die Zugkraft der Spille ist so bemessen, daß sie die Festigkeit der stärksten beim Verholen von Schiffen benutzten Trossen etwas übertrifft. Die Zugfestigkeit dieser Trossen läßt sich nicht beliebig vermehren, da ihr Querschnitt nach dem Gesichtspunkt bestimmt werden muß, daß die Trosse von einigen Leuten mit der für Schiffsbewegungen nöthigen Schnelligkeit verfahren werden können. Infolge dessen haben solche Trossen, mögen sie aus Tauwerk oder aus Stahldraht hergestellt sein, Zerreißfestigkeiten bis etwa höchstens 12 t, und dementsprechend wurde die Zugkraft der Spille zu 12 t gewählt. Bei dieser Zugkraft beträgt die Umfangsgeschwindigkeit der Windentrommel 0,125 m. Da so starke Zugkräfte nur in Ausnahmefällen von den Spillen geleistet werden müssen, so sind die Antriebe derart eingerichtet, daß die Spilltrommeln sowohl mit der doppelten wie mit der vierfachen Umdrehungsgeschwindigkeit bewegt werden können, wobei dann selbstverständlich die Zugkraft der Spille auf die Hälfte bzw. ein Viertel herabsinkt. Die Bedienung der Spille erfolgt, sofern von dem Abkuppeln der Thor- und Schützenantriebe abgesehen wird, durchweg von der Decke der Maschinenkammern aus, sodaß die dabei beschäftigten Leute sowohl das zu bewegende Schiff und die einzuwindenden Trossen, wie auch die Schleusen und den Aufsen- und Binnenhafen übersehen können. Auch die Veränderung der Zugkraft und der Umdrehungsgeschwindigkeit der Spille wird von der Schleusendecke aus bewirkt. Die Spille haben sämtlich nur eine Umgangsrichtung, und zwar drehen sie rechts herum.

Die Ausbildung der Spille ist aus den Text-Abb. 217 bis 220 zu ersehen. Danach trägt eine kräftige senkrechte Welle, die unten in einem auf dem Fußboden der Maschinen-

sehen, in die Gangbäume (Spillspaken) gesteckt werden können, wenn das Spill durch Menschenkräfte bewegt werden soll. Unterhalb der Maschinenkammerdecke befindet sich auf der lothrechten Welle und fest mit ihr verkeilt ein großes konisches Zahnrad, das mit einem kleineren konischen Rade in Eingriff steht. Dieses zweite Zahnrad ist auf einer wagerechten Welle befestigt, die bei den sechs Spillen an den Enden der drei Schleusenmauern mit Hilfe von Vorgelegen von den zugehörigen Druckwassermaschinen und bei den übrigen Spillen in gleicher Weise von den Triebwellen der Thor- und Schützenantriebe bewegt wird. Dreht sich das kleinere konische Rad, von der Spitze seines Kegels aus gesehen, rechts herum, dann erhält auch die Spilltrommel die planmäßige Umgangsrichtung. Das Spurlager der stehenden Welle bildet einen Theil einer sehr kräftigen, mit dem Schleusenmauerwerk sorgfältig verankerten Grundplatte, die außerdem noch zwei wagerechte Wellen des Spillantriebes trägt. Der Rollenkranz, der in Höhe der Maschinenkammerdecke ein Halslager für die stehenden Wellen bildet, erhält bei der Benutzung der Spille sehr erhebliche Kräfte, da er die wagerechte Seitenkraft der Trossenspannung, noch vermehrt in dem Verhältniß, das zwischen der Höhe des Trossenangriffspunktes einerseits und des Halslagers andererseits über dem Spurzapfen besteht, auf-

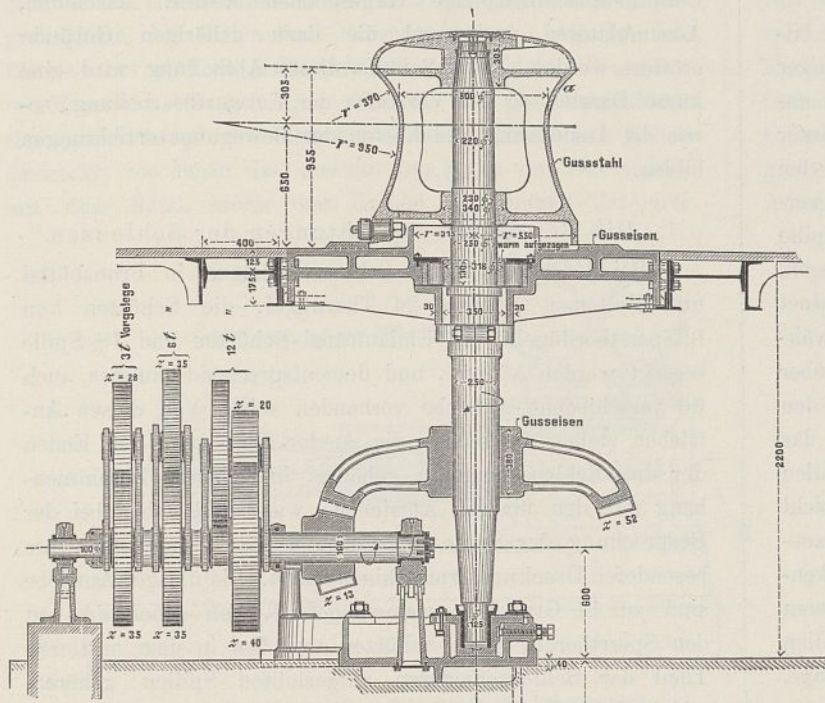


Abb. 217. Loth-durch das rechte Spill.

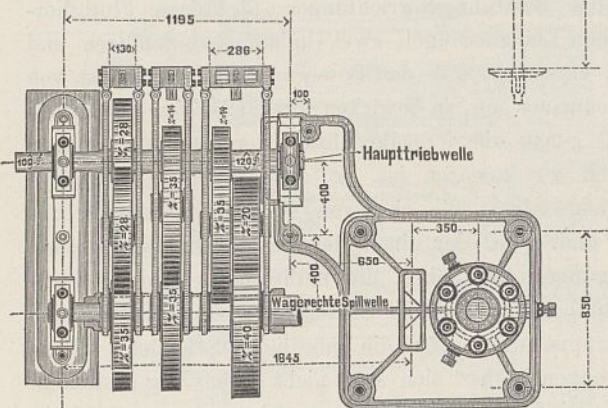


Abb. 218. Oberansicht auf die Grundplatte und die Vorgelege.

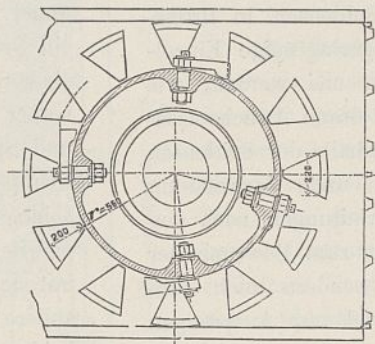


Abb. 219. Oberansicht auf den Deckenkörper und wagerechter Schnitt durch die Spill-trommel in Höhe der Pallen.

zunehmen hat. Der Rollenkranz ist deshalb in einen sehr kräftigen, aus Gußeisen hergestellten Deckenkörper eingebaut, der sich seinerseits auf zwei starke, die Maschinenkammer überspannende Träger stützt. Jeder dieser beiden Träger ist aus zwei Theilen so zusammengesetzt, daß er in gleichem Maße dazu befähigt ist, lothrechten wie wagerechten Kräften zu widerstehen. Die beiden Theile sind mit einander vernietet, an den Enden auf gußeisernen Platten aufgelagert und mit dem Schleusenmauerwerk verankert. Dort wo der

Deckenkörper der Spille sich befindet, sind die beiden Träger durch diesen, der mit ihnen verschraubt ist, mit einander verbunden, in den übrigen Theilen der Trägerlänge sind sie durch Quer- und Kreuzverbände gegen einander versteift, sodafs die beiden Träger seitlichen Kraftwirkungen gegenüber ein Ganzes bilden. Längs der beiden Träger sind U-Eisen angeordnet, die an den Enden mit ihnen vernietet sind und daselbst auch auf der Lagerplatte aufrufen, in dem übrigen Theil der Länge aber einen der Dicke der an den Verbindungsstellen angeordneten Anschlußbleche entsprechenden Abstand von den die Deckenkörper der Spille unterstützenden Trägern haben. Die Flansche dieser U-Eisen dienen als Auflager für die Monierkappen der Maschinenkammerdecken; durch den Zwischenraum soll erreicht werden, daß die bei dem Spillbetriebe unvermeidlichen und von den Spillen auf ihre Unterstützungsträger übertragenen Stöße nicht auch auf die Moniergewölbe einwirken und den

Abb. 217 bis 220. Spill nebst Vorgelege.

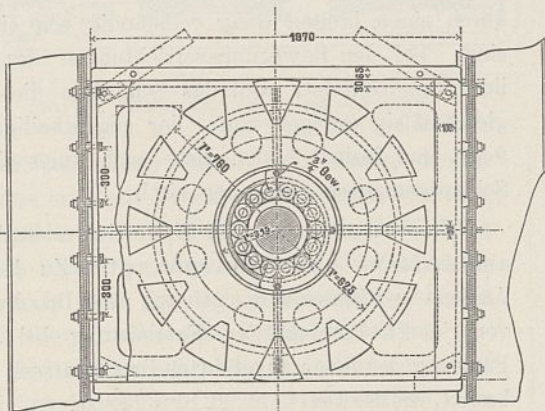


Abb. 220. Wagerechter Schnitt in Höhe des Rollenlagers.

kammern aufgestellten Spurlager ruht und in der Maschinenkammerdecke mit Hilfe eines Rollenkranzes geführt wird, oberhalb dieser Decke eine große, aus Stahlguß angefertigte Spilltrommel, die mit ihr fest aber lösbar verbunden ist. In dem oberen Theil der Trommel sind acht Löcher vorge-

Bestand derselben gefährden können. Der Asphaltbelag der Decken geht über diesen Zwischenraum hinweg, sodafs sich in der Decke selbst keine Fuge befindet. Diese Anordnung hat sich bisher wohl bewährt.

An dem untersten, einen senkrecht stehenden Ring bildenden Theile der Spillglocken sind eine Anzahl einarmiger Hebel angebracht, deren Drehachse an die Spillglocke angeschlossen ist. Diese Hebel, Pallen genannt, schleifen unter der Einwirkung ihres Gewichtes mit dem freien Ende bei jeder Drehung der Spille auf dem Deckenkörper und verhindern dadurch, dafs sie sich bei einem Drehen der Spille in der falschen Umgangsrichtung hinter Vorsprünge legen, die auf den oberen Flächen der Deckenkörper angeordnet sind, eine solche Drehung. Sie entlasten somit, wenn während der Benutzung der Spille sich die Trossenspannung über die jeweilige Zugkraft des Spilles hinaus erhöhen sollte, den Antrieb von dieser gröfseren Kraftwirkung und sichern das Spill gegen jede Rückwärtsdrehung. Von diesen Pallen können besonders die eingewundenen Trossentheile leicht erfaßt werden, wie sich beim Betriebe der Spille herausgestellt hat, und deshalb sind nachträglich auf die Deckenkörper noch gufseiserne Ringe aufgeschraubt worden, deren Höhe so bemessen ist, dafs die höchsten Theile der Pallen dieselbe Höhenlage haben wie die Oberkante der Ringe. Diese Ringe sind in den Abbildungen nicht angegeben.

d) Die Bewegungsvorrichtungen der Thore, Schützen und Spille.

Die Bewegungsvorrichtungen der Schleusen in Brunsbüttel und Holtenau stimmen bis auf geringfügige Einzelheiten vollständig mit einander überein und werden, wie bereits früher mitgetheilt worden ist, durch Druckwasser betrieben. Das Druckwasser wird aufserhalb der Schleusen in sogenannten Central-Maschinenanlagen unter Verwendung von Dampfkraft hergestellt und in Rohrleitungen nach den Schleusen geleitet, woselbst es nicht nur zum Bewegen der Thore, der Schützen und der Spille, sondern auch zum Leerhalten und zum Lüften der Thore und zum Auspumpen des in den Tunneln unter den Schleusen sich ansammelnden Wassers benutzt wird. In den Central-Maschinenanlagen wird aufser dem für die Schleusen benötigten Druckwasser auch der elektrische Strom erzeugt, der zur Beleuchtung der Schleusen nebst ihren Maschinenkammern, der Dienstgebäude, des Hafengeländes und der Hafenerfeuer an den beiden Mündungen des Canals, sowie endlich der Canalstrecke selbst benutzt wird. Dabei wird von jeder der beiden Central-Maschinenanlagen in Brunsbüttel und Holtenau etwa die halbe Länge des Canals mit Strom versorgt. Die Erzeugung des Druckwassers und des elektrischen Stromes erfolgt durch besondere Maschinen; der von diesen Maschinen verbrauchte Dampf wird jedoch in einer gemeinschaftlichen Kesselanlage hergestellt, und auch ein Theil der Rohrleitungen dient beiden Zwecken. Trotzdem wird im folgenden auf die elektrische Anlage nicht eingegangen, diese vielmehr erst am Schlufs dieser Veröffentlichung erörtert werden. Hier wird zunächst die Ausbildung der Bewegungsvorrichtungen der Schleusen selbst beschrieben werden, darauf werden die Rohrleitungen zwischen der Central-Maschinenanlage und den Maschinen der Schleusen sowie die zu den Maschinen der Schleusen gehörigen Leitungen, dann die Heizungsanlagen

für die Maschinenkammern und die Verbindungsgänge der Schleusen und endlich die für die Erzeugung des an den Schleusen benötigten Druckwassers und Dampfes in der Central-Maschinenanlage vorgesehenen Kessel, Maschinen, Accumulatoren usw. und die dazu gehörigen Gebäude erörtert werden. Den Schlufs dieser Abtheilung wird eine kurze Darstellung des Verlaufes der Entwurfbearbeitung, sowie der Ausführung und Kosten der Bewegungsvorrichtungen bilden.

1. Die Bewegungsvorrichtungen der Schleusen.

Bei jeder der beiden Schleusenanlagen in Brunsbüttel und Holtenau müssen 24 Thorflügel, die Schützen von 8 Sperrthorflügeln, 16 Umlaufcanal-Schützen und 18 Spille bewegt werden können, und dementsprechend mufsten auch 66 verschiedene Antriebe vorhanden sein. Von diesen Antrieben stehen die sechs, die zu den Spillen an den Enden der drei Schleusenmauern gehören, in keinerlei Zusammenhang mit den übrigen Antrieben, wie bereits oben bei der Besprechung der Spille angegeben worden ist, da sie ihre besonderen Druckwassermaschinen haben. Die übrigen Antriebe sind zu 11 Gruppen zusammengefaßt, von denen drei zu den Sperrthoren, ihren Schützen und den in dem mittleren Theil der Schleusenmauern aufgestellten Spillen gehören, während je vier Gruppen zum Aufsenhaupt und zum Binnenhaupt gehören. Jede Gruppe am Aufsen- und Binnenhaupt umfaßt die Bewegungsvorrichtungen für einen Fluththorflügel, einen Ebbethorflügel, zwei Umlaufcanal-Schützen und ein Spill, entspricht also den Bewegungen, die daselbst von einer Seitenmauer aus zu bewirken sind. Da von der Mittelmauer aus genau die doppelte Anzahl von Thoren, Schützen und Spillen zu bewegen ist, so sind daselbst auch zwei Gruppen angeordnet, die aber von einander vollständig unabhängig sind. Mit der einen der beiden Gruppen werden die Bewegungen ausgeführt, die nothwendig werden, wenn mit der südlichen der beiden Schleusen geschleust wird, die andere Gruppe dient für die nördliche Schleuse. Diese beiden Gruppen können sich auch nicht gegenseitig aushelfen, da jede Verbindung zwischen ihnen fehlt, was auch darin zum Ausdruck kommt, dafs sie in ihrer Maschinenkammer durch einen breiten Gang vollständig von einander getrennt sind. Bei den Bewegungsvorrichtungen der Sperrthore und ihrer Schützen ist, weil das Schliefsen dieser Thore immer gleichmäfsig erfolgen mufs, der gegentheilige Grundsatz befolgt, und deshalb bilden diese auch nur soviel Gruppen, als Schleusenmauern vorhanden sind.

Die Anordnung der Maschinen und Triebwellen am Aufsen- und Binnenhaupt. Zu jeder Gruppe am Aufsen- und Binnenhaupt gehören zwei Druckwassermaschinen von je 26 Pferdekraften Nutzleistung bei 50 Atmosphären Pressung des ihnen zugeführten Druckwassers. Jede Maschine besitzt, wie die Text-Abb. 221 bis 223 zeigen, drei Cylinder, in denen sich Tauchkolben von 100 mm Durchmesser und 200 mm Hub befinden. Die Kolben wirken auf eine gemeinschaftliche Welle, deren Kurbeln um 120° gegen einander versetzt sind. Bei 60 Umdrehungen der Welle in der Minute und bei 50 Atmosphären Pressung des Druckwassers beträgt die Maschinenleistung 26 Pferdekraften; die Maschinen sind jedoch so gebaut, dafs sie bis 100 Umdrehungen machen können.

Die Kurbelwelle ist gleichlaufend mit der Schleusenlängsachse angeordnet, die Cylinder stehen also senkrecht zu letzterer. Jeder der drei Cylinder ist mit dem zugehörigen Schiebergehäuse aus einem Gußstück gebildet, das auf der Maschinengrundplatte mit Keilen und Schraubenbolzen befestigt ist. Die Schieber sind als Kolbenschieber ausgebildet, sie werden von Excentern bewegt. Quer über die drei Schiebergehäuse, also gleichlaufend mit der Kurbelwelle, sind zwei Rohre gestreckt, von denen das eine mit dem Raum vor, das andere mit dem Raum hinter dem Kolben im Inneren der drei

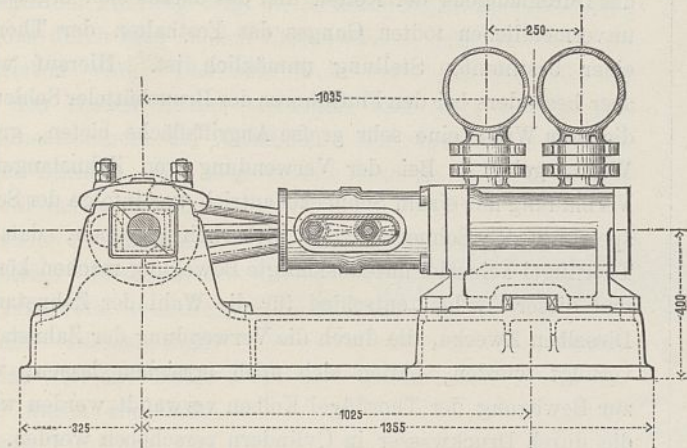


Abb. 221. Lothrechter Längenschnitt und Längenschnitt.

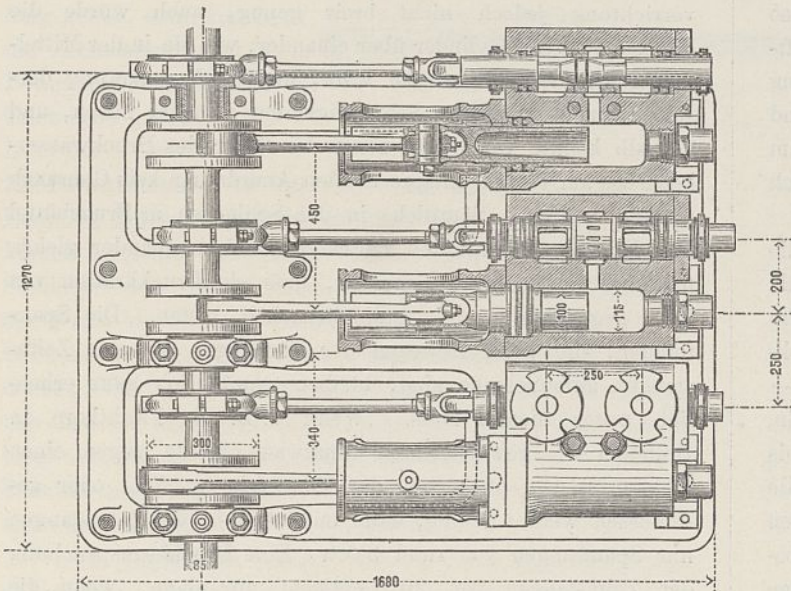


Abb. 222. Wagerechter Schnitt und Oberansicht.

Schiebergehäuse in Verbindung steht. Von diesen beiden Rohren ist stets das eine mit Druckwasser gefüllt, während gleichzeitig das andere mit dem Abwasser in Verbindung steht. Durch eine später zu beschreibende Umsteuerungsvorrichtung läßt sich bald das der Kurbelwelle zunächst liegende Rohr mit der Druckwasser-Zuführungsleitung und dementsprechend das zweite Rohr mit der Abwasserleitung verbinden, bald der umgekehrte Zustand herstellen. Im ersteren Falle geht die Maschine vorwärts, im zweiten rückwärts. Die Dichtungen am Austritt der Tauchkolben aus den Cylindern und der Kolbenstangen aus den Gehäusen der Schieber bestehen aus doppelten Ledermanschetten zwischen Metallringen. Am hinteren Ende jedes Cylinders ist eine Abspritzvorrichtung angeordnet, die einem Theil des in dem Cylinder enthaltenen Wassers den Austritt gestattet, sobald

der Druck im Cylinder aus irgend welchen Gründen eine unzulässige Höhe erreicht. Es wird dann ein kleines Kegellventil, das durch eine Feder auf seinen Sitz aufgepreßt wird, von diesem abgehoben, und das zu stark geprefste Wasser spritzt durch den entstehenden, ringförmigen Schlitz ab. Die Kurbelwelle ruht in drei Lagern, deren Körper mit der Grundplatte der Maschine in einem Stück hergestellt ist. Die Grundplatte ist sehr kräftig ausgebildet, sie steht auf einem großen Granitquader und ist überdies noch durch eine größere Anzahl von Ankern mit dem Schleusenmauerwerk verbunden.

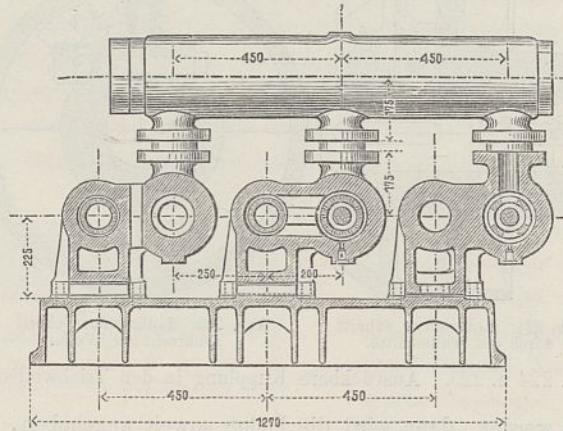


Abb. 223. Lothrechter Schnitt durch die Cylinder und die Schiebergehäuse.

Abb. 221 bis 223. Druckwassermaschine von 26 Pferdekräften Nutzleistung. 1:20.

Die Kurbelwellen der beiden zu einer Gruppe gehörigen Maschinen stehen in allen Maschinenkammern in einer geraden Linie und sind auch in den Seitenmauern — wie die Abb. 3 auf Bl. 53 zeigt — durch eine Triebwelle verbunden. Auf dieser Triebwelle ist für jeden der beiden Thorflügel und für jedes der beiden Umlaufcanal-Schützen sowie für die drei verschiedenen Vorgelege des Spills je ein Stirnrad angeordnet, und außerdem ist in die Welle eine lösbare Kupplung eingebaut. Ist diese Kupplung gelöst, dann setzt jede der beiden Maschinen nur den zu ihr gehörigen Theil der Triebwelle und damit auch den an diesen Theil jeweilig angekuppelten Antrieb in Bewegung. Die Maschinen sind dann also vollständig unabhängig von einander, sodafs zwei verschiedene Antriebe gleichzeitig und mit beliebig verschiedenen Geschwindigkeiten getrieben werden können. Ist dagegen die Kupplung eingerückt, dann müssen beide Maschinen mit genau der gleichen Umdrehungszahl laufen, dafür entspricht dann aber auch die Kraftleistung der Triebwelle der Arbeit beider Maschinen zusammen. Die ausrückbare Kupplung ist in den Text-Abb. 224 und 225 dargestellt. Mit jedem der beiden Wellen-Enden ist ein Gußkörper durch Keile fest verbunden, dabei das eine Wellen-Ende in dem zum zweiten Wellen-Ende gehörigen Gußkörper geführt. Dieser in der Text-Abb. 224 mit *A* bezeichnete Körper trägt auf seiner dem Körper *B* zugewandten Fläche zwei Vorsprünge, die in der Text-Abb. 225 als Knaggen *b* bezeichnet sind. An dem Gußstück *B* ist die schmiedeeiserne Klinke *E* angebracht, die sich um den Bolzen *D* drehen läßt. Ist die Klinke *E* nach dem Gußträger *A* zu umgelegt, dann greift sie bei einer

Drehung einer der beiden Wellen hinter eine der Knaggen *b*, und infolge dessen muß sich die zweite Welle mit der ersten zusammen bewegen, die Kupplung ist also eingerückt. Durch Umlegen der Klinke *E* in ihre zweite Endstellung, bei der die Knaggen an der Klinke vorbei können, wird die Kupplung ausgerückt. Durch die Feder *F*, die in einen Theil des Umfanges des Gufskörpers *B* eingelegt ist, wird die Klinke *E* in ihren beiden Endstellungen festgehalten, sodafs sie sich nicht selbstthätig umlegen kann. Soll die Klinke

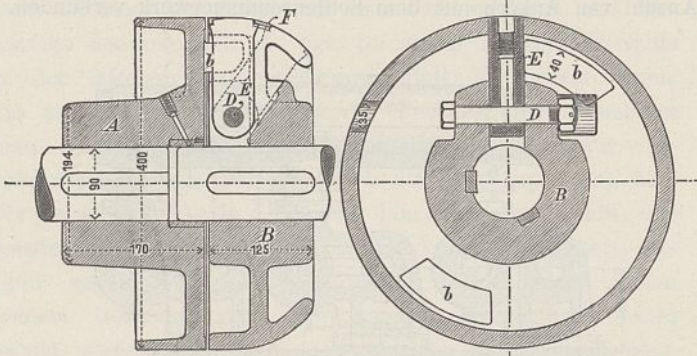


Abb. 224. Lothrechter Schnitt durch die Wellenmitte.

Abb. 225. Lothrechter Schnitt senkrecht zur Welle.

Abb. 224 u. 225. Ausrückbare Kupplung in den Triebwellen.

bewegt werden, dann wird die Feder soweit angehoben, daß die Klinke unter ihr hindurch gleiten kann. Das Anheben der Feder kann leicht mit der Hand bewirkt werden, ebenso erfordert das Umlegen der Klinke keinen größeren Kraftaufwand, sodafs das Ein- und Ausrücken der Kupplung leicht von statten geht. Wenn allerdings die Klinke und ein Knaggen fest aufeinander geprefst sind, wie das beim Schleusenbetriebe zuweilen vorkommt, dann gestaltet sich das Umlegen der Klinke schwieriger.

In den Maschinenkammern der Mittelmauern mußte die Anordnung infolge der anderweitigen Lage der Umlaufcanäle und der Spille zu den Antrieben der Thorflügel etwas anders gewählt werden. Hier trägt die Kurbelwelle jeder Druckwassermaschine — sieh hierzu Abb. 1 u. 2 auf Bl. 52 — ein Stirnrad, und dieses greift in ein zweites Stirnrad ein, das auf eine von dem Antrieb für den Fluththorflügel bis zum Antrieb für den Ebbethorflügel durchgehende Triebwelle aufgekeilt ist. Auf dieser Welle, in die ebenso wie in den Seitenmauern eine ausrückbare Kupplung eingebaut ist, befindet sich wieder für jeden Antrieb und für jedes Vorgelege des Spills ein Stirnrad. Die Anordnung der Maschinen und der Triebwellen mit ihren Lagern und Kupplungen, sowie die Lage der Antriebe und des zugehörigen Spilles ist aus den Abb. 1 u. 2 auf Bl. 52 und Abb. 3 auf Bl. 53 so deutlich zu ersehen, daß sich ein weiteres Eingehen auf die Einzelheiten erübrigt. Dabei ist in Abb. 3 auf Bl. 53 nur der Grundriß einer in einer Seitenmauer in Holtenau befindlichen Gruppe gegeben, während die Abb. 1 u. 2 auf Bl. 52 auch das am Ende der Mittelmauer aufgestellte Spill mit umfassen und die Lage dieses Theiles bezw. der zugehörigen Druckwassermaschine und seines Antriebes zu den übrigen Maschinen, Triebwellen usw. am Binnenhaupt der Holtenauer Schleuse ersehen lassen. Die zu den Spillen an den Enden der Schleusenmauern gehörigen Druckwassermaschinen leisten 40 Pferdekkräfte. Sie stimmen in ihrer Bauart mit den kleineren Maschinen vollständig überein, nur sind die Tauch-

kolben 116 mm statt 100 mm stark, und dementsprechend mußten auch die Abmessungen mancher Einzeltheile vergrößert werden.

Die Antriebe der Ebbe- und Fluththore. Wie bereits bei der Beschreibung der Thore mitgeteilt worden ist, erfolgt die Bewegung der Thorflügel mit Hilfe von Zahnstangen. Von der Verwendung von Ketten wurde Abstand genommen, weil zum Oeffnen und Schließen eines Thorflügels zwei getrennte Ketten nothwendig sind, von denen die eine die Schleusenöffnung kreuzen muß, und weil infolge des Durchhängens der Ketten und des daraus sich ergebenden unvermeidlichen todtten Ganges das Festhalten der Thore in einer bestimmten Stellung unmöglich ist. Hierauf wurde aber besonders bei den Fluththoren der Brunsbütteler Schleusen, die dem Winde eine sehr große Angriffsfläche bieten, großer Werth gelegt. Bei der Verwendung von Zahnstangen in Verbindung mit einem Schneckenantrieb war infolge der Selbstsperrung der Schnecke volle Sicherheit gegeben, daß die Thorflügel keinerlei unbeabsichtigte Bewegung machen können, und dieser Vortheil entschied für die Wahl der Zahnstangen. Dieselben Zwecke, die durch die Verwendung der Zahnstangen verfolgt wurden, hätten sich auch erreichen lassen, wenn zur Bewegung der Thorflügel Kolben verwandt worden wären, die durch Druckwasser in Cylindern verschoben werden. Die Mittelmauer war für eine solche Ausbildung der Bewegungsvorrichtung jedoch nicht breit genug, auch würde die Lagerung zweier Cylinder über einander, wie sie in der Mittelmauer erforderlich gewesen wäre, und die Verankerung derselben außerordentliche Schwierigkeiten gemacht haben, und deshalb konnte von dieser sonst der Natur des Druckwasserbetriebes am besten entsprechenden Anordnung kein Gebrauch gemacht werden. Sämtliche in den Schleusen in Brunsbüttel und Holtenau verwandten Zahnstangen sind einander gleich, und zwar sind sie so bemessen, daß sie Druckkräften von 20 t gegenüber ausreichende Sicherheit bieten. Die Spannungen, die beim Bewegen der Thorflügel von den Zahnstangen aufzunehmen sind, bleiben gewöhnlich ganz erheblich unter diesem Mafs. Wenn z. B. die Fluththore in Holtenau bei gewöhnlichem Canalwasserstande gegen einen Winddruck von 50 kg/qm der Thorfläche geöffnet oder geschlossen werden sollen, dann entstehen in den Zahnstangen nur Spannungen von rund 3,5 t. Eine Druckbeanspruchung der Zahnstangen von 20 t entsteht nur dann, wenn die Fluththore in Brunsbüttel bei dem niedrigsten zulässigen Canalwasserstande — also + 18,50 — geschlossen sind, auf der Vorderseite noch keinen Wasserdruck aufzunehmen haben und auf der Rückseite von Windstößen getroffen werden, die einem Druck von 150 kg auf 1 qm Thorfläche entsprechen.

Die Verbindung der Zahnstangen mit den Thorflügeln ist bereits bei der Beschreibung der Thore erörtert worden, an dem anderen Ende sind die Zahnstangen mit Führungsrollen versehen. Die Bewegung der Zahnstangen und damit der Thorflügel erfolgt durch ein Trieb, das in die Zahnstange eingreift und sie je nach seiner Drehungsrichtung entweder in den im Schleusenmauerwerk für die Stange ausgesparten Canal hineinzieht oder aus demselben herausdrückt. Dieses Trieb (Abb. 4 u. 5 auf Bl. 54) bildet mit dem unteren Theil einer lothrecht stehenden Welle ein Stück und ist aus Gufs-

stahl angefertigt. Der obere Theil der stehenden Wellen ist bei den verschiedenen Thoren und bei den Schleusen in Holtenau und Brunsbüttel je nach der Höhenlage der Zahnstangen und des Fußbodens der Maschinenkammern verschieden lang und zum Theil aus mehreren Stücken zusammengesetzt. Allen Thorantrieben, auch denen der Sperrthore, ist eine Führung der stehenden Welle nahe ihrem oberen Ende und oberhalb des Fußbodens der zugehörigen Maschinenkammer gemeinsam. Diese Führung erfolgt durch eine in den Boden eines gußeisernen Kastens eingebaute Stopfbüchse. Oberhalb der Führung trägt die stehende Welle ein Schneckenrad, das durch eine in den Kastenwänden gelagerte Schnecke angetrieben wird. Das eine Ende der Schneckenwelle ist über den Kasten hinaus verlängert und trägt hier in den Maschinenkammern der Mittelmauer ein Stirnrad, in das ein zweites Stirnrad, das oben bereits erwähnt worden ist und sich auf der vom Fluth-

thorantrieb bis zum Ebbe-
thorantrieb durchgehenden
Triebwelle befindet, eingreift.
Dieses zweite Trieb-
rad ist mit seiner
Welle durch eine aus-
rückbare Kupplung ver-
bunden. Ist diese Kupp-
lung gelöst, dann kommt
die Zahnstange nicht in
Bewegung, wenn auch die
Triebwelle gedreht wird.
In den Seitenmauer-
Maschinenkammern ist das
über den Kasten hinausragende
Ende der Schneckenwelle
durch eine feste Kupplung
mit einer kurzen Triebwelle
verbunden, die am anderen
Ende in einem Stehlager
ruht. Dicht neben diesem
Lager befindet sich auf der
Welle ein fest mit ihr ver-
bundenen Stirnrad, das in
ein zweites, auf der die
beiden Druckwasserma-
schinen verbindenden
Triebwelle befindliches
Stirnrad eingreift. Dieses
letzte Rad ist mit seiner
Welle durch eine ausrück-
bare Kupplung verbunden.
Ist die Kupplung gelöst,
dann bleibt das Stirnrad
auch dann stehen, wenn
seine Welle gedreht wird,
und der Thorflügel wird
nicht bewegt.

Jede Zahnstange besteht, wie die Text-Abb. 226 u. 227 zeigen, aus zehn Theilen, nämlich aus einer oberen und einer unteren schmiedeeisernen Decklasche und aus acht aus Gußstahl angefertigten kurzen Zahnstangenstücken. Diese letzteren Stücke sind an ihren Enden sehr sorgfältig bearbeitet, sodass sie sich mit den Endflächen satt berühren, und werden durch die beiden Decklaschen, mit denen sie durch kalt eingetriebene Nieten verbunden sind, zu der Zahnstange vereinigt. Infolge dieser Ausbildung ist der Querschnitt der Decklaschen für die Zugfestigkeit der Zahnstangen allein maßgebend, während Druckkräfte auch von den einzelnen Gußstahltheilen übernommen werden können.

Die Canäle, in denen sich die Zahnstangen innerhalb des Schleusenmauerwerks bewegen, sind theils aus dem Mauerwerk ausgespart, theils haben sie aus verzinktem Schmiedeeisen gebildete Wände, Böden und Decken erhalten. In den Seitenmauern ist bei jedem Thor nur ein Canal nothwendig, in der Mittelmauer mußten jedoch aus den bereits

früher angegebenen Gründen zwei Canäle über einander angelegt werden. Die Höhe des unteren Zahnstangen-Kastens ist dort so gering bemessen, wie es die Zahnstange nebst ihren Endführungsrollen und die Rücksicht auf die Besteigbarkeit des Kastens durch Menschen zulieft. Die oberen Kasten in der Mittelmauer und die Canäle in den Seitenmauern haben in Brunsbüttel durchgängig eine Höhe von 1,70 m erhalten, in Holtenau liegt die aus verzinktem Riffelblech gebildete Decke der Canäle am Außen- und Innenhaupt mit Ausnahme der unteren Kasten der Mittelmauer in gleicher Höhe mit dem Fußboden der Maschinenkammern. Die lichte Höhe der Canäle ist infolge dessen und wegen der verschiedenen Höhenlage der Zahnstangen bei den Ebbe- und Fluththoren verschieden. Die Breite der Canäle mußte so gewählt werden, daß das freie Ende der Zahnstangen bei allen Thorflügelstellungen ausreichenden Raum in dem Canal

findet. Die Zahnstangen sind an den Thorflügeln drehbar befestigt und bewegen sich mit diesem Ende beim Oeffnen und Schließen der Thore auf einem Kreisbogen, dessen Mittelpunkt in der Senkrechten durch die Mitte des Hals- und des Sperrzapfens liegt. Dicht hinter der Vorderflucht der Thornische befindet sich das die Zahnstange bewegende

Triebrad, mit dem die Stange stets in Eingriff bleiben muß. Um diesen Eingriff zu sichern, ist auf der dem Trieb-
rad gegenüber liegenden Seite der Zahnstange eine Gegenrolle vorgesehen, die so angeordnet ist, daß die Mitte der Zahnstange von der Mitte des Triebwerks in den äußersten Stellungen nur geringe Entfernungsunterschiede haben kann. Unter diesen Umständen muß sich das freie Ende der Zahnstange nach der gekrümmten Linie bewegen, deren Gestalt aus den Abb. 2 u. 3 auf Bl. 54 zu ersehen ist. Der Verlauf dieser Linie wurde durch Versuche festgestellt. Das freie Ende der Zahnstange wird durch eine an ihr ange-

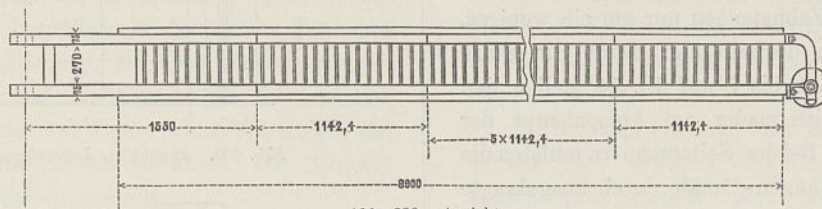


Abb. 226. Ansicht.

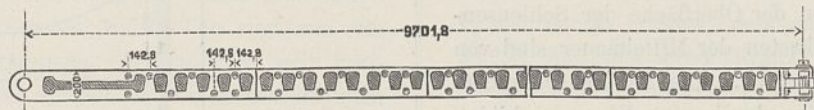


Abb. 227. Wagerechter Schnitt.

Abb. 226 u. 227. Zahnstange zum Antrieb der Thore.

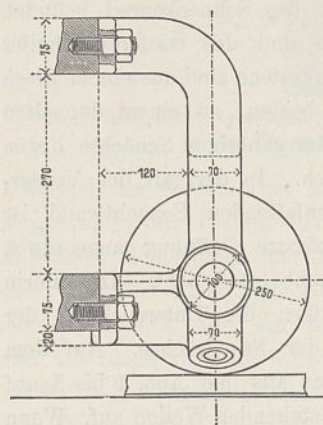


Abb. 228. Seitenansicht.

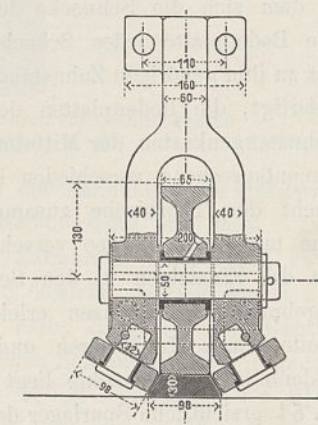


Abb. 229. Ansicht von hinten und lothrechter Schnitt.

Abb. 228 u. 229. Hintere Rollenführung der Zahnstangen. 1:10.

brachte Rolle getragen, die sich auf einer Führungsschiene mit trapezförmigem Querschnitt bewegt. Wie die Text-Abb.

228 u. 229 zeigen, sind außerdem noch zwei kleine, schräggestellte Rollen vorgesehen, die auf den geneigten Seitenflächen der Führungsschiene laufen und die richtige Stellung des hinteren Zahnstangen-Endes sichern und damit zugleich auch auf den guten Eingriff des Triebrades hinwirken sollen. Die Führungsschiene liegt in dem oberen Zahnstangenkasten der Mittelmauer auf der die Decke des unteren und zugleich den Boden des oberen Kastens bildenden wagerechten Blechwand auf und ist mit ihr durch versenkte Stiftschrauben verbunden. Bei allen übrigen Canälen ist die Führungsschiene mit einzelnen Blechtafeln verschraubt, die ihrerseits mit je zwei, mit der Längsachse der Schleusen gleichlaufenden T-Eisen vernietet sind. Diese T-Eisen sind in das die Sohle des Canals bildende Mauerwerk eingelassen und ragen beiderseitig über die Breite des Canals hinaus, sodafs sie sich mit ihren Enden im vollen Schleusenmauerwerk befinden. Die Breite der Mittelmauer beträgt an den Thornischen 9,50 m und übertrifft die Länge der Zahnstangen nur um ein wenig. Die Zahnstangenkasten gehen deshalb hier durch die ganze Mauerbreite durch. Die Abb. 1 bis 7 auf Bl. 54 stellen den Zahnstangenkasten in der Mittelmauer am Aufsenhaupt der Schleusen in Brunsbüttel dar. Bei den Seitenmauern mußten die landseitigen Enden der Zahnstangen-Canäle durch ausgekragte Mauertheile gebildet werden. In diese Canäle gelangt man durch lothrechte Schächte von der Oberfläche der Schleusenmauern aus; die Zahnstangenkasten der Mittelmauer sind von dem hinteren Ende aus zugänglich. Die hintere senkrechte Wand wird nämlich theilweise durch eine Klappe gebildet, die sich um ein Gelenk drehen läßt und dann nahezu die ganze Breite des Kastens und eine für das Hineinkriechen ausreichende Höhe frei giebt. Selbstverständlich muß der Thorflügel, der den Zugang zu dem Zahnstangenkasten deckt, solange er in seiner Nische liegt, ausgefahren sein. Gewöhnlich sind die Klappen geschlossen und an den Wänden durch einige Stiftschrauben mit dem Kasten verbunden.

Das in die Zahnstange eingreifende Triebbad nebst der zugehörigen stehenden Welle ist in einem aus verzinktem Schmiedeeisen hergestellten Schacht untergebracht, dessen unterer Theil mit dem Zahnstangenkasten zusammengebaut ist. Der Schacht reicht bis über den Fußboden der Maschinenkammer und trägt oben den bereits erwähnten Kasten, in dem sich die Schnecke und das Schneckenrad befindet. Die Bodenplatte jedes Schachtes und des vorderen Theiles des zu ihm gehörigen Zahnstangenkastens sind aus einem Blech gefertigt, die Bodenplatten der beiden, zu einem doppelten Zahnstangenkasten der Mittelmauer gehörigen Schächte liegen dementsprechend verschieden hoch. In der mit der Vorderflucht der Thornische zusammenfallenden Schachtwand ist eine mit einer Klappe verschließbare Oeffnung angeordnet, die das Einsteigen in den Schacht ermöglicht. Die hierin angebrachten Steigeeisen erleichtern die Untersuchung der Welle, ihrer Kupplungen und der Stopfbüchse. Auf dem Bodenblech der Schächte liegt das aus den Abb. 1 bis 5 auf Bl. 54 ersichtliche Spurlager der stehenden Wellen auf. Wenn beim Oeffnen der Thore infolge zu schneller Thorbewegung Stöße auf die Zahnstange und damit auch auf das Triebbad einwirken, dann werden sie durch das Spurlager auf die den Schacht umgebenden Mauer Massen übertragen. Treten beim Schließen der Thore aus der gleichen Ursache Stöße auf,

dann hat die Zahnstange das Bestreben, das Triebbad mit dem Spurlager und dem Schacht aus dem Schleusenmauerwerk herauszureißen. Um Bewegungen des Schachtes unter dem Einfluß solcher Kraftäußerungen zu verhindern, ist das Spurlager durch einen schleifenförmig gebogenen Doppelanker aus Flacheisen mit dem Schleusenmauerwerk verbunden. Die Anordnung dieser Anker ist ebenfalls aus den Abb. 1 bis 5 auf Bl. 54 zu ersehen; die Muttern der Anker sind von dem Inneren der Zahnstangenkasten aus zugänglich, sodafs sie jederzeit nachgezogen werden können.

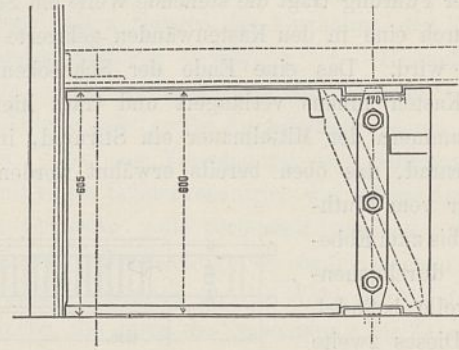


Abb. 230. Ansicht des Lagerkörpers von der Schleuse aus.

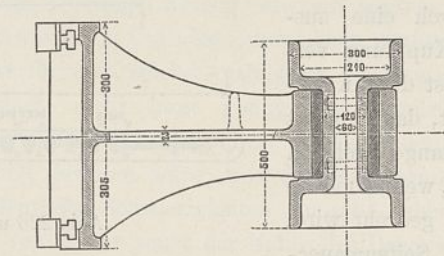


Abb. 231. Lothrechter Schnitt durch Gegenrolle und Lagerkörper.

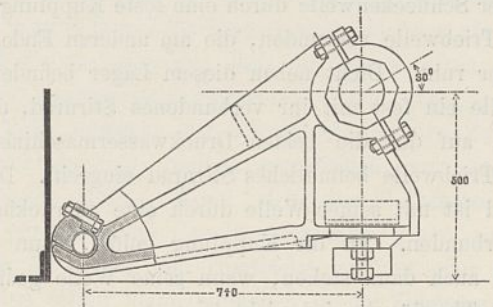


Abb. 232. Oberansicht auf den Lagerkörper und wagerechter Schnitt.

Abb. 230 bis 232. Gegenrolle nebst Lager für die Zahnstangen. 1:20.

Die Gegenrolle, die den Eingriff der Zahnstange und des Triebrades sichern soll, ist in der Text-Abb. 231 dargestellt. Die Rolle steht senkrecht und hat in ihrer Mitte eine Einschnürung, sodafs nur der breitere obere und untere Theil mit den Decklaschen der Zahnstangen in Berührung kommt. An der Einschnürung befindet sich das Lager der Rolle, das von einem gußeisernen Körper gebildet wird, der, seinerseits um eine senkrechte Achse drehbar, an dem Zahnstangenkasten befestigt ist. Der Lagerkörper der Gegenrolle wird durch die aus den Text-Abb. 230 u. 232 ersichtlichen Vorkehrungen in solcher Lage erhalten, dafs die Gegenrolle ihren Zweck erfüllen kann; er kann aber auch nach entsprechender Einstellung des Sicherungsstabes um seine lothrechte Achse derartig gedreht werden, dafs er den Zugang zu dem Zahnstangenkasten frei giebt. Das Herausdrehen des

Lagerkörpers ist jedoch nur dann möglich, wenn der Thorflügel am Drempeel liegt oder sich nahezu in dieser Stellung befindet. Bei den übrigen Thorlagen läßt sich der Lagerkörper nicht herausdrehen, weil dann die Gegenrolle an der Zahnstange nicht vorbei kommen kann.

In der vorderen Endwand der Zahnstangenkasten mußte eine Oeffnung für den Durchgang der Zahnstange und für das Herausdrehen des Lagerkörpers der Gegenrolle und der Gegenrolle selbst frei gelassen werden. Der vor dem Lagerkörper sich befindende Theil dieser Oeffnung wird durch den Lagerkörper selbst soweit geschlossen, daß der Zahnstangenkasten dort vor dem Eintreiben von Verunreinigungen gesichert ist; um dieses auch an der Zahnstange zu erreichen, ist daselbst ein Schieblech angeordnet, das zwischen Gleitbahnen laufend von der Zahnstange selbst verschoben wird und so breit gemacht worden ist, daß es die ganze Oeffnung bei jeder Stellung der Zahnstange deckt. Diese Schiebleche haben sich besonders in der ersten Zeit nach der Inbetriebnahme der Schleusen, als noch die Bauarbeiten am Kaiser Wilhelm-Canal und den Aufsen- und Binnenhäfen in vollem Gange waren und im Wasser außerordentlich viel treibende Gegenstände waren, sehr bewährt. Die Schiebleche sind auf Bl. 54 nicht dargestellt.

Die einzelnen Theile der stehenden Wellen sind durch Flanschen mit einander verbunden; die Wellen sind wie alle Theile der Bewegungsvorrichtungen der Schleusen sehr kräftig gehalten. Trotzdem sind sowohl in Brunsbüttel als auch in Holtenau bei den Wellen der Fluththore Brüche vorgekommen. Die Veranlassung zu diesen Brüchen, die stets während der Bewegung der Thorflügel eintraten, sind nicht ganz aufgeklärt. In einem Falle ist wohl mit Sicherheit nachgewiesen, daß der Wellenbruch infolge eines beim Betriebe gemachten Fehlers eingetreten ist. Der das Absperrventil der Druckwassermaschine bedienende Mann hatte dieses nämlich zu lange offen gelassen und es kurz vor dem Anschlagen des Thorflügels an den Drempeel plötzlich geschlossen, weil er fürchtete, das Thor könne bei dem infolge der schnellen Bewegung des Flügels ungewöhnlich harten Anschlagen Schaden leiden. Die der Masse des Thorflügels und des in ihm enthaltenen Wassers entsprechende lebendige Kraft mußte, da die Druckwassermaschine und damit auch die Schnecke und das Schneckenrad festgestellt waren, außerdem das Schneckengetriebe auch selbstsperrend ist, im wesentlichen von dem Anschluß der Zahnstange am Thorflügel, der Zahnstange selbst und dem Triebad mit der stehenden Welle durch Formänderungsarbeit vernichtet werden. Den dabei auf diese Theile einwirkenden Kräften gegenüber hatte die stehende Welle nicht genügende Widerstandsfähigkeit und brach daher, während die übrigen Theile keinen erkennbaren Schaden erlitten. Bei den weiteren drei Wellenbrüchen konnte die Ursache nicht festgestellt werden, und es trat deshalb die Vermuthung auf, daß während des Schließens der Thore zuweilen plötzliches Ansteigen des Wasserspiegels vor den Thoren eintreten könne, das sich durch den verhältnißmäßig engen Spalt, der besonders dann zwischen den Thorflügeln nur vorhanden ist, wenn diese sich bereits nahe dem Drempeel befinden, nicht in die Schleuse bzw. den Binnenhafen fortsetzen könne. Solches Ansteigen kann durch sogenannte Dünungen und durch die Bugwelle rasch fahren-

der Schiffe, selbst wenn die Schiffe in ziemlich weiter Entfernung an der Schleuse vorbeifahren, veranlaßt werden. Der dadurch hervorgerufene Wasserstandsunterschied vor und hinter dem Thor kann erhebliche Wasserüberdrucke auf die Thorfläche hervorbringen und so zu Beschädigungen der Bewegungsvorrichtungen führen. Die mit den stehenden Wellen gemachten Erfahrungen veranlaßten zwei Abänderungen an den Thorantrieben, von denen die eine sich auf die Schneckenräder, die andere auf die Wellen selbst bezieht. Die Wellen bestanden nämlich anfänglich mit Ausnahme des untersten, das Triebad enthaltenden Theiles aus Gußeisen, sie wurden nach dem Eintritt der Brüche durch gulfstählerne ersetzt, sodaß jetzt die stehenden Wellen in allen ihren Theilen aus diesem Baustoff bestehen. Die zweite Abänderung bestand darin, daß in die Schneckenräder eine Reibungskupplung eingebaut wurde, die bei Zahnstangenspannungen von mehr als 20 t in Wirksamkeit kommt und somit das Auftreten größerer als die der Berechnung der Bewegungsvorrichtungen zu Grunde gelegten Kräfte in den Gliedern der Antriebe unmöglich macht.

Die Schnecke und das Schneckenrad sind, wie oben bereits kurz erwähnt worden ist, in einem gulfseisernen Kasten untergebracht, der oben auf den Schacht für die stehende Welle aufgesetzt ist. Aus den Abb. 4 und 5 auf Bl. 54 ist zu ersehen, daß mit den Schachtwandungen zunächst ein gulfseiserner Kranz vernietet und der Kasten mit diesem Kranz verschraubt ist. In den Boden des Kastens ist ein gulfseiserner Stopfbüchsenkörper eingebaut, während die Stopfbüchse selbst aus Metall besteht. Oberhalb des Durchganges durch den Boden des Kastens trägt die stehende Welle das Schneckenrad, das durch Nasenkeile fest mit ihr verbunden ist. Jedes Schneckenrad besteht aus drei Theilen, nämlich dem Nabenkörper, dem Zahnkranz und dem zwischen diesen beiden Theilen liegenden Reibungsring. Die Text-Abb. 233 zeigt einen Querschnitt durch das Schneckenrad.

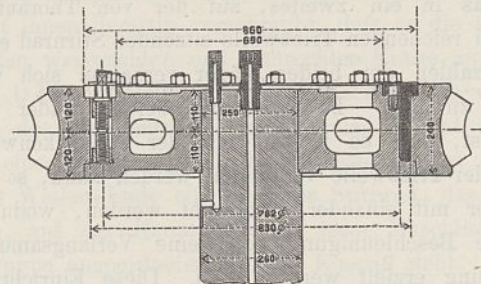


Abb. 233. Querschnitt durch das Schneckenrad des Thorantriebes. 1:20.

Während der Nabenkörper und der Zahnkranz aus Gußeisen hergestellt sind, besteht der Reibungsring aus Stahl. Das Anpressen des Ringes an den Zahnkranz wird durch zwei über einander angeordnete Keile bewirkt, die von einem gemeinschaftlichen und auf die halbe Länge je mit Rechts- und mit Links-Gewinde versehenen Schraubenbolzen getragen werden. Der Schraubenbolzen endigt oberhalb eines über dem Reibungsring angeordneten und sowohl über je einen schmalen Streifen des Zahnkranzes als auch des Nabenkörpers hinwegreichenden Schutzringes in einem Vierkant, der das Drehen des Schraubenbolzens ermöglicht. Wird der Schraubenbolzen in der einen Richtung gedreht, dann nähern sich die beiden Keile einander, und dadurch wird der Reibungsring

stärker an den Zahnkranz angepresst, und die Kupplung wirkt erst bei größeren Zahnstangen-Spannungen. Wird der Schraubenbolzen in der anderen Richtung gedreht, dann entfernen sich die beiden Keile von einander, und die Anpressung des Reibungsrings wird kleiner. Ein Ueberfall gestattet es, den Schraubenbolzen nach jeder Vierteldrehung festzustellen, sodafs er nicht selbstthätig in Drehung kommen und damit die Anpressung des Reibungsrings in unzulässiger Weise verändern kann. Der Schutzring ist auf dem Nabenkörper durch eine gröfsere Anzahl von Stiftschrauben befestigt.

Die Schnecke besteht aus Gufsstahl. Sie liegt ebenso wie das Schneckenrad wagerecht und ist an der einen Kastwand in einem Spurlager, an der anderen in einem Halslager, das in einem Ausschnitt dieser Wand angeordnet ist, gelagert. Die wagerechten Kräfte der Schnecke werden bei der einen Bewegungsrichtung derselben von dem Spurlager aufgenommen, bei der anderen aber durch einen Stelling auf das Halslager übertragen. Von den Schneckengetrieben, die zu zwei ein Thor bildenden Thorflügeln gehören, ist stets das eine linksgängig, das andere rechtsgängig. Das wird dadurch veranlafst, dafs sich sämtliche Thorantriebe räumlich zwischen dem Thorflügel und der treibenden Druckwassermaschine befinden, somit die zu einem Thore gehörigen beiden Antriebe sich wie Spiegelbilder zu einander verhalten müssen. Die Kasten, in denen sich die Schneckengetriebe befinden, werden stets bis zu solcher Höhe mit einer ziemlich steifen, aus gemahlenem Graphit, Seifenwasser und den beim Betriebe der Central-Maschinenanlage gewonnenen Abtropfölen zusammengesetzten Schmiere gefüllt gehalten, dafs die untere Hälfte der Schnecke und des Schneckenrades vollständig in diese Schmiere eintaucht.

Auf das über den Kasten hinausragende Ende der Schneckenwelle ist, wie oben bereits mitgetheilt worden ist, in den Maschinenkammern der Mittelmauer ein Stirnrad aufgesetzt, das in ein zweites, auf der von Thorantrieb zu Thorantrieb reichenden Triebwelle sitzendes Stirnrad eingreift. Die Zähnezahlen der beiden Räder verhalten sich wie ungefähr 84 zu 100. Da jedes der beiden Räder so eingerichtet ist, dafs es sowohl mit der Schneckenwelle als auch mit der Triebwelle verbunden werden kann, so können beide Räder mit einander vertauscht werden, wodurch beliebig eine Beschleunigung oder eine Verlangsamung der Thorbewegung erzielt werden kann. Diese Einrichtung ist getroffen worden, weil in den ersten Zeiten nach der Inbetriebnahme der Schleusen die Reibungswiderstände in den Thorantrieben und ebenso auch in den übrigen Antrieben gröfser sein mußten als später, wenn die Vorgelege, Uebersetzungen und Triebwellen sich eingelaufen haben. Es empfahl sich, zur Ausgleichung dieses Unterschiedes das Vorgelege der Thorantriebe während der ersten Betriebsmonate so zu stellen, dafs die Thorbewegung langsamer, aber unter dementsprechend gröfserer Kraftäußerung erfolgt. Nachdem sich Alles eingelaufen hatte, wurden die Räder vertauscht, sodafs nunmehr das Oeffnen und Schliefsen der Thorflügel in der vorgeschriebenen Zeit von 110 Secunden erfolgt. Das obere Stirnrad ist auf der Schneckenwelle fest verkeilt, das untere jedoch mit der Triebwelle durch eine ausrückbare Kupplung verbunden. Diese Kupplung ist ebenso ausgebildet

wie die Kupplungen in den Triebwellen, jedoch tritt an die Stelle des Gufskörpers *A* das Zahnrad selbst, das zu dem Zweck mit zwei Knaggen versehen ist. Ausserdem ist das Zahnrad nicht mit der Welle verkeilt, sondern es sitzt lose auf ihr, sodafs es nur dann in Bewegung kommt, wenn die Kupplung eingerückt, also die Klinke nach dem Zahnrade zu umgelegt ist.

In den Seitenmauern schlieft an die Schneckenwelle eine kurze, wagerechte Triebwelle mittels einer Scheibenkupplung an. Auf dem von dem Kasten für das Schneckengetriebe abgekehrten Ende sitzt ein Stirnrad, das in ein zweites, auf der die beiden Druckwassermaschinen verbindenden Triebwelle angebrachtes Stirnrad eingreift. Auch die Zähnezahlen dieser beiden Räder stehen in dem Verhältnifs wie ungefähr 84 zu 100, und die Räder sind so eingerichtet, dafs sie gegen einander vertauscht werden können. Das jeweilig auf der die Druckwassermaschinen mit einander verbindenden Triebwelle sitzende Rad wird mit dieser durch eine ausrückbare Kupplung verbunden. Von den beiden Stirnrädern hat das eine hölzerne, leicht auswechselbare Zähne erhalten, deren Querschnitt so bemessen ist, dafs bei etwa unvermuthet im Getriebe auftretenden Widerständen die hölzernen Zähne brechen, während das zweite Rad unbeschädigt bleibt. In der Mittelmauer hat das eine der beiden sonst gleich grofsen Stirnräder, die auf der Kurbelwelle der Druckwassermaschinen einerseits und der von Thorantrieb zu Thorantrieb durchgehenden Triebwelle andererseits sitzen, aus dem gleichen Grunde Holzzähne erhalten.

Mittels des im vorstehenden beschriebenen Antriebes ist eine Druckwassermaschine von 26 Pferdekräften und 60 Umdrehungen in der Minute imstande, einen Thorflügel in 110 Secunden gegen einen während der ganzen Dauer der Bewegung gleichmäfsig auf die Thorflügel wirkenden Winddruck von 50 kg/qm zu öffnen oder zu schliefsen. Da bei einem Sturme, der diesem Druck auf die Flächeneinheit entspricht, die Schifffahrt in dem immerhin engen Fahrwasser des Canals unterbrochen sein wird, so liegt dann auch das Bedürfnifs zum Schleusen kaum mehr vor; es ist also eine der beiden in jeder Maschinen- und Antriebsgruppe vorhandenen Druckwassermaschinen in der Lage, bezüglich der Thorbewegungen den Anforderungen der Schifffahrt an den Schleusenbetrieb unter allen Umständen gerecht zu werden. Demnach wird es nur unter ganz besonderen Umständen, die überdies nicht unmittelbar mit dem Schifffahrtsbetriebe zusammenhängen, nothwendig sein, die beiden zu jeder Gruppe gehörigen Druckwassermaschinen gemeinschaftlich für die Bewegung der Thorflügel zu verwenden, und somit wird die Kupplung in der die beiden Druckwassermaschinen verbindenden Triebwelle unter allen gewöhnlich vorkommenden Betriebsverhältnissen gelöst sein. Wenn beide Maschinen betriebsfähig sind, dann kann also die eine mit dem Thorantrieb verbunden sein, während die andere das Heben und Senken des Umlaufcanal-Schützes bewirkt. Bei ruhigem Wetter sind sehr viel kleinere Kräfte zum Bewegen der Thorflügel ausreichend, und deshalb ist eine Vorrichtung getroffen, die es ermöglicht, jede Druckwassermaschine mit der Hälfte des Drucks zu betreiben, der dem Betriebswasser der Bewegungsvorrichtungen in der Central-Maschinenanlage ertheilt wird. Zu dem Zweck wird nur der in der Mittelmauer aufgestellten

Druckwassermaschine Wasser von 50 Atmosphären Pressung zugeführt. Das Wasser versetzt die Maschine in Bewegung, giebt dabei jedoch nur einen Theil seiner Pressung ab und wird mit der ihm verbleibenden Pressung durch eine besondere, an die Maschine der Mittelmauer angeschlossene Rohrleitung — Hintereinanderschaltleitung genannt — durch die Tunnel unter den Schleusen nach der in der Seitenmauer aufgestellten, den zweiten Flügel des betreffenden Thores bewegenden Maschine geleitet. Es durchströmt diese Maschine, sie in Bewegung setzend, und fließt hinter derselben entweder — wie in Holtenau — nach der Schleuse ab, oder — wie in Brunsbüttel — durch die Rücklaufleitung nach den Wasserbehältern im Accumulatorenthurm der Central-Maschinenanlage. Solche Hindereinanderschaltleitungen sind am Außen- und Binnenhaupt überall zwischen zwei zu einander gehörige, in der Mittelmauer und der Seitenmauer stehende Maschinen eingebaut, sodafs die beiden Flügel jedes Thores und ebenso die in derselben Querachse der Schleuse befindlichen, zu einer Kammerschleuse gehörigen beiden Umlaufcanal-Schützen durch hintereinander geschaltete Maschinen bewegt werden können. Da der Durchmesser und der Hub der Kolben bei je zwei solcher Maschinen genau gleich ist, so muß eine Druckwassermenge, welche die Mittelmauermaschine in eine bestimmte Zahl von Umdrehungen versetzt, auch in der Seitenmauermaschine genau dieselbe Zahl von Umdrehungen veranlassen. Da ferner die Antriebe zweier Thorflügel und die von den Thorflügeln zurückzulegenden Wege, ebenso auch die Antriebe und die Wege von zwei Schützen mit einander übereinstimmen, so müssen durch zwei hintereinander geschaltete Maschinen auch zwei mit ihnen zusammengekuppelte Umlaufcanal-Schützen vollständig gleichmäfsig bewegt, also gleichzeitig in die Endstellung gebracht werden. Vorbedingung hierfür ist allerdings, dafs die Druckwassermenge, die der Mittelmauermaschine aus der Druckrohrleitung durch Oeffnen des Absperrventils in dieser Leitung zugeführt wird, unverkürzt und ebenso unvermehrt in die Seitenmauermaschine gelangt. Die Hintereinanderschaltleitung muß also vollständig dicht sein; und dies muß auch bei den verschiedenen, später näher zu besprechenden Steuer- und Schaltvorrichtungen, durch die das Druckwasser hindurchzufliefsen hat, der Fall sein. Dagegen braucht der Widerstand, den jeder der beiden Thorflügel oder jedes der beiden Schützen der Bewegung entgegensetzt, keineswegs gleich zu sein, es genügt vielmehr, wenn die beiden Widerstände zusammen in jedem Augenblick der Bewegung kleiner sind als die Kraftleistung der beiden hintereinandergeschalteten Maschinen. Sobald nämlich, um ein Beispiel anzuführen, der Widerstand des von der Seitenmauer aus bewegten Thorflügels gröfser wird als der des von der Mittelmauer aus bewegten Flügels, wird auch die Spannung des in der Seitenmauermaschine wirkenden Wassers zunehmen und in der Mittelmauermaschine der Verbrauch an Wasserpressung dementsprechend abnehmen müssen, da sonst eine gleichmäfsig schnelle Bewegung der beiden Thorflügel nicht möglich ist. So lange also die Summe der Widerstände der beiden Thorflügel kleiner ist als die Kraftleistung der hintereinandergeschalteten Maschinen, wird der Verbrauch an Pressung in jeder der beiden Maschinen sich genau nach dem jeweiligen Widerstande des von der Maschine

zu bewegenden Thorflügels richten, also fortwährend hin und her schwanken.

Die Antriebe der Umlaufcanal-Schützen. In der Unterabtheilung b dieses Abschnittes S. 443 dieses Jahrg. ist bereits mitgetheilt worden, dafs die Schützen durch Stirnräder bewegt werden, die in eine an dem Schütz angebrachte Zahnstange eingreifen und je nach ihrer Drehungsrichtung das Schütz entweder heben oder senken. Das ebenso wie die Zahnstange sehr kräftig ausgeführte Stirnrad ist auf eine wagerecht liegende Welle aufgekeilt, die durch drei auf der Sohle der Schützengrube aufgestellte Lager unterstützt wird. Zwei dieser Lager befinden sich, wie die Text-Abb. 209 bis 211, in denen die Schützenantriebe zur Darstellung gebracht sind, zeigen, rechts und links von dem Stirnrad und dienen zugleich, wie ebenfalls oben bereits erwähnt worden ist, zur Verbindung der den Stofs eines zu weit nach oben gefahrenen Schützes aufnehmenden Rundeisenstangen mit dem Schleusenmauerwerk. Den gleichen Zweck zu erfüllen haben auch die beiden Lager der dem Stirnrad gegenüber auf der anderen Seite des Schützes angeordneten Gegenrolle, die einen stets guten Eingriff des Triebrades in die Zahnstange an der Schütztafel herbeiführen soll. Das dritte, zur Unterstützung der wagerechten Welle vorgesehene Lager befindet sich an deren Ende. Der Lagerkörper ist so ausgebildet, dafs er zugleich das Spurlager für eine stehende Welle aufnehmen kann. Die wagerechte und die stehende Welle tragen je ein Kegelrad und stehen durch dieses Getriebe mit einander in Verbindung. Die stehende Welle ist in ähnlicher Weise wie die entsprechenden Wellen der Thorantriebe an ihrem oberen Ende in einer Stopfbuchse geführt, die in den Boden eines gufseisernen Kastens eingebaut ist, und trägt oberhalb der Stopfbuchse ein mit ihr fest verkeiltes Schneckenrad, in das wiederum eine Schnecke eingreift. Der Kasten ist auf zwei Paar U-Eisen, die mit der Schleusenlängsachse gleichlaufend über die Schützengrube gestreckt und mit dem Schleusenmauerwerk kräftig verankert sind, gelagert und mit ihnen derartig verschraubt, dafs er die auf ihn einwirkenden wagerechten und lothrechten Kräfte mit Sicherheit auf die U-Eisen überträgt. Die Schnecke ist in den Seitenwänden des gufseisernen Kastens gelagert und durchdringt dessen eine Wand. Auferhalb des Kastens trägt das hinausragende Wellen-Ende ein kleineres Stirnrad, das mit einem zweiten, auf der Haupttriebwellen jeder Maschine und Antriebsgruppe angeordneten Rade in Eingriff steht. Die Haupttriebwellen liegen jedoch nicht genau in derselben senkrechten Ebene, sondern sind etwas gegen einander verschoben. Das untere Rad ist mit der Schneckenwelle fest verkeilt, das obere Rad steht mit der Haupttriebwellen wieder durch eine ausrückbare Kupplung, die ebenso ausgebildet ist, wie die entsprechende Kupplung in dem Thorantriebe, in Verbindung. Ist die Kupplung ausgerückt, dann dreht sich das obere Zahnrad nicht mit, wenn die Haupttriebwellen bewegt wird, und das Schütz bleibt in seiner Lage. Sobald die Kupplung eingerückt wird, entspricht jeder einmaligen Umdrehung der Welle, also auch einer Druckwassermaschine, eine bestimmte Hebung oder Senkung der Schütztafel.

Das Gewicht jeder Schütztafel einschliesslich der Eisen- und Stahltheile beträgt 4200 kg, der Auftrieb der vollständig

eingetauchten Tafel 2400, der Gewichtsunterschied also 1800 kg, und dieser Theil des Gewichtes ist durch nachträglich angeordnete Gegengewichte ausgeglichen worden. Anfänglich waren diese Gegengewichte nicht vorgesehen, und deshalb bewegten sich die Schützen beim Absenken zuweilen schneller, als der Umdrehungszahl der Druckwassermaschine entsprach. Das Schneckengetriebe wirkte nämlich wohl selbstsperrend, solange sich das Schütz in Ruhe befand und in dem Getriebe die Reibung der Ruhe Geltung hatte; wenn das Schütz aber gesenkt wurde, dann reichte die Reibung der Bewegung nicht dazu aus, die Selbstsperrung des Schneckengetriebes aufrecht zu erhalten. Die Schnecke eilte der Haupttrieb- welle vor, und die Klinke der ausrückbaren Kupplung erhielt, wenn die Schnecke um eine halbe Umdrehung vorgeeilt war und nunmehr der mit der Schneckenwelle fest verkeilte Theil der Kupplung durch die Knagge festgehalten wurde, einen je nach der Schnelligkeit der Schützenbewegung verschieden starken, mehr oder minder heftigen Stofs. Dieser Stofs pflanzte sich selbstverständlich durch die Kupplung auf die Haupttrieb- welle und die Druckwassermaschine fort und wirkte ebenso auch auf die Theile der Bewegungsrichtungen zwischen dem Schütz und der Kupplung ein, sodafs Brüche zu erwarten waren; deshalb wurden die Gegengewichte schleunigst angebracht, ehe sich infolge der Stöße ernsthafte Mifsstände geltend gemacht hatten. Die Gegengewichte bestehen aus Roh- eisentafeln, die sich zwischen zur Führung dienenden U Eisen auf und nieder bewegen können. Die Verbindung der Gegen- gewichte mit den Schütztafeln ist durch je zwei Ketten her- gestellt, die über Rollen laufen, die ihrerseits an den Trägern der Maschinenkammerdecken befestigt sind. Die Gegengewichte sind in den Text-Abb. 209 bis 211 nicht dargestellt, einmal weil die Deutlichkeit der Zeichnungen darunter gelitten hätte, dann aber auch, weil die Gegengewichte erst nachträglich angeordnet wurden und in die bestehende Schützenanlage so gut, wie es ging, eingefügt werden mußten. Dabei ist eine Anlage entstanden, die das Gepräge des Nothbehelfs trägt.

Die zum Heben der Schützen erforderliche Kraft ist Dank der Verwendung der Rollenführung verhältnismäßig klein. Bei einem Wasserstandsunterschied vor und hinter dem Schütz von 3,50 m beträgt der auf die Tafel einwirkende Druck rund 32500 kg, der Bewegungswiderstand beträgt aber nur ungefähr ein Achtel davon, also rund 4100 kg, selbst wenn der Reibungsfestwerth zwischen Pockholz und Stahl und zwischen den Rollen und der schmiedeeisernen, verzinkten Führungsschiene am Schützenschlitz gleichmäßig zu 0,50, also verhältnismäßig hoch angenommen wird. Infolge dessen sind auch zwei hintereinander geschaltete Maschinen bei fast allen Schleusenbetriebsverhältnissen imstande, die beiden zu einer Schleusen- kammer gehörigen Schützen zu heben und zu senken. Nur in ganz besonderen Ausnahmefällen wird es nothwendig werden, jedes Schütz von einer die vollständige Wasser- pressung ausnutzenden Maschine heben zu lassen.

Wie bereits oben erwähnt worden ist, sind die auf den Abdeckungen der Maschinenkammern aufgestellten Schutz- kästen für die Zahnstangen an den Umlaufcanal-Schützen mit Zeigervorrichtungen versehen, die den jeweiligen Stand der Schützen erkennen lassen. Jeder Kasten ist mit zwei Zeigern ausgestattet, von denen der eine der Schleusenmitte zugekehrt, der andere derartig angebracht ist, dafs er von

dem das Absperrventil der zugehörigen Druckwassermaschine bedienenden Manne beobachtet werden kann. Bei den Seiten- mauer-Schützen wird diese letztere Zeigervorrichtung nur in den Ausnahmefällen, in denen das Heben und Senken der Schützen nicht mit den hintereinander geschalteten Maschinen ausgeführt werden kann, zu beobachten sein, in der überaus großen Mehrzahl der Betriebsfälle wird allein der der Schleusen- mitte zugekehrte Zeiger, dessen Stellung von der Mittel- mauer aus, insbesondere von dem das Absperrventil der Mittelmauermaschine bedienenden Maschinisten erkannt werden kann, in Betracht kommen. Die Schutzkästen auf der Mittelmauer haben die zweite Zeigervorrichtung nur erhal- ten, damit die den Schleusenbetrieb beaufsichtigenden Be- amten die Stellung der dortigen Schützen auch von den Seitenmauern aus beurtheilen können. Die Bewegung der Zeigervorrichtungen wird durch eine Schnur herbeigeführt, die mit beiden Enden an die Schütztafel befestigt ist. Das eine Ende führt von dem Anschluß aus lothrecht in die Höhe, ist um eine in dem Schutzkasten gelagerte Rolle zweimal herumgeschlungen und geht dann nach der Sohle der Schützen- grube hinab. Auf dieser ist eine Umlenkrolle angebracht. Die Schnur umgibt die untere Hälfte des Umfanges dieser Rolle und führt dann zu dem Anschluß an das Schütz wie- der in die Höhe. Die obere Rolle ist auf einer Welle fest- gekeilt, die Welle muß sich also, je nachdem das Schütz gehoben oder gesenkt wird, in der einen oder der anderen Richtung drehen. Von der Welle aus werden die Zeiger- vorrichtungen bewegt.

Die Schützengruben sind in Höhe des Fußbodens der Maschinenkammern mit Riffelblechplatten abgedeckt. Diese Platten liegen theils auf 5 cm Breite auf diesem Fußboden auf, theils werden sie durch kleine U Eisen unterstützt, die senkrecht zur Schleusenlängsachse liegen und theils von Schellen getragen werden, die an den mehrfach erwähnten senkrechten Rundeisenstangen angebracht sind, theils sich auf die unteren Flanschen der den Schneckenkasten tragenden U Eisen stützen. Die kleinen U Eisen sind nirgendwo mit dem Schleusenmauerwerk und den Theilen der Schützenanlage in eine feste Verbindung gebracht worden, sie sollen für In- standsetzungsarbeiten an den Schützen und deren Bewegungs- vorrichtungen möglichst leicht entfernt werden können. In der Abdeckung der Schützengruben ist an einer Stelle, die von den die Maschinen bedienenden Arbeitern sonst nicht be- gangen wird, eine Einsteigeöffnung angeordnet. Dort führt eine eiserne Leiter von der Maschinenkammer nach der Sohle der Schützengrube hinab.

Die Antriebe der Spille. Wie bereits in der Unter- abtheilung c dieses Abschnittes (S. 450 d. Jahrg.) gesagt worden ist, werden die stehenden Wellen der Spille und damit auch die Spilltrommeln mit Hilfe eines Kegelradvorgeleges bewegt. Das kleinere Kegelrad ist dabei auf einer wagerechten Welle festgekeilt, und auf dieser Welle befinden sich ferner- hin noch drei Stirnräder. Je eines davon gehört zu einem der drei Vorgelege, die die drei verschiedenen Umdrehungs- geschwindigkeiten und die dementsprechend sich ändernden Zugkräfte am Umfang der Spilltrommel herbeiführen (Text- Abb. 217 bis 220 und 234). Die Welle mit dem Kegelrad und den drei Stirnrädern ist gleichlaufend zu der Haupttrieb- welle gelagert. Auf der letzteren ist für jedes Vorgelege

ebenfalls ein Stirnrad angebracht. Die Verbindung zwischen den zusammengehörigen Rädern wird für das 3 t- und das 6 t-Vorgelege durch ein drittes, in die beiden Räder gleichzeitig eingreifendes Rad, bei dem 12 t-Vorgelege durch zwei

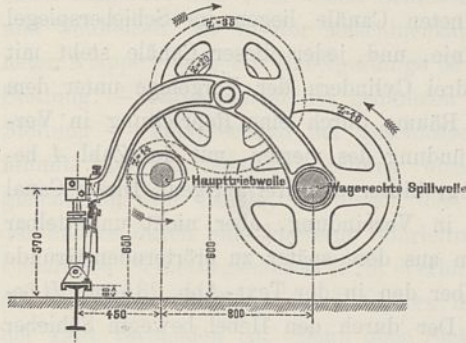


Abb. 234. 12 t-Vorgelege der Spille.

Wellebefestigte Stirnrad eingreift. Das Uebersetzungsverhältniß der Vorgelege ist aus den in die Text-Abb. 217 und 218 eingetragenen Zähnezahlen der Räder zu ersehen. Solange das Spill außer Betrieb ist, befinden sich die zur Verbindung der beiden Triebwellen dienenden Zahnräder sämtlich außer Eingriff mit den auf den Wellen befindlichen Rädern, die Haupttriebwellen kann also behufs des Oeffnens oder des Schließens eines Thorflügels oder behufs des Hebens oder Senkens eines Schützes beliebig gedreht werden, ohne daß das Spill in Bewegung kommt. Soll das Spill benutzt werden, dann muß erst das der benötigten Zugkraft entsprechende Vorgelege des Spills eingerückt werden. Diese Einrückung erfolgt von der Decke der Maschinenkammer aus durch Umlegen eines Hebels, dessen Handgriff sichtbar und erreichbar wird, wenn der Deckel eines in die Maschinenkammerdecke eingebauten Kastens geöffnet wird, jedoch nicht sofort nach dem Umlegen des Hebels, sondern erst dann, wenn der Deckel des Kastens wieder geschlossen wird.

Die kleinen Wellen, auf denen die einzelnen Verbindungsräder des 3 t- und 6 t-Vorgeleges und die beiden Verbindungsräder des 12 t-Vorgeleges sitzen, sind mit ihren Enden annähernd in der Mitte je eines gekrümmten Hebelpaares drehbar gelagert, und zwar ist die Form der Hebelarme derart gewählt, daß die Mitten der Verbindungsradräder höher liegen als die Mitten der Haupttriebwellen und der zum Spill gehörigen wagerechten Welle. Das eine Ende der Hebel ist mit einem Auge versehen und mit diesem auf die wagerechte Spillwelle geschoben, sodaß sich die Hebelpaare um diese Welle drehen müssen, wenn ihr anderes Ende gehoben und gesenkt wird. Diese Hebung und Senkung der anderen Enden der Hebelpaare wird nun für jedes Hebelpaar gesondert durch eine kleine Druckwasserstellvorrichtung bewirkt. Die Stellvorrichtungen bestehen aus einem kleinen Cylinder, in dem sich ein Scheibenkolben bewegen kann, dessen verhältnißmäßig starke Kolbenstange nach oben führt und an das Ende eines der drei Hebelpaare angeschlossen ist. Befindet sich in dem Cylinder Druckwasser, so hat der Kolben auch seine höchste Stellung, da die auf seine Unterfläche wirkende Wasserpressung größer ist als die auf die obere Fläche entfallende, weil diese um den Kolbenstangenquerschnitt kleiner ist als jene. Bei dieser Kolbenstellung befinden sich die Verbindungsradräder der Vorgelege außer Eingriff

mit den übrigen Rädern, und die Vorgelege sind ausgertickt. Wird das Druckwasser aus dem unter dem Kolben befindlichen Theil des Cylinders abgelassen, während gleichzeitig der über dem Kolben gelegene Theil des Cylinder-Inneren mit dem Druckwasser in Verbindung bleibt, dann sinkt der Kolben und das zugehörige Vorgelege wird eingerückt. Beim Einrücken der Vorgelege kommt zunächst das Verbindungszahnrad mit dem auf der Haupttriebwellen befindlichen Stirnrad zum Eingriff, erst beim weiteren Senken des Kolbens kommt das Verbindungszahnrad auch mit dem auf der wagerechten, zum Spill gehörigen Welle angebrachten Stirnrad zum Kämmen. Diese Anordnung bezweckt ein allmähliches Ingangsetzen der zu bewegendenden Spilltheile. Die kleinen Druckwassercylinder machen beim Heben und Senken der Hebelpaare eine kleine Drehbewegung, und dementsprechend mußten sie auch drehbar mit dem Schleusenmauerwerk verbunden werden; sie endigen deshalb in ihrem unteren Theil in einem Auge, das durch einen Bolzen an einem kleinen gußeisernen Lager befestigt ist, das seinerseits wieder mit dem über den Maschinenkammer-Fußboden hervorragenden Theil eines in diesen Fußboden eingemauerten I Eisens verschraubt ist. Um die von den Hebeln getragenen Zahnräder an jedem zu tiefen Eingreifen in die auf der Haupttriebwellen und der wagerechten Spillwelle angeordneten Räder zu hindern, wird die tiefste Stellung der freien Enden der Hebelpaare durch Bügel, auf welche die Hebel aufstossen, begrenzt. Ebenso sind Vorrichtungen vorhanden, durch welche die Hebel in ihrer gehobenen Stellung festgehalten werden können, wenn etwa ein Druckwasser-Cylinder während des Thor- und Schützenbetriebes schadhaft wird oder für Unterhaltungsarbeiten ausgewechselt werden soll. Diese letzteren Vorrichtungen sind bei den Spillen, die von den Haupttriebwellen in den Maschinenkammern am Aufsens- und Binnenhaupt der Schleusen aus betrieben werden, nur dann außer Benutzung, wenn der verhältnißmäßig seltene Fall eintritt, daß diese Spille in Thätigkeit treten sollen. Gewöhnlich sind die Hebel festgestellt, damit sich die Spille nicht bei etwa eintretendem Undichtwerden der Ein- und Ausrückvorrichtungen selbstthätig einrücken oder von Unbefugten oder von den Bediensteten der Schleuse irrtümlich eingerückt werden können.

Das Einrücken der Spillvorgelege geschieht, wie bereits oben erwähnt worden ist, durch Umlegen eines von der Decke der Maschinenkammer aus zugänglichen Hebels. Dieser muß in vier verschiedenen Stellungen eine Einwirkung auf die Spillvorgelege ausüben, da nämlich entweder alle drei Vorgelege ausgerückt sein müssen oder das 3 t- bzw. das 6 t- oder das 12 t-Vorgelege eingerückt sein muß, während gleichzeitig die Hebelpaare der beiden anderen Vorgelege gehoben sein müssen. Wenn alle drei Vorgelege ausgerückt sind, dann muß sich in den kleinen Cylindern sowohl über wie unter dem Kolben Druckwasser befinden. Wenn ein Vorgelege eingerückt werden soll, so braucht nur das Cylinder-Innere unter dem Kolben mit der Luft in Verbindung gesetzt zu werden, denn dann kann das dort befindliche Druckwasser entweichen; auf die untere Kolbenfläche wirkt dann nur noch der Atmosphärendruck, und das zugehörige Hebelpaar senkt sich. Der Wechsel in der Verbindung des unter dem Kolben befindlichen Theils des Inneren der drei Cylinder mit dem Druckwasser bzw. der Luft geschieht mit Hilfe eines Schie-

bers, der durch den Hebel in einem Gehäuse bewegt wird. In der Text-Abb. 235 ist das Gehäuse mit dem Buchstaben *A* bezeichnet. Das Innere des Gehäuses steht durch eine

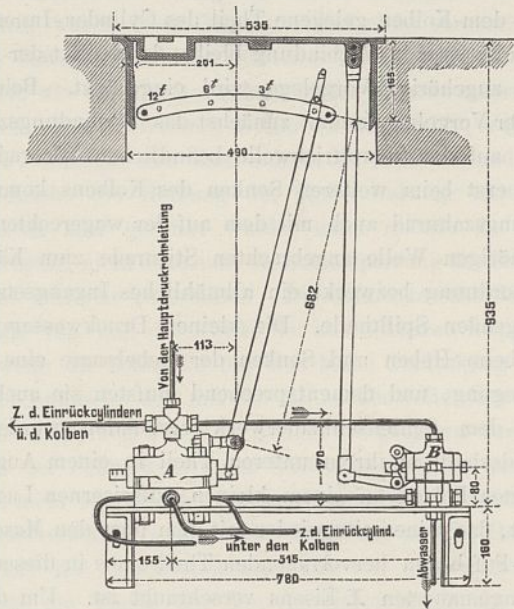


Abb. 235. Gehäuse *A* und *B* nebst den Hebeln und der Klappe.

kleine Rohrleitung ständig mit dem Druckwasser in Verbindung. Der Anschluss dieser Rohrleitung an das Gehäuse ist durch das in der Text-Abb. 236 gestrichelt ange deutete Kreuzstück bewirkt. Oben schließt an das Kreuzstück die Druckwasserzuleitung an, links führt eine Leitung nach den in den drei Cylindern der Spillvorgelege oberhalb der Kolben gelegenen Räumen, und rechts zweigt eine Leitung ab, die nach dem in der Text-Abb. 235 mit *B* bezeichneten Körper führt und eine später zu erörternde Aufgabe zu erfüllen hat. In dem Inneren des Gehäuses befindet sich also stets Druckwasser, und ebenso stehen die Räume über den Kolben in den drei Cylindern stets mit dem Druckwasser in Verbindung. Wenn sich ein Kolben senkt, dann strömt deshalb ohne weiteres die der

dadurch hervorgerufenen Vergrößerung des Raumes über dem Kolben entsprechende Wassermenge nach, und wenn der Kolben sich hebt, strömt entsprechend Druckwasser ab.

In der Bodenplatte des Gehäuses *A* befinden sich vier kreisrunde Canäle, die nahezu senkrecht hinabgeführt sind und in vier wagerechte Canäle einmünden, die von den Mitten der vier Seitenflächen des unteren Gehäuseteiles ausgehen. Die Ausmündungen der drei in Text-Abb. 237 mit den Zahlen *1*, *2* und *3* bezeichneten Canäle liegen im Schieberspiegel in einer geraden Linie, und jeder dieser Canäle steht mit einem der in den drei Cylindern der Vorgelege unter dem Kolben befindlichen Räume durch eine Rohrleitung in Verbindung. Die Ausmündung des vierten, mit der Zahl *4* bezeichneten Canals liegt hinter den drei übrigen. Dieser Canal steht mit der Luft in Verbindung, aber nicht unmittelbar und ständig, sondern aus dem später zu erörternden Grunde auf dem Umwege über den in der Text-Abb. 235 mit *B* bezeichneten Körper. Der durch den Hebel bewegte Schieber hat die aus den Text-Abb. 236 bis 240 ersichtliche Form. Er bedeckt den Canal *4* bei jeder der vier Stellungen, die ihm durch das Umlegen des Hebels, der ihn bewegt, ertheilt werden sollen, die Canäle *1*, *2* und *3* werden jedoch entweder alle drei von dem Schieber frei gelassen, und in diesem Falle sind auch alle drei Vorgelege des Spills ausgerückt, oder der Schieber überdeckt einen dieser Canäle, sperrt ihn

damit gegen das im Schiebergehäuse befindliche Druckwasser ab und bringt ihn zugleich mit dem vierten Canal in Verbindung. Die Form und die Abmessungen des Schiebers sind so gewählt, daß das gleichzeitige Bedecken von zwei der in einer Linie liegenden Canalausmündungen unmöglich ist, es können deshalb auch nie zwei Vorgelege gleichzeitig eingerückt sein. Wenn der vierte Canal nun zur Luft führte, dann müßte das Druckwasser unter dem Kolben des zu dem überdeckten Canal gehörigen Cylinders entweichen und das betreffende Vorgelege sich einrücken. Der vierte Canal führt aber nur dann zur Luft, wenn die Klappe, die in der Maschinenkammerdecke geöffnet werden muß, um den Hebel zugänglich zu machen, geschlossen ist. Wenn diese Klappe geöffnet

ist, und das muß sie sein, wenn der Hebel behufs Einrückens eines Vorgeleges umgelegt werden soll, dann steht auch der vierte Canal mit dem Druckwasser in Verbindung,

Abb. 236. Lothrechter Schnitt durch das Gehäuse *A*.

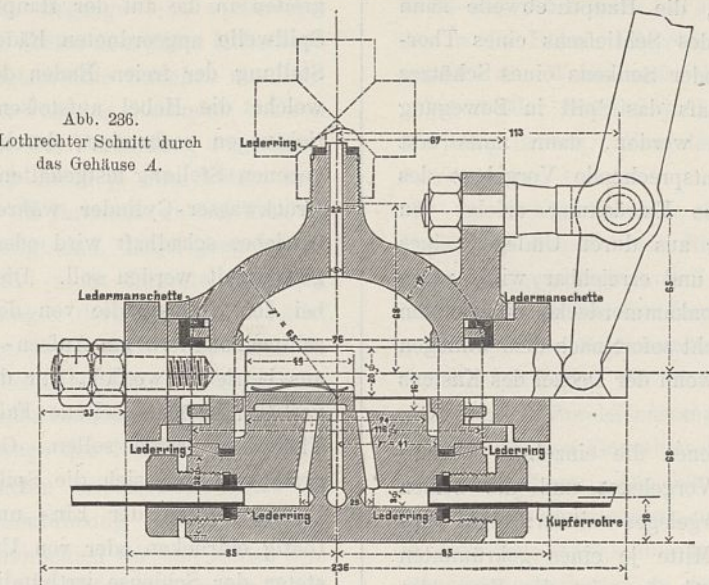


Abb. 239. Schnitt *ab* durch den Schieber.



Abb. 240. Untersicht des Schiebers des Gehäuses *A*.

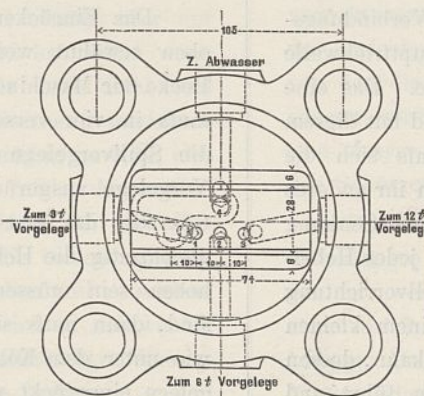


Abb. 237. Oberansicht von dem Untertheil des Gehäuses *A* und dem Schieber.

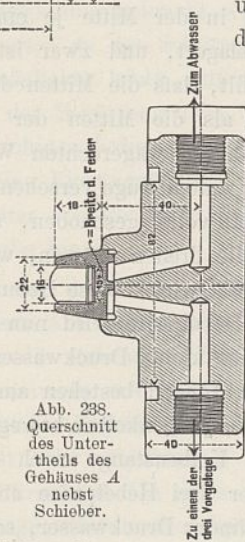


Abb. 238. Querschnitt des Untertheils des Gehäuses *A* nebst Schieber.

Abb. 235 bis 240. Die Einrückvorrichtungen der Spill-Vorgelege.

und das Vorgelege rückt sich nicht ein. Die wechselnde Verbindung des vierten Canals mit der Luft bzw. mit dem Druckwasser wird nun durch den in der Text-Abb. 235 mit *B* bezeichneten Körper bewirkt. Dieser Körper enthält wieder einen Schieber, und zwar einen Schieber, der beim Oeffnen und Schließen der in der Maschinenkammerdecke angeordneten Klappe durch ein Hebelgestänge bewegt wird, also eine Stellung — entsprechend der geöffneten — und eine zweite Stellung — entsprechend der geschlossenen Klappe — annimmt. In der letzteren Stellung überdeckt der Schieber gleichzeitig zwei Canäle, von denen der eine zur Luft führt, der andere durch eine kupferne Rohrleitung mit dem vierten Canal des Schiebergehäuses *A* in Verbindung steht, sodafs also bei dieser Stellung des Schiebers der vierte Canal mit der Luft verbunden ist. Dann aber rückt sich auch, sofern der den Schieber im Gehäuse *A* bewegende Hebel auf ein Vorgelege umgelegt ist, das Vorgelege ein, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht.

Ist die Klappe dagegen geöffnet, dann hat der Schieber in dem Gehäuse *B* seine zweite Stellung, und bei dieser ist der mit dem vierten Canal des Gehäuses *A* in Verbindung stehende Canal nicht überdeckt. Da nun das Innere des Gehäuses *B* durch die bereits erwähnte Rohrleitung, die an das Kreuzstück am Ge-

häuse *A* angeschlossen ist, mit dem Druckwasser in Verbindung steht, wird auch der vierte Canal des Gehäuses *A* mit Druckwasser gefüllt sein, und das Druckwasser unter dem Kolben eines einzurückenden Vorgeleges kann nicht entweichen, also dieser Kolben sich nicht senken und damit sich das Vorgelege nicht einrücken. Ebenso kommt auch ein Vorgelege, das bereits eingerückt war, durch Oeffnen der Klappe sofort wieder außer Eingriff. Diese Abhängigkeit der Spill-Vorgelege von der Klappenstellung ist geschaffen worden, damit nicht etwa während des Ganges eines Spilles durch schnelles Umlegen des Hebels auf ein anderes Vorgelege zwei Vorgelege gleichzeitig in Eingriff sein können, da dann weitgehende Zerstörungen des ganzen Spillantriebes eintreten würden. Um dem das Spill bedienenden Maschinenisten das richtige Einstellen des Einrückhebels zu erleichtern und ihm die Möglichkeit zu geben, die Hebel derartig zu stellen, dafs der kleine Schieber im Gehäuse *A* den zu einem bestimmten Vorgelege gehörigen Canal vollständig überdeckt, sind an dem Kreisbogen, an dem entlang der Handgriff des Hebels bewegt wird, die Zahlen 3, 6 und 12 an den Stellen angebracht, an denen sich der Handgriff befinden muß, wenn das 3 bzw. 6 oder 12 t-Vorgelege eingerückt werden soll. Alle drei Vorgelege sind bei allen Spillen dann ausgerückt, wenn der Hebel soweit nach dem Spill zu umgelegt ist, als es der in die Maschinenkammerdecke eingebaute Kasten überhaupt erlaubt.

Die vorstehende Erläuterung der Spillantriebe und der zugehörigen Einrückvorrichtungen ist auch für die von den Bewegungsvorrichtungen der Sperrthore betriebenen Spille in vollem Umfange zutreffend und ebenso im wesentlichen für die sechs, an den Enden der drei Schleusenmauern befindlichen Spille. Diese werden allerdings von besonderen Druckwassermaschinen bewegt, dadurch wird aber nur ein einziger Unterschied gegen die bisher erläuterten Antriebe herbeigeführt. Es tritt nämlich eine Verlängerung der Kurbelwelle dieser Maschine an die Stelle der Haupttriebwellen in den bisher erläuterten Maschinen- und Antriebsgruppen, alles übrige bleibt vollständig ungeändert, und deshalb werden auch im folgenden diese Spille nicht weiter erörtert werden.

Die Vorrichtungen zum Umsteuern und zum Hintereinanderschalten der Maschinen. Es ist bereits bei der Beschreibung der Druckwassermaschinen gesagt worden, dafs die Umlaufrichtung derselben davon abhängig ist,

welches der beiden, quer über den Cylindern, also gleichlaufend mit der Kurbelwelle liegenden Rohre mit dem Druckwasser in Verbindung steht, und des fernerem, dafs stets das eine dieser beiden Rohre mit dem Druckwasser, das andere gleichzeitig mit dem Abwasser verbunden sein muß, wenn die Maschine in Betrieb kommen

soll. Welches der beiden Rohre mit dem Druckwasser verbunden ist, das wird durch die Stellung eines Schiebers bestimmt, der sich in einem Gehäuse bewegt, das an den beiden Rohren befestigt ist. An das Gehäuse, dessen Ausbildung aus den Text-Abb. 241 und 242 zu ersehen ist, ist die Druckwasserrohrleitung angeschlossen, und daher befindet sich in seinem Inneren stets Druckwasser, solange das Absperrventil der Maschine geöffnet ist. In den Schieber Spiegel münden drei Canäle ein, wovon der mittelste bei den Seitenmauermaschinen zum Abwasser, bei den Mittelmauermaschinen jedoch in die Hintereinanderschalt-Vorrichtung führt, die — wie später erörtert werden wird — den Canal entweder mit dem Abwasser oder mit der Hintereinanderschalt-Leitung verbindet. Von den beiden anderen Canälen führt jeder zu einem der beiden Vertheilungsrohre, die über den Cylindern der Maschine liegen. Der Schieber überdeckt stets den mittleren und einen der beiden seitlichen Canäle, es ist also auch stets das eine der beiden Rohre mit dem Druckwasser, das andere mit dem Abwasser, oder in der Mittelmauer — je nach dem Stande der Hintereinanderschaltvorrichtung — mit der Hintereinanderschaltleitung in Verbindung. Der Schieber braucht also nur zwei verschiedene Stellungen annehmen zu können, um allen Anforderungen der Maschinensteuerung zu genügen. Das Innere des Gehäuses ist in drei Abtheilungen getheilt, und der

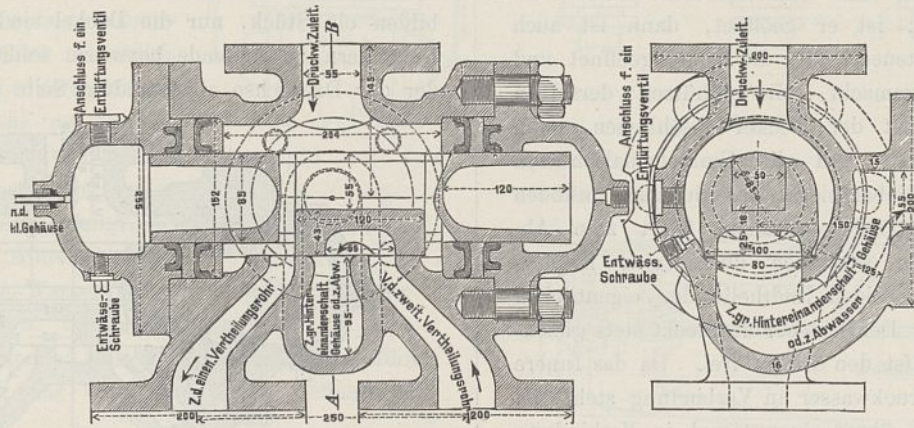


Abb. 241. Wagerechter Schnitt.

Abb. 242. Lothrechter Schnitt AB.

Abb. 241 und 242. Großes Umsteuergehäuse.

1/3 natürlicher GröÙe.

Schieber wird durch einen Kolben bewegt, der in den Zwischenwänden des Gehäuses wasserdicht geführt ist. Die Verschiebung des Schiebers wird dadurch herbeigeführt, daß abwechselnd der eine Endtheil mit dem Druckwasser und gleichzeitig der andere mit dem Abwasser in Verbindung gesetzt wird; es schiebt dann jedesmal das Druckwasser den Kolben und damit auch den Schieber nach dem anderen Ende.

Der Querschnitt des Kolbens ist so groß gewählt, daß der Druck auf die Kolbenfläche 1800 kg beträgt, also der Schieber mit Sicherheit in Bewegung gesetzt wird. In welchem Endtheil sich Druckwasser befindet, das hängt von der Stellung eines Schiebers einer Hilfsvorrichtung ab. Diese Hilfsvorrichtung besteht wieder aus einem Gehäuse, in dem sich ein Schieber bewegt, und zwar hat der Schieber zwei verschiedene Stellungen, je nachdem der Deckel eines in die Maschinenkammerdecke eingebauten Kastens geöffnet oder geschlossen ist. Der Deckel dreht sich um eine waagrechte Achse und steht mit dem Schieber durch ein Gestänge in Verbindung; ist er geöffnet, dann ist auch die Maschine derartig gesteuert, daß die Thore geöffnet und die Umlaufcanäle frei gemacht, die Schützen derselben also gehoben werden. Ist der Deckel geschlossen, dann schließen sich die Thore und die Umlaufcanalschützen senken sich. In den Schieberspiegel des Gehäuses münden wieder drei Canäle ein, der mittlere führt zum Abwasser, jeder der beiden seitlichen durch eine Kupferrohrleitung zu einem der beiden Endtheile der eigentlichen Umsteuerungsvorrichtung. Der Schieber überdeckt stets gleichzeitig zwei Canäle und läßt den dritten frei. Da das Innere des Gehäuses mit dem Druckwasser in Verbindung steht, ist auch der mit dem nicht überdeckten Canal in Verbindung stehende Endtheil des großen Schiebergehäuses mit Druckwasser gefüllt und der dortige Schieber dementsprechend eingestellt. Bei dem Verschieben des großen Schiebers muß das in dem zweiten Endtheil befindliche Wasser entweichen, es nimmt seinen Weg durch die kupferne Rohrleitung nach den vom Schieber überdeckten Canal des kleinen Gehäuses und gelangt unter dem Schieber hindurch zu dem nach dem Abwasser führenden Canal.

Mit der großen Umsteuervorrichtung sind sämtliche Druckwassermaschinen, die vorwärts und rückwärts laufen müssen, ausgerüstet, also alle Maschinen der Schleusen, mit Ausnahme der zu den sechs Spillen an den Enden der Schleusenmauern gehörigen. Da die Spille nur rechts herum laufen sollen, konnte bei diesen sechs Maschinen die Umsteuerungsvorrichtung fortgelassen werden. Die kleinen Hilfsvorrichtungen sind nur bei den umzusteuern den Maschinen der Mittelmauer angeordnet, und zwar sind sie auf den über die Cylinder jeder Maschine gestreckten beiden Vertheilungsröhren leicht abnehmbar aufgestellt. Bei den Maschinen der Seitenmauern konnte diese Vorrichtung entbehrt werden, da die Maschinen der Seitenmauern und der Mittelmauern stets dieselbe Umgangsrichtung haben müssen, und es deshalb zweckmäßig erschien, die Umsteuerung der beiden zu einander gehörigen Maschinen gleichzeitig vorzunehmen. Die Rohrleitungen, die von den beiden seitlichen Canälen der kleinen Umsteuerungsvorrichtung ausgehen, führen nämlich nicht nur nach dem betreffenden Endtheil der großen Umsteuerungsvorrichtung der Mittelmauermaschine, sondern sie

sind mit Hilfe je einer in den Gängen und den Tunneln unter der Schleuse verlegten, aus sogenannten Perkinsrohren hergestellten Rohrleitung nach dem entsprechenden Endtheil der zugehörigen Seitenmauermaschinen weiter geführt. Infolge dessen werden zwei zu einander gehörige Druckwassermaschinen der Mittel- und der Seitenmauern stets gleichzeitig umgesteuert, und es braucht nur auf der Mittelmauer ein Maschinist vorhanden zu sein, der die zu der Umsteuerungsvorrichtung gehörige Klappe öffnet und schließt, je nachdem die Thore geöffnet oder geschlossen, die Umlaufcanalschützen gehoben oder gesenkt werden sollen.

Die Hintereinanderschaltvorrichtung ist fast ebenso ausgebildet wie die Umsteuerungsvorrichtung, insbesondere stimmt die kleine Hilfsvorrichtung mit der soeben beschriebenen in allen Einzelheiten vollständig überein und wird ebenso wie diese durch das Öffnen oder Schließen des Deckels eines in die Maschinenkammerdecke eingebauten Kastens betrieben. Dieser Kasten und der Kasten der Umsteuerungsvorrichtung bilden ein Stück, nur die Deckel sind getrennt. Der beim Umsteuern zu öffnende bzw. zu schließende Deckel ist an der der Drehachse abgewandten Seite nach einem Halbkreis

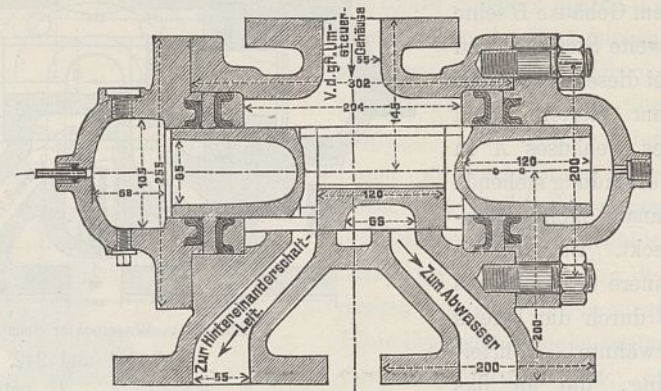


Abb. 243. Lothrechter Längenschnitt durch die Mitte des großen Hintereinanderschalt-Gehäuses. $\frac{1}{7}$ natürl. GröÙe.

abgerundet und trägt den Buchstaben *U*, der andere Deckel ist viereckig und mit der Bezeichnung *H* versehen. Ist der Deckel geöffnet, dann ist die Hintereinanderschaltung herbeigeführt. Das große Gehäuse ist an die große Umsteuerungsvorrichtung angeschlossen und zwar an den Rohrstutzen, in den der mittlere der drei im Schieberspiegel vorhandenen Canäle ausläuft, es tritt daher stets das in der Mittelmauermaschine verwandte Wasser, das diese bereits bewegt hat, in das Innere des Hintereinanderschaltgehäuses ein. Von hier soll es nun entweder in das Abwasser abfließen, oder es soll in die Hintereinanderschaltleitung gelangen und in dieser der Seitenmauermaschine zugeführt werden. Es hat also nur einen von zwei Wegen einzuschlagen, und dementsprechend sind in dem Schieberspiegel des Gehäuses auch nur zwei Canäle vorgesehen, von denen stets der eine durch den Schieber geschlossen, der andere aber geöffnet sein muß. In der Zahl der Canäle und dem Umstande, daß der Schieber nur einen Canal überdeckt, besteht der Unterschied zwischen der Umsteuer- und der Hintereinanderschaltvorrichtung. Die Text-Abb. 243 zeigt einen lothrechten Schnitt durch die Mitte der letzteren Vorrichtung. Aus den Text-Abb. 244 bis 246 ist der Zusammenhang der großen und kleinen Umsteuer- und Hintereinanderschaltvorrichtungen und die Verbindung der Schieber in den kleinen Gehäusen mit

den Deckeln der Klappen zu ersehen. Da die Deckel geschlossen sind, ist sowohl die Mittel- wie die Seitenmauermaschine so gesteuert, daß die Thore und die Schützen geschlossen werden, die Maschinen sind aber nicht hintereinander geschaltet.

Die Hintereinanderschaltleitungen sind genau so ausgebildet wie die später zu beschreibenden Druckwasserleitungen und verfolgen auch denselben Weg wie diese. Es sei deshalb hier hinsichtlich der Hintereinanderschaltleitungen nur gesagt, daß sie nicht an die Seitenmauermaschinen selbst bzw. an die an diesen angebrachten großen Umsteuergehäuse, sondern an die Zweigleitungen angeschlossen sind, die von den Hauptdruckwasserleitungen nach den Seitenmauermaschinen führen. Dieser Anschluss ist zwischen dem in die Zweigleitung eingebauten Absperrventil und der Maschine erfolgt. Da durch Öffnen dieses Ventils Druckwasser von voller Pressung in die Maschine gelangt, so würde sich auch die Hintereinanderschaltleitung mit solchem Wasser füllen. Um dieses zu verhindern, ist in die Hintereinanderschaltleitung an der Anschlussstelle ein Rückschlagventil eingebaut, das von dem durch Öffnen des

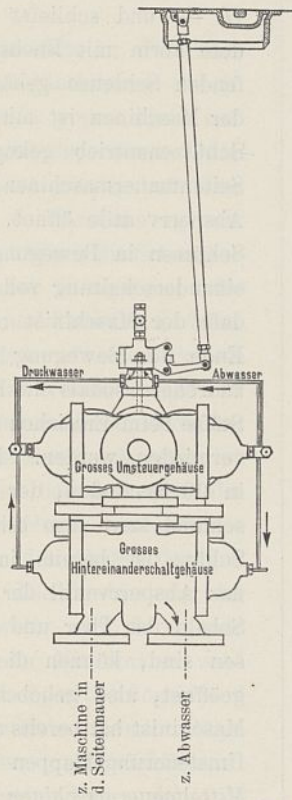


Abb. 244.

sichert, während es bei geschlossenem Absperrventil dem durch die Hintereinanderschaltleitung von der Mittelmauer nach der

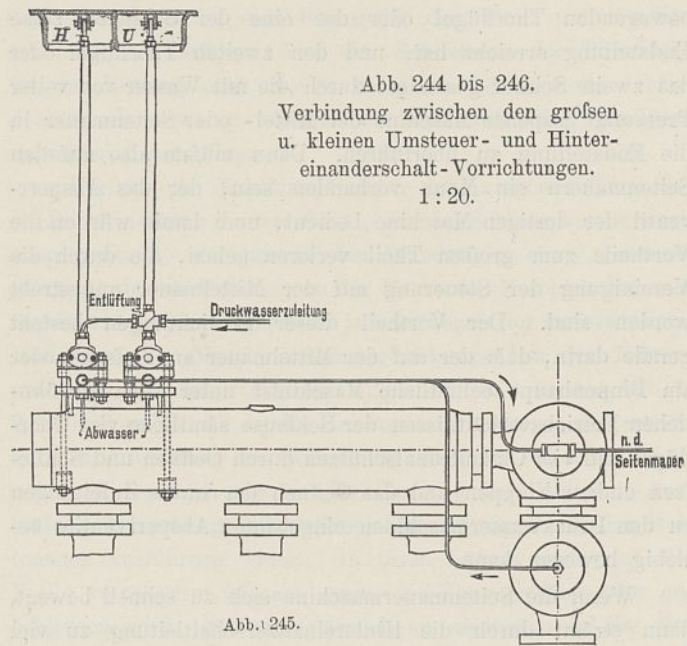


Abb. 244 bis 246.
Verbindung zwischen den großen u. kleinen Umsteuer- und Hintereinanderschalt-Vorrichtungen.
1 : 20.

Abb. 245.

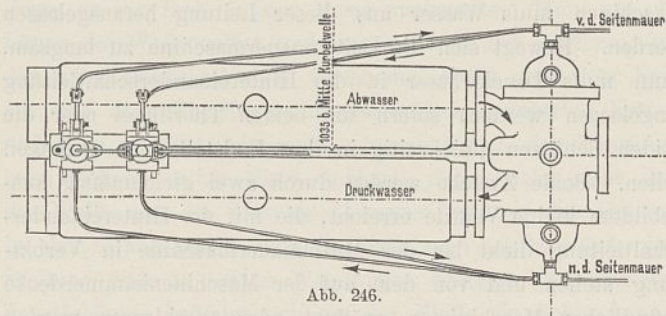


Abb. 246.

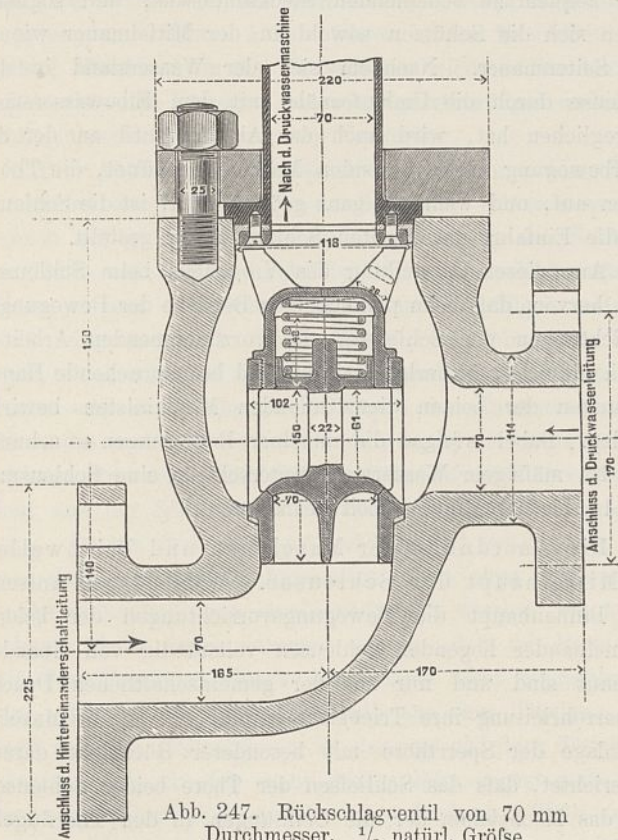


Abb. 247. Rückschlagventil von 70 mm Durchmesser. $\frac{1}{5}$ natürl. Gröfse.

Absperrventils in die Leitung gelangenden Druckwasser mit voller Pressung auf seinen Sitz gedrückt wird und dadurch die Hintereinanderschaltleitung gegen Eindringen dieses Wassers

Seitenmauer strömenden Wasser den Weg nach der Seitenmauermaschine frei läßt. Das Rückschlagventil ist in der Text-Abb. 247 dargestellt.

Es ist oben bereits gesagt worden, daß zwei hintereinandergeschaltete Maschinen nur dann genau die gleiche Anzahl von Umdrehungen machen können, wenn beide genau dieselbe Druckwassermenge empfangen. Das ist nun, wenn zwei Maschinen hintereinandergeschaltet sind, nicht immer der Fall, weil Undichtigkeiten in den Rohrleitungen und den Hintereinanderschalt- und Umsteuerungs-vorrichtungen trotz sorgfältigster Unterhaltung und Beaufsichtigung der Anlage nicht zu vermeiden sind. Erhält die Seitenmauermaschine weniger Wasser als die Mittelmauermaschine, so muß sie auch weniger Umdrehungen machen als diese, und der von ihr bewegte Thorflügel wird zum Beispiel noch nicht am Drempe liegen, während der von der Mittelmauermaschine bewegte Flügel seine Endstellung bereits erlangt hat. Ebenso kann es vorkommen, daß der Seitenmauermaschine mehr Wasser zufließt als der Mittelmauermaschine, und zwar wird das der Fall sein, wenn der Schieber in dem großen Umsteuergehäuse der Mittelmauer nicht dicht schließt, so daß Druckwasser unter den Schieber und damit in den mittleren Canal gelangt und von diesem durch das große Hintereinanderschalt-Gehäuse und die Leitung in die Seitenmauermaschine strömt. In allen solchen Fällen würden die Bewegungen zweier zusammengehörigen Thorflügel oder Umlaufcanalschützen

ungleichmäÙig ausfallen, und es bliebe — wenn nicht besondere Vorkehrungen getroffen wären — nichts übrig, als die Hintereinanderschaltung aufzuheben, sobald der eine der zu bewegenden Thorflügel oder das eine der Schützen seine Endstellung erreicht hat, und den zweiten Thorflügel oder das zweite Schütz gesondert durch die mit Wasser von voller Pressung gespeiste Maschine der Mittel- oder Seitenmauer in die Endstellung zu überführen. Dann müÙte also auf den Seitenmauern ein Mann vorhanden sein, der das Absperrventil der dortigen Maschine bedient, und damit würden die Vortheile zum groÙen Theil verloren gehen, die durch die Vereinigung der Steuerung auf der Mittelmauer angestrebt worden sind. Der Vortheil dieser Einrichtungen besteht gerade darin, daÙ der auf der Mittelmauer am Aufsen- oder am Binnenhaupt befindliche Maschinist unter allen gewöhnlichen Betriebsverhältnissen der Schleuse sämtliche vier Thorflügel und vier Umlaufcanalschützen durch Oeffnen und Schließen einiger Klappen und das Oeffnen der in die Zuleitungen zu den Druckwassermaschinen eingebauten Absperrventile beliebig bewegen kann.

Wenn die Seitenmauermaschine sich zu schnell bewegt, dann strömt durch die Hintereinanderschaltleitung zu viel Wasser, und zur Erzielung des gleichmäÙigen Ganges beider Maschinen muÙ Wasser aus dieser Leitung herausgelassen werden. Bewegt sich die Seitenmauermaschine zu langsam, dann muÙ Druckwasser in die Hintereinanderschaltleitung eingelassen werden, sofern die beiden Thorflügel oder die beiden Schützen gleichzeitig in ihre Endstellungen gelangen sollen. Beide Zwecke werden durch zwei gleichmäÙig ausgebildete kleine Ventile erreicht, die mit der Hintereinanderschaltleitung dicht bei der Mittelmauermaschine in Verbindung stehen und von dem auf der Maschinenkammerdecke befindlichen Maschinisten geöffnet oder geschlossen werden können. Das eine Ventil ist in eine Verbindungsleitung zwischen der Hintereinanderschalt- und der Druckwasserleitung eingebaut und läÙt, sobald es geöffnet ist, Druckwasser von voller Pressung in die Hintereinanderschaltleitung einströmen, beschleunigt also den Gang der Seitenmauermaschine. Beim Oeffnen des zweiten Ventils spritzt Wasser aus der Hintereinanderschaltleitung ab, der Gang der Seitenmauermaschine wird also verlangsamt. Infolge der Anordnung dieser beiden Ventile hat der Maschinist auf der Mittelmauer die Bewegung der Thore und der Schützen am Binnen- und Aufsenhaupt der Schleusen vollständig in der Hand, solange mit Hintereinanderschaltung gearbeitet wird, also in allen gewöhnlichen Betriebsfällen. Nur dann, wenn die Bewegung der Thore und Schützen ganz ungewöhnlich groÙe Kräfte beansprucht, dann sind auch auf den Seitenmauern Mannschaften zur Bedienung der zu den dortigen Maschinen gehörigen Absperrventile nothwendig, die Steuerung der Maschinen erfolgt aber auch in diesem Falle von der Mittelmauer aus.

Bei der im vorstehenden beschriebenen Ausgestaltung der Vorrichtungen für die Bewegung der Thore und Umlaufcanalschützen am Binnen- und Aufsenhaupt der Schleusen gestaltet sich der gewöhnliche Betrieb außerordentlich einfach. Es sei z. B. bei hohem Elbewasserstand soeben ein Schiff in den Canal geschleust worden, und ein zweites will ebenfalls eingehen. Die Schützen und Thore am Binnenhaupt sind

noch geöffnet, sie müssen also zunächst geschlossen werden. Der dort dienstthuende Maschinist öffnet die Hintereinanderschaltklappen — viereckige Form mit Bezeichnung *H* — und schließt die Umsteuerungsklappen — abgerundete Form mit Buchstaben *U* — bei beiden zu der betreffenden Schleuse gehörigen Mittelmauermaschinen. Die eine der Maschinen ist mit dem Thorantrieb, die andere mit dem Schützenantrieb gekuppelt, und dasselbe ist bezüglich der Seitenmauermaschinen der Fall. Sobald der Maschinist die Absperrventile öffnet, kommen beide Thorflügel und beide Schützen in Bewegung und verschließen, sofern die Hintereinanderschaltung vollständig dicht ist, ihre Oeffnungen, ohne daÙ der Maschinist etwas weiteres zu thun hat, als gegen Ende der Bewegung die Absperrventile nach und nach zuzudrehen, sodafs die Bewegung verlangsamt wird, und harte Stöße beim Erreichen der Endstellung der Thore und Schützen vermieden werden. Das Schütz vollzieht seine Bewegung in 90 Secunden, der Thorflügel in 110 Secunden, der Maschinist kann also beide Antriebe gleichzeitig bedienen; das Schütz ist bereits in seiner Endstellung angelangt, wenn das Absperrventil der Thormaschine sein Eingreifen erfordert. Sobald das Thor und die Schützen am Binnenhaupt geschlossen sind, können die Umlaufcanalschützen am Aufsenhaupt geöffnet, also gehoben werden. Der daselbst dienstthuende Maschinist hat bereits die Hintereinanderschalt- und ebenso die Umsteuerungsklappen bei den beiden in Frage kommenden Mittelmauermaschinen geöffnet, er öffnet nunmehr das Absperrventil der mit dem Schützenantrieb gekuppelten Maschine durch Drehen des zu diesem Ventil gehörigen, etwa 1 m über die Maschinenkammerdecke hinausragenden und somit sehr bequem zu bedienenden Steckschlüssels, und sogleich heben sich die Schützen sowohl in der Mittelmauer wie in der Seitenmauer. Nachdem sich der Wasserstand in der Schleuse durch die Umlaufcanäle mit dem Elbewasserstand ausgeglichen hat, wird auch das Absperrventil an der die Thorbewegung herbeiführenden Maschine geöffnet, die Thore gehen auf, und wenn sie ganz geöffnet sind, ist die Schleuse für die Einfahrt des zweiten Schiffes bereit gestellt.

Aus dieser Darstellung des Vorganges beim Schleusen geht hervor, daÙ beim planmäÙigen Betriebe der Bewegungsvorrichtungen der Schleusen alle vorzunehmenden Arbeiten durch einfache, keinerlei Kraftaufwand beanspruchende Handleistungen der beiden dienstthuenden Maschinisten bewirkt werden. Dabei erfolgen die einzelnen Bewegungen so schnell, daÙ bei mäÙigem Wasserstandsunterschiede eine Schleusung nur 10 bis 12 Minuten Zeit beansprucht.

Die Anordnung der Maschinen und Triebwellen im Mittelhaupt der Schleusen. Während am Aufsen- und Binnenhaupt die Bewegungsvorrichtungen der beiden nebeneinander liegenden Schleusen vollständig von einander getrennt sind und nur aus der gemeinschaftlichen Druckwasserrohrleitung ihre Triebkraft empfangen, ist die Maschinenanlage der Sperrthore mit besonderer Rücksicht darauf eingerichtet, daÙ das Schließen der Thore beider Schleusen und das Hochziehen der die Oeffnungen in den Thorflügeln abdichtenden Schützen zu gleicher Zeit und gleichmäÙig erfolgt. Hierauf müÙte besonderer Werth gelegt werden, weil nach dem Schließen des Sperrthores der einen Schleuse in der zweiten Schleuse eine stärkere Strömung entsteht, und

dadurch die Gefahr herbeigeführt werden kann, daß die Thore der zweiten Schleuse infolge des größeren Kraftanriffes, dem sie dann beim Schließens ausgesetzt sind, beschädigt werden.

Die Antriebe der Sperrthore entsprechen in allen Einzelheiten den Antrieben der Ebbe- und Fluththore, nur in zwei Richtungen weisen sie Unterschiede gegen diese auf. In Holtenau liegt nämlich das die Decke des oberen Zahnstangenkastens bildende Riffblech nicht bündig mit dem Maschinenkammer-Fußboden, sondern der Kasten ragt um 25 cm über diesen hervor, und außerdem liegen die Schnecken zwar wagerecht, aber rechtwinklig zur Längsachse der Schleuse, während sie bei den Fluth- und Ebbethorantrieben gleichlaufend zu dieser angeordnet sind. In den Seitenmauern ist an jede Schnecke eine kurze Triebwelle (Abb. 4 auf Bl. 53) angeschlossen, die an ihrem anderen Ende mit der Kurbelwelle einer Druckwassermaschine verbunden ist. In jeder Seitenmauer-Maschinenkammer befinden sich also zwei Druckwassermaschinen, und zwar leisten diese, ebenso wie die Maschinen der sechs Spille an den Enden der drei Schleusenmauern, je 40 Pferdekkräfte. Die Verbindung der Schneckenwelle mit der kurzen Triebwelle wird durch eine ausrückbare Kupplung gebildet. In der Mittelmauer sind die Schneckenwellen der beiden Fluth-Sperrthorflügel und ebenso die Schneckenwellen der beiden Ebbe-Sperrthorflügel (Abb. 2 auf Bl. 53) durch wagerechte, rechtwinklig zur Schleusenlängsachse gerichtete Wellen verbunden, und in jede dieser beiden Wellen ist die Kurbelwelle einer Druckwassermaschine von 40 Pferdekkräften Nutzleistung eingebaut. Der Anschluß der wagerechten Wellen an die Schneckenwellen wird ebenso wie in den Seitenmauern durch ausrückbare Kupplungen gebildet. Außer diesen beiden Maschinen sind weitere Maschinen in der Mittelmauer nicht vorhanden, es stehen also zum Bewegen der acht Sperrthorflügel und ihrer Schützen sechs Maschinen zur Verfügung.

Die Antriebe der Thorschützen sind zu einem Theil bereits bei der Beschreibung der Sperrthore erläutert worden. Danach erfolgt die Hebung und die Senkung der Schützen mit Hilfe von Ketten durch die Drehung von Kettennüssen, die in je eine wagerechte, auf jedem Thorflügel gelagerte Welle eingebaut sind. Diese Wellen, also für jeden Thorflügel eine, sind bis in die Maschinenkammer hinein fortgesetzt und durchdringen die Wände der Kammern in Canälen, die im Schleusenmauerwerk ausgespart und gegen die Schleuse hin derart abgedichtet sind, daß sich das Wasser nicht aus der Schleuse in die Maschinenkammern ergießen kann. Da die Schleusenthore geöffnet und geschlossen werden, durften die Kettennußwellen nicht ohne weiteres in die Maschinenkammern hinein verlängert werden; es mußte vielmehr dafür Sorge getragen werden, daß die Bewegbarkeit der Thorflügel durch die Wellen nicht eingeschränkt wird. Jede Welle besteht deshalb aus drei Theilen. Der Theil mit den Kettennüssen ist derartig auf dem Thorflügel gelagert, daß er sich wohl drehen läßt, sonst aber seine Lage zum Thor nicht ändert. Der Theil der Welle innerhalb der Maschinenkammer und des im Schleusenmauerwerk ausgesparten Canals läßt sich sowohl drehen, wie auch in seiner Längsrichtung verschieben. Der dritte Theil, eine kurze Welle, ist durch je ein Doppelgelenk mit den bei-

den anderen Wellentheilen verbunden. Liegt der Thorflügel am Dremmel, dann haben die drei Wellentheile eine wagerechte gerade Linie als gemeinschaftliche Längsachse, und nur dann ist eine Bewegung der Welle nothwendig; während des Oeffnens oder des Schließens der Thorflügel ist die Hebung oder die Senkung der Schützen nie erforderlich, ebensowenig während der Zeit, wenn der Thorflügel in seiner Nische liegt.

Der in die Maschinenkammer hineinragende Theil der Welle ist sowohl in dem Canal, der im Schleusenmauerwerk ausgespart ist, als auch in den Wandungen eines Gehäuses gelagert, das in Holtenau an der Decke der Maschinenkammer angebracht ist, in Brunsbüttel jedoch wegen der anderweitigen Höhenlage des Maschinenkammerfußbodens zu der Kettennußwelle auf dem Fußboden aufgestellt ist. In den Abb. 1, 2 und 4 auf Bl. 53 ist die Holtenauer Anordnung dargestellt; auf die Anordnung in Brunsbüttel wird im folgenden nicht näher eingegangen werden, da diese in der baulichen Ausbildung keinerlei grundsätzliche Abweichungen von der Holtenauer Ausführung bietet. In ihren Lagern muß sich die Welle verschieben können, wenn das Thor geöffnet oder geschlossen wird. Sie ragt nämlich am weitesten in die Maschinenkammer hinein, wenn der Thorflügel am Dremmel liegt, da ihr Ende in der Maschinenkammer dann um die Länge der Welle selbst und um die Länge der mittleren, mit den zwei Doppelgelenken versehenen Welle von dem Ende der auf dem Thorflügel unverschieblich gelagerten Kettennußwelle entfernt sein muß. Je mehr sich der Thorflügel beim Oeffnen seiner Nische nähert, desto mehr zieht sich die Welle aus der Maschinenkammer heraus, das Gehäuse ist aber so angebracht, daß die Welle auch bei ihrer äußersten Stellung noch in beiden Wandungen gelagert ist. Innerhalb des Gehäuses befindet sich auf der Welle ein Schneckenrad, das jedoch mit ihr, der Verschiebung wegen, nicht fest verbunden werden durfte, sondern derartig auf der Welle aufsitzt, daß diese sich unabhängig von dem Schneckenrad verschieben kann, jede Drehung des Rades aber mitmachen muß. In das Schneckenrad greift eine lothrecht angeordnete Schnecke ein, die einen Theil einer stehenden Welle bildet. Die Welle ist oben in dem Gehäuse gelagert, durchdringt dessen Wandungen in einem Halslager und steht mit ihrem unteren Ende nochmals in einem Spurlager. Dicht oberhalb dieses letzteren Lagers trägt sie ein Kegelrad, in das ein zweites Kegelrad eingreift, das mit einer wagerechten, mit der Längsachse der Schleuse gleichlaufenden Welle durch eine ausrückbare Kupplung verbunden ist. Sobald die Welle gedreht wird, heben oder senken sich auch die Schützen je nach der Umdrehungsrichtung der Welle, sofern die Kupplung eingerückt ist.

Die wagerechte Welle dient zwei Thorflügeln, die zu derselben Schleusenöffnung gehören und von derselben Mauer aus bewegt werden, es ist also in jeder Seitenmauer nur eine solche Welle vorhanden, während in der Mittelmauer zwei vorgesehen sind. Getrieben werden die Wellen durch Kegelgetriebe, die jede Welle mit den beiden, in der Maschinenkammer vorhandenen Druckwassermaschinen verbinden und nicht ausrückbar sind. Dagegen sind die Wellen durch zwei ausrückbare Kupplungen in drei Theile getheilt. An den mittelsten Wellentheil schließens die Antriebe für die Schützen der beiden Thorflügel an, und außerdem sind in denselben auch

die drei Stirnräder für die Vorgelege des von jeder der vier Wellen getriebenen Spills eingebaut.

Infolge dieser Anordnung der Kupplungen kann jede der beiden in den Maschinenkammern vorhandenen Druckwassermaschinen die Schützen jedes zu der betreffenden Mauer gehörigen Thorflügels und die Spille bewegen, und ebenso können hierzu beide Maschinen gemeinsam herangezogen werden. Dagegen können wohl die in den Sperrthormaschinenkammern aufgestellten Druckwassermaschinen gemeinsam entweder die Ebbe- oder Fluth-Sperrthore bewegen, es ist aber nicht ohne weiteres möglich, daß die in der Nähe des Ebbe-Sperrthorantriebes aufgestellte Maschine einen Fluth-Sperrthorflügel bewegt. Soll dieses ausnahmsweise einmal erfolgen, etwa weil die dem Fluththor benachbarte Maschine unbrauchbar geworden ist, dann muß erst die Scheibenkupplung, die zur Verbindung der Kurbelwelle der schadhaften Maschine mit den Triebwellen dient, durch Entfernung der Verbindungsschraubenbolzen gelöst werden.

Bei dem planmäßigen Sperrthorbetriebe werden die Kupplungen so gestellt, daß in jeder Maschinenkammer die dem Thorflügel benachbarte Maschine die Thorbewegung, die von dem Thorflügel weiter entfernte Maschine die Bewegung der Schützen dieses Flügels bewirkt. Wenn also die Fluth-Sperrthore in Benutzung genommen werden sollen, dann werden die nach dem Aufsenhafen zu stehenden drei Maschinen zum Bewegen der Thore, die nach dem Binnenhafen zu stehenden drei Maschinen zum Bewegen der Schützen dienen. Bei Benutzung der Ebbesperrthore ist es umgekehrt. Die Leistung der Maschinen ist so bemessen, daß unter den gewöhnlichen Betriebsverhältnissen mit Hintereinanderschaltung gearbeitet werden kann, und deshalb ist die Maschinenstärke gegenüber den Maschinen im Binnen- und Aufsenhaupt auf 40 Pferdekräfte erhöht. Die Hintereinanderschaltung erfolgt derartig, daß das in die Mittelmauermaschine geleitete Druckwasser nach Durchströmung dieser Maschine nach der südlichen Seitenmauer und in die dortige Maschine geführt wird, dann aber noch weiter nach der nördlichen Seitenmauer geht und hier erst hinter der Maschine in das Abwasser — oder in Brunsbüttel in die Rücklaufleitung — gelangt. Diesem Vorgange entsprechend mußten auch die Umsteuer- und Hintereinanderschaltvorrichtungen in dem Mittelhaupt der Schleusen einige Aenderungen gegenüber diesen Vorrichtungen im Binnen- und Aufsenhaupt erleiden. Diese Unterschiede beziehen sich jedoch nicht auf die Gehäuse und deren Verbindung mit den Maschinen und untereinander, auch nicht auf die Schieber und deren Bewegung durch die Deckel der in die Maschinenkammerdecken eingebauten Kasten, alle diese Einzeltheile weisen vielmehr keinerlei Unterschiede auf. Es war nur nöthig, mit dem Umsteuern einer Mittelmauermaschine zugleich die zugehörigen Maschinen in beiden Seitenmauern umzusteuern, und deshalb mußten die beiden äußeren Canäle in dem Schieberspiegel des kleinen Umsteuergehäuses sowohl durch Rohrleitungen mit den Endtheilen des großen Schiebergehäuses an der Mittelmauermaschine als auch mit diesen Endtheilen an den beiden Seitenmauermaschinen in Verbindung gesetzt werden, und außerdem mußte an den Maschinen in der südlichen Seitenmauer je ein großes Hintereinanderschaltgehäuse angebracht werden, dessen Schieber in seiner Stellung von dem Schieber

des kleinen Hintereinanderschaltgehäuses der zugehörigen Mittelmauermaschine abhängig ist.

Beim Bewegen der Sperrthorschützen kann wohl von den Schleusenmauern aus erkannt werden, daß die Schützen ihre oberste Stellung erreicht haben und demgemäß die Bewegungsvorrichtungen außer Betrieb zu setzen sind. Dagegen kann nicht erkannt werden, ob die Schützen bereits ihre unterste Stellung erreicht haben, da sie dann tief unter Wasser liegen. Werden die Schützen zu lange mit voller Geschwindigkeit heruntergefahren, dann werden sie beim Erreichen der untersten Stellung plötzlich in ihrer Bewegung gehemmt, da sie sich auf die an den Thorflügeln angebrachten Consolen aufsetzen, und dabei können leicht Kettenbrüche eintreten. Deshalb sind an den Thorflügeln Zeiger angebracht, die der Zahl der Umdrehungen der auf den Thoren gelagerten Kettenufswellen entsprechend wagerecht verschoben werden, bei der Annäherung der Schützen an die Endstellungen jedoch mit ihren Endtheilen eine lothrechte Stellung einnehmen. Der nach der Schlagsäule zu gelegene Endtheil des Zeigers wird beim Heben der Schützen bis zur senkrechten Stellung gehoben, der nach der Wendesäule zu gelegene Endtheil beim Senken der Schützen ebenso gesenkt. Die Zeiger sind weiß gestrichen und heben sich von den schwarz gestrichenen Thoren auch bei Nacht und regnerischem Wetter so scharf ab, daß die Lage der Schützen jederzeit mit ausreichender Sicherheit beurtheilt werden kann.

2. Die Rohrleitungen der Schleusen.

Die das Druckwasser erzeugenden Piespumpen der Central-Maschinenanlagen in Brunsbüttel und Holtenau fördern das Wasser in zwei Rohrstränge, die innerhalb der Gebäude der Central-Maschinenanlagen liegen, mit den Accumulatoren in Verbindung stehen und an dem einen Ende auch mit einander verbunden sind. Die beiden anderen Enden der Rohrleitung werden in einem begehbaren unterirdischen Canal, der der Lage der Central-Maschinenanlagen entsprechend in Holtenau an das Aufsenhaupt der Schleusen, in Brunsbüttel an das Binnenhaupt anschließt, nach den Schleusen weitergeführt. Innerhalb der Gebäude der Central-Maschinenanlage sowie in dem Canal liegen die beiden Rohre neben einander, beim Eintritt in die Schleusen trennen sie sich jedoch. Der eine Arm führt in den Rohrcanälen der südlichen Schleusen weiter, der andere Arm steigt durch den Einsteigeschacht hinunter in den Tunnel, der an diesem Ende — also in Brunsbüttel am Binnenhaupt, in Holtenau am Aufsenhaupt — unter den Schleusen durchführt. In diesem Tunnel verläuft die Leitung bis zu dem in der Mittelmauer angeordneten Einsteigeschacht, sendet hier einen Abzweig in die Höhe und geht dann weiter bis zu dem Ende des Tunnels unter der nördlichen Seitenmauer. In dem Einsteigeschacht daselbst steigt sie aufwärts, läuft dann in der nördlichen Seitenmauer bis zum anderen Ende der Schleuse, steigt hier wieder hinunter in den an diesem Schleusen-Ende angeordneten Tunnel und verläuft in diesem zunächst wieder bis zur Mittelmauer. Nachdem hier eine Zweigleitung in dem Einsteigeschacht in die Höhe gesendet ist, läuft die Druckleitung in dem Tunnel bis zur südlichen Schleusenmauer weiter, steigt dort in dem Einsteigeschacht in die Höhe, geht dann in der Mauer weiter und vereinigt sich in dieser mit dem zweiten, von der

Central-Maschinenanlage kommenden Strang. Da auch die beiden, in den Einsteigeschächten der Mittelmauer hochgeführten Zweigleitungen bis zu ihrem Zusammentreffen verlängert sind, so bildet die gesamte Druckrohrleitung einen Ring. An diesen Ring sind in der Central-Maschinenanlage die drei Presspumpmaschinen als Druckwassererzeuger und die beiden Accumulatoren als Druckwasser-Vorrathsbehälter mit je einem Leitungsrohr angeschlossen, und ebenso zweigt in den Schleusen für jede der dort aufgestellten 28 Druckwassermaschinen ein Zuleitungsrohr ab. Da die Druckwasserleitung einen vollständigen Ring bildet, so fließt jeder einzelnen Maschine der Schleusen das Wasser von zwei Seiten zu, und damit wird der durch die Reibung des Wassers an den Rohrwänden entstehende Druckhöhenverlust auf die Hälfte herabgemindert, außerdem aber wird die Betriebssicherheit der Leitung sehr wesentlich erhöht. Wenn nämlich der eine von den beiden Wegen, die dem Druckwasser nach jeder Maschine geboten sind, durch einen Schaden an der Leitung versperrt ist, dann steht dem Druckwasser noch immer der zweite Weg nach der Maschine offen, die Maschine wird also nur dann und nur so lange betriebsunfähig sein, als der Schaden an der Leitung so groß ist, daß diese überhaupt nicht mehr in der Lage ist, Druckwasser zu führen.

Die Druckwasserleitungen sind aus einzelnen, 5 m langen, starkwandigen schmiedeeisernen Rohren und aus besonders kräftig ausgebildeten gußeisernen Formstücken zusammengesetzt. Sie haben durchweg 100 mm lichte Weite, nur in Holtenau hat der eine der beiden, von der Centralmaschinenanlage nach der Schleuse führenden Rohrstränge 150 mm Lichtweite erhalten. Die Verbindung der einzelnen Rohre untereinander ist mit der der Maschinenbauanstalt von C. Hoppe in Berlin unter Nr. 52 877 im Deutschen Reich patentirten

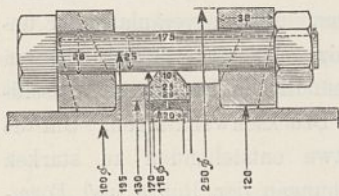


Abb. 248. Flanschdichtung der 100 mm im Lichten weiten Druckwasserleitung.

„Flanschdichtung für beiderseits glatte Flanschen und hohen inneren Druck“ erfolgt. Die Verbindungen sind jedoch nicht vollständig nach der zur Patentschrift gehörigen Zeichnung ausgeführt, sondern in der durch die Text-Abb. 248 dargestellten Anordnung. Die Dichtung erfolgt durch eine

Lederstulpe, die sich unter der Einwirkung des hohen inneren Druckes gegen die glatten Enden der Rohre und die innere Fläche des äußeren Ringes anpreßt und durch den inneren Ring in ihrer Lage erhalten wird. Diese Dichtung, die auch beim Anschluß der schmiedeeisernen Rohre an die gußeisernen Formstücke verwandt worden ist, hat sich durchaus bewährt; sie wurde gewählt, weil sie den Ersatz eines schadhaft gewordenen Rohres durch ein neues in hohem Maße erleichtert. Es kann nämlich jedes Rohr aus dem Rohrstrang herausgenommen werden, ohne daß man die anderen Rohre lösen muß, und das dafür einzusetzende Rohr kann ohne Schaden etwas kürzer als das herausgenommene sein. Dabei kann das Auswechseln bequem in einer halben Stunde ausgeführt werden. Ist ein Paßrohr schadhaft geworden, für das ein Ersatzstück nicht vorhanden ist, sondern erst angefertigt werden muß, dann wird das schadhafte Rohr heraus-

genommen, und die Enden der Nachbarrohre werden durch Blindflanschen geschlossen. Dann bildet die Leitung allerdings keinen Ring mehr, aber der Maschinenbetrieb kann doch vollständig aufrecht erhalten werden, und der Ersatz des Formrohres kann bis auf eine gelegene Zeit verschoben werden. Solche Gelegenheit bietet sich in Brunsbüttel alltäglich, da die Schleusen während eines Theiles der Ebbe offen stehen und während dieser Zeit die Bewegungsvorrichtungen außer Betrieb gesetzt werden können. In Holtenau liegen die Verhältnisse in dieser Beziehung noch günstiger, da die dortigen Schleusen zumeist geöffnet sind. Von sämtlichen gußeisernen Formstücken ist übrigens mindestens je ein Ersatzstück vorhanden.

Die Druckwasserleitungen liegen innerhalb der Maschinenkammern und in den Verbindungsgängen zwischen den Kammern in wasserfreien Canälen, die in der Sohle der Kammern und Gänge ausgespart sind und in den Kammern mit Riffblechplatten und in den Gängen mit Holztafeln abgedeckt sind, sodafs der Verkehr der Bedienungsmannschaften und der Aufsichtsbeamten in diesen Räumen durch die Canäle nicht erschwert wird. Die Rohre liegen nicht auf der Sohle der Canäle, sondern sie sind mit Drahtschlingen an Flacheisen aufgehängt, die quer über den Canälen unter der Abdeckung derselben liegen und leicht entfernt werden können. Infolge der Aufhängung können sich die Rohre bei Wärmeänderungen ohne jedes Hindernis verschieben. Diese Längenänderungen der Rohre sind übrigens geringfügig, da die Wärmeschwankungen der Rohre nur klein sind, und sie finden ihren Ausgleich in den zahlreichen Krümmungen, die den Rohren beim Durchgang durch die Schützengruben und unter mehreren Zahnstangenkasten, sowie beim Hinabsteigen in den Einsteigeschächten und beim Fallen und Steigen der Rohre in dem Uebergang von den Maschinenkammern am Außen- und Innenhaupt zu den tiefer liegenden Verbindungsgängen gegeben werden mußten. In den Canälen sind die Rohre jederzeit und ohne weiteres für Instandhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten zugänglich, nur in den unter den Schleusen durchführenden Tunneln ist dieses nicht immer der Fall. Wie bereits früher mitgeteilt wurde, ist es nicht gelungen, die Wandungen dieser Tunnel vollständig wasserdicht herzustellen, und noch weniger dicht sind die Wände der den Umlaufcanälen sehr naheliegenden Einsteigeschächte. Infolge dessen füllen die Tunnel sich allmählich mit Wasser, wenn die in denselben vorgesehenen, mit Druckwasser betriebenen Wasserheber nicht täglich zum Entfernen des eingedrungenen Wassers angestellt werden. Da der Betrieb der Wasserheber ziemlich viel Druckwasser erfordert, so wird nicht täglich gelenzt, sondern die Tunnel werden nur dann entleert, wenn eine Besichtigung der in ihnen verlegten Rohre und Kabel stattfinden soll, oder wenn an den Rohren und Kabeln Arbeiten vorzunehmen sind. Tritt nun ein Schaden an dem in einem der Tunnel liegenden Rohrstrange ein, so kann er im allgemeinen nicht sofort beseitigt werden, da zuvor der Tunnel leer gepumpt werden muß, was immerhin etwa 24 Stunden Zeit beansprucht. Während dieser Zeit wird die Leitung im Tunnel durch Schließen von Absperrventilen, die in jeder Maschinenkammer am Außen- und Innenhaupt dicht neben den Einsteigeschächten vorgesehen sind, ausgeschaltet. Außer diesen sechs Ventilen sind weitere Absperrventile in der

Druckwasser-Ringleitung nicht vorgesehen, da die Rohrstränge in den Maschinenkammern und Gängen leicht zugänglich sind und infolge der gewählten Anordnung der Rohrverbindungen die Beseitigung etwaiger Undichtigkeiten leicht und schnell bewirkt werden kann.

An die Druckwasserleitung sind sowohl in Brunsbüttel wie in Holtenau angeschlossen:

- 28 Druckwassermaschinen,
- 18 Windkessel, in jeder Maschinenkammer zwei,
- 10 Hintereinanderschalt- und 10 Umsteuervorrichtungen auf der Mittelmauer,
- 10 Zweigleitungen zum Einlassen von Druckwasser in die Hintereinanderschaltleitungen,
- 18 Einrückvorrichtungen für die Vorgelege der Spille,
- 3 Wasserheber zum Leerpumpen der Tunnel unter den Schleusen und
- 24 Thorflügel für den Betrieb der Lenz- und Lüftungsvorrichtungen.

Die beiden erstgenannten und die letztgenannten Anschlüsse sind mit Hilfe von gußeisernen, in die Druckwasserleitung eingebauten T Stücken erfolgt, für alle übrigen Anschlüsse sind die Dichtungen der Rohre benutzt. Es ist nämlich der äußere Ring dieser Dichtungen mit einem Rohrstutzen versehen, und der Lichtweite des abzweigenden Rohres entsprechend sind auch die Lederstulpe und der innere Ring

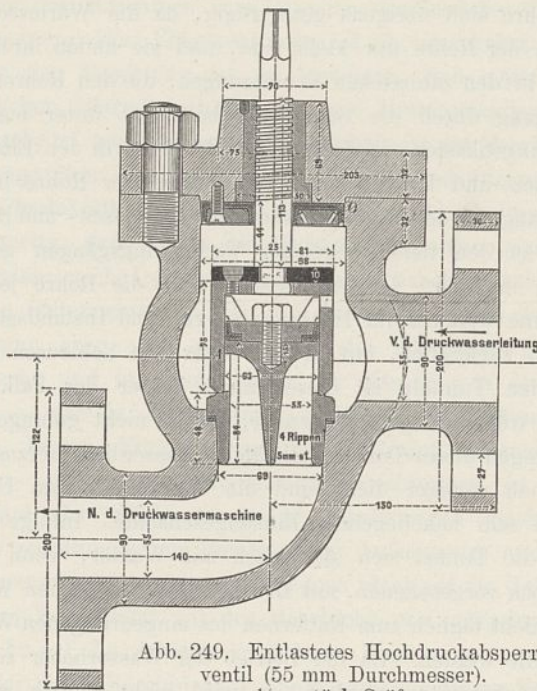


Abb. 249. Entlastetes Hochdruckabsperrentil (55 mm Durchmesser).
1/5 natürl. Gröfse.

durchbohrt. Die Zweigleitungen für den Anschluß der Druckwassermaschinen und der Windkessel sind durchweg 55 mm weit, in diese ist je ein entlastetes Absperrentil eingelegt. Die Text-Abb. 249 zeigt die Ausbildung dieser Ventile, die, soweit sie zu den Druckwassermaschinen gehören, von der Decke der Maschinenkammern aus geöffnet und geschlossen werden können. Infolge der für das Ventil gewählten Durchbildung ist beim Anheben des den Verschluss herbeiführenden ringförmigen Metallkörpers A nur eine Kraft aufzuwenden, die dem auf die nur 2 mm breite ringförmige Sitzfläche des Ventils wirkenden Wasserdruck entspricht. Auf den Vierkant

der Ventile ist eine Verlängerungsstange aufgesetzt, die an ihrem oberen Ende in einem in die Maschinenkammerdecke eingebauten Kasten geführt ist. Dieser Kasten enthält zugleich das Lager für die Arme eines Steckschlüssels. Wird der Deckel des Kastens geöffnet, dann wird der Steckschlüssel zugänglich und kann auf die Verlängerungsstange behufs Bedienens des Absperrentils aufgesetzt werden. Der Steckschlüssel und der obere Theil der Verlängerungsstange sind als Sprachrohr ausgebildet, sodafs sich der in der Maschinenkammer thätige Maschinenwärter mit dem oben auf der Schleuse diensthüenden Maschinisten verständigen und von ihm Aufträge empfangen kann, ohne dafs diese Leute das engere Gebiet ihrer Thätigkeit zu verlassen brauchen. Ist ein Absperrentil nicht weiter zu bedienen, dann legt der Maschinist die Arme des Steckschlüssels wieder in ihre Lager ein und schließt den Deckel des Kastens. Dann hängt der Schaft des Steckschlüssels lothrecht in die Maschinenkammer hinein und die Maschinenkammerdecke bildet wieder eine ebene Fläche. Die Deckel der zu den Absperrentilen gehörigen Kasten sind zum Unterschiede von den Klappen der Umsteuer- und Hintereinanderschaltvorrichtungen mit dem Buchstaben V versehen. In die Zweigleitungen der Seitenmauermaschinen sind aufser den Absperrentilen aus den früher bereits mitgetheilten Gründen noch Rückschlagventile für den Anschluß der Hintereinanderschaltleitungen eingebaut.

Wenn ein Absperrentil an einer im Betrieb gewesenen Druckwassermaschine geschlossen wird, dann müssen die

Wassermengen in den Rohrleitungen aus dem Zustande der Bewegung in den der Ruhe übergeführt werden, und dabei entstehen besonders dann, wenn das Schließen des Ventils sehr schnell erfolgt, in den dem Ventil benachbarten Theilen der Rohrleitungen starke Drucksteigerungen. Ebenso veranlaßt der ungleichmäfsige Wasserverbrauch der in Betrieb befindlichen Druckwassermaschinen solche Druckschwankungen. Um die hieraus etwa entstehenden zu starken Beanspruchungen der Rohre und Formstücke möglichst zu vermeiden, sind in jeder der neun Maschinenkammern in Brunsbüttel und Holtenau je zwei Windkessel aufgestellt und mit den Druckwasserleitungen in möglichst nahe Verbindung gebracht. Diese Windkessel haben die in der Text-Abb. 250 dargestellte Ausbildung. Sie bestehen ebenso

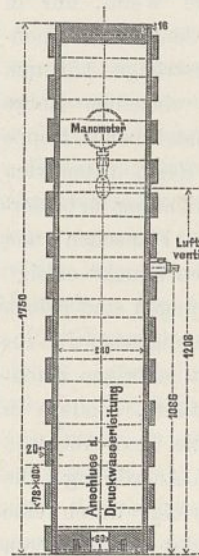


Abb. 250. Lothrechter Schnitt durch einen Windkessel.
1:25.

wie die Verstärkungsringe aus Schmiedeeisen und sind mit einem Manometer und einem Luftventil versehen. Da die äußere Form der Windkessel unschön ist, sind sie mit gefällig geformten gußeisernen Umhüllungen versehen.

Die Anschlußleitungen der Umsteuer- und Hintereinanderschaltvorrichtungen sowie der Einrückvorrichtungen für die Vorgelege der Spille sind sämtlich mit starkwandigen Kupferrohrchen hergestellt; sie bieten ebenso wie die Anschlußleitungen der Wasserheber für die unter den Schleusen hindurch führenden Tunnel und die Leitungen nach den Thoren nichts bemerkenswerthes.

Die Hintereinanderschaltleitungen entsprechen in ihrer Ausbildung vollständig den Druckwasserleitungen. Im Binnen- und Aufsenhaupt führt von jeder Mittelmauermaschine eine 70 mm im lichten weite Leitung zu der in derselben Schleusen-Querachse befindlichen Maschine der zugehörigen Seitenmauer. Diese Leitung schließt in der Mittelmauer an das große Hintereinanderschaltgehäuse an, führt von hier hinunter nach dem Rohrkanal, verläuft in diesem bis zu dem zunächst gelegenen Einsteigeschacht und steigt darin nieder. Im Tunnel läuft sie nach der zugehörigen Seitenmauer, steigt dort in dem Einsteigeschacht in die Höhe, geht in dem Rohrkanal der Seitenmauer weiter und schließt an das Rückschlagventil in der von der Druckwasserleitung nach der dortigen Maschine führenden Zweigleitung an. Im Binnen- und im Aufsenhaupt sind von den vier Maschinen der Mittelmauer zwei in der eben beschriebenen Weise mit je der zugehörigen Maschine in der südlichen Seitenmauer und zwei mit je der zugehörigen Maschine in der nördlichen Seitenmauer verbunden. Im Sperrthorhaupt stehen die beiden Maschinen der Mittelmauer nur mit den Maschinen der südlichen Seitenmauer in Verbindung. Die Verbindungsleitung ist 100 mm im lichten weit, sie ist im übrigen, mit der einen Ausnahme, daß hier der mittlere Tunnel unter den Schleusen benutzt wird, genau in derselben Weise wie am Aufsen- und Binnenhaupt geführt. Von den großen Hintereinanderschaltgehäusen der beiden südlichen Seitenmauermaschinen geht ferner je eine Leitung ab, die in dem Rohrkanal dieser Mauer nach dem Einsteigeschacht des mittleren Tunnels geführt ist, in diesem niedersteigt, dann in dem Tunnel bis zur nördlichen Schleusenmauer verläuft, in dem dortigen Einsteigeschacht in die Höhe steigt und in dem Rohrkanal der nördlichen Schleusenmauer bis zu dem Rückschlagventil weitergeführt ist, das auch dort in die Verbindungsleitung zwischen jeder Maschine und der Druckwasserleitung eingebaut ist.

Die Rohrleitungen, die von den kleinen Schiebergehäusen der Umsteuer- und den Hintereinanderschaltvorrichtungen nach den Endtheilen der großen Schiebergehäuse führen, bestehen,

soweit sie oberhalb des Fußbodens der Maschinenkammern liegen, aus Kupferröhrchen, während sie unterhalb des Fußbodens der Kammern aus besonders starkwandigen schmiedeeisernen Rohren von 23 mm lichterweite, sogenannten Perkinsrohren, zusammengesetzt sind. Die Leitungen verfolgen in den Rohrkanälen, Einsteigeschächten und Tunneln genau denselben Weg wie die Hintereinanderschaltleitungen. Die Verbindung der einzelnen Rohre mit einander ist durch Muffen erfolgt.

Eine Rücklaufleitung ist nur in Brunsbüttel angelegt, weil dort die Beschaffung von Wasser, das sich für die Bewegungsvorrichtungen der Schleusen eignet, Schwierigkeiten machte und die nicht unbedeutliche Wassermenge mit verhältnismäßig hohen Aufwendungen in der Nähe des Kudensees hätte gewonnen und durch das dicht bei km 7 aufgestellte Pumpwerk nach Brunsbüttel gefördert werden müssen. In Holtenu stand brauchbares Wasser in ausreichender Menge zur Verfügung.

Die Rücklaufleitung in Brunsbüttel entspricht sowohl in der Linienführung als auch in allen Einzelheiten genau der Druckwasserleitung, nur haben die verwandten Rohre geringere Wandstärken.

An sämtlichen Rohrleitungen sind ebenso wie an den Maschinen und den Umsteuer- und Hintereinanderschaltvorrichtungen überall die erforderlichen Entlüftungs- und Entwässerungsventile angebracht, ebenso fehlen der Rücklaufleitung in Brunsbüttel nicht die erforderlichen Belüftungsventile und Windkessel. Sämtliche schmiedeeisernen Rohre waren bei der Anlieferung innen und außen mit einem Überzug von Bernstein-Asphaltlack versehen, nach der Fertigstellung der Leitungen wurden sie außen noch zweimal mit dem gleichen Lack gestrichen. Nach dem Verlegen der Rohre wurde die Rücklaufleitung mit 30 Atmosphären Probedruck geprüft, die übrigen Leitungen aber wurden unter 120 Atmosphären Innendruck gesetzt und mußten dabei vollständig dicht sein.

(Fortsetzung folgt.)

Die Denkmalpflege in Frankreich.

Von Paul Clemen.

(Alle Rechte vorbehalten.)

Wenn heute in den Culturstaaten der Gegenwart die Einrichtungen und Bestimmungen für den Schutz und die Erhaltung der historischen Denkmäler auf ihre Brauchbarkeit und ihre Erfolge hin geprüft werden, so muß Frankreich wohl an erster Stelle genannt werden. Italien darf als ersten von staatswegen bestellten Hüter der Kunstschatze Roms keinen Geringeren als Rafael aufführen, und Schweden darf die Geschichte der staatlichen Bestrebungen auf diesem Gebiete mit den Verfügungen Gustav Adolfs beginnen, aber die Fürsorge des Staates beschränkte sich in den skandinavischen Ländern bis weit in unser Jahrhundert hinein ganz auf die frühgeschichtlichen Denkmäler und in Italien auf die römischen Monumente und seit der denkwürdigen *lex Paeca* etwa noch auf die großen Sammlungen.

Griechenland hat das erste moderne Denkmälerschutzgesetz aufzuweisen, aber es kennt nur die monumentale Hinterlassen-

schaft der Hellenen und läßt alle späteren Denkmäler unbeachtet. In Frankreich dagegen ist von Anfang an allen Denkmälern die gleiche Fürsorge zu Theil geworden; hier ist auch am frühesten, ein Geschenk noch der Julirevolution, eine eigene Behörde eingesetzt worden, in deren Hände diese Fürsorge gelegt wurde. Frankreich hat sich auch zuerst von allen europäischen Staaten auf die Ehrenpflicht besonnen, staatliche Mittel für die Erhaltung und die Wiederherstellung der wichtigsten Baudenkmäler bereitzustellen. Der ausführliche Gesetzentwurf für die Denkmäler des geeinigten Italiens vom Jahre 1872 ist leider Entwurf geblieben: Frankreich dagegen hat mit Benutzung dieses Entwurfes sich ein Schutzgesetz geschaffen, das allen Anforderungen, die die praktische Denkmalpflege und die Kunstwissenschaft stellen müssen, entspricht. Das Jahrzehnt, das seit dem Inkrafttreten des Gesetzes verfließen ist, liefert heute genug Material zur Beurtheilung seiner

Wirkung, und in den nahezu sieben Jahrzehnten der Thätigkeit der staatlichen Denkmalpflege sind praktische Erfahrungen in Fülle gesammelt worden, die jetzt schon eine Kritik jener Einrichtungen und ihrer Bestrebungen gestatten. Wenn Italien seit einigen Jahren begonnen hat, in den *Uffici regionali* vorbildliche Einrichtungen für die decentralisirte Verwaltung der heimischen Denkmäler zu schaffen, so wird Frankreich immer für die Ausbildung einer zielbewußten und energischen, mit großen Mitteln arbeitenden Centralgewalt das Vorbild abgeben. Die Geschichte dieser Bestrebungen in Frankreich, die Wirkungen der Gesetzgebung, die ganze Organisation und ihre Einrichtungen, die Mitarbeit der freien Vereinsthätigkeit und der privaten Initiative, die Stellung der Denkmalpflege zu den Sammlungen und Museen, endlich die Art der Wiederherstellungsarbeiten und die dabei gemachten Erfahrungen — alles das soll im Folgenden auf Grund eigener und fremder Beobachtungen kurz dargestellt werden.

I. Die Entwicklung der französischen Denkmalpflege bis zum Erlaß des Gesetzes vom 30. März 1887.

Die ersten Anfänge der Bewegung, die für die nationalen Denkmäler den Schutz des Staates forderte, zeigen sich in den ersten Jahren der großen französischen Revolution.¹⁾ Unmittelbar nach den ersten radicalen Verwüstungen in den Départements erschienen die Decrete vom 15. November 1790, vom 16. September und 15. November 1792, die zunächst die beweglichen Kunstwerke zu schützen und für die neu zu begründenden öffentlichen Sammlungen zu sichern suchten. Aber diese Verfügungen hätten wenig Werth gehabt ohne den unermüdbaren Eifer und das glänzende Sammlergenie eines Privatmannes, des Malers Alexandre Lenoir, der in dem Couvent des Petits-Augustins das *Musée des monuments français* zusammenstellte und hier mehr als fünfhundert Statuen, Sarkophage, Gruppen neben einer Fülle kleinerer plastischer Werke vereinigte. Childe Harolds Fluch hätte er so gut verdient für die Entfernung der Sculpturen-schätze von ihren alten Stellen wie Lord Elgin für die Beraubung des Parthenons; aber die Nachwelt ist ihm wie seinem schottischen Vetter gerecht geworden. Es war das erste Nationalmuseum, das die moderne Geschichte kennt, reicher an nationalen Denkmälern des Mittelalters und der Renaissance als heute irgend eine Sammlung in Europa.²⁾ Wenn auch die

1) Ueber die Geschichte der ganzen Bestrebungen für die Denkmalpflege in Frankreich vgl. E. du Sommerard, *Les monuments historiques de France à l'exposition universelle de Vienne (Exposition universelle de Vienne en 1873. Section Française)*, Paris 1876. — Ernest Pariset, *Les monuments historiques*, Paris 1891, p. 18 f. — Louis Tétreau, *Législation relative aux monuments et objets d'art*, Paris 1896. Kurze Darstellung bei v. Wussow, *Die Erhaltung der Denkmäler in den Culturstaaten der Gegenwart*, Berlin 1885, I, S. 150. — v. Helfert, *Denkmalpflege*, Wien 1897, S. 6. — Eine knappe Uebersicht über die heutige Thätigkeit der staatlichen Denkmalpflege in Frankreich und ihre Erfolge von einem berufenen Beobachter, Baurath Bohnstedt im Centralblatt der Bauverwaltung XVI, 1896, S. 313.

2) Louis Courajod, *Alexandre Lenoir, son journal et le musée des monuments français*, Paris 1878 und 1886, 2 Bände, bringt die ausführliche Würdigung der Verdienste des Museums, im zweiten Bande auch Ausführungen über den Einfluß des Museums auf die Entwicklung der Kunst und der historischen Studien in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Eine wenig kritische Publication der Papiere Lenoirs brachte das *Inventaire général des richesses d'art de la France. Archives du musée des monuments français*, Paris 1883. Ueber die Reste des Museums in der *École des Beaux-Arts* in Paris Courajod im 2. Bande, außerdem Eug. Müntz, *Le musée de l'école des Beaux-Arts: Gazette des Beaux-Arts*, 3. pér. III, p. 274. Ueber die Reste im Louvre: Courajod, *L'ancien musée des monuments français au Louvre: Gazette des Beaux-Arts*, 2. pér. XXVI, p. 37; XXXII, p. 21.

Restauration dieses unvergleichliche Museum wieder auflöste, der Gedanke der Nationalmuseen war doch einmal gegeben und lebte weiter fort, um mit der Gründung des Clunymuseums in bescheidenen Formen wieder aufzuwachen.³⁾ Für die unbeweglichen Denkmäler, die Bauwerke, regte sich das Interesse erst sehr viel später. Wie in Deutschland, sind in Frankreich das 2. und 3. Jahrzehnt unseres Jahrhunderts am meisten befleckt durch die Erinnerung an gewaltsame Zerstörungen, gedankenlose Vernachlässigungen und plumpe Verunstaltungen der wichtigsten Kunstdenkmäler, und de Montalembert konnte nach der Julirevolution die beschämende und niederschmetternde Rechnung aufstellen, daß in den 15 Jahren des Königthums, während der trostlosen Zeit der Restauration, mehr Kunstschätze und Denkmäler zerstört und zu Grunde gegangen seien, als während der ganzen Dauer der ersten Republik und des Kaiserreichs.

In dem zweiten Jahrzehnt begannen langsam die französischen Kunstgelehrten sich der Untersuchung der Denkmäler des eigenen Landes zuzuwenden. Seroux d'Agincourt, der, noch ein Schüler des Grafen de Caylus, die Verbindung mit dem älteren Geschlecht der Montfaucon und Le Bœuf darstellt, vollendete seine pragmatische Kunstgeschichte, die erst 1826 veröffentlicht ward. Unterdessen hatten schon Langlois und Le Prévost, zuerst angeregt durch Lenoirs Schöpfung, die hier in die Ferne wirkte, die normannischen Kirchen untersucht, und aus der Normandie kam in den zwanziger Jahren die erste starke und zündende Anregung zum Studium der heimischen Denkmäler — und diese Aufrufe mußten sofort eine ganze lange Reihe von Klagen über Verwüstung und Vernachlässigung enthalten.⁴⁾ Die Normandie sah auch das erste Auftreten de Caumonts, der wie kein anderer der staatlichen Organisation und den staatlichen Einrichtungen vorgearbeitet hat. Diese Bestrebungen treten erst nach der Julirevolution hervor, an ihrer Wiege stehen der Führer der französischen Romantik und einer der Führer zur Neubelebung des Katholicismus in Frankreich, Victor Hugo und Charles de Montalembert; und der eigentliche Schöpfer der gesamten staatlichen Einrichtungen für die Denkmalpflege ist der erste Historiker seiner Zeit, Guizot.

In demselben Jahre, in dem bei der Krönungszeremonie Karls X. in Reims die geheiligte Tradition des königlichen Frankreichs der vergangenen Jahrhunderte wieder aufzuleben schien, im Jahre 1825, suchte Victor Hugo, der damals eben den kühnen Sprung in das Land der Romantik gewagt hatte, die monumentale Herrlichkeit des künstlerischen Frankreichs heraufzubeschwören und warf den Zerstörern der alten Denkmäler den Handschuh hin in seiner zornsprühenden, von prachtvollem Pathos erfüllten *Guerre aux démolisseurs*.⁵⁾ Ein Aufruf

3) Courajod I, p. CLXXIV: *La reconstitution du musée des monuments français sera un besoin de l'avenir. Elle s'imposera à la commission des monuments historiques quand celle-ci aura épuisé son action sur l'architecture.*

4) Ueber diese ganze Bewegung möchte ich auf den Artikel von L. Vitet, *Des études archéologiques en France. Discours prononcé à la société des antiquaires de Normandie: Revue des deux mondes* vom 15. August 1847 hinweisen und auf die lichtvolle Darstellung, die Fr. X. Kraus dem 1. Bande seiner Geschichte der christlichen Kunst vorausgeschickt hat. De Caumonts Verdienste sind später noch näher zu würdigen.

5) *'Le moment est venu, où il n'est plus permis à qui que ce soit de garder le silence. Il faut qu'un cri universel appelle enfin la nouvelle France au secours de l'ancienne. Tous les genres de profanation, de dégradation et de ruine menacent à la fois le peu qui nous reste de ces admirables monuments du moyen âge*

und ein erster Sammlungsruf, mit leidenschaftlicher Beredsamkeit vorgetragen — der Beginn der litterarischen Propaganda.

Ein Jahr nach der Julirevolution folgte *Notre dame de Paris*, in dem der Dichter das alte Paris wieder hervorzauberte — nichts hat der Wiederherstellung der Kathedrale so gut vorgearbeitet wie dieser Roman, und der arme Glöckner Quasimodo ist der beste Fürsprecher seiner Kirche geworden. Im nächsten Jahre, 1832, erschien in der *Revue des deux mondes* ein zweiter Sammlungsruf mit dem schon erprobten Feldgeschrei: *Guerre aux démolisseurs*⁶⁾. Der Ruf brachte einen neuen Kämpfen auf den Plan: Charles de Montalembert, der mit einer großen Anklageschrift gegen die Zerstörer *Du Vandalisme en France* antwortete. Er bezeichnet die beiden Feinde, gegen die anzukämpfen sei, den *vandalisme destructeur* und den *vandalisme restaurateur* und stellt ein langes Sündenregister der Verwaltung auf, signalisirt alle Vernachlässigungen, zeichnet das ganze Arbeitsprogramm für die folgenden Jahre; hier zuerst findet sich das Wort, das das nationale Ziel der Bewegung bezeichnet, das den Kämpfern der dreißiger Jahre als Leitspruch diente, das noch Pariset und Loersch als Motto über ihre Arbeiten gesetzt haben: *Les longs souvenirs font les grands peuples*.⁷⁾

Die Regierung konnte nicht länger zurückbleiben. Wachgerufen durch die lauten Mahnungen, getragen und unterstützt von jener litterarischen Bewegung, von der jungen Romantik, der neuerwachten Kunstwissenschaft und der neuen historischen Schule, entschloß sie sich selbst die Führung zu übernehmen. Ein günstiges Geschick hatte nach der Julirevolution einen der ersten Geister Frankreichs zum Unterrichtsminister gemacht, Guizot, den gefeiertsten Lehrer der Sorbonne, dessen Ruhm als Historiker eben auf der Höhe angelangt zu sein schien, der eben sein volkstümlichstes Werk, den *Cours d'histoire moderne* veröffentlicht hatte, dazu einen wissenschaftlichen Organisator ersten Ranges. Eine seiner ersten Schöpfungen war die Einrichtung einer Generalinspektion der geschichtlichen Denkmäler am 23. October 1830, die dem Ministerium der öffentlichen Arbeiten unterstellt wurde. Er fand auch sofort den rechten Mann für diesen Platz: Ludovic

où s'est imprimée la vieille gloire nationale, auxquels s'attachent à la fois la mémoire des rois et la tradition du peuple. Tandis que l'on construit à grands frais je ne sais quels édifices bâtards qui, avec la ridicule prétention d'être grecs ou romains, ne sont ni romains ni grecs, d'autres édifices admirables et originaux tombent sans qu'on daigne s'en informer, et leur tort cependant c'est d'être français par leur origine, par leur histoire et par leur but! (Victor Hugo, *Guerre aux démolisseurs: Oeuvres complètes, Littérature et philosophie mêlées* p. 228.)

6) *Revue des deux mondes* v. 1. März 1832 und *Littérature et philosophie mêlées* p. 231. In der zweiten Vorrede zu *Notre-Dame de Paris*, die er der 8. Ausgabe voranschickte, legte Victor Hugo wieder einen gleichen Aufruf nieder. Schon aus dem Jahre 1823 stammt Hugos pathetische Ode *La bande noire*, die sich gegen die Zerstörer der Denkmäler richtet (*Oeuvres complètes. Odes et ballades* p. 80). Am Schluß des ersten Abschnittes die Strophe:

*O Français, respectons ces restes!
Le ciel bénit les fils pieux
Qui gardent, dans les jours funestes,
L'héritage de leurs aïeux.
Comme une gloire dérobée,
Comptons chaque pierre tombée;
Que le temps suspende sa loi;
Rendons les Gaules à la France,
Les souvenirs à l'espérance,
Les vieux palais au jeune roi!*

7) *Du Vandalisme en France. Lettre à M. Victor Hugo: Revue des deux mondes* 1833, p. 477. Später mit anderen Abhandlungen zusammen unter dem Titel: *Du vandalisme et du catholicisme dans l'art*, Paris 1839. Wiederabgedruckt in den *Oeuvres de M. le comte de Montalembert VI. Mélanges d'art et de littérature*, Paris 1861.

Zeitschrift f. Bauwesen. Jahrg. XLVIII.

Vitet.⁸⁾ Bisher nur als Mitarbeiter am *Globe* hervorgetreten, als Politiker Schüler Jouffroys, als Historiker Schüler Guizots, als Kunstkritiker ganz selbständig, einer der ersten, der in der Geschichte der Architektur klar die organische Entwicklung der einzelnen Epochen vor sich sah, als Künstlerbiograph ein feinsinniger Psycholog, dazu ein Vielwiser und Vielschreiber, hat er in unermüdlicher Arbeit in wenigen Jahren die Grundlage zu der ganzen weiteren Ausbildung der Denkmalpflege in Frankreich gelegt.⁹⁾

Als nach drei Jahren Vitet in eine andere Staatsstellung berufen wurde, trat Prosper Mérimée an seinen Platz, der Romancier und Historiker, der durch drei Jahrzehnte hindurch selbst der eigentliche Träger der Bewegung und als einziger Generalinspektor der Hauptleiter aller Arbeiten war. Unermüdlich und genial nach Buffons Definition vom Genie als der *grande aptitude à la patience*, warf er sich mit dem Feuereifer der Jugend — er zählte eben erst 30 Jahre wie Vitet und Hugo — auf die neue Thätigkeit: er hat ebenso viel gewirkt durch seine stille organisatorische und leitende Thätigkeit wie durch seine öffentlichen Berichte und durch seine köstlichen Reisebriefe, die schönsten, liebenswürdigsten und persönlichsten, die die französische Litteratur seit den Tagen der Frau von Staël und der Gräfin de Rémusat kennt.¹⁰⁾

Die ganze Arbeit konnte aber erst eine fruchtbringende sein, seit unter dem 29. September 1837 die *commission des monuments historiques* ins Leben getreten war, die von nun an alle Bestrebungen auf dem Gebiete der Denkmalpflege vereinigt und gewissermaßen verkörpert; mit vollem Recht ist sie daher, auch nachdem das Gesetz vom Jahre 1887 eine ganz neue Basis für die staatliche Thätigkeit geschaffen hatte, beibehalten worden. Der Etat für die geschichtlichen Denkmäler war in den sechs Jahren seit der ersten Bewilligung für solche Zwecke im Jahre 1831 schon von 80000 Fr. auf 200000 Fr. gestiegen. Die ganze Entwicklung dieser Commission, die Ausgestaltung ihrer Organisation und ihres Budgets soll in einem späteren Capitel erzählt werden: hier handelt es sich nur darum, ihr ihre geschichtliche Stelle in der Entwicklung jener Bestrebungen anzuweisen. Die Strömung der dreißiger Jahre brachte es mit sich, daß alle glänzenden Namen auf dem Gebiete der Archäologie und der Kunstwissenschaft und die besten aus dem Lager der Historiker und der Litteraten ihr gewonnen wurden, und die Commission ist dieser Ueberlieferung treu geblieben, als eine kleine Sonderakademie der nationalen Kunstwissenschaft. Vitet, Vatout, de Montesquiou, Duban, de Lamartine, de Montalembert, Lenor-

8) Sainte-Beuve in der *Revue des deux mondes* vom 1. April 1846 bezeichnet ihn als *un des écrivains, qui ont le plus contribué comme critiques à l'organisation et au développement des idées nouvelles dans la sphère des arts*. Seine Monographie von *Notre Dame de Laon*, seine Biographie von *Le Sueur* werden dauernd ihren Werth behalten. Ernest Vinet hat in seinem Sammelband *L'art et l'archéologie*, Paris 1874, p. 369, eine Reihe von Besprechungen seiner Werke gebracht.

9) *Rapport au ministre de l'intérieur sur les monuments, les bibliothèques etc. de l'Oise, de l'Aisne, de la Marne, du Nord et du Pas-de-Calais*, Paris 1831. Ein Auszug daraus gedruckt als Anhang zu E. du Sommerard, *Les monuments historiques de France à l'exposition universelle de Vienne*, p. 306.

10) Viollet-le-Duc hat ihm ein Denkmal gesetzt in einem Aufsatz: *Mérimée et les monuments historiques: Revue de Paris*, 1895, p. 411. Proben aus seinen ersten Berichten sind gleichfalls bei E. du Sommerard, *Les monuments historiques de France*, p. 336, gedruckt. Für die weitere Würdigung des seltenen Mannes sei nur auf die Biographien von Tamisier (1875), Tourneux (1876) und d'Haussonville (1888) verwiesen.

mant, Larroix, Questel, Victor Hugo, de Longpérier, du Sommerard, Viollet-le-Duc, Boeswillwald, Beulé, de Nieuwerkerke, Quicherat, Abadie, Blanc haben in ihr gesessen, und heute zählt sie aufser den Generalinspectoren Männer wie Antonin Proust, Saglio, Dreyfus, Gonse, de Lasteyrie, Michel, Molinier. Dann hatte die Commission das Glück, sofort auch eine Reihe ausgezeichnete Architekten zu finden, alle ohne Ausnahme auch als Kunstgelehrte thätig und schöpferisch, die eine geschlossene Schule bildeten.¹¹⁾ Schon 1835 stellte Lassus seinen Entwurf für die Sainte-Chapelle im Justizpalast zu Paris auf; er trat Duban bei der Wiederherstellung des Bauwerkes zur Seite und ersetzte ihn ganz, als dieser sich den Arbeiten am Louvre und am Schloß zu Blois zuwandte.

Fünf Jahre später setzte die umfassende Thätigkeit des genialen Architekten und Lehrers ein, der sich bald zum Haupt der ganzen Schule auswachsen sollte: Viollet-le-Duc. Im Jahre 1840 war er gleichfalls an der Sainte-Chapelle beschäftigt und begann gleichzeitig die Arbeiten an der Kirche in Vézelay, fünf Jahre später wurde er mit der Wiederherstellung von Notre-Dame de Paris, im folgenden Jahre mit der der Abteikirche von St. Denis betraut. Viollet-le-Ducs Einfluß war seit dem Beginn seines *Dictionnaire* im Jahre 1854 unermesslich. Er ward wie Sir Gilbert Scott in England der erste Restaurator und eine unbedingte Autorität in stilistischen Wiederherstellungsfragen. Paris, St. Denis, Reims, Amiens, Vézelay, Carcassonne, Pierrefonds sind Denkmäler seiner Thätigkeit geworden. Und wenn auch heute unser kritischer Standpunkt gerade diesen Arbeiten gegenüber ein anderer geworden ist, zwei persönliche Werke sind noch heute lebendig in Frankreich: die Neuschöpfung des mittelalterlichen Baubetriebes, die Ausbildung einer Reihe von Bauhütten, die er mit seinem Geiste erfüllte, und die höchste Ausbildung der Zeichenkunst. In beiden ist er der Lehrmeister für ganz Frankreich geworden. Die Holzschnitte in den beiden *Dictionnaires* haben die Feinheit seiner Zeichnungen nur halb wiedergeben können: man muß die Originale selbst sehen, um das ungeheure Können und dabei die erstaunliche Sicherheit der Hand und den ganzen Charme der Auffassung zu begreifen. Und welchen Vortheil ein solcher Stab zuverlässiger Arbeiter, wie ihn Viollet-le-Duc schuf, für die Denkmalpflege darstellte, kann man am besten ermessen, wenn man liest, wie noch 1840 Mérimée für die Wiederherstellung der Kirche von Saint Savin nicht eine einzige passende Kraft gewinnen konnte. Wenn nach Viollet-le-Ducs Tode sein archäologisches System bekämpft wurde, so war das ein natürlicher Rückschlag wider das allzulange währende blinde Schwören auf die Worte des Meisters.¹²⁾ Aber es gilt hier von ihm, was Justi einmal im Winckelmann sagt:

11) Lucien Magne, *L'architecture française du siècle* (Paris, Firmin Didot, 1889) und in dem gleichnamigen Vortrag in den *Conférences de l'exposition universelle internationale de 1889* (Paris, Imprimerie nationale, 1890) giebt einen interessanten Ueberblick, ebenso in seinen letzten Capiteln Raoul Rosières, *L'évolution de l'architecture en France*, Paris 1894 (*Petite bibliothèque d'art et d'archéologie*).

12) Authyme Saint-Paul, *Viollet-le-Duc et son système archéologique: Bulletin monumental* XLVI, 1880, p. 409, 716; XLVII, 1881, p. 1, 187, 349, 445. Die französische Kritik hat heute schon längst dem Todten gegenüber den richtigen historischen Maßstab gewonnen; es hiesse gegen Windmühlenflügel kämpfen, heute noch Viollet-le-Duc vertheidigen zu wollen. Zur Charakteristik sei noch auf Sauvageots Buch, *Viollet-le-Duc et son œuvre*, Paris 1880, verwiesen. Corroyer, sein Nachfolger als General-Inspector der Diöcesengebäude, hat ihm in der *Gazette des Beaux-Arts* 2. pér. XX, p. 409, einen schlichten, aber ehrlichen Nachruf gewidmet.

dafs der höchste Werth eines Schriftstellers weit weniger in der Richtigkeit und Nützlichkeit der von ihm mitgetheilten Sachen liegt als darin, dafs eine lebendige, erheiternde und erhebende Kraft von ihm ausgeht.

Keiner der großen Restauratoren seiner Zeit, weder Durand, der Wiederhersteller von St. Remy in Reims, noch Ramée und Boeswillwald, oder die jüngeren Ruprich Robert, de Baudot, Corroyer haben sich seinem Einflusse entziehen können.

Es war ein besonders günstiger Umstand, dafs die ganze Organisation der Denkmalpflege geschaffen wurde von einem Manne, der als Aufgabe und Ziel nicht nur die Sicherung und Wiederherstellung der Baudenkmäler hinstellte, sondern mit weitem Blick die ganze lebhaft propagandistische Bewegung für die Denkmäler der Vorzeit als den Theil einer großen allgemeinen Bewegung erfaßte und jene gesicherten und wiederhergestellten nationalen Urkunden und Lehrmittel nun auch zur vollen Geltung und Wirkung gebracht wissen wollte. Für die Veröffentlichung und Sammlung aller der unbekannt und zerstreuten Urkunden zur Geschichte Frankreichs rief er im Jahre 1834 (Decret vom 18. Juni) das *Comité pour la publication de documents inédits concernant l'histoire de France* ins Leben, dem er 1835 (Decret vom 10. Januar) ein zweites Comité an die Seite stellte, das die Urkunden der Litteratur, der Philosophie und der schönen Künste sammeln sollte. Und schon am 15. Mai stellte er für die in ganz Frankreich neu erworbenen Correspondenten des Unterrichtsministeriums das Programm auf, ein allgemeines Inventar aller Denkmäler der Kunst und der Architektur zu schaffen. Im Jahre 1837 (Decret vom 18. December) wurde ein einziges *Comité des travaux historiques* eingerichtet mit fünf Sectionen, dies erste bildete das *Comité historique des arts et monuments*, das mit der Akademie der schönen Künste verbunden ward und die weitgehendsten Instructionen und Rechte erhielt. Es sollte mit der *Commission des monuments historiques* zusammenarbeiten, ihr die wissenschaftlichen Handhaben liefern, auch Gesichtspunkte für die Erhaltung der Denkmäler selbst aufstellen. Ihm wurde vor allem auch die Veröffentlichung der Denkmäler als Ziel überwiesen, eine Aufgabe, die später die Commission für sich wieder in Anspruch nahm. Unter dem 11. Mai 1839 wurden durch M. de Gasparin, den damaligen Minister des Inneren, besondere Correspondenten für die geschichtlichen Denkmäler geschaffen, natürlich im Anschluß an die Einrichtung der Correspondenten des Unterrichtsministeriums; in vielen Fällen sind es dieselben Personen hier wie dort. Im Jahre 1852 (Decret vom 14. September) geht das Comité auf in ein größeres *Comité de la langue, de l'histoire et des arts de la France*, im Jahre 1858 (Decret vom 22. Febr.) erhält es den Namen *Comité des travaux historiques et sociétés savantes*. Im Jahre 1881 erfolgt eine weitere Reorganisation (Decret vom 5. März), es geht auf in das *Comité des travaux historiques et scientifiques*, das zwei Sectionen, für die exacten Wissenschaften und für die Geschichte erhält; im Jahre 1883 (Decret vom 12. März) werden endlich fünf Sectionen eingerichtet: für Geschichte, Archäologie, Socialwissenschaften, Mathematik, Naturwissenschaften.¹³⁾

Die *commission des monuments historiques* hatte die Aufgabe erhalten, ein Verzeichniß der Denkmäler aufzustellen,

13) Ich gebe diese ganze complicirte Entwicklung wieder, weil infolge der häufigen Verschiebungen in den meisten Darstellungen Irrthümer entstanden sind.

die die besondere Aufmerksamkeit der Verwaltung in erster Linie verlangen. Auf Grund der Vorschläge und Berichte der Commission sind bis zum Erlaß des Gesetzes im Jahre 1887 über 2000 Bauwerke als geschichtliche Denkmäler classirt worden. Das *classement* (wir behalten, um deutlich zu bleiben, das französische Wort am besten bei) hatte aber doch fast nur eine ideale und moralische Bedeutung. Mit dem *classement* war für das Denkmal keine gesetzliche Sonderstellung gegeben. Eine Fülle von Ministerialverfügungen verlangte für die so classirten Denkmäler die besondere Wachsamkeit der Präfecten; die Ausführung aller Arbeiten an ihnen wurde den gewöhnlichen Baubeamten genommen und in die Hände der von der Commission berufenen Architekten gelegt — doch die Voraussetzung war hier eben immer, daß die Besitzer der Denkmäler diesen Maßnahmen zustimmten. Aber schon bei den übrigen Staatsbehörden, die Eigenthümer von classirten Denkmälern waren, stieß die Commission auf Widerstand; es entwickelte sich bald erst eine stille, dann eine offene Eifersucht. Dann fehlte es vollständig an gesetzlichen Handhaben, um den durch das *classement* beabsichtigten Schutz der Denkmäler auch wirklich durchzuführen. Eine Berufung auf den § 257 des *Code pénal*, der sich gegen jeden wendet, der Denkmäler, Bildsäulen oder andere Gegenstände, die zum öffentlichen Nutzen oder zur öffentlichen Verschönerung bestimmt sind, zerstört, umstürzt, verstümmelt oder beschädigt, war natürlich ausgeschlossen, da bei allen Arten von Veränderungen und Verschlimmbesserungen die verbrecherische Absicht als Vorbedingung des Vergehens fehlte. Schon in der ersten Sitzung der Commission hatte Vitet auf die Unzulänglichkeit der Gesetzgebung den geschichtlichen Denkmälern gegenüber hingewiesen. Das Enteignungsgesetz vom 3. Mai 1841 schuf in einer Hinsicht wenigstens eine geeignete Handhabe, die zum Schutz der Denkmäler angewandt werden konnte: aber dieses Machtmittel war doch nur in wichtigen Ausnahmefällen zu brauchen. In der weitaus größten Zahl der Fälle erwies sich das *droit de tutelle* des Staates, wenn einmal die Befugniß des letzteren, hier einzugreifen, angezweifelt wurde, als unzulänglich.

Erst in den siebziger Jahren sah sich, auf die wiederholten Beschwerden der Commission hin, das Unterrichtsministerium bewogen, einen förmlichen Gesetzentwurf aufstellen zu lassen. Im Auftrage des Unterrichtsministeriums arbeitete M. Rousse, ein ausgezeichneter Jurist, einen ersten Entwurf aus. Als Vorbild wurde dabei ganz direct der classische Entwurf eines Schutzgesetzes für Italien vom 13. Mai 1872 empfohlen.¹⁴⁾

Dieser erste Entwurf wurde am 26. Mai 1878 durch den Unterrichtsminister Bardoux der Kammer vorgelegt, im Jahre 1880 aber von dieser an den Staatsrath weitergegeben zur Erörterung über die schwierigen Fragen des bürgerlichen und Verwaltungsrechtes. Hier wird der Entwurf in den Sitzungen vom 28. April und 15. Mai 1881 auf Grund eines Berichtes von M. Courcelle-Seneuil vom 28. Februar 1881¹⁵⁾ behandelt. Zum ersten Male werden hier die festgestellten Grundsätze auch auf die in Privatbesitz befindlichen Denkmäler angewandt. Am 19. Januar 1882 wurde der Entwurf durch M. Antonin Proust, damals Minister der schönen Künste, der Kammer vorgelegt, die ihn ohne Discussion am 8. Juli 1882 genehmigte. Der Entwurf

14) Baumgart, *Monuments historiques: Expositions internationales Londres 1874, France, Rapports*, Paris 1875, p. 55, 191.

15) Courcelle-Seneuil, *Rapport au conseil d'état*, 28. Februar 1881.

geht dann an den Senat zurück und ruht hier, bis er im Jahre 1886 unter dem Eindrucke der neuen Zerstörungen in Algier hervorgeholt wird. Auf Grund eines eingehenden Berichtes von M. Bardoux¹⁶⁾ wird der Entwurf am 10. und 13. April und am 1. Juni 1886 im Senat erörtert, wird dann am 22. März 1887 durch die Kammer der Abgeordneten angenommen und erhält am 30. März 1887 Gesetzeskraft. Die angekündigte Ausführungsverordnung erschien am 3. Januar 1889.

Durch das Gesetz sind ganz neue Grundlagen für die weitere Handhabung der Denkmalpflege in Frankreich geschaffen worden; auch die *commission des monuments historiques* ist auf einen ganz neuen Boden gestellt worden. Eine besondere Schwierigkeit lag aber noch vor, die das Gesetz gar nicht berührt, eine Schwierigkeit, die bisher die Wirksamkeit der Commission oft genug gelähmt hatte. Sie lag darin, daß nur ein Theil der geschichtlichen Denkmäler unmittelbar der Verwaltung der *commission des monuments historiques* und damit der Verwaltung der schönen Künste unterstellt war, und daß gerade sehr bedeutende Denkmäler ihr entzogen waren.¹⁷⁾ Daß einzelne große geschichtliche Bauten, die noch für andere praktische Staatszwecke dienen, anderen Verwaltungen unterstellt waren, verstand sich von selbst und liefs sich nicht ändern. So unterstehen noch heute der Palast der Päpste in Avignon und das Schloß von Vincennes dem Kriegsminister, die Justizpaläste von Beauvais und Bourges, die Gefängnisse von Thouars und Fontevault dem Justizminister, der Thurm von Cordouan der Marineverwaltung.

Aber zwei große Klassen von Denkmälern waren dem Einfluß der Commission mehr oder weniger entzogen, einmal die *édifices diocésains* und dann die *bâtimens civils* und *palais nationaux*. Unter den 267 Diöcesengebäuden befinden sich 68 classirte geschichtliche Denkmäler, und zwar die wichtigsten kirchlichen Denkmäler: die Kathedralen von Paris, Reims, Amiens, Bourges, Beauvais, Rouen, Clermont, Périgueux usw., kurz alle dem Staate gehörigen Kathedralen, die zugleich Bischofssitze sind. Und unter den *bâtimens civils* und *palais nationaux* befinden sich ebenso eine ganze Reihe von geschichtlichen Denkmälern, vor allem die Schlösser in Versailles, Pierrefonds, Saint-Germain, Fontainebleau, Rambouillet, Compiègne, Pau, endlich alle Pariser Schlösser: Louvre, Luxembourg, Palais Royal, die Tuilerien, sowie die Pariser Denkmäler, Triumphthore, das Pantheon usw. Die bedenklichen Schwierigkeiten, die in dieser Trennung liegen, hat man von je empfunden. Nur zweimal, während der kurzen Dauer der beiden eigenen Kunstministerien, im Jahre 1870 und 1881/82, vor allem unter dem zielbewußten und energischen Ministerium Proust ist der Versuch gemacht worden, die sämtlichen geschichtlichen Denkmäler unter einer Verwaltung zu vereinigen.¹⁸⁾ Man hat damals 53 der Kathedralen und 36 der *palais nationaux* ihren Sonderverwaltungen genommen und der Verwaltung der schönen Künste unterstellt. Diese Vereinigung ist aber in dem Augenblick, wo

16) Bardoux, *Rapport au sénat sur le projet de loi pour la conservation des monuments et objets d'art: Journal officiel*, Mai 1886, p. 136.

17) Eingehend hierüber Henri Morgand, *L'administration des Beaux-Arts: Revue générale d'administration*, 1883. — Pariset, *Les monuments historiques*, p. 49.

18) Henry Houssaye, *Le ministère des arts: Revue des deux mondes* v. 1. Februar 1882, p. 613, wendet sich scharf gegen die Zersplitterung. Vgl. schon Mérimée's Bericht vom 20. Mai 1840: v. Wussow a. a. O. I, S. 150.

die kurzlebigen Ministerien zusammenbrachen, wieder aufgegeben worden. Die *direction des bâtiments civils et palais nationaux* ist wenigstens seit 1882, während sie von 1870 bis 1881 dem Ministerium der öffentlichen Arbeiten unterstellt war, bei dem Unterrichtsministerium geblieben; nur von 1890 bis 1895 war sie wieder dem Arbeitsministerium untergeordnet. Die *direction des cultes* dagegen, die die Diöcesengebäude und die Kathedralen verwaltet, hat vor und nach 1882 eine wahre Odyssee durchgemacht und ist wechselweise mit dem Ministerium des Inneren, der Justiz, des Unterrichts verbunden gewesen. Seit dem Jahre 1870 ist die *direction des cultes* genau 27mal zwischen den einzelnen Ministerien hin- und hergeworfen worden, seit dem Jahre 1870 ist sie nicht weniger als 41 Ministern unterstellt gewesen. Zuletzt befand sie sich von 1888 bis 1892 beim Justizministerium, von 1892 bis 1894 beim Unterrichtsministerium, von 1894 bis 1895 beim Ministerium des Inneren, von 1895 bis 1896 wieder beim Unterrichtsministerium, um endlich 1896 zum Justizministerium zurückzukehren.¹⁹⁾ Wenn auch die Sections- und Bureauchefs von diesem Wechsel unberührt bleiben, so liegt doch auf der Hand, daß diese Unstetigkeit allen Unternehmungen, die sorgfältige Vorbereitung erheischen, und ebenso gründlichen Umgestaltungen so schädlich wie möglich sind. Und dann kommt hier wieder die unselbige Rivalität zwischen den einzelnen Behörden in Frage.

Die *direction des bâtiments civils* ist schon dadurch an die *commission des monuments historiques* gefesselt, daß sie demselben Ministerium unterstellt ist und daß ihre Generalinspectoren geborene Mitglieder der Commission sind. Die *direction des cultes* ist aber nicht in dieser Weise mit der Commission verbunden: ihre Generalinspectoren stehen ganz selbständig da; nur einer (de Baudot) ist zur Zeit, aber nicht als Generalinspector, Mitglied der Commission: es liegt nun die große Gefahr vor, daß zwischen den beiden Corporationen grundsätzliche Meinungsverschiedenheiten entstehen, die vor allem im Lande und vor der Kammer den Glauben an die unbedingte Autorität dieser Behörden erschüttern müssen — und diese Gefahr liegt umso mehr vor, als die *direction des cultes* auf eine gleiche ruhmreiche Geschichte, auf die gleichen Leistungen wie die Commission zurückblickt: sie darf vor allem auf Viollet-le-Duc hinweisen, der seit 1853 Generalinspector der Diöcesengebäude gewesen und dessen Geist unter den Architekten der *direction des cultes* am lebendigsten weiterwirkte. Diese ungesunde Trennung bildet noch heute den Krebschaden in der sonst so einheitlichen und glücklichen Organisation der Denkmalpflege in Frankreich.

II. Die Wirkungen des Gesetzes vom 30. März 1887.

Das Gesetz selbst hat nach seinem Wortlaut und nach seinem Inhalt eine eingehende kritische Bearbeitung durch eine Reihe hervorragender französischer Juristen gefunden.²⁰⁾ In den ersten beiden Jahren nach dem Inkrafttreten erschienen aus-

19) Eine Uebersicht über die Verschiebungen in der *direction des cultes* seit 1801 in *La France ecclésiastique*, 1898, p. 848.

20) Es ist gedruckt im *Journal officiel*, 31. März 1887, das Ausführungsdecret im *Journal officiel*, 8. Januar 1889. Weitere Abdrücke im *Bulletin monumental*, 1887, p. 162; 1889, p. 429; im Anhang zu Ducrocq und Loersch (s. u.) und in eigener Ausgabe Paris (*Imprimerie nationale*) zusammen mit der Liste der classirten Denkmäler.

fürliche Erläuterungen von Jules Challamel,²¹⁾ Henri Morgand²²⁾ und von dem Professor an der *faculté de droit* zu Paris Ducrocq,²³⁾ dann behandelte M. Saleilles eine Reihe von Einzelfragen, die die Anwendbarkeit des Gesetzes betrafen,²⁴⁾ im Jahre 1896 endlich hat Louis Tétreau, Sectionspräsident im Staatsrath und selbst Mitglied der *commission d. mon. hist.*, eine ausführliche Darlegung veröffentlicht, die die Entstehung und die Vollendung des Gesetzes behandelt und die einzelnen Abschnitte auf das eingehendste vom rechtlichen Standpunkte aus prüft.²⁵⁾ Diese im Auftrage der *commission d. mon. hist.* geschriebene erschöpfende Erläuterung darf als eine Art authentischer Auslegung aufgefaßt werden. In Deutschland hat das Gesetz, das sofort in den Kreisen der Freunde der Denkmalpflege bekannt geworden und erörtert worden war,²⁶⁾ im vorigen Jahre in Hugo Loersch einen berufenen Geschichtsschreiber und Erklärer gefunden.²⁷⁾

Ein Eingehen auf die juristischen Fragen, die das Gesetz aufgerollt hat, auf sein Verhältniß zum *Code civil*, liegt nicht im Sinne dieser Ausführungen. Das Gesetz darf im Aufbau, in der organischen Entwicklung der Artikel auseinander, in der klaren Sprache als mustergültig bezeichnet werden. Dabei hat es in dem Bestreben, sich generell und sich knapp auszudrücken, freilich auch an sich wünschenswerthe Ausführungen beseitigt, die der erste Entwurf noch enthielt. Bei jeder eingehenden Prüfung der Bestimmungen, zumal was ihre Anwendbarkeit auf ausländische Verhältnisse betrifft, werden immer die oben genannten Erläuterungen, zumal die von Tétreau und Loersch herangezogen werden müssen.

Der Geist des Gesetzes kann in wenige Leitsätze zusammengefaßt werden. Die Voraussetzung des staatlichen Schutzes bildet in jedem Falle das *classement*, die offizielle Erklärung eines Bauwerkes oder eines beweglichen Kunstwerkes zum geschichtlichen Denkmal. Die Fürsorge für die Aufstellung des Verzeichnisses dieser Denkmäler ist dem Unterrichtsminister übertragen. Ein classirtes unbewegliches Denkmal darf ohne Genehmigung des Unterrichtsministers nicht zerstört werden und keine Wiederherstellung, Ausbesserung oder Veränderung (*restauration, réparation, modification*) ohne Genehmigung des Unterrichtsministers erfahren. Ein classirtes bewegliches Denkmal darf nicht auf irgend eine Weise veräußert werden und darf nicht wiederhergestellt oder ausgebessert werden ohne Genehmigung des Unterrichtsministers. Archäologische Ausgrabungen irgend welcher Art

21) Jules Challamel, *La loi du 30 mai 1887, étude de législation comparée: Annuaire de législation française*, 1888. Dazu *Bulletin monumental*, 1888, p. 512. Ders., *Des législations française et étrangère établies pour assurer la conservations des œuvres d'art: L'ami des monuments* 1890, p. 285.

22) Henri Morgand, *Monuments historiques et objets d'art: Revue générale d'administration*, 1889.

23) Th. Ducrocq, *La loi du 30 mai 1887 sur la conservation des monuments*, Paris 1889 (*extrait du compte rendu de l'académie des sciences morales et politiques*, 1889). Ueber das Ausführungsdecret vgl. noch *Bulletin monumental*, 1889, p. 429.

24) Saleilles, *Questions de jurisprudence: Revue bourguignonne de l'enseignement supérieur* I, 1891; III, 1893.

25) Louis Tétreau, *Législation relative aux monuments et objet d'art dont la conservation présente un intérêt national*, Paris 1896. Daneben ist, zumal für die Vorgeschichte des Gesetzes, wieder Ernest Pariset, *Les monuments historiques*, Paris 1891, zu nennen.

26) Correspondenzblatt des Gesamtvereins der deutschen Geschichts- und Alterthumsvereine XXXV, S. 147.

27) Hugo Loersch, Das französische Gesetz vom 30. März 1887. Ein Beitrag zum Recht der Denkmalpflege, Bonner Universitätsprogramm v. 3. August 1897.

dürfen auf Grund und Boden im Besitz des Staates oder irgend einer Körperschaft im Sinne des öffentlichen Rechts nicht unternommen werden ohne Genehmigung des Unterrichtsministers. In Privatbesitz befindliche unbewegliche Denkmäler und in Privatbesitz befindlicher Grund und Boden, der archäologisch werthvolle unbewegliche oder bewegliche Denkmäler birgt, können enteignet werden. Im Staatsbesitz befindliche classirte bewegliche Denkmäler sind unveräußerlich und der Ersitzung entzogen, die übrigen classirten beweglichen Denkmäler können, wenn sie unrechtmäßig veräußert oder gestohlen sind, binnen dreier Jahre zurückgefordert werden.

Als Grundlage der ganzen staatlichen Fürsorge ist also das *classement* zu betrachten. Die Auswahl und Bezeichnung derjenigen Denkmäler, an deren Erhaltung der Staat ein öffentliches Interesse hat und auf die das Schutzgesetz anzuwenden ist, ist damit nicht dem Befinden einer untergeordneten Provincialbehörde anheim gegeben, sondern erfolgt durch den Staat selbst und wird durch ihn bekannt gegeben. Die Voraussetzung eines wirklichen staatlichen Schutzes ist dabei, daß dieser Charakter als geschichtliches Denkmal allgemein, vor allem allen Behörden und allen Personen, die irgendwo mit dem Denkmal zu thun haben, bekannt sei.

Die thatsächlichen Wirkungen des *classements* eines unbeweglichen Denkmals sind nun für seine dauernde Sicherung die denkbar günstigsten, und darin liegt der eine große Erfolg dieser Gesetzgebung. Der Charakter des historischen Denkmals ist in der That allgemein bekannt; in den großen Reisehandbüchern wie den *Guides Joanne* und den kleinen Geographien der Départements, die die *maison Hachette* herausgibt, ist diese Eigenschaft bei jedem Bauwerk besonders bemerkt; sämtliche Behörden, sämtliche Körperschaften, sämtliche Vereine sind von diesem *classement* unterrichtet. Dazu kommt, daß der Charakter als *monument historique* einen besonderen Nimbus verleiht; selbst die im Punkte der Kunstwissenschaft unschuldigsten Maires sprechen das Wort mit einer gewissen ehrfürchtigen Scheu aus — das öffentliche Interesse wie der Schutz der Oeffentlichkeit sind durch die Verleihung dieses Charakters einem Bauwerk von vornherein gesichert. Man ist in den kleineren Orten meist sehr stolz auf den Besitz eines *monument historique* — auch das sichert diesem von vornherein größere Beachtung. Eine Vernachlässigung der Vorschriften des Gesetzes durch Unkenntnis des Denkmalcharakters erscheint ganz ausgeschlossen: die Zahl der *monuments historiques* ist ja in den einzelnen Départements gar nicht sehr groß.

Damit hängt nun freilich aufs engste ein Nachtheil zusammen. Die Liste der *monuments historiques*, mit deren Aufstellung die *commission d. mon. hist.* schon im Jahre 1838 begonnen hat, ist durch die über ein halbes Jahrhundert währende unermüdete Arbeit der ersten Kenner der französischen Kunst im wesentlichen festgestellt, aber sie umfaßt nur etwas über 2000 unbewegliche Denkmäler. Es ist hier natürlich eine gewisse Grenze nach unten eingehalten worden, aber die Unterschiede zwischen einer noch in der letzten Rangstufe zum geschichtlichen Denkmal erklärten Kirche und einer anderen nahe verwandten, die dies Vorrecht nicht genießt, können verschwindend klein sein: auf diesen zweiten Bau erstreckt sich aber der durch das Gesetz gewährleistete Schutz nicht. Auf diese Bauwerke finden nur die allgemeinen baupolizeilichen Bestimmungen Anwendung. Es liegt darin eine gewisse Ungerechtigkeit. Die Präfecten

haben nur von Aufsichtswegen auf diese Bauten ein wachsames Auge zu haben, und der Umsicht der archäologischen Gesellschaften erwachsen hier noch bedeutende Aufgaben.

Es dürfte von Interesse sein, das Verzeichniß der classirten Denkmäler in einem Département zusammenzustellen.

Im Département Bouches-du-Rhône sind beispielsweise classirt:

1. Megalithische Denkmäler: die Steindenkmäler von Fontvieille.

2. Römische Denkmäler: in Aix das Lager von Entremont, die Bäder; zu Arles das Amphitheater, die Reste des Forums, die Stadtmauern, die sogenannte Säule des Saint-Lucien, der Obelisk, die Ruinen des sogenannten Constantinspalastes, das Theater, die Ruinen des Aquäduces von Barbegal; in Marseille die Gewölbe von Saint-Sauveur; in La Penne die Pyramide La Pennelle, in Saint-Chamas die Brücke; in Saint-Rémy der Triumphbogen und das Julierdenkmal; in Salon die Mauern, in Vernègues die Gräber und der Tempel der Maison-Basse.

3. Denkmäler des Mittelalters und der Renaissance: in Aix die Kathedrale mit dem Kreuzgang, die Kirche Saint-Jean, die Tour de l'Horloge, die Renaissancehäuser; in Arles die Capelle der Porcellets-aux-Aliscamps, die Capelle Sainte-Croix in Montmajour und die Abtei von Montmajour, die Kirchen Sainte-Anne, Saint-Césaire, Saint-Trophime mit dem Kreuzgang, Saint-Honorat-des-Aliscamps, das Denkmal der Aliscamps; in Les Baux das Schloß, die Wälle, die Kirche, der Pavillon de Mistral und verschiedene Häuser (die letzten drei Privateigenthum); in Marseille die Kirche der Abtei Saint-Victor und die Kirche de la Major; in La Roque-d'Antheron die Abtei de Silvacane, in Les Saintes-Maries die Kirche; in Saint-Rémy die Maison du Planet, Kreuzgang und Thurm von Saint-Paul de Mausoles (Privateigenthum); in Salon die Kirche Saint-Laurent; in Tarascon das Schloß, die Kirche Sainte-Marthe, die Capelle und der Thurm von Saint-Gabriel.²⁸⁾

Mit der Beschränkung des staatlichen Schutzes auf eine begrenzte Zahl auserlesener Denkmäler hat sich Frankreich auf den Boden gestellt, den unter den modernen Culturstaaten zuerst Dänemark betreten hatte und auf dem heute vor allem England steht. Dänemark gebührt der Ruhm, am frühesten unter allen europäischen Staaten eine Schutzgesetzgebung für die älteren nationalen Denkmäler geschaffen zu haben.²⁹⁾ Schon im Jahre

28) Das Unterrichtsministerium hat die Liste dieser Denkmäler veröffentlicht (die letzte vom Jahre 1889): *Ministère de l'instruction publique. Direction des Beaux-Arts. Monuments historiques. Loi et décrets relatifs à la conservation des monuments historiques. Liste des monuments classés.* Paris, Imprimerie nationale, 1889. Ueber die zuerst veröffentlichte Liste vgl. *Journal officiel du 2 avril 1887*, p. 1567 und Tétreau a. a. O. p. 128. Instructiv ist der Vergleich mit der früheren Liste vom Jahre 1876 bei E. du Sommerard, *Les monuments historiques de France*, p. 368. Eine besondere Schwierigkeit bringt noch der Umstand, daß die Durchführung des *classement* gewöhnlich ziemlich Zeit beansprucht und daß vor dem Aussprechen des *classement* das Gesetz nicht anwendbar ist. Diese Schwierigkeit wird in dem verwandten Denkmälerschutzgesetz für Tunis vom 7. März 1886 (veröffentlicht im *Journal officiel Tunisien* vom 12. März 1886), das unter dem unmittelbaren Einfluß des französischen Entwurfes entstanden ist, aufgehoben durch die Bestimmung im Artikel 5 des Titel II: *La déclaration d'enquête a pour effet d'assimiler l'immeuble pendant la durée de l'enquête à un immeuble classé.* Vgl. Pariset a. a. O. p. 199.

29) Die ganze Geschichte der Bestrebungen und Einrichtungen zur Erhaltung der Denkmäler in Dänemark bei J. J. A. Worsaae, *Om bevaringen af de faedrelandske Oldsager og Mindesmærker i Danmark: Aarbøger for nordisk Oldkyndighed og Historie*, 1877, p. 1. — Französisch unter dem Titel: *La conservation des antiquités et des monuments nationaux en Danemark: Mémoires de la société royale des antiquaires du Nord*, 1877, p. 343. — Englisch im

1807 ward hier auf Betreiben Nyerups die Königliche Commission für die Conservirung der Alterthümer eingerichtet und unter ihren Schutz eine ganz bestimmte Zahl von Denkmälern gestellt, deren Liste in den Jahren 1809 und 1810 festgesetzt wurde.³⁰⁾

In England sind durch den *Ancient monuments protection act* vom Jahre 1882 69 Denkmäler in dem vereinigten Königreiche (29 in England, 21 in Schottland, 19 in Irland) unter den Schutz des Gesetzes gestellt worden.³¹⁾ Das Gesetz trägt zu sehr den Stempel seines Vaters, Sir John Lubbock, des Naturforschers, Prähistorikers und Anthropologen, der seit dem Jahre 1873 unermüdlich den Gesetzentwurf im Parlament immer wieder vorgebracht hatte: so sind nur die ältesten Denkmäler Englands, vor allem die megalithischen Denkmäler, von ihm berücksichtigt.³²⁾

Den gleichen Standpunkt wie Dänemark und England nehmen noch Aegypten und Indien ein, die in Bezug auf die Einrichtungen der Denkmalpflege in vorderster Reihe genannt werden müssen. In Aegypten ist zunächst durch den Erlafs vom 18. December 1881 für die arabischen Denkmäler das *classement* vorgesehen;³³⁾ durch das Gesetz vom 15. Juni 1883 ist ebenso für alle älteren Denkmäler die von der Regierung zu erlassende Erklärung eines Monuments zum Alterthumsdenkmal als Grundlage des Staatsschutzes gefordert worden.³⁴⁾ In Indien

Report of the Smithsonian Institution, 1879, p. 299. Auf Worsaae beruht die Darstellung bei von Wussow I, p. 135.

30) Die Liste dieser Denkmäler ist veröffentlicht in den *Antikvariske Annaler* I, 1812, p. 133, 348. Im Jahre 1847 wurde eine umfassende Enquête über ihren Zustand angestellt. Mit ihrer Ueberwachung wurde erst mit dem Titel eines Inspectors, dann mit dem eines Directors Worsaae betraut, der unter dem 20. März 1848 eine königliche Instruction erhielt (gedruckt in der *Antikvarisk Tidsskrift*, 1848, p. 150).

31) Ueber die ganze Pflege der älteren Denkmäler in England vgl. die ausgezeichnete Studie von David Murray, *An archaeological survey of the united Kingdom, the preservation and protection of our ancient monuments*, Glasgow 1896. Die Ausführungen beschränken sich freilich in der Hauptsache auf die archäologisch wichtigen Denkmäler im Sinne Lubbocks. Ueber die weiteren Versuche vgl.: über die früheren: *La conservation des monuments nationaux en Angleterre: Bulletin monumental*, 1869, p. 499; über die späteren: *De la conservation des monuments historiques en Angleterre et des principes qui doivent guider leur restauration: Bulletin monumental*, 1896, p. 465. Das *Royal institute of British architects* hat im Jahre 1880 eine instructive kurzgefaßte Anleitung, *Conservation of ancient monuments and remains* (London 1888) veröffentlicht. Dazu *Centralbl. der Bauverwaltung* VIII, S. 486. Ausführlicher Sir Edmund Beckett, *Church restoration*, London 1880. Vgl. noch v. Wussow I, S. 145, v. Helfert, S. 60.

32) Murray a. a. O. p. 47. Durch Artikel 10 des Gesetzes ist eine spätere Ergänzung der Liste vorgesehen. Auf Grund dieses Artikels sind in den Jahren 1887—1892 bei sechs einzelnen Gelegenheiten im ganzen 31 weitere Denkmäler hinzugefügt worden, sodafs die Zahl also jetzt 100 beträgt. Von diesen entfallen 36 auf England, 38 auf Schottland, 26 auf Irland. In Irland sind aber auferdem durch den *Irish Church Act* von 1869 und die Ausführungsbestimmungen von 1880 und 1892 noch gegen 150 Bauwerke gesetzlich geschützt und den *Commissioners of Public Works in Ireland* unterstellt. Gegenüber den Bauwerken des Mittelalters und der späteren Jahrhunderte ist aber der gesetzliche Schutz in England vollständig ungenügend. Sir Augustus Wollaston Franks hat noch in dem letzten Bericht (vom 23. April 1897) vor seinem Tode im Hinblick auf die Vorgänge in Peterborough und Winchester über die unzulänglichen gesetzlichen Handhaben geklagt.

33) Das Decret abgedruckt in dem ersten Bericht des *Comité de conservation des monuments de l'art Arabe, exercice 1882—83*, p. 8. Die Jahresberichte des Comités, in dem sich Franz Pascha und Herz vor allem unvergängliche Verdienste erworben haben, dürfen als vorbildlich auch für Europa bezeichnet werden.

34) *Bulletin des lois et décrets* p. 157. Vgl. v. Helfert a. a. O. S. 31, 46. Der Fassung des Wortlautes des Gesetzes liegt das französische Gesetz vom 30. März 1887 zu Grunde. Für das *comité permanent d'Égyptologie*, dem die Ueberwachung der ägyptischen Denkmäler anvertraut ist, ist erst am 9. März 1889 eine genaue Dienstvorschrift erlassen worden.

ist im Jahre 1881, seit der Schaffung des Amtes eines *Curator of Ancient Monuments in India*, mit dem *classement* und der Aufstellung einer Liste der zu schützenden Denkmäler begonnen worden.³⁵⁾ Endlich ist noch in Portugal durch die Königliche Gesellschaft der Architekten und Archäologen im Jahre 1881 auf Grund einer Ministerialverfügung vom 28. December 1880 eine Liste der Denkmäler aufgestellt worden, die als nationale Monumente zu gelten haben. In Italien dagegen hat man in dem Gesetzentwurf vom Jahre 1872 auf die Forderung eines Inventars als Grundlage verzichten zu müssen geglaubt, in der selbstverständlichen Erkenntniß der Undurchführbarkeit einer solchen Riesenarbeit.³⁶⁾ Dafür sind dann seit dem Jahre 1894 durch die *Uffici regionali* Verzeichnisse nach einheitlichen Formularen begonnen worden. In Preußen ist die Forderung einer Liste der Denkmäler von Anfang an aufgestellt worden. In der Allerhöchsten Cabinetsordre vom 15. Januar 1842 wurde die Herstellung eines Inventars nach dem französischen Vorbilde — also nach dem von der *commission d. mon. hist.* begonnenen *classement* — gebilligt.³⁷⁾ Schon in der Ministerialverfügung vom 24. Januar 1844, die die preussische Denkmalpflege erst auf feste Füße gestellt hat, und der Instruction für den Königlichen Conservator der Kunstdenkmäler von gleichem Tage sind ebenso genaue Inventarien in Aussicht genommen. Die preussischen Inventarien sind, schon in dem ersten Versuch, der 1870 veröffentlichten Beschreibung der Baudenkmäler im Regierungsbezirk Cassel, zu etwas ganz anderem geworden. Eine Liste der würdigsten Denkmäler — um die es sich bei einem *Classement* handelt — läßt sich nur aufstellen auf Grund der Kenntniß aller Denkmäler in einem beschränkten Bezirke. So ergab sich die Nothwendigkeit, zunächst alle älteren Baudenkmäler überhaupt zu untersuchen und zusammenzustellen. Dann verlangten die kunst-

35) Schon im Jahre 1873 hatte das Gouvernement von Bombay seine Aufmerksamkeit dem Schutz der indischen Denkmäler zugewandt, etwas später das Gouvernement von Madras. Ueber die Geschichte dieser Bestrebungen vgl. Buhler, *Notes on Past and Future Archaeological Explorations in India: Journal of the Royal Asiatic Society*, 1895, p. 649. Im Jahre 1881 wurde zuerst im Gouvernement Madras durch Mr. Robert Sewell ein Inventar der Denkmäler aufgestellt (Sewell, *Listes of the Antiquarian Remains of the Presidency of Madras*, Madras 1882). Ueber die Aufnahmen, Arbeiten usw. berichten seit dem Jahre 1882 die *Reports of the Curator of Ancient Monuments in India*.

36) Der Gesetzentwurf vom 13. Mai 1872 mit den Begründungen und dem für die rechtliche Seite der ganzen Frage höchst wichtigen Rapport der aus den Senatoren Amari, Tabarrini, Miraglia, Di Giovanni, Brioschi bestehenden Prüfungscommission ist in extenso abgedruckt bei Filippo Mariotti, *La legislazione delle Belle Arti*, Rom 1892, p. 311 und in französischer Uebersetzung in den *Rapports der commission supérieure des expositions internationales* von London, 1874 (Paris 1875), p. 191—236. Ausführlich handelt über die ganze Entwicklung der Gesetzgebung Mariotti, der eine vollständige Zusammenstellung aller Erlasse seit dem Breve Leos X. für Rafael bringt. Von Kritiken fremder Beobachter sind aufer der letzten werthvollen Darstellung von J. Kohte, *Die Pflege der Kunstdenkmäler in Italien: Centralblatt der Bauverwaltung*, 1898, S. 38, 49, die sich vor allem auf die Baudenkmäler bezieht, zu nennen der Aufsatz von Paul Kristeller, *Die Erhaltung der Kunstdenkmäler in Italien: Deutsche Rundschau*, 1892, S. 435, der in erster Linie die beweglichen Denkmäler und die Sammlungen im Auge hat, und Aug. Audollent, *La question des antiquités et des beaux-arts en Italie: L'ami des monuments*, 1892, p. 20. Vgl. auch v. Wussow I, p. 169. Die früheren Verfügungen auch in den *Leggi, decreti, ordinanze . . . dei passati governi per la conservazione dei monumenti*, Rom 1881. Vgl. auch *Sull' ordinamento del servizio archaologico. Seconda relazione del direttore generale delle antichità e belle arti*, Rom 1885 und Luca Beltrami, *La conservazione dei monumenti nell' ultimo ventennio: Nuova Antologia* XXXVIII.

37) Die ersten Versuche ausführlich bei v. Wussow I, S. 44. Vgl. Bd. II, S. 31, 34, 38.

geschichtlichen und die ortsgeschichtlichen Interessen bei diesen kostspieligen, voraussichtlich nur einmal durchzuführenden Arbeiten auch Berücksichtigung ihrer Forderungen. Die Inventarien, die heute in allen preussischen Provinzen und allen deutschen Bundesstaaten veröffentlicht werden, sind auf diese Weise durchweg monumentale Urkundensammlungen geworden. Es würde aber ein leichtes sein, aus ihnen nach Abschluss der Arbeit eine Liste der besondere Aufmerksamkeit verdienenden Denkmäler zusammenzustellen. Dann würde vielleicht in Erwägung zu ziehen sein, ob diese Listen nicht schon jetzt den Behörden, in Preußen den Königlichen Regierungen, den Landrathsämtern und den Bürgermeistereien bezw. den Gemeinden mitgeteilt werden könnten. Die jetzigen Inventare können für den Gebrauch der Behörden nur den Werth von orientirenden Nachschlagebüchern haben. Der besondere Hinweis auf eine Anzahl der hervorragendsten Denkmäler würde aber wenigstens bei diesen jeden Zweifel über deren Denkmalcharakter bei den Behörden ausschließen, ohne daß ihre Fürsorge doch auf diese allein beschränkt würde.

In Frankreich ist der Versuch, ein über die amtliche Liste der classirten Denkmäler hinausgehendes Inventar zu veröffentlichen, ungünstig ausgefallen. Eine neben der *commission d. mon. hist.* gebildete Commission, unter dem Präsidium des Ministers, mit dem *directeur des beaux-arts* als Vicepräsident, der 19 hervorragende Kunstgelehrte, die Leiter der größten staatlichen Kunstanstalten und eine Anzahl Politiker angehören (davon nur zwei zugleich Mitglied der *commission d. mon. hist.*), hat 12 Bände eines großen *Inventaire des richesses d'art de la France* veröffentlicht, ein merkwürdig systemloses Unternehmen, das unter anderem die sämtlichen Kataloge der Museen zu Angers, Nantes, Montpellier, Besançon, Tours, Orléans vollständig abdruckt wie in dem Handschriftenkatalog der Bibliotheken Frankreichs. Man hat dazu hintereinander gedruckt, was eben fertig wurde, wie in einer großen Zeitschrift. Das ganze Unternehmen ist aber an ein vorzeitiges Ende gelangt — die Kammern haben die weiteren Mittel verweigert, und die Absicht, das Inventar in dieser Form durchzuführen, ist ganz aufgegeben worden.³⁸⁾ Es bestehen nun freilich schon für eine ganze Reihe von Départements, von den ersten Versuchen von de Gerville und de Caumont an eine ganze Reihe reichillustrirter Monumentalstatistiken, zum Theil nach deutschem Muster.³⁹⁾ Eine Nothwendigkeit zu einer Neubearbeitung liegt eigentlich hier kaum vor. Für eine Anzahl der Départements sind auch die früher veröffentlichten *Répertoires archéologiques* vorhanden.⁴⁰⁾

Das in den Artikeln 8 bis 13 des Gesetzes vorgesehene *classement* der *objets mobiliers* bietet entschieden zur Zeit noch die größten Schwierigkeiten. Bisher sind nur ganz gelegentlich,

38) *Inventaire général des richesses d'art de la France*, 12 Bde. 1876—1891. Paris, *Monuments civils* I. II, *Monuments religieux* I. II, *Province, Monuments civils* I. II. III. V. VI, *Monuments religieux* I. II, *Archives* I.

39) So die *Statistique monumentale du département de l'Aube* von Ch. Fichot, Paris 1881 ff., sowie die *Statistique monumentale du département du Cher* von A. Buhot de Kersers, Paris 1875 ff., 7 Bde. Die sämtlichen Einzelstatistiken sind aufgeführt in dem *Catalogue de la bibliothèque de la commission des monuments historiques* von Perrault-Dabot, Paris 1895.

40) *Répertoire archéologique de la France, publié par ordre du ministre de l'instruction publique et sous la direction du comité des travaux historiques et des sociétés savantes*, veröffentlicht seit 1861. Erschienen die Départements Aube, Morbihan, Nièvre, Oise, Seine-Inférieure, Tarn, Yonne.

meist aus besonderem Anlaß, einzelne werthvolle bewegliche Kunstwerke classirt worden.⁴¹⁾ In der für dies *classement* erlassenen Instruction wendet sich die *commission d. mon. hist.* an alle Gelehrten, besonders die Bibliothekare und Archivare, an alle Architekten; sie sieht sich dabei veranlaßt, zu betonen, daß das *classement* nicht da sei, um die Kunstwerke in die Pariser Sammlungen zu ziehen, sondern um sie vor den Gefahren der Unwissenheit und des Eigennutzes zu sichern.⁴²⁾

Das *classement* einer großen Klasse von *objets mobiliers* — aller derer, die *immeubles par destination* sind — ist durch das *classement* des Bauwerkes, in dem sich jene befinden, mit ausgesprochen. Dahin gehören alle mit dem Bauwerk verbundenen oder einen festen Platz einnehmenden Ausstattungsstücke, Lettner, Chorstühle, Kanzeln, Altäre usw. Aber die ganze übrige Schaar der im eigentlichen Sinne beweglichen — leider oft nur allzu beweglichen — Kunstgegenstände! Die *commission d. mon. hist.* hat diesen Mangel empfunden und im Jahre 1893 einen vierten *inspecteur général* in der Gestalt eines ausgezeichneten noch jungen Kunstgelehrten, M. Marcou, des früheren Bibliothekars der *commission*, bestellt, dem die Fürsorge für das *classement* der *objets mobiliers* im besonderen übergeben ist. Die Aufstellung der Inventare durch ihn erfolgt etwa in den Formen wie die Bearbeitung der Denkmälerstatistik der Provinz Westfalen durch den Provincialconservator Ludorff: indem die Gegenstände vor allem photographirt werden. Vorläufig ist erst die Aufnahme eines Départements, des Département de l'Aube, in dieser Weise vollendet. Wenn man bedenkt, daß Frankreich 87 Départements zählt, so liegt der Abschluss dieser Arbeit noch in weitem Felde. Der Unterrichtsminister hat schon am 5. April 1887, unmittelbar nach dem Erlaß des Gesetzes, um dessen gute Wirkungen gewissermaßen vorwegzunehmen, die Präfecten aufgefordert, alle Gesuche wegen Veräußerung zu seiner Kenntniß zu bringen⁴³⁾, und die *direction des cultes* hat die Bischöfe wiederholt ersucht, die alten Vorschriften in Bezug auf die Veräußerung der Kunstwerke einzuschärfen: aber mit diesen Verfügungen ist nur wenig erreicht. Den *objets mobiliers* gegenüber ist die gesetzliche Handhabe vorläufig in Preußen größer als in Frankreich, da hier nicht nur über die im Besitz der Civilgemeinden befindlichen Kunstgegenstände dem Staate die Aufsicht zusteht, sondern auch den katholischen⁴⁴⁾ wie den evangelischen⁴⁵⁾ Kirchengemeinden gegenüber die Genehmigung der staatlichen Aufsichtsbehörde bei der Veräußerung aller Gegenstände, welche einen geschichtlichen, wissenschaftlichen und Kunstwerth haben, durch Gesetze verlangt wird.

Die für die Ausgrabungen durch die Artikel 14 und 15 des Gesetzes gegebenen Bestimmungen scheiden von vornherein zwischen dem Grund und Boden im Besitz des Staates oder einer Körperschaft im Sinne des öffentlichen Rechts und

41) Vgl. Pariset a. a. O. p. 80; Tétreau a. a. O. p. 145.

42) *Instruction de la commission des monuments historiques pour le classement des objets mobiliers: Bulletin monumental*, 1891, p. 555.

43) *Revue générale d'administration*, 1889, p. 267. Vgl. Tétreau, p. 159.

44) Gesetz über die Vermögensverwaltung in den katholischen Kirchengemeinden vom 20. Juni 1875, § 50, Nr. 2 und Ausführungsverordnung vom 27. September 1875.

45) Gesetz, betreffend die evangelische Kirchenverfassung in den acht älteren Provinzen vom 3. Juni 1876, Art. 24, Nr. 2.

den Privatliegenschaften.⁴⁶⁾ Handelt es sich um Ausgrabungen und Funde auf Grund und Boden der ersteren Gattung, so sind die Arbeiten zu sistiren und sofort der Präfect und durch diesen der Unterrichtsminister in Kenntniß zu setzen. Diese Vorschrift deckt sich mit den Verfügungen des preussischen Cultusministers vom 15. Januar 1886 und 30. December 1886.⁴⁷⁾ Wenn es sich um eine Ausgrabung und um Funde auf privatem Grund und Boden handelt, so ist gleichfalls der Präfect und durch diesen der Unterrichtsminister zu benachrichtigen. Der Unterrichtsminister ist berechtigt, die Enteignung des betreffenden Grundstückes herbeizuführen. Das Enteignungsrecht in dieser großen Ausdehnung ist hier wohl die wichtigste und werthvollste Handhabe, die der Verwaltung, und zugleich das kostbarste Geschenk, das der Alterthumswissenschaft gemacht worden ist. Diese Grundlage erscheint für jede große Unternehmung unerlässlich.

Den gleichen Schutz und die gleiche Unterstützung durch ausdrückliche Gewährung des Enteignungsrechtes im vollen Umfang gewähren noch die Gesetzgebungen von England, Ungarn und Italien. In England ist die Anwendung der *Lands Clauses Acts* auf die Denkmäler in dem *Ancient Monuments Protection Act* vorgesehen, ohne dafs bisher von diesem Mittel Gebrauch gemacht worden wäre.⁴⁸⁾ In Ungarn ist durch das Gesetz über die Erhaltung der Kunstdenkmäler vom 28. Mai 1881,⁴⁹⁾ das nicht nur eine endgültige, sondern auch eine einstweilige Enteignung (bis zur Dauer von 3 Jahren) ermöglicht, in Italien ist durch Artikel 71 des *Regolamento* vom 18. Januar 1877 die Enteignung gleichfalls gewährleistet. Endlich gewähren die Möglichkeit derselben natürlich auch die Gesetzgebungen für Griechenland⁵⁰⁾ und für die Türkei.⁵¹⁾

Es bedarf keiner Ausführung, welcher außerordentliche Vortheil in diesem Rechte liegt, auch wenn es nur als Druckmittel gebraucht wird. In Frankreich ist diese Enteignung schon wiederholt für archäologisch wichtige Denkmäler und für die im Boden liegenden Schätze in Anwendung gekommen, so schon im Jahre 1887 für die megalithischen Denkmäler von Carnac,⁵²⁾ dann vor allem für die megalithischen Denkmäler im Département von Vaucluse⁵³⁾ und für die Ausgrabungen der gallorömischen Niederlassung in Sanxay (Vienne), wo ein Gelände von mehreren Hektaren enteignet werden mußte.

Es muß aber hier hervorgehoben werden, dafs die Bestimmungen des Gesetzes vom 30. März 1887 über die Anwendung des Enteignungsverfahrens kein neues Recht geschaffen haben, sondern dafs sie nur ein längst geübtes Recht ausdrücklich bestätigen.⁵⁴⁾ Das Enteignungsverfahren nach dem Gesetz vom 3. Mai 1841 *à cause d'utilité publique* ist schon vor 1877 in einer ganzen Reihe von Fällen zur Anwendung gekommen, um wichtige ge-

schichtliche Denkmäler zu schützen, nur eine Anwendung auf im Boden verborgen liegende Denkmäler ist bis 1887 nicht zu verzeichnen.

So ist schon im Jahre 1845 durch ein Decret vom 3. October die Enteignung des aus mehr als hundert Häusern bestehenden kleinen Dorfes in dem Amphitheater zu Orange als zulässig erklärt worden, später ebenso die Enteignungen zur Freilegung des Theaters und des Amphitheaters in Arles, zur Erwerbung des Chores der Kirche in Cunault (Maine-et-Loire) usw. Bei der Berathung des Gesetzes von 1841 in der Kammer der Pairs hatten de Montalembert und der Herzog von Broglie ausdrücklich empfohlen, dafs das geschichtliche und künstlerische Interesse unter die Fälle aufgenommen werde, in denen öffentliches Interesse die Enteignung erlaubten. Als in der Deputirtenkammer M. M. Pérignon und Vatout entsprechende Anträge eingebracht hatten, wurde das abgelehnt, weil der Artikel 3 des Gesetzes in seiner generellen Fassung genüge und auf die von den Antragstellern ins Auge gefafsten Fälle anwendbar sei, und der Siegelbewahrer, M. Martin, erwiderte ihnen: *L'utilité publique n'est pas purement matérielle; les traditions nationales, l'histoire, l'art lui-même ne sont-ils pas, en effet, d'utilité publique, aussi bien que les ponts, les arsenaux et les routes?* Dafs dieses Enteignungsrecht für solche Fälle ein unbestreitbares war, ist dann auch im Jahre 1881 anerkannt worden: nur „um alle Zweifel durch eine formelle Erklärung auszuschließen“,⁵⁵⁾ ist die Anwendbarkeit des Gesetzes vom Jahre 1841 noch ausdrücklich bestätigt worden.

Das französische Enteignungsgesetz vom 3. Mai 1841 stellt nur im allgemeinen denselben Grundsatz des öffentlichen Wohles auf wie das preussische Enteignungsgesetz vom 11. Juni 1874. Auch in Preußen ist bei den Berathungen über den Gesetzentwurf in Frage gekommen — wie 1841 in Frankreich — ob man nicht für den Schutz der geschichtlichen Denkmäler eine Sonderbestimmung einfügen sollte; es ist hiervon — wie in Frankreich — abgesehen worden, weil man der Ansicht war, dafs der generelle Wortlaut des Gesetzes vollständig genüge. Das verdient ganz besonders betont zu werden. Wenn auch das Enteignungsverfahren auf Grund des künstlerischen oder geschichtlichen Interesses bisher in Preußen in keinem Falle zur Anwendung gekommen ist: dafs es hier anwendbar ist, dürfte doch ebensowenig anzuzweifeln sein, wie es in Frankreich angezweifelt worden ist. Und gerade so lange sich Preußen noch nicht der weiteren Wohlthaten eines eigenen Denkmälerschutzgesetzes erfreuen darf, mußte sich die Denkmalpflege des Besitzes dieser wichtigen Handhabe bewußt bleiben.

Die Staatsaufsicht über die Ausgrabungen und alle Unternehmungen zur Untersuchung der im Boden verborgenen vorgeschichtlichen, römischen, gallorömischen, keltischen und fränkischen Reste, die Centralisirung der wissenschaftlichen Forschung auf diesem Gebiete bildet ein eigenes Capitel in der Geschichte der archäologischen Wissenschaft in Frankreich — es kommt nur mittelbar hier in Betracht. Die Erhaltung der Denkmäler der fünf ersten nachchristlichen Jahrhunderte nimmt hier keine Sonderstellung ein, da Frankreich das Glück hat, noch eine Fülle aufstehender großer Ruinen aus dieser Zeit zu besitzen, deren Erhaltung natürlich nach denselben rechtlichen wie praktisch-technischen Grundsätzen zu erfolgen hat, wie die der mittel-

46) Eingehend Tétreau a. a. O. p. 202. — Loersch a. a. O. S. 23.
47) Clemen, Die Denkmalpflege in der Rheinprovinz, Düsseldorf 1896, S. 69, 70.

48) D. Murray a. a. O. p. 48.

49) Ungarische Landesgesetz-Sammlung für das Jahr 1881, S. 400, § 1—14. Vgl. v. Helfert a. a. O. S. 33, 107.

50) Gesetz vom 10. Mai 1834, Art. 84—93. v. Wussow II, S. 270.

51) Gesetz vom 21. Februar 1884, Artikel 6. v. Wussow II, S. 315.

52) *Journal officiel* vom 21. September 1887.

53) H. Niclas in den *Mémoires de l'académie de Vaucluse* XIII, 1893, p. 232.

54) Eingehend Tétreau a. a. O. p. 91. — Pariset a. a. O. p. 144. — Loersch a. a. O. S. 18.

55) Courcelle-Seneuil in seinem Rapport an den Staatsrath vom 28. Februar 1881.

alterlichen und späteren Denkmäler, dann aber auch weil Frankreich jene unheilvolle Beschränkung der archäologischen Forschung mit geflissentlicher Vernachlässigung alles nach dem 4. oder 5. Jahrhundert Entstandenen nicht kennt. Die Verdienste der *Revue archéologique* um die Schaffung einer Uebersicht über alle Funde auf französischem Boden und die außerordentliche Bedeutung des *musée des antiquités nationales* in St. Germain-en-Laye als einer Muster- und Centralanstalt für die Darlegung der Entwicklung der französischen Cultur bis zu den Karolingern, nächst dem Museum nordischer Alterthümer in Kopenhagen überhaupt der wichtigsten Sammlung für die ältere Culturgeschichte, brauchen hier ja nicht betont zu werden.⁵⁶⁾ Eine eigene Centralstelle zur gleichmäßigen Leitung aller Untersuchungen und Ausgrabungen auf diesem Gebiete, wie wir sie für Deutschland in einem deutschen Secretariat des Kaiserlichen deutschen archäologischen Instituts ersehnen, besitzt Frankreich jedenfalls noch nicht. Nur für die megalithischen Denkmäler, deren Classement in dem Gesetz ganz ausdrücklich vorgesehen ist, besteht seit 1879 eine eigene Subcommission der *commission d. mon. hist.*, an deren Spitze M. de Mortillet steht, bei der der Secretär und Bibliothekar der *commission d. mon. hist.* zugleich als Secretäre thätig sind, und die außerdem noch 10 Mitglieder zählt (davon nur eines zugleich der *commission d. mon. hist.* angehörig).

Bei Funden von verborgenen Werthgegenständen in der Erde hat es das französische Gesetz nicht gewagt, in das Privateigenthum einzugreifen. Es gelten hier nach wie vor die Bestimmungen des § 716 des *Code civil*, die das Eigenthum eines Schatzes demjenigen zusprechen, der ihn in seinem eigenen Grundstücke findet, wenn im Grundstücke eines anderen gefunden, zur Hälfte dem Finder, zur Hälfte dem Eigenthümer — Bestimmungen, die sich mit Theil I, Titel 9, § 81 u. 82 des Allgemeinen Landrechtes für die preussischen Staaten decken. Im Gegensatz zu diesen Anschauungen, die das Privateigenthum unangetastet lassen, stehen die gesetzlichen Bestimmungen in Dänemark und England, die im allgemeinen die im Boden liegenden Schätze zu den *regalia minora* rechnen. Die Bestimmung des Capitel IX, Artikel 3 des Codex Christians V. vom Jahre 1683, authentisch ausgelegt durch die Ordonnanz vom 22. März 1737, weist dem König oder der Krone das Eigenthum an jedem Schatz von Gold, Silber oder kostbaren Gegenständen zu. Durch die Ordonnanz vom 7. August 1752 ist wenigstens dem Finder eine Entschädigung in der Höhe des vollen Metallwerthes des Fundes zugesichert.⁵⁷⁾ In England ist der Anspruch der Krone beschränkt auf Gold und Silber, gemünzt oder ungemünzt, das in der Erde verborgen gefunden wird. Dieses rigorose Gesetz, das in England (nicht in Schottland) auch die Klage wegen *occultatio thesauri* ermöglicht, besteht mit einzelnen Modificationen noch heute, und das vereinigte Königreich⁵⁸⁾ wartet noch immer

56) Ich möchte hier auf die Würdigung des Museums von Gaston Boissier in der *Revue des deux mondes* vom 15. August 1881 verweisen. Mit Illustrationen aus Bertrands *Archéologie celtique et gauloise* ist der Aufsatz auch besonders erschienen (Paris 1882). Die Hauptthätigkeit der *commission des monuments megalithiques* erstreckt sich zur Zeit auf die Vorbereitung einer Sonderausstellung bei Gelegenheit der Pariser Ausstellung vom Jahre 1900. Vgl. *L'Anthropologie* V, 1894, p. 738.

57) Worsaae in den *Mémoires de la société royale des antiquaires du Nord*, 1877, p. 244.

58) Ausführlich D. Murray a. a. O. p. 57. Die für die Museumsverwaltung und für die Denkmalpflege außerordentlich wichtige Frage hat in England eine lebhaft erörterte Frage gefunden. Vgl. Rhind, *The Law of Treasure Trove, How can it be best adapted to accom-*

auf eine unseren heutigen Anschauungen entsprechende gesetzliche Regelung der Bestimmungen über *treasure trove*, während für Indien der *Indian Treasure Trove Act* von 1878 schon klar und erschöpfend die Frage geregelt hat⁵⁹⁾, in einer Form, die unseren rechtlichen Anschauungen am meisten zu entsprechen scheint und die entschieden auch für die archäologische Wissenschaft die größeren Vortheile bietet.

Ein besonderer Abschnitt des Gesetzes (Artikel 16 und 17) ist endlich noch Algier gewidmet. Hier hat die Gesetzgebung geglaubt, einen Schritt weiter gehen zu dürfen und dem Staate das Eigenthum aller Gegenstände der Kunst und Archäologie, aller Gebäude, Mosaiken, Sculpturen, Medaillen, Gefäße, Architekturstücke, Inschriften auf oder in dem dem Staate gehörigen Boden und in den vom Staate an öffentliche Körperschaften oder an Private geliehenen Liegenschaften vorzubehalten.⁶⁰⁾ Diese Bestimmung schließt also die Anwendung des Artikel 716 des *Code civil* aus, nach dem die Hälfte eines gefundenen Schatzes dem Finder zusteht. Es entspricht dies der Auffassung, die in den südlichen Mittelmeerländern, vor allem in Italien und Griechenland bei der Gesetzgebung maßgebend gewesen ist. Griechenland geht noch einen Schritt weiter: der Artikel 61 des Gesetzes vom 10. Mai 1834 erklärt nicht nur alle in Griechenland aufgefundenen Antiquitäten, als von hellenischen Vorfahren herkommend, für gemeinsames Nationalgut aller Hellenen, sondern § 80 bestimmt auch noch, daß die auf Privatliegenschaften noch aufzufindenden Alterthümer zur Hälfte Eigenthum des Staates sind.⁶¹⁾

Griechenland nähert sich hier der älteren dänischen Auffassung des *danefæ* und der englischen des *treasure trove*. Dieser Anspruch des Staates hat aber zugleich die natürliche Folge, daß mit allen Mitteln die Funde verhehlt und unterschlagen werden.⁶²⁾ Noch weiter geht das türkische Gesetz vom 21. Februar 1884, das in Artikel 3 alle Alterthümer jedweder Art, die im osmanischen Reiche vorhanden oder bereits aufgedeckt sind, oder die noch aufgedeckt und im Meere, in den Seen, Flüssen und allen Wasserläufen gefunden werden, für Eigenthum des Staates erklärt, den Privateigenthümern jedes Recht ab-

plish useful results, Edinburg 1858. — George Vere Irving, *On Treasure Trove: Journal of the British Archaeological Association*, XV, p. 81. — T. C. Faussett im *Archaeological Journal*, XXII, p. 15; T. H. Baylis, ebenda XLIII, p. 341; E. C. Clark, ebenda XLIII, p. 350.

59) Gesetze über *treasure trove* bestehen in Indien schon: in Bengalen seit 1817, in Madras seit 1832 und 1838, in Pandschab seit 1872, der Act von 1878 gilt aber für ganz Indien. Der Finder eines jeden Schatzes, der den Werth von 10 Rupien übersteigt, ist gehalten, ihn dem nächsten Gouvernament auszuliefern. Wenn dieses den Fund für den Staat behalten will, zahlt es nach Artikel 10 dem Finder den vollen Metallwerthzuschlag eines Fünftels vom Metallwerthe; die Funde, auf die der Staat keinen Anspruch erhebt, werden dem Finder zurückgegeben; wenn die Funde auf fremdem Grund und Boden gemacht wurden, gehören sie zur Hälfte dem Finder, zur Hälfte dem Eigenthümer. Vgl. Murray p. 70.

60) Vgl. Tétreau a. a. O. p. 211. Dazu R. Cagnat in der *Nouvelle Revue* vom 1. August 1895, p. 642.

61) v. Wussow a. a. O. I, S. 161; II, S. 264. Nach § 399 des Allgemeinen Bürgerlichen Gesetzbuches für Oesterreich stand hier dem Staate ein Drittel an allen Funden zu; doch ist auf dieses Drittel durch kaiserliche Entschliessung vom 31. März (Decret vom 15. Juni) 1846 verzichtet worden.

62) Oesterreich hat auf sein Drittel an den Funden verzichtet, „um den Schwierigkeiten zu begegnen, welche sich der Erfahrung zufolge bei Anwendung der bestehenden Vorschriften ergaben, sowie in der Absicht, die Bekanntwerdung und Erhaltung numismatischer und anderer antiquarischer Funde im Interesse der Kunst und Wissenschaft zu befördern“ (v. Helfert a. a. O. S. 87). In England hat Rhind (*British Antiquities*, Edinburg 1855, p. 46) aus den gleichen Gründen das Gesetz von *treasure trove* als der Archäologie schädlich bezeichnet.

spricht, an die ihnen gehörigen Denkmäler Hand zu legen oder auf ihrem Grund und Boden zu graben, ausschließlich dem Staate dies Recht vorbehält und nur bei zufälligen Funden auf Privatgelände dem Eigenthümer die Hälfte zusichert.⁶³⁾ Den schroffsten Standpunkt nehmen endlich Bulgarien⁶⁴⁾ und Bosnien⁶⁵⁾ ein, die ohne Einschränkung alle entdeckten und unentdeckten antiken Gegenstände für Staatseigenthum erklären.

III. Organisation und Thätigkeit der commission des monuments historiques.

Die *commission des monuments historiques*, die sechs Jahre nach jenem ersten Erwachen der staatlichen Fürsorge für die gefährdeten Denkmäler, am 29. September 1837, eingerichtet worden war, bestand in den ersten Jahren nur aus acht Mitgliedern. M. Vatout, *directeur des bâtiments civils*, führte den Vorsitz, und der erste *inspecteur général*, Prosper Mérimée, versah zugleich das Amt des Secretärs.

Schon im folgenden Jahre trat eine Veränderung ein: die Commission wurde größer und erhielt ein mehr officielles Gepräge. Der Minister des Inneren, M. de Montalivet, übernahm persönlich den Vorsitz in der Commission, Ludovic Vitet und Prosper Mérimée wurden zu Vicepräsidenten ernannt, vier Mitglieder der Kammer der Deputirten wurden in die Commission gezogen, damit man im Palais Bourbon ständige Fürsprecher habe; endlich wurde für die Geschäftsführung der Commission ein dauerndes Bureau eingerichtet, dessen Chef, M. Grille de Beuzelin, nunmehr die Geschäfte eines Secretärs zu führen hatte und geborenes Mitglied der Commission war. Im Jahre 1852 ging die Commission mit der *direction des beaux-arts* vom Ministerium des Inneren zum Staatsministerium über, um endlich im Jahre 1870 dauernd mit dem *ministère de l'instruction publique et des beaux-arts* vereinigt zu werden. Nur zweimal, vom 2. Januar bis zum 9. August 1870 und vom 14. November 1881 bis zum 30. Januar 1882, wurde sie diesem Ministerium noch entzogen, um mit den kurzlebigen, an schönen Träumen reichen Ministerien der schönen Künste verbunden zu werden.

Im November des Jahres 1848 wurde die Commission aufs neue erweitert: die Zahl der Mitglieder auf zwanzig festgesetzt — als Rechtsmitglieder wurden der *directeur des cultes* und der *directeur des beaux-arts* hinzugezogen; außerdem aber suchte die neue Regierung der Commission einen besonderen Glanz zu verleihen, indem sie eine Reihe der ersten Namen Frankreichs auf dem Gebiete der Litteratur und der Geschichtsschreibung in sie berief; de Lamartine, der eben den kurzen Rausch schrankenloser Volksthümlichkeit durchlebt hatte, de Lasteyrie, Léon de Laborde, Paul Lacroix traten neben die alten bewährten Mitglieder Vitet, Lenormant, Mérimée; etwas später Félix Pyat, der Socialist, und zwei Männer, deren Namen schon mit dem Wachsen jener historischen Begeisterung im Anfang der dreißiger Jahre auf das innigste verknüpft waren: Victor Hugo und Charles de Montalembert.

Das Jahr 1855 brachte dann den nöthigen Ausgleich: du Sommerard, Viollet-le-Duc, Boeswillwald, Beulé, de Nieuwerkerke erscheinen als Mitglieder der Commission. Erst nach 22 Jahren, bei der Reorganisation der Commission, wurde die

Ziffer der Mitglieder wieder vermehrt und auf 23 erhöht; außerdem wurden zwei Subcommissionen eingesetzt, die eine für die Einrichtung und Ueberwachung des Abgufsmuseums im Trocadéro, die andere für die Weiterführung des *classement* der Denkmäler.⁶⁶⁾ Endlich bestehen noch seit dem Jahre 1879 die Commission für die megalithischen Denkmäler und die Commission für die Weiterführung des *Inventaire des richesses d'art* neben der *commission d. mon. hist.*

Die Gesetzgebung vom Jahre 1887 veränderte natürlich vollständig die rechtliche Stellung der Commission; aber ihre Aufgabe blieb die alte. Im Anschluß an das Gesetz vom 30. März 1887 und das Ausführungsgesetz vom 3. Januar 1889 regelte ein Decret vom selben 3. Januar 1889⁶⁷⁾ die Stellung der Commission in dem neuen Rahmen. Der Commission wird hierin die Aufgabe zugewiesen, „die Liste der Denkmäler und Kunstwerke aufzustellen, die ein geschichtliches oder künstlerisches Interesse bieten; die Denkmäler zu bezeichnen, deren Wiederherstellung nothwendig ist, die ihr vorgelegten Wiederherstellungsentwürfe zu prüfen, dem Minister die Vertheilung der für die Erhaltung der classirten Denkmäler bewilligten Mittel vorzuschlagen.“

Die Gesichtspunkte für die Zusammensetzung der Commission ergaben sich aus jenen einzelnen Erweiterungen, wie sie seit 1838 stattgefunden hatten: die Commission vereinigt die Spitzen aller der Verwaltungen, denen die einzelnen Gruppen von Denkmälern unterstellt sind: den *directeur des beaux-arts*, den *directeur des bâtiments civils et palais nationaux*, den *directeur des cultes*, den *directeur des musées nationaux*, weiterhin die obersten Beamten der Commission, die drei *inspecteurs généraux*, den *contrôleur des travaux*, die Directoren der beiden der Commission unmittelbar unterstellten Sammlungen: des Cluny-Museums und des Trocadéro-Museums; endlich zwei Verwaltungsbeamte: den Präfecten des Seinedepartements und den Polizeipräfecten. Diese zwölf sind durch ihre Stellung geborene Mitglieder der Commission; daneben hat der Minister die Befugniss, weitere Mitglieder in unbeschränkter Zahl zu ernennen, doch muß er sie aus einer Liste von je drei Candidaten auswählen, die ihm die Commission vorlegt. Die augenblickliche Mitgliederzahl beträgt 30: neben hervorragenden Architekten, Archäologen und jener Classe von einflußreichen und schöngestigten Kunstfreunden, wie sie nur in Paris gedeihen kann, die wesentlich decorativ wirken, eine Anzahl von Deputirten und Politikern. Den Vorsitz führt der Minister, als 1. Vicepräsident der *direction des beaux-arts*, z. Z. M. Henri Roujon; zweiter Vicepräsident ist der hochverdiente Antonin Proust, einstiger Minister der schönen Künste. Der Chef und der Sous-Chef des Bureaus sind Secretär und Hilfssecretär der Commission.

Da zu der *Direction des beaux-arts* aufer den geschichtlichen Denkmälern der ganze Kunstunterricht und die staatlichen Manufacturen, alle künstlerischen Arbeiten und Staatsaufträge, die *bâtiments civils* und die *palais nationaux*, die Theater usw. gehören, von denen zumal die beiden ersten Verwaltungszweige eine außerordentliche Ausdehnung angenommen haben, so kann der vielbeschäftigte *directeur des beaux-arts*, dessen Stellung

63) v. Wussow a. a. O. I, S. 231; II, S. 314. Die allgemeinen Bestimmungen des türkischen Gesetzes dazu bei Ongley, *The Ottoman Land Code*, London 1892, p. 58, 335. Vgl. Murray a. a. O. S. 112.

64) Gesetz vom 8. December 1889, Artikel 1.

65) Verfügung vom 22. Mai 1892.

66) Die Geschichte der *commission* in dem 2. Rapport von Antonin Proust für die Deputirtenkammer am 22. März 1887. Weiter bei Tétreau a. a. O. S. 225 und bei Du Sommerard, *Les monuments historiques*, p. 14.

67) Veröffentlicht im *Journal officiel* vom 8. Januar 1889. Abgedruckt bei Ducrocq a. a. O. S. 63 und bei H. Loersch a. a. O. S. 35.

der eines Ministerialdirectors entspricht, naturgemäß nur die formelle Spitze der Commission sein; die eigentliche dauernde Geschäftsführung liegt deshalb in den Händen des Secretärs, der zugleich Chef des Bureaus ist. Das Bureau ist die natürliche Centralstelle und Geschäftsstelle für alle Unternehmungen auf dem Gebiete der Denkmalpflege, es bereitet alle Verhandlungen vor, sammelt das Material, unterhält dauernde Verbindungen mit den verschiedensten Verwaltungen, Ministerien, mit den Départements und den Gemeinden; die Ausführung der wichtigeren Arbeiten wird von hier aus dauernd überwacht, alle rechtlichen Fragen, die mit den Arbeiten verknüpft sind, die Erwerbungen und Enteignungen, werden hier studirt. Das Bureau ist außerdem die natürliche Auskunftsstelle für die mannigfaltigen, auch vom Auslande gestellten Fragen, und Gelehrte wie Künstler finden hier die gleiche liebenswürdige Unterstützung. Alle Mittheilungen, Verfügungen, Anfragen, Verträge, Verdingungen gehen von dieser Stelle aus. Dem Secretär — nach dem Ausscheiden des jüngeren Viollet-le-Duc bekleidet das Amt M. Lucien Paté — ist der *sous-chef* des Bureaus unterstellt, außerdem umfaßt das Bureau — natürlich außer den Dienern und Aufsehern — einen *archiviste-bibliothécaire* (zur Zeit, nach dem Ausscheiden von M. Marcou, M. Perrault-Dabot), dem die Verwaltung der werthvollen Archive und der Bibliothek unterstellt ist, einen *rédacteur*, der die meisten Schriftstücke aufsetzt, einen Contrôleur der Rechnungen, sowie zwei Expedienten, von denen der eine die Briefe copirt, der andere das Bureau in Ordnung hält und die Bücher führt. Diese sieben Beamten stellen den ständigen Stab der Commission mit dem Amtssitz in Paris dar. Die Commission selbst tritt so oft zusammen, als sie der Minister beruft; eine bestimmte Zahl von Sitzungen oder bestimmte Zeitpunkte für solche sind nicht vorgeschrieben, doch tritt sie mindestens zwölf Mal im Jahre, zumal zur Feststellung des Vertheilungsplanes für die Gelder und zur Prüfung der Wiederherstellungsentwürfe zusammen. Obwohl der Apparat der ganzen Commission seit der letzten Erweiterung ziemlich schwerfällig ist, so sind die Mitglieder doch verhältnißmäßig leicht zu vereinigen, da sie alle, die Abgeordneten wenigstens während der Dauer der Sitzungszeit, in Paris weilen. Freilich hat gerade die Anwesenheit der Abgeordneten in der Commission, die kein staatskluger Minister hier gern entbehren wird, schon um nicht dauernde, wohlunterrichtete Vertreter in der Kammer zu missen und um eine ausgleichende Verbindung mit den verschiedenen politischen Fractionen zu behalten, noch verschiedene Nachtheile mit sich gebracht; es ist wiederholt vorgekommen, daß die Sitzungen dieser friedlichen Commission wegen politischer Verwicklungen für längere Zeit ausgesetzt werden mußten.

Als die eigentlichen künstlerischen und technischen Decernenten und verantwortlichen Oberaufseher der Arbeiten stehen nun dem Secretär zur Seite die *inspecteurs généraux des monuments historiques*. Die Commission hatte vom Jahre 1837 an zuerst nur einen *inspecteur*, den hochverdienten Prosper Mérimée († 1870). Im J. 1863 wurde die Zahl der Generalinspectoren wegen der immer wachsenden Arbeitslast auf zwei erhöht: dies waren der ältere Émile Boeswillwald und des Vallières — im J. 1878 wurden endlich drei *inspecteurs* ernannt, denen seit 1893 noch ein *inspecteur adjoint* für die *objets mobiliers* an die Seite getreten ist. Zur Zeit sind die drei Generalinspectoren die Herren Lisch, Seltersheim und der jüngere Paul Boeswillwald, früher *inspecteur général adjoint des édifi-*

ces diocésains, der die Erbschaft seines Vaters angetreten hat — durch eine merkwürdige Fügung alle drei Elsässer. Ganz Frankreich ist unter diese drei Generalinspectoren getheilt, aber ohne bureaukratischen Schematismus, sodafs einem jeden thunlichst die Départements zugewiesen sind, deren Kunst ihnen persönlich am nächsten lag. Lisch ist der ganze Westen zugewiesen, von der Bretagne in einer Linie nach Osten bis über Orléans hinaus, sodafs das Loiret noch in sein Gebiet fällt. Dann läuft die Grenze nach Süden bis zum Département Cantal und weiter nach Westen, sodafs das Garonnegebiet, die Départements Tarn-et-Garonne, Lot-et-Garonne und Gironde noch von ihr umschlossen werden; außerdem aber gehört ihm das an Belgien angrenzende Département Somme. Boeswillwald ist der ganze Nordosten zugefallen, bis einschließlic der Départements Aisne, Marne, Haute-Marne, Vosges, daneben aber der ganze Süden, der schmale Streifen an den Pyrenäen und am Mittelmeer entlang und nur am linken Rhôneufer bis nach Lyon hinauf, außerdem aber auch noch das Département Puy-de-Dôme. Seltersheim endlich untersteht der ganze Rest, das lange Gebiet von der Normandie über die Isle de France bis zur Schweiz, am rechten Rhôneufer südlich bis zum Département Ardèche und weiter südwestlich der schmale Streifen, der die Départements Lozère, Aveyron, Tarn umfaßt. Die Generalinspectoren stellen den fliegenden Stab der Commission dar, sie haben die Ueberwachung aller Bauausführungen, Wiederherstellungen usw. an den classirten Denkmälern ihres Gebietes, sie sollen zugleich eine dauernde Aufsicht über den gesamten Schatz an geschichtlichen Bauwerken führen, auch über die noch nicht classirten Denkmäler eine Uebersicht behalten und mit allen Vereinen, Archäologen usw. der Provinz in Fühlung bleiben. Sie stellen zugleich die lebendige Verbindung zwischen der Commission und den mit der Ausführung der Arbeiten betrauten Architekten dar. Als vierter *inspecteur adjoint* ist seit dem J. 1893 M. P.-Frantz Marcou, bisher Archivar und Bibliothekar der Commission, hinzugetreten, augenblicklich der einzige Archäolog unter den Generalinspectoren, dem die *objets mobiliers*, die beweglichen Kunstwerke, anvertraut sind. Mit energischen Mafsregeln zu deren Erhaltung ist freilich noch kaum der Anfang gemacht, und es ist nicht recht abzusehen, wann die Riesenarbeit des *classement* hier einmal zu einem relativen Abschlufs gelangen wird.

Von der allergrößten und für die Vortrefflichkeit und Gleichmäßigkeit der Leistungen entscheidenden Wichtigkeit ist nun aber die Einrichtung, daß die gesamten Wiederherstellungsarbeiten, die die Commission ausführen läßt, oder bei denen sie betheiligt ist, nur von einer ganz begrenzten Reihe sorgfältig ausgewählter Architekten ausgeführt werden dürfen. Es sind im ganzen 40 Künstler, die den Titel *architectes attachés à la commission des monuments historiques* führen. Sie beziehen als solche kein festes Gehalt, sondern werden aus der für die Wiederherstellungen ausgeworfenen Summe bezahlt und zwar mit 5 vom Hundert. Sie haben unter sich Architekten oder in einfacheren Fällen Bauunternehmer, die *inspecteurs des travaux*, die die eigentliche örtliche Leitung der Arbeiten haben und an Ort und Stelle oder in der unmittelbaren Nähe angesessen sein müssen und 2,5 vom Hundert beziehen.

Die Auswahl der 40 Künstler — es sind 38 Architekten und 2 Maler — ist die denkbar peinlichste. Sobald eine Stelle erledigt wird, wird durch die *direction des beaux-arts* ein

öffentlicher Wettbewerb ausgeschrieben. Zugelassen zur Prüfung werden die französischen Architekten, nachdem sie durch Vorlage von eingehenden Aufnahmen alter Monumente oder von Entwürfen von neuen Constructionen ihre allgemeine Befähigung erwiesen haben. Die Prüfung selbst besteht in einer schriftlichen und zeichnerischen und einer mündlichen. Für den ersten Theil wird die vollständige Aufnahme eines älteren geschichtlichen Denkmals vom 11. bis 16. Jahrh. im jetzigen Zustande verlangt mit einem Wiederherstellungsentwurfe, begleitet von einem ausführlichen Befund- und Erläuterungsbericht; besonders soll gezeigt werden die Wiederherstellung der wesentlichen structiven Theile: der Pfeiler, des Gewölbes, des Strebessystems. Die mündliche Prüfung erstreckt sich nicht nur auf den Entwurf selbst und seinen Erläuterungsbericht, sondern ebenso auf Fragen der Kunstgeschichte und Archäologie, auf die Natur und Verwendung der verschiedenen Baustoffe, auf die verschiedenen Constructionen und auf die Bauleitung. Die Jury setzt sich aus den Generalinspectoren unter Theilnahme weiterer Mitglieder der Commission zusammen. Eine solche Prüfung ist seit dem J. 1891 bei der Commission eingeführt, nachdem sie schon seit dem J. 1884 bei der *direction des cultes* bestanden und sich dort vortrefflich bewährt hatte. Der Stab von Architekten der Commission weist eine ganze Reihe von bekannten Namen auf, Laffillée, Révoil, Ruprich-Robert, Magne, Petit-Grand, Sauvageot, von denen sich nicht wenige auch auf kunstwissenschaftlichem Gebiete durch glänzende Veröffentlichungen einen Namen gemacht haben. Eine Anzahl dieser Architekten sind natürlich fliegende Baumeister, die von der Commission durch ganz Frankreich geschickt werden; den meisten aber ist ein ganz bestimmtes abgeschlossenes Gebiet oder sind verschiedene Gebiete zugefallen, auf denen sie sich nun noch viel eingehender mit den Denkmälern beschäftigen können; sie haben so nicht nur die Möglichkeit, die classirten Denkmäler selbst zu überwachen, sondern sich auch eine eingehende Kenntniss von den in der Nachbarschaft herrschenden Stilschattirungen zu verschaffen. So hat beispielsweise der greise aber noch immer jugendfrische Henri Révoil in Marseille seit dem J. 1852 die ganze Wiederherstellungsthätigkeit in der Provence und im unteren Rhönethal, seine *Architecture romane du midi de la France* ist ein dauerndes Zeugniss von seiner Kenntniss der Denkmäler seines Gebietes⁶⁸). Zu diesen 40 Architekten der *commission d. mon. hist.* treten dann noch 30 der *direction des cultes*, die ebenso sorgfältig ausgewählt werden (s. u.); in den Händen dieser 70 liegen aber thatsächlich alle Arbeiten an geschichtlichen Denkmälern in ganz Frankreich.

Diese ganze sorgfältige Auslese, die eingehenden Vorkenntnisse und bestimmten Fähigkeiten, die zur Zulassung nothwendig sind, die bedeutenden Anforderungen, die bei der Prüfung gestellt werden, haben nun zunächst — und das ist der erste große Vortheil dieser Einrichtung — die Ueberzeugung geschaffen und immer tiefer Wurzel schlagen lassen, daß das Wiederherstellen eine ganz besonders schwierige und verantwortungsvolle, ganz bestimmte und weitgehende Kenntnisse erfordernde Kunst sei. Dann, daß diese Kunst eine ganz besondere innere Veranlagung, die denkbar größte Fähigkeit zur Anpassung und zur Aufgebung der eigenen künstlerischen Persönlichkeit voraussetze, daß zu ihrer Ausübung eine ganz besondere leidenschaft-

⁶⁸) Henri Révoil, *Architecture romane du midi de la France*, 3 Bde., Paris 1873.

liche Hingabe die Voraussetzung bilden müsse. Die Anschauung, daß der nächste im Staatsdienst stehende Architekt von Natur berufen und durch sein Amt geeignet sei, eine schwierige Wiederherstellungsarbeit an einem alten Bauwerk in die Hand zu nehmen, hat in Frankreich nie um sich greifen können. Man weiß eben, daß der tüchtigste und talentvollste Staatsarchitekt, der eben aus der Picardie in die Pyrenäen geworfen worden ist, gar nicht imstande sein kann, mit der für diesen Zweck nöthigen sicheren Beherrschung des örtlichen Stiles einen Wiederherstellungsentwurf aufzustellen, wenn es sich nicht nur lediglich um Sicherungsarbeiten handelt. Und so ehrenvoll auch das Vertrauen sein mag, daß die im Staatsdienst befindlichen Architekten, deren Schwerpunkt schon durch ihre Ausbildung auf einer ganz anderen Seite liegt, auch dieser Aufgabe von vornherein gewachsen sind, so entspricht das doch eben leider oft genug weder den natürlichen Fähigkeiten noch den persönlichen Neigungen der Betreffenden, und die Denkmalpflege ist es, die die falsche Rechnung zu bezahlen hat.

Das trifft natürlich noch weit mehr die Privatarchitekten. In Deutschland hält sich gemeinhin noch jeder brave Kirchenbaumeister für berufen und befähigt, auch jede Wiederherstellung in die Hand zu nehmen. In Frankreich müssen die Wiederherstellungsarbeiten an den classirten Denkmälern von einem der der Commission beigegebenen Architekten ausgeführt werden, auch wenn seitens der Gemeinden und örtlichen Behörden, die einen Antrag stellen, etwa von anderen angefertigte Aufnahmen und Entwürfe vorgelegt werden. Die örtlichen Architekten können *inspecteurs des travaux* werden, aber nie die Leitung übernehmen. Die wirklich hervorragenden Künstler unter den *inspecteurs des travaux* werden von selbst mit der Zeit zu Architekten der Commission werden. Der Titel *architecte attaché à la commission des monuments historiques* gilt bei allen Künstlern, die in den mittelalterlichen Stilen arbeiten, für den ehrenvollsten Titel und für die beste Empfehlung. Es heißt: *Fiat experimentum in corpore vili*. Die geschichtlichen Denkmäler sind aber ohne Ausnahme zu werthvoll, als daß auch nur eines als Versuchsobject einem für diesen Zweck nicht ganz besonders befähigten und vorgebildeten Architekten ausgeliefert werden dürfte. Die Mängel dieses Systems, die aber nicht in dem Grundgedanken, sondern nur in der Centralisation der Mehrzahl der Architekten in Paris liegen, werden später noch zu berühren sein.

IV. Einrichtungen und Sammlungen der commission des monuments historiques.

1. Unter den Einrichtungen und Arbeitsmitteln der Commission stehen an erster Stelle das Denkmälerarchiv und die Bibliothek, die in den der Commission zugewiesenen Räumen im Ostflügel des *Palais royal* untergebracht sind. Es ist hier in dem zweiten Stockwerke des von der *direction des beaux-arts* eingenommenen Flügels eine ganze Flucht von Zimmern für diese Zwecke bestimmt, die zur Zeit vollständig gefüllt sind. Selbst die Wände des Sitzungssaales sind ganz mit Bücherschränken besetzt; an den Sitzungssaal stoßen unmittelbar die Geschäftszimmer des *secrétaire* und des *archiviste-bibliothécaire*.

Das Archiv der Commission umfaßt das ganze schriftliche wie zeichnerische und Aufnahmenmaterial. Für jedes der classirten Denkmäler ist eine eigene Abtheilung angelegt; die Acten, Berichte, Gutachten, Anschläge usw. werden nicht nach deutscher

Bureausitte geheftet, sondern liegen in Umschlägen in großen Pappkästen, die gewöhnlich nur ein einziges Denkmal oder mehrere Denkmäler eines einzigen Ortes enthalten. Diese Form ist hier entschieden vorzuziehen, da frühere Gutachten und Berichte fortwährend von den *inspecteurs généraux* und den Mitgliedern der Commission einzeln begehrt werden. Da alles Material seit dem Jahre 1838 hier vereinigt liegt, hat sich natürlich über die größeren Wiederherstellungsarbeiten allmählich eine eigene kleine Registratur angesammelt.

Werthvoller noch ist das Material an zeichnerischen Aufnahmen. Für jedes einzelne der classirten Denkmäler liegen Abbildungen vor, über jede einzelne Ausbesserung und Wiederherstellungsarbeit ist in sorgfältigen Zeichnungen Rechenschaft gegeben. Von allen größeren Denkmälern sind vollständige Aufnahmen vorhanden, in allen Schnitten, Rissen und Ansichten mit einer Fülle von Details. Es gilt als Regel, daß dem Wiederherstellungsentwürfe die Aufnahme des Denkmals in dem gleichen Maßstabe im Zustande vor der Wiederherstellung gegenüber gestellt wird. Bei den neueren Wiederherstellungsarbeiten wird das Denkmal photographisch vor und nach der Veränderung aufgenommen, wobei genau der gleiche Standpunkt eingehalten wird. Diese doppelten Aufnahmen werden der Commission nach Abschluß der Arbeiten noch einmal vorgelegt. In den Zeichnungen ist ein auch nach der kunstgeschichtlichen Seite ganz unschätzbare Material niedergelegt. Für die bedeutenderen Denkmäler sind vollständige zeichnerische Monographien vorhanden. Die älteren Aufnahmen sind noch etwas mager und dünn, dann aber folgen die prachtvollen großen Aufnahmen von Viollet-le-Duc, Ruprich-Robert, Questel, Boeswillwald, Révoil, welche liebevolle Behandlung und peinliche Gewissenhaftigkeit mit künstlerischer Auffassung und einer großzügigen Verve aufs glücklichste vereinigen. Die französischen Architekten haben noch heute jene vielleicht etwas altmodische Art des Colorirens beibehalten gegenüber der in Deutschland eingerissenen oft so harten und gleichsam nur für die phototypische Vervielfältigung bestimmte Federzeichnungs-Technik.

Neben den Zeichnungen ist dann eine Fülle von Photographien vorhanden, die in einer langen Reihe schwerer Folio-bände vereinigt sind, nach Départements geordnet und handlich aufgestellt, sodafs über jede auftauchende Vorfrage bei den Verhandlungen der Commission sofort umgehend Auskunft gegeben werden kann.

An zeichnerischen Aufnahmen waren schon im Jahre 1873 über 8000 vorhanden, heute sind es über 12000. Auf den Weltausstellungen in Wien im Jahre 1873 und in London im Jahre 1874 waren eine Reihe der schönsten Zeichnungen in eigenen Abtheilungen ausgestellt und erregten schon damals die allgemeine Bewunderung.⁶⁹⁾

Ein Theil dieses kostbaren Materials, 43 Denkmäler mit 237 Tafeln, in mustergültigem Kupferstich ausgeführt, ist in den Jahren 1855 bis 1872 veröffentlicht worden in vier Folio-bänden unter dem Titel: *Archives de la commission des mo-*

69) Die ausgestellten Blätter sind in den Katalogen der französischen Abtheilungen von 1873 und 1874 aufgeführt. Die eingehenden Erläuterungen und Berichte dazu, die zum Theil außerordentlich werthvolles Material enthalten, sind veröffentlicht für Wien bei du Sommerard, *Les monuments historiques de France à l'exposition universelle de Vienne*, Paris 1876, p. 33—290, für London in dem Bericht von M. Baumgart über die *Monuments historiques (Expositions internationales, Londres 1874. France, commission supérieure. Rapports p. 65—180).*

numents historiques. Es sind zum Theil vollständige Monographien: die Befestigung von Carcassonne ist in 29 Tafeln von Viollet-le-Duc, Notre-Dame de Laon in 7 Tafeln von Boeswillwald aufgenommen.⁷⁰⁾ Die Veröffentlichung kostete der französischen Regierung die Kleinigkeit von 400000 Fr., die Höhe der Kosten verhinderte wohl eine Fortsetzung. Augenblicklich wird eine zweite Reihe geplant, bei der die Zeichnungen in Heliogravure vervielfältigt werden sollen. Herausgeber sind de Baudot und Perrault-Dabot. Die Kosten für 5 Bände mit je 100 Tafeln werden sich auf 250000 Fr. belaufen: diesmal aber ist ein Verleger für das Unternehmen gewonnen, sodafs von der Commission nur die Hälfte, 125000 Fr., zu decken ist.

Die Bibliothek der Commission umfaßt zur Zeit über 3000 Nummern. Sie bezieht sich ausschließlich auf die Kunstgeschichte und Denkmälerkunde Frankreichs. Vertreten sind neben den allgemeinen Sammel- und den größeren Vorlagewerken vollständige Serien aller wichtigen archäologischen und historischen Zeitschriften Frankreichs und vor allem die sämtlichen Monographien über die mittelalterlichen Denkmäler des Landes, darunter auch eine Menge von Werken und Veröffentlichungen, die gar nicht im Buchhandel erschienen sind. Die Bibliothek ist heute zugleich die beste Büchersammlung für die mittelalterliche Kunstgeschichte Frankreichs.⁷¹⁾

Seit der Vervollkommnung der Photographie sind die photographischen Aufnahmen natürlich mehr und mehr in den Vordergrund getreten. Die Commission hat seit dem Jahre 1883 mit einem ausgezeichneten und geschickten Photographen, M. Mieusement, einen Vertrag abgeschlossen, um gleichmäßige Aufnahmen der Denkmäler zu erhalten. Da die Erfahrung sie belehrt hat, daß ein Privatphotograph doppelt so viel und halb so theuer arbeitet wie ein festangestellter Beamter, der sich nur für seine Bureaustunden für verpflichtet hält, hat sie einen geschäftsgewandten Privatphotographen angenommen, der durch die Gewinnbeteiligung schon zum äußersten Eifer veranlaßt und der zugleich durch den Wettbewerb mit den anderen Photographen gezwungen ist, möglichst vollkommene Blätter zu liefern und sein Verfahren fortgesetzt zu verbessern. Man sieht in Frankreich nichts der Würde des Ministeriums Widersprechendes darin, daß diese Aufnahmen in der im Buch- und Kunsthandel üblichen Form angezeigt und vertrieben werden, wodurch die Abnehmerzahl vermehrt wird, die Herstellungskosten vermindert werden.

M. Mieusement und M. Robert, der ihm seit 1894 nachgefolgt ist, haben bis jetzt über 10000 photographische Aufnahmen aller wichtigen Denkmäler Frankreichs mit einer Fülle von Einzelheiten angefertigt, jedes Blatt 40 × 30 cm groß. Ein eingehender im Buchhandel verbreiteter Katalog, der alle paar Jahre neu aufgelegt wird, verzeichnet die Aufnahmen in alphabetischer Folge mit knapper, aber ausreichender und genauer Kennzeichnung des Gegenstandes. Der Katalog ist in den Händen aller Interessenten, die auf diese Weise ebenso bequem wie in Italien bei Alinari, Anderson, Brogi ihren Photographiebedarf

70) *Archives de la commission des monuments historiques, publiées par ordre de son excellence M. Achille Fould ministre d'état 1853—1872.*

71) Ein genaues Verzeichniß, zugleich eine vortreffliche Bibliographie giebt A. Perrault-Dabot, *Catalogue de la bibliothèque de la commission des monuments historiques*, Paris 1895.

decken können.⁷²⁾ Wer jemals erfahren hat, welche Schwierigkeiten es in Deutschland macht, auch nur von den bekanntesten Denkmälern hinreichend scharfe und grofse, sowie einigermaßen preiswerthe Aufnahmen für Studienzwecke aller Art zu erwerben — fehlen doch von den meisten mitteldeutschen Bauwerken gröfsere Aufnahmen überhaupt ganz —, wird die aufserordentliche Bequemlichkeit, die in dieser Einrichtung liegt, und den Nutzen, den sie der Kunstforschung und der Denkmalpflege bringt, leicht ermessen.

Die Kosten für das Material (Trockenplatte, Entwicklung usw.) betragen etwa 2 Fr. für die Platte; die Commission bezahlt für die Aufnahme 20—25 Fr. Die Blätter werden für den geringen Preis von 1,50 Fr. aufgezogen in den Handel gebracht; jedes öffentliche Etablissement oder Institut, das sich an die Verwaltung wendet, erhält sie zu einem Vorzugspreise. Für jeden verkauften Abzug hat der Photograph einen bestimmten Betrag an die Commission abzuführen. Da eine ganze Reihe der von dieser bestellten Aufnahmen auch von Anstalten aller Art, technischen und Kunstschulen, Bibliotheken, Museen, sowie von Archäologen und Künstlern sofort begehrt werden, da die neuen Aufnahmen rasch bekannt gemacht, in der Provinz selbst vertrieben werden, und da auf diese Weise Abnehmer gesammelt werden, vermindern sich zugleich die der Commission erwachsenen Kosten rasch. Auf einen gröfseren Aufwand an Menschenkräften wird natürlich hierbei verzichtet, dem beauftragten Photographen mufs selbst daran liegen, die Kosten für den Betrieb zu vermindern. Auch das ist ein Vortheil dieses halb privaten Betriebes. Die Aufnahmen sind zum grofsen Theil vortrefflich, wenn der Photograph auch nicht über das Wetter gebietet und bisweilen bei trübem Himmel zu arbeiten gezwungen ist. Dazu kommt eine geschmackvolle Aufnahme und geschickte Wahl des Standpunktes, die den meisten Blättern auch bei Nichtfachleuten Liebhaber und Abnehmer sichern. Natürlich haben die französischen Architekten und die Architekten der Commission in erster Linie von je die Photographieen als Anhalt und Controle bei dem Auftragen architektonischer Aufnahmen benutzt, wenn auch das eigentliche Mefsbildverfahren nicht geübt wird. Dafür trösten sie sich auch nicht mit der trügerischen Hoffnung, dafs man je einen verschwundenen Bau nach blofsen Photographieen werde wieder aufführen können.

Aufser den auf diese Weise von Mieuxement und Robert hergestellten Blättern enthält das Archiv der Commission nun noch eine ganze Anzahl weiterer Photographieen, zumal von Details, Aufnahmen von den beschäftigten Architekten selbst, von anderen französischen Anstalten, Ansichten ausländischer Denkmäler als Vergleichsmaterial, sodafs sich die Zahl der Photographieen im Archiv auf etwa 16000 beläuft. Neben dieser im Palais Royal aufbewahrten, zunächst für die Generalinspectoren, die Architekten und Mitglieder der Commission bestimmten Photographieensammlung besteht dann noch eine zweite ähnliche Sammlung im Trocadéro.

2. Die zweite noch mehr an die Oeffentlichkeit tretende Einrichtung und Schöpfung der Commission ist die Abgufssammlung im Trocadéro. Das *Musée de sculpture comparée* ist eine der letzten Schöpfungen Viollet-le-Ducs, nach

⁷²⁾ *Ministère de l'instruction publique et des beaux-arts. Archives de la commission des monuments historiques. Catalogue des photographies publiées par Paul Robert — 16 rue de la Tour — Paris 1897.*

langem Widerstande auf Grund der von ihm zuletzt unter dem 11. Juni und 12. Juli 1879 aufgestellten Programme erst nach dem Tode des grofsen Architekten (Viollet-le-Duc starb am 17. September) am 4. November 1879 durch ein Decret des Unterrichtsministers begründet und am 28. Mai 1882 eröffnet. Der wunderliche Name — „Museum für vergleichende Plastik“ würden wir sagen — bedarf der besonderen Begründung. Heute, drei Lustra nach der Eröffnung, wo niemand mehr an der Zweckmäfsigkeit dieser Sammlung zweifelt, wo die glänzende Ausbildung der französischen monumentalen Plastik zumal im 12. und 13. Jahrhundert sich in dem nationalen Gewissen festgesetzt hat, will uns die Fabel von dem Widerstand, auf den damals Viollet-le-Duc stiefs, fast unglaublich dünken. Der Verwaltung der schönen Künste darf man die Gleichgültigkeit schon verzeihen, schwer den bewufsten und stummen Widerstand der Direction der nationalen Museen und vor allem der Akademie der schönen Künste.

Viollet-le-Duc hatte in seinen Denkschriften eine Rehabilitirung der mittelalterlichen französischen Monumentalplastik gewollt und er suchte das in seinen praktischen Vorschlägen durchzuführen durch die kühnste Gegenüberstellung, die je gewagt worden war. Nach seiner Theorie entwickelt sich bei allen hochcivilisirten Völkern die Plastik in drei Stufen — der Epoche der Naturnachahmung, der hieratischen Epoche und der Epoche der Befreiung und der Vervollkommnung. Nicht alle Völker erfüllen diesen Kreislauf, aber innerhalb der einzelnen Perioden finden sich verblüffende Aehnlichkeiten zwischen den plastischen Leistungen der einzelnen Völker. Also stelle man neben die archaische Kunst der Griechen die archaische der Franzosen — und man wird sehen, dafs sie den Vergleich wohl aushält. Diese kriegerische und herausfordernde Fassung des Programms war es vor allem, die dem Unternehmen Feinde erweckt hatte. Wie geistreich die Theorie auch war, mit wie viel leidenschaftlicher Beredsamkeit sie vorgetragen wurde, — es war nur zu selbstverständlich, dafs sie an der Verwirklichung zerschellte. In den ersten Sälen hat man den Versuch gemacht: der Versuch ist mifsglückt, mifsglückt wenigstens in den Augen des Publicums, auch des mit künstlerischem Auge sehenden Publicums, dem zunächst nur die starken Verschiedenheiten auffallen, nicht das Gemeinsame und Verbindende, das weniger in dem äufserlichen Stil, als in dem inneren Gesetz liegt, unter dem das Kunstwerk geboren wurde. Die assyrischen Basreliefs und die Portalsculpturen von Moissac, der hölzerne Schêkh-el-Beled aus dem Gizehmuseum, und die Figuren von Vézelay, der Statue des Mausolus aus dem Britischen Museum und die grofsen Propheten von Reims und Amiens stehen zunächst unvermittelt neben einander. Man erträgt sie gern und zumal die italienischen und deutschen Werke in den nächsten Sälen, die doch wenigstens gleichzeitig sind; aber der Werth der Sammlung liegt nicht in diesem fast vergessenen gewollten Vergleich. Es ist wohl Pietät gegen Viollet-le-Duc, mit dessen Namen die ganze Schöpfung verknüpft ist, und dessen Testament man hier ausführte, die den unverständlichen Namen beibehalten liefs — aber nicht als *musée de sculpture comparée*, sondern als *musée de sculpture française* hat die Sammlung gewirkt.⁷³⁾

⁷³⁾ Viollet-le-Duc, *Rapports des 11. juin et 12. juillet 1879.* — Gegen diese einseitige und gefährliche Auffassung der Sammlung wendet sich Louis Gonse, *Le musée des moulages au Trocadéro: Gazette des beaux-arts*, 2. pér. XXVI, 1882, p. 60. Vgl. auch

Das Museum ist in den beiden Flügeln des gewaltigen *Palais du Trocadéro* untergebracht, das Davioud und Bourdais für die Ausstellung von 1878 errichtet hatten. Die Riesenräume, die hier zur Verfügung standen — die beiden halbkreisförmigen Flügel besitzen zusammengesetzt eine Gesamtausdehnung von 300 m —, haben nicht unwesentlich die rasche Ausdehnung der Sammlung beschleunigt. Die Weltausstellungen, bei denen man den müden Besucher schon durch die Gewaltigkeit der ausgestellten Gegenstände festzuhalten suchen mußte, haben das ihrige dazu gethan: im Jahre 1889 war der östliche Flügel ganz gefüllt, im Jahre 1900 wird es auch der westliche sein.

Frankreich ist mit der Herstellung solcher Riesenabgüsse nicht vorangegangen; schon auf der ersten Londoner Weltausstellung vom Jahre 1851 waren die ersten großen Schaustücke vertreten gewesen. Dann hatten die Engländer, zumal für die Ausstellungen von 1871 und 1874 eine Fülle von einzelnen Denkmälern auf dem Continent formen lassen. Die Sammlung von Abgüssen im Krystall-Palast zu Sydenham, und im South Kensington Museum, deren Anfänge schon in die Jahre 1854 und 1857 zurückgehen, wurden damals rasch vergrößert.

Bei dem Abformen plastischer Werke auf französischem Boden hatte die *commission d. mon. hist.* die Bedingung gestellt, daß je ein Abgufs ihr verbleibe. England hatte für mehr als 100 000 Fr., Abformungen herstellen lassen — aber die vertragsmäßig der Commission überwiesenen Abgüsse gingen langsam zu Grunde in den Depôts, in denen sie von einer Ecke in die andere gestofsen wurden.

Erst mit dem Jahre 1877 beginnt die Arbeit des eifrigen und programmäßigen Abformens. Die langen Galerien verlangten nach Gliederung. Keine einfachere Lösung, wie die, hier einzelne der großen Portale einzufügen — und nichts von überwältigenderer und überraschenderer Wirkung. Die Puerta de la Gloria aus der Kathedrale zu Santiago, das erste mächtige Portal, das in dieser Weise geformt worden war, war in London an einer Wandfläche aufgestellt — hier schritt man durch die Portale und durch die Reihen der Jahrhunderte einfach hindurch.

In dem (älteren) Ostflügel sind so hintereinander die großen Portale der Kathedrale von Autun, von St. Lazare in Avallon, von St. Madelaine in Vézelay, von Notre Dame du Port zu Clermont-Ferrand, von den Cathedralen in Bourges und Beauvais, kleinere von den Cathedralen in Chartres, Reims, Amiens, Laon aufgestellt, eine Reihe große Figuren von Amiens, Chartres, Reims, Bourges, Sens mit den Pfeilern, Consolen und Baldachinen aufgebaut, als weitere Hauptstücke die Thüren von St. Maclou in Rouen, der Mosesbrunnen von Dijon, die Chorstühle von Amiens, die Krönung des großen Portals vom Herzogspalast in Nancy, der prachtvolle Lettner aus der Kathedrale von Limoges. Weiter 38 Grabdenkmäler, darunter das eine ganze Wand füllende Hochgrab des Louis de Brézé in der Kathedrale von Rouen, das Hochgrab des Herzogs Franz II. von der Bretagne und der Marguerite de Foix von Michel Colomb in der Kathedrale zu Nantes, die Fontaine de Beaume-Semblançay in Tours, Girardons entzückendes Nymphenbad vom Nordparterre im Parke von Versailles. Endlich 16 große Tym-

pana von romanischen und gothischen Portalen und eine Reihe von Theilen solcher, 70 einzelne lebensgroße und überlebensgroße Figuren.

In dem (jüngeren) Westflügel, der z. Z. noch nicht vollständig gefüllt ist, die großen Portale von St. Pierre d'Aulnay, St. Pierre de Moissac, von der Abteikirche zu Carennac, der Kathedrale von Rouen, der Abteikirche in Charlieu, von St. Urbain in Troyes, der Kirche zu St. Gilles, das Portal an der tour de la grosse-horloge in Rouen, das Renaissanceportal in Oyron.

Mit den Portalen allein hat man sich gar nicht begnügt: von Moissac sind die anstofsenden Mauern der Vorhalle mit abgeformt und die weiteren großen Abgüsse: der Lettner aus der Kathedrale zu Rodez, die Façade vom Hôtel de l'Escoville in Caen, der Porticus vom Hôtel Bernuy in Toulouse, die beiden Fontainen aus Rouen und Nancy sind gleichsam selbständige Gebäude. Hier und in den übrigen Prunkstücken dieser Abtheilung, dem Kamin aus dem Justizpalast und den Grabdenkmälern Karls des Kühnen und der Maria von Oesterreich aus Notre-Dame in Brügge hat auch die Kunst und die technische Geschicklichkeit des Formers ihr höchstes erreicht. Auch hier eine große Reihe von Einzelfiguren und kleineren Denkmälern. Am Schluß sei die sehr bedeutende Sammlung von ornamentalen Details: Capitellen, Säulenschäften, Basen, Friesen genannt, die die vollständige Entwicklung der Ornamentik durch drei Jahrhunderte giebt.

Es braucht gar nicht erst hervorgehoben zu werden, wie groß der praktische und wie groß der moralische volkserziehlische Erfolg dieser Schöpfung gewesen ist. Es ist eine ganz neue Offenbarung von der Größe und Macht der französischen Kunst, die jedem Besucher hier zu Theil wird. Der feierliche, starre Ernst und die ruhige Erhabenheit dieser frühen Plastik, dann das Stolze, Aristokratische, Liebenswürdige, Naive der freien gothischen Sculpturen gehen hier dem Beschauer mit Blitzesschnelle auf. Die historische Schätzung ganzer Perioden ist durch diese Zusammenstellung erst bestimmt worden — auch auf die kunstgeschichtlichen Studien hat sie unendlich befruchtend gewirkt: daß eine Thätigkeit wie die Courajods, daß Untersuchungen auch deutscher Gelehrter, wie Vöges, ohne das Trocadéromuseum schwerlich begonnen worden wären, braucht kaum betont zu werden. Der praktische Zweck liegt ebenso auf der Hand: das langsame Gewöhnen des Auges an ein wirklich intimes Verständniß der mittelalterlichen Formensprache. Die Wirkung zumal der ornamentalen Vorbildersammlung läßt sich am besten an den letzten ausgeführten Wiederherstellungsarbeiten ablesen.

Die Abgüsse sind durchweg in Masse hergestellt, in hart angemachtem Gips, in den innen oder auf der Rückseite ein dünnfaseriger Stoff, Bast und Hanf, eingedrückt wird. Das giebt einmal den größeren Stücken eine weit bedeutendere Haltbarkeit und ermöglicht dann die Herstellung verhältnißmäßig dünner und vor allem leichter Wandungen — ein Verfahren, das längst schon von den kleinen italienischen Formern in Paris adoptirt ist. Die Abgüsse sind graugelb, mit leichten Verschiedenheiten, je nach der Art des Gegenstandes, getönt, und zwar wird schon die Masse gefärbt. Man huldigt hier nicht der geschmacklosen Mode, Gipsabgüsse mit allen Nähten aufzustellen, was im Grunde doch ebenso unsinnig ist, als Bronzen unceiselt, mit den Couloirs, Windpfeifen und Nähten stehen zu lassen. In deutschen Sammlungen pflegt man ja mitunter nicht nur die Nähte, sondern die ganzen überstehenden Gips-

Marius Vachon, *Le musée de la sculpture comparée au Trocadéro: Gazette des Beaux-Arts* 2. pér. XXI, p. 87. Ueber die Abgüßsammlung in der *École des Beaux-Arts*, die eine Ergänzung zu der im *Trocadéro* giebt, Eug. Müntz in der *Gazette des Beaux-Arts* 3. pér. III, p. 273; IV, p. 30 und L. Peisse in der *Revue des deux mondes* vom 15. October 1840.

schwarten, die man schon mit dem Finger abbrechen kann, ehrfurchtsvoll zu conserviren. Es ist selbstverständlich, daß eine plumpe und ungeschickte Hand die Nähte nicht abnehmen darf. Das Ueberstehen einer Stückform über die andere, was ein späteres Verschleifen der Fläche und damit eine Verminderung der Schärfe bedingen würde, darf eben bei guten Abgüssen gar nicht vorkommen.

Mit dem Abgufsmuseum ist nun gleichzeitig noch eine Sammlung von Photographieen und graphischen Nachbildungen aller Art und eine Handbibliothek, die vor allem die großen französischen Abbildungswerke sämtlich umfaßt, verbunden. Die Sammlung von photographischen Aufnahmen ist für das Studium freigegeben, während die im Bureau der Commission befindliche zunächst zum Handgebrauch für die Beamten der Commission geschaffen ist. Es sind über 20000 Photographieen hier vorhanden, die in großen Bänden zusammengestellt sind; darunter ein vollständiges Exemplar der rund 10000 von Miesement und Robert angefertigten Aufnahmen.

Weiterhin umfaßt diese Abtheilung die wundervolle Sammlung von den 1500 Zeichnungen Viollet-le-Ducs⁷⁴⁾, seinen ganzen Nachlaß, alles große Aufnahmen aus Frankreich und Italien, darunter einzelne Serien, die vollständige zeichnerische Monographieen darstellen (für Notre-Dame in Paris 143 Blatt, für die Kathedrale in Clermont 80 Blatt, für St. Sernin in Toulouse 45, weiterhin für die Kathedrale in Reims, die Abteikirchen in St. Denis und Vézelay).

Zum Schluß wird hier noch eine Sammlung aufbewahrt, die ein ganz hervorragendes kunstgeschichtliches Interesse beansprucht: eine Sammlung von Copieen der französischen Wandmalereien. Alle wichtigeren Wandmalereien sind auf das sorgfältigste in Aquarell- und gelegentlich in Gouachetechnik aufgenommen, die zuletzt angefertigten Blätter mit Benutzung der Photographie, mustergültige Copieen, die die Zeichnung genau, Ton und Stimmung auf das treueste treffen und mit Raffinement den augenblicklichen Zustand ohne Beschönigung aber auch ohne Uebertreibung wiedergeben.⁷⁵⁾ Die Sammlung

74) Verzeichniß im *Catalogue des moulages de sculpture*, p. 141—146. Hundert der schönsten Blätter sind in Heliogravure veröffentlicht unter dem Titel: *Compositions et dessins de Viollet-le-Duc, publiés sous le patronage du comité de l'œuvre du Maître*, Paris 1884. Die Zeichnungen für die beiden *Dictionnaires* sind in den Händen des Verlegers geblieben.

75) Einige der Blätter (die Aufnahmen der Malereien in St. Jean zu Poitiers) sind schon in den *Archives de la commission des monuments historiques* veröffentlicht. Von größeren Cyklen war nur der in St. Savin eingehend durch Mérimée (*P. Mérimée et De Noël, Monographie de St. Savin*) veröffentlicht worden; außerdem lagen im *Bulletin monumental*, im *Bulletin de la société des antiquaires de l'Ouest*, im *Bulletin de la société archéologique du Vendômois*, in den *Mémoires de la société archéologique de la Touraine*, dem *Bulletin de la société archéologique et historique du Limousin*, dem *Bulletin de la société archéologique du midi de la France*, endlich im *Ami des monuments* einzelne Veröffentlichungen und kleinere Proben vor. Eine Zusammenstellung von geschickt ausgewählten Proben, die freilich mehr für den praktischen Künstler als für die wissenschaftliche Forschung geeignet ist, gaben mit Benutzung der in den Archiven der Commission enthaltenen Schätze im Jahre 1891 P. Gélis-Didot et H. Laffillée, *La peinture décorative en France du XI^e au XVI^e siècle*, Paris 1891. — Zu vergleichen auch H. Laffillée, *La peinture murale en France avant la renaissance, conférence faite à l'école nationale des beaux-arts*, 1894; P. de Laubadère, *La peinture décorative en France du XI^e au XVI^e siècle: L'autorité 13. mai 1893*. — Im übrigen ist nur auf den Abschnitt bei Paul Mantz, *La peinture française du IX^e siècle à la fin du XVI^e*, und bei L. Gonse, *L'art gothique*, zu verweisen. Eine Aufzählung aller wichtigen Reste der Malerei, wie sie für England C. E. Keyser in *A List of buildings in Great Britain and Ireland having mural and other painted decorations of dates prior to the latter part of the sixteenth century*, London 1883,

beginnt schon im J. 1847: aus diesem Jahr stammt eine eingehende Copie der Wandmalereien in der Chapelle du Liget (Indre-et-Loire) von Verdier. Dann folgen große Aufnahmen der Wandmalereien im St. Philibert zu Tournus, in der Kirche zu Poncé (Sarthe), zu St. Jacques-les-Guérets (Loir-et-Cher), in Notre-Dame du Tertre zu Châtaudren (Côtes du Nord), in der Kirche zu Saint-Loup de Naud (Seine-et-Marne); auch späte und reiche Decorationen sind aufgenommen wie die Malereien in der Galerie Henri II. im Schloß zu Oyron (Deux-Sèvres) und im Palais Mazarin zu Paris. Die besten Copieen sind von Lameire, Laffillée, vor allem aber von Ypermann, einem der 40 von der Commission angestellten geprüften Künstler, dessen besonderes Fach die Aufnahme mittelalterlicher Malereien ist.⁷⁶⁾ Im ganzen sind über 50 verschiedene Wandgemäldecyklen bis jetzt aufgenommen. Das werthvollste Material für die Geschichte der mittelalterlichen Malerei in Frankreich ist hier aufgespeichert, seine wissenschaftliche und künstlerische Ausnutzung ist nur eben erst versucht worden.⁷⁷⁾ Freilich ist die Sammlung noch weit entfernt vollständig zu sein: auch hier liegt für den Kunstgelehrten unter den Generalinspectoren noch ein reiches Arbeitsfeld vor.

Im Jahre 1893 waren die meisten dieser Copieen in der *école des beaux-arts* bei der Ausstellung der französischen Malerei vom 12. bis 15. Jahrh. vereinigt; eine weit glänzendere Vorführung plant aber die Commission für die große Weltausstellung von 1900. Der Westflügel des Trocadéro, der dann mit großen Abgüssen ganz gefüllt sein wird, wird zugleich eine lange Sonderausstellung der Copieen der Wandmalereien und daneben noch von solchen der mittelalterlichen Glasmalereien neben älteren originalen Glasmalereien selbst enthalten.

An der Spitze des Museums stand bis zu seinem vor wenigen Jahren erfolgten Tode M. Geoffroy-Dechaume, der Bildhauer, von dem man im Luxembourg die Bérangermaske bewundert, der den gesamten plastischen Schmuck der Kathedrale von Laon neu geschaffen hatte. An seine Stelle ist M. Edmond Haraucourt getreten, den man in Paris als den Dichter der *passion* kennt, ein zweiter Chateaubriand — aber vielleicht wäre ein Bildhauer oder ein Archäolog hier doch mehr am Platze gewesen als ein Poët. Unter ihm stehen ein Secretär (z. Z. M. Roussel), der zugleich die Bibliothek und die Vorbildersammlung verwaltet, und acht *gardiens* mit einem *brigadier* an der Spitze.

Für die Anfertigung der Abgüsse ist im Budget nichts ausgeworfen; die Kosten werden für jeden einzelnen Abguss von der Commission aus deren Mitteln bewilligt. Die Herstellungskosten sind natürlich ziemlich beträchtliche: die Abformung des großen Lettners von Limoges, der einen Seite des Justizpalastes in Brügge mit dem Kamin, wohl der beiden kostbarsten Stücke, kostet rund je 20000 Fr. Die sämtlichen Stückformen werden aufbewahrt, sie lagern, zu unförmlichen Massen

und für Dänemark Magnus-Petersen, *Beskrivelse og afbildninger af kalkmalerier i danske kirker*, Kopenhagen 1895, bieten, besitzt Frankreich leider nicht.

76) Im Salon der *champs élysées* von 1897 erregten seine farbigen Copien der Wandmalereien in der Kirche zu Peripleptos in Mistra (Griechenland) berechtigtes Aufsehen.

77) Die Sammlungen der Départements haben nur wenig Material zur Ergänzung aufzuweisen: Das Museum in Tours die Copien der Wandmalereien des 11. Jahrhunderts in Rivières von L. de Galembert, das Museum zu Orléans Copien der aus dem Anfang des 12. Jahrhunderts stammenden Wandmalereien in Saint-Gilles de Montoire von J. J. Jorand.

zusammengelegt, wohlgeordnet in den riesigen Untergeschossen der beiden Flügel. Die Formerei, die unter der Leitung von M. Pouzadoux steht, hat das Recht, auf eigene Rechnung weitere Abgüsse zu verkaufen und zahlt dafür der Commission nur 30 vom Hundert. In den letzten Jahren sind auf diese Weise nach London, Liverpool, Brüssel, New-York, Chicago, Boston gröfsere Parteen von Abgüssen geliefert worden.

Der *Catalogue des moulages de sculptures* führt im Ostflügel (der allein fertig inventarisirt ist) 1259 Nummern auf. Die verkäuflichsten der Abgüsse selbst sind in dem *Catalogue des moulages en vente* zusammengestellt. Ein wissenschaftlicher Katalog, mit guten Lichtdrucken, der durch die vollständigen Litteraturnachweise und die beigebrachten Urkunden zugleich eine ausgezeichnete Materialiensammlung für die Geschichte der Plastik dieser Zeit ist, ist leider nur für das 14. und 15. Jahrh. vorhanden.⁷⁸⁾ Da von den Autoren Courajod tott und Marcou durch seine Thätigkeit als *inspecteur général* voll in Anspruch genommen ist, ist vor der Hand auch keine Aussicht auf eine Fortsetzung. Dafür ist ein *Album du musée de sculpture comparée* unter der Leitung von Marcou erschienen, das in fünf Mappen Nachbildungen der wichtigsten Abgüsse vereinigt.

Die Gesamtkosten für die Vermehrung des Museums werden dadurch immerhin in etwas vermindert.

In den letzten 13 Jahren sind für das Museum im ganzen aufgewandt worden:

	Für Personal und Unterhaltung: Fr.	Für Abgüsse: Fr.
1884	10 500	44 650
1885	40 800	42 000
1886	30 000	65 500
1887	23 000	60 980
1888	21 500	17 100
1889	28 600	55 540
1890	34 700	75 600
1891	40 300	93 400
1892	42 300	63 250
1893	45 100	4 600
1894	50 000	37 700
1895	50 000	2 600
1896	50 000	12 500
	466 800	575 420

Mit dem Museum ist endlich noch eine Einrichtung verbunden, wie sie seit Jahren schon an den übrigen staatlichen Sammlungen besteht, wie sie bereits Mérimée ersehnt hatte: ein Curs für mittelalterliche und Renaissancearchitektur in Frankreich. Die Vorlesungen finden in dem großen Eckpavillon des Ostflügels, der zugleich die Bibliothek und die Photographieensammlung birgt, in dem Mittelsaale statt, in dem die Marmorbüste Viollet-le-Ducs steht. Der Curs ist de Baudot übertragen, der als einer der Nachfolger Viollet-le-Ducs in dem Amte als *inspecteur général des édifices diocésains* in seinem Geiste hier weiter lehrt. Die Vorlesungen sind freilich ziemlich kurz: sie finden nur in dem Wintersemester vom November bis März einmal die Woche statt. Die Abbildungen werden dabei mittels des Skioptikons vorgeführt, das hier schon längst im Gebrauch war, als es für den kunstgeschichtlichen Unterricht in Berlin

78) *Musée de sculpture comparée. Catalogue raisonné, publié par Louis Courajod et P.-Frantz Marcou*, Paris 1892.

entdeckt wurde. Der Curs im Trocadéromuseum ist zugleich eine erwünschte Ergänzung der Vorlesungen in der *école du Louvre* und in der *école des chartes*.

3. Das Clunymuseum ist herausgewachsen aus der Sammlung, die Alexandre du Sommerard, der Verfasser der *Arts au moyen âge* in der ersten Hälfte des Jahrhunderts zusammengebracht hatte. Das entzückende Hôtel de Cluny, das am Ende des 15. Jahrh. die Cluniacenser-Aebte Jean de Bourbon und Jacques d'Amboise auf den Trümmern des römischen Kaiserpalastes aufgeführt hatten, unmittelbar angelehnt an die riesigen römischen Thermen, war nur dadurch vor der Zerstörung gerettet worden, dafs es du Sommerard wählte, um in ihm seine Schätze aufzustellen.⁷⁹⁾ Bei dem Tode des unermüdlichen Sammlers im Jahre 1842 entschlofs sich die Regierung, die ganze kostbare Sammlung zu erwerben. Die Erben wiesen die glänzendsten Angebote, zumal aus England, zurück und entschlossen sich, für die geringe Summe von 200 000 Fr. das Hôtel wie die Sammlungen dem Staate zu überlassen, jedoch unter der Bedingung, dafs die Sammlung zusammenbliebe, dafs der Sohn des Schöpfers, M. E. du Sommerard, lebenslänglicher Verwalter werde und dafs die *commission des monuments historiques* die Leitung erhalte.

Der Antrag, der die Uebnahme der Sammlungen befürwortete, wurde von Arago glänzend eingeführt und unter dem 24. Juli 1843 zum Gesetz erhoben. Das Museum erhielt den Titel *Musée des thermes et de l'hôtel de Cluny* und wurde am 16. März 1844 eröffnet. Das Hôtel selbst wurde sorgfältig wiederhergestellt und mit den Thermen in Verbindung gebracht; im Jahre 1856 begannen die Arbeiten der Niederlegung der anstofsenden modernen Gebäude, die eine dauernde Feuersgefahr darstellten, das Gesetz vom 17. Juni 1857 regelte die Neugestaltung dieses Stadttheiles, und durch die Anlage der Boulevards Saint-Germain und Saint-Michel sind mehr als 5000 qm zu dem alten Garten des Hôtels, der gleichfalls zur Aufbewahrung von Denkmälern dienen soll, hinzugekommen.

Das Museum hat die Bestimmung, einmal die beweglichen Kunstgegenstände aller Zeitabschnitte aufzunehmen — es ist hier im deutschen Sinne Kunstgewerbemuseum und Alterthumsmuseum zugleich. Freilich ist es dem Charakter als Nationalmuseum untreu geworden: in dieser Beziehung geben das Germanische Museum in Nürnberg, das Bayerische Nationalmuseum in München ungleich vollständigere Culturbilder. Durch dieses Aufgeben des nationalen Charakters ist die Trennung von den Museen des Louvre nicht mehr ganz berechtigt. Das Clunymuseum wetteifert in seiner kunstgewerblichen Abtheilung viel eher mit dem South-Kensington-Museum und den großen Sammlungen von Berlin, Hamburg, Wien, als mit dem Kopenhagener, Stockholmer, Nürnberger, Münchener Museum. Dann aber ist es bestimmt, den künstlerisch werthvollen Bruchstücken und Resten älterer geschichtliche Gebäude und den etwa bei größeren Wiederherstellungen ausgewechselten und ersetzten Sculpturen und Architekturtheilen ein Unterkommen zu bieten. Die enge Verbindung mit der *Commission d. mon. hist.* bot für solche Vermehrungen die beste Gelegenheit, und diese Verbindung ist immer, auch bei der Neu-

79) Prosper Mérimée, *Notice sur la vie et les travaux d'Alexandre du Sommerard*, abgedruckt im *Catalogue des Museums* von E. du Sommerard, p. 681. — *Le cabinet d'art et d'archéologie de M. du Sommerard: Revue des deux mondes* 1. September 1842. — *Le musée des thermes et de l'hôtel de Cluny, documents publiés par Albert Lenoir*, Paris 1882.

organisation der Verwaltung der schönen Künste, als eine besonders glückliche und fruchtbringende anerkannt worden.⁸⁰⁾ Einmal ist es vom Verwaltungsstandpunkte aus vielleicht ganz klug, nicht alle Sammlungen von der Generaldirection der Museen abhängen zu lassen: es ist so für die kräftige Initiative des Einzelnen ein viel größerer Spielraum geschaffen; der auf diese Weise erzeugte Wettstreit wirkt bei der kleineren Museumsverwaltung befruchtend und bei den größeren anspornend — Gelegenheit zur Correctur, wenn solche nöthig werden sollte, ist ja immer noch in der gemeinsamen Spitze der *direction des beaux-arts* gegeben. Es ist gar kein Zweifel, daß dem Clunymuseum gerade seine Sonderstellung zu dem raschen Wachstum verholfen hat.

Die Commission kann auf diese Weise ohne weiteres aus den im Eigenthum des Staates befindlichen Denkmälern werthvolle Kunstwerke dem Clunymuseum überweisen, ohne daß dieses einen Sou dafür auszugeben hätte. So ist noch zuletzt der kostbare romanische Retable aus St. Castor in Coblenz, der sich bisher fast unbeachtet in der Sacristei der Abteikirche von St. Denis befand, in das Museum überführt worden. Eine ganze Reihe von Altarwerken, Gemälden, Holzschnitzereien ist auf demselben Wege in den Besitz des Museums gekommen.

Es ist überflüssig, über den Hauptstock der Sammlungen ein Wort zu verlieren.⁸¹⁾ Das Museum ist mit einer erstaunlichen Raschheit angewachsen; das Inventar wies 1852 erst 2155 Nummern, 1881 schon 10800 Nummern auf. Das Antependium Heinrichs II. aus Basel, die Kronen von Guarrazar, die Goldschmiedearbeiten aus den Sammlungen Soltikoff und Demidoff sind alle innerhalb weniger Jahre erworben worden. Das Museum hat das Glück gehabt, hintereinander drei ganz hervorragende Directoren, zugleich glänzende Namen auf dem Gebiete der mittelalterlichen Archäologie, zu besitzen: erst E. du Sommerard, der von 1843 bis zu seinem Tode 1885 im Geiste seines Vaters die Sammlung hütete und unablässig vermehrte, dann Alfred Darcel, den Herausgeber des *trésor de Conques*, des *Album de Villard de Honnecourt*, der *Notice des émaux et de l'orfèvrerie*, der seit 1857 schon im Museumsdienste gestanden;⁸²⁾ endlich nach dessen 1893 erfolgten Tode M. Saglio, der seit 21 Jahren schon in der Verwaltung des Louvre thätig gewesen. Die drei Leiter des Museums waren in erster Linie Directoren, weniger Conservatoren, ihre Sorgfalt wandte sich mehr den rasch zuströmenden neuen Schätzen an kunstgewerblichen Gegenständen zu als den Steindenkmälern und Architekturstücken, denen bestimmungsgemäß das Museum Unterkunft bieten soll. Diese ganze Abtheilung hat sich in den letzten Jahrzehnten wenig vermehrt. Neben den römischen Votivaltären und den Marmorsäulen des Tempels, auf dessen Ruinen Notre Dame in Paris erbaut ist, sind in den mächtigen Gewölben der Thermen die Portal-Statuen und alle Arten von Bruchstücken von Saint-Germain-des-Prés, von Saint-Jean-de-Latran, von Saint-

Benoît, der Collegiatkirche von Cluny und den älteren Denkmälern von Paris aufgestellt, aber die Monumente sind nur zum Theil geschützt und vor dem Untergang gesichert. Eine große Zahl ist in den Gartenanlagen zerstreut, mit großem Geschick zu den reizvollsten Gruppen vereinigt, von wucherndem Epheu fast ganz verdeckt. Aber für solche künstlerische Garteneffekte, die im Park von Klein-Trianon am Platze sind und Marie Antoinette entzückt hätten, sind die Statuen und Capitelle im Clunymuseum doch zu kostbar. Man hat nicht einmal daran gedacht, sie zu isoliren, um sie in etwas vor der aufsteigenden Grundfeuchtigkeit zu schützen. Heute sind die meisten der im Freien aufgestellten Sculpturen, und die feinsten natürlich zunächst, schon gänzlich zerstört, sodaß auch Tränken mit Keflerschen Fluaten nichts mehr nützen würde. Gewiß ist die geschickte Vertheilung der Steindenkmäler im Freien in Verbindung mit lebendigem Grün und diese ganze romantische Wildnifs, die Winckelmanns Gönner Passionei ebenso befriedigt hätte wie den Hauptmann in den „Wahlverwandtschaften“, ein Hauptverdienst der Museumsverwaltung, und jedes künstlerische Auge ruht gern auf diesen Idyllen aus — aber für diesen decorativen Zweck sind geringere Gegenstände doch auch gut genug, und solcher derberer und gegen die Witterung nicht so empfindlicher Denkmäler gab es doch die Fülle. Die Commission sündigt eigentlich gegen ihre eigenen Grundsätze, wenn sie die hierher geretteten Sculpturen und Architekturstücke jetzt aufs neue dem gewissen Untergange preisgibt.

Es ist schon gesagt worden, daß diese letzte Abtheilung in den letzten Jahrzehnten nur einen ganz geringen Zuwachs erfahren hat. Und doch sollte man nach dem raschen Fortschreiten der Wiederherstellungsarbeiten in Frankreich annehmen, daß solche ausgewechselte Sculpturen in größerer Menge angesammelt sein müßten. Man hat es leider versäumt, hier rechtzeitig Fürsorge zu treffen. Die Direction des Clunymuseums mochte wohl auch dem Zuströmen solcher viel Raum erheischender Stücke mit einiger Unruhe gegenüberstehen. Aber wenn in den Départements- und den städtischen Museen, an sicheren Stellen, in Kreuzgängen und unbenutzten Capellen wiederhergestellter Kirchen kein Raum für solche Reste ist, so müßten alle werthvollen und vor allem alle kunstgeschichtlich wichtigen Originale, die nun einmal, sei es, daß ihr Zustand wirklich ihr Verbleiben an Ort und Stelle nicht mehr gestattete, sei es, daß sie nur der unglücklichen Erneuerungssucht zum Opfer fielen, von dem alten Platze entfernt wurden, in einer der Commission unterstellten Sammlung vereinigt werden. Und der gegebene Ort ist eben hier, schon den Bestimmungen nach, das Clunymuseum. Für die kunstgeschichtliche Untersuchung sind auch die besten Copieen nur zu brauchen, wenn gleichzeitig der Vergleich mit den Originalen möglich ist — der Stein, den die Bauleute verworfen haben, ist noch oft genug zu einem Eckstein kunstgeschichtlicher Erkenntniß geworden.

Die Verwaltung des Museums ist verhältnißmäßig einfach: ein Director, ein Secretär, 18 Gardiens. Das Budget ist sehr gering und reicht natürlich für größere Erwerbungen nicht aus: nur 10 000 Fr. im Jahr. Für wichtigere Ankäufe kann aber die Commission wie im Trocadéro-Museum eine besondere Bewilligung machen, und außerdem kommen zu diesen 10 000 Fr. eine lange Reihe von Vermächtnissen und Geschenken. Die stattliche Reihe der Geschenkgeber ist am Schlufs des Kataloges auf einer Art von

80) *Rapport de la commission instituée près du ministère de l'instruction publique et des beaux-arts par arrêté du 3. février 1878, pour préparer un projet de réorganisation des services administratifs des beaux-arts.*

81) *Musée des thermes et de l'hôtel de Cluny. Catalogue et description des objets d'art exposés au musée par E. du Sommerard, Paris 1883, wissenschaftlicher Catalog mit historischer Einleitung. — Vgl. Marius Vachon, L'état actuel du musée de Cluny: Gazette des Beaux-Arts 2. pér. XVI, p. 387.*

82) Sein Nachfolger Saglio hat ihm in der *Gazette des Beaux-Arts* 3. pér. X, p. 155 ein pietätvolles Denkmal gesetzt.

Ehrentafel abgedruckt — eine gewifs empfehlenswerthe Einrichtung. *L'enseigne fait la chalandise* sagt Lafontaine.

Das Gesamtbudget für die ganze Unterhaltung des Bureaus der *commission des monuments historiques*, die Besoldung ihrer Beamten und für die Unterhaltung der beiden von ihr unmittelbar abhängigen Museen stellt sich nun folgendermassen⁸³⁾:

Von vornherein mufs hier betont werden, dafs die eigentlichen Gehälter aufserordentlich niedrig sind und nicht entfernt im Verhältnifs stehen zu den etwa in England ausgeworfenen Gehältern. Sie werden aber ausgeglichen durch eine reiche Nebenthätigkeit und vor allem bei den Generalinspectoren durch die gleichzeitige Thätigkeit als Architekten in der *direction des cultes*.

1. Bureau der Commission.

1. Sercetär, zugleich <i>chef du bureau</i>	7000 Fr. steigt bis 10 000 Fr.
2. <i>Sous-chef</i>	4500 — 6000 Fr.
3. <i>Archiviste-bibliothécaire</i>	2000 — 4000 „
4. Redacteur	2000 — 4000 „
5. 6. Zwei Expedienten	1800 — 4000 „
7. Contrôleur der Rechnungen	5000 „

Ausgaben für die allgemeine Unterhaltung des Bureaus, einschliesslich Beleuchtung, Heizung, Ausstattung usw.

10 000 Fr.

Für einen Huissier . . . 1 000 — 2 400 „

Insgesamt: 33 300 — 45 400 Fr.

Die Höhe des Gehaltes richtet sich im Einzelfalle innerhalb der angegebenen Grenzen nach dem Alter — als Mittel darf die Summe von 40 000 Franken festgehalten werden.

2. Generalinspectoren.

Drei *inspecteurs généraux des monuments historiques*, jeder 6 000 Fr. — 8 000 Fr.

Ein *inspecteur général adjoint* (für die *objets mobiliers*) 5 000 „
23 000 Fr. — 29 000 Fr.

3. Ausgaben für Dienstreisen und Besichtigungen.

im Jahre 1895 62 393 Fr.

im Jahre 1896 57 499 „

4. Ausgaben für die Bibliothek und das Denkmälerarchiv (die Sammlung im Bureau der Commission wie im Trocadéro-Museum), für Entwürfe und Aufnahmen, sowie Generalunkosten:

im Jahre 1895 46 625 Fr.

im Jahre 1896 41 584 „

5. Musée de sculpture comparée.

A. Personal.

Ein Conservator (Director) . . . 4 500 Fr. — 5 000 Fr.

Ein Secretär 2 500 „ — 3 000 „

Ein Brigadier (*chef des gardiens*) 1 800 „

Sieben Gardiens (à 1600 bis

1800 Fr.) 11 200 „ — 12 600 „

Seitenbetrag 20 000 Fr. — 22 400 Fr.

83) Zu Grunde gelegt sind die *Comptes définitifs des dépenses de l'exercice 1895 und 1896*, veröffentlicht vom *Ministère de l'instruction publique et des beaux-arts*, dazu der *Rapport sur le budget général de l'exercice 1897 (Ministère de l'instruction publique, des beaux-arts et des cultes — service des beaux-arts) par Georges Berger*, Paris 1896.

Uebertrag 20 000 Fr. — 22 400 Fr.

B. Unterhaltung, einschliesslich Heizung, Beleuchtung, Generalausgaben 29 600 „

49 600 Fr. — 52 000 Fr.

Im Budget für 1897 angesetzt 49 000 „

6. Musée de Cluny.

A. Personal.

Ein Director 10 000 Fr.

Ein Secretär 2 800 „

Achtzehn Gardiens (à 1500 bis 1800 fr.) 27 000 „ — 32 400 Fr.

B. Unterhaltung, einschliesslich Material, Beleuchtung, Heizung, Verschiedenes 16 700 „

Unterhaltung des Gartens (im Abonnement mit der Stadt Paris) 1 500 „

58 000 Fr. — 63 400 Fr.

Im Budget für 1897 angesetzt 60 200 „

Das Gesamtbudget für die *monuments historiques* allein hat in Frankreich ein aufserordentlich rasches Wachstum erfahren.⁸⁴⁾

Im Jahre 1831 80 000

1836 120 000

1837 200 000

1838 400 000

1848 800 000

1850 745 000

1855 870 000

1859 1 100 000

1876 1 100 000

1883 1 545 200

1888 1 300 000

1892 1 336 000

1894 1 361 000

1896 1 361 000

1897 1 284 200

Von dieser Summe gehen die Kosten für die *inspection générale*, die Reisen und Besichtigungen, für die Photographien und die Vermehrung der Bibliothek und des Denkmälerarchivs, die Unterhaltung des Trocadéromuseums und des Clunymuseums, insgesamt etwa 300 000 Fr. jährlich, ab. Thatsächlich sind für ausgeführte Wiederherstellungsarbeiten aus-

gegeben worden:

im Jahre 1895 976 524 Fr.,

im Jahre 1896 1 019 067 „

Die Vertheilung dieser Mittel erfolgt nach dem Gutachten der *commission des monuments historiques*. Für alle grossen Wiederherstellungsarbeiten werden, da man die Unzulänglichkeit vorher aufgestellter Kostenanschläge längst erfahren hat, immer nur grössere Summen als Credit angesetzt. So finden sich

84) Im Capitel 2 des Budgets für den *service des beaux-arts* von 1897 sind diese für die ganze *administration centrale des beaux-arts* mit insgesamt 72 000 Fr. berechnet, die sich auf sieben Bureaus vertheilen.

85) Die Ziffern nach den Angaben bei Pariset, *Les monuments historiques* p. 40; Du Sommerard, *Les monuments historiques* p. 6 und nach Mittheilungen aus dem *bureau der commission*.

in den letzten Budgets regelmässig für Notre-Dame in Laon und für den Mont-Saint-Michel je 100 000 Fr. eingesetzt. Dann folgen aber sofort weit niedrigere Summen: so sind im Jahre 1896 ausgegeben für die Wiederherstellung der Befestigungen von Carcassonne 29 999 Fr., für das Schloß zu Blois 62 889 Fr., für das Theater in Orange 40 000 Fr., bis herab zu kleinen Summen von wenigen hundert Fr. Im ganzen sind im Jahre 1895 119 Denkmäler, im Jahre 1896 140 Denkmäler auf diese Weise unterstützt worden.

Nur ist diese Summe eben niemals als Gesamtziffer der für die classirten Denkmäler überhaupt aufgewandten Mittel anzusehen. Im Artikel 8 der Ausführungsverordnung vom 3. Januar 1889 ist ausdrücklich betont, daß durch das *classement* nicht ein Zuschuß zu den Wiederherstellungskosten aus dem Fonds für die *monuments historiques* bedingt sei. Das gilt natürlich vor allem auch für die dem Staat gehörigen Denkmäler. Sodann ist der ganze Fonds der Commission nur ein Unterstützungsfonds. Man darf ungefähr rechnen, daß, wenn die Commission eine Million ausgiebt, im ganzen für drei Millionen Arbeiten ausgeführt werden. Handelt es sich um ein profanes Denkmal, so wird an die *municipalité* oder an den *conseil général* das Ersuchen gestellt, mindestens die Hälfte, gewöhnlich aber mehr beizutragen. Nur bei kleinen Kirchen bewilligt die Commission bis zwei Drittel der Kosten und wendet sich wegen des Restes an die *conseils généraux* oder im Nothfall an den *ministre des cultes*, dem ein eigener Dispositionsfonds für arme Kirchen eröffnet ist. Bei der Vertheilung der Kosten spielt natürlich die Leistungsfähigkeit der betreffenden Gemeinden eine Rolle und die Frage, ob die Wiederherstellung von den Gemeinden oder den Ortsbehörden beantragt ist oder ob die Commission sie angeregt hat.

V. Organisation des service des bâtiments civils et des palais nationaux.

Seit der *service des bâtiments civils* und der *palais nationaux* durch das Decret vom 1. October 1895 endlich wieder der *direction des beaux-arts* und damit dem Unterrichtsministerium unterstellt ist, ist die Organisation dieses besonderen Zweiges der Verwaltung von geschichtlichen Denkmälern eine verhältnismässig einfache geworden. Bis zum Jahre 1895 bestand dieser *service* aus vier einzelnen Bureaus, seit der Neuformation umfaßt es ein einziges Bureau. Die Zusammensetzung ist eine der *commission d. mon. hist.* ganz entsprechende. An der Spitze steht ein Chef, unter ihm ein Sous-chef, fünf Redacteurs, fünf Expedienten. Ihm steht noch ein *bureau des comptes* zur Seite, das aber lediglich mit der Vorbereitung der Anschläge und der Prüfung der Rechnungen zu thun hat (ein Chef, ein Sous-chef, ein Redacteur, vier Expedienten).

An das *bureau des bâtiments civils* ist ganz wie an das *bureau des monuments historiques* eine erweiterte Commission angeschlossen, deren Ansicht bei allen wichtigen Fragen eingeholt wird. Sie führt den Namen: *Commission supérieure des bâtiments civils et des palais nationaux* und besteht aus dem Minister als Präsident, dem *directeur des beaux-arts* als Vicepräsident; als geborene Mitglieder gehören ihr an der *directeur des travaux de Paris*, der *directeur général de l'enregistrement des domaines et du timbre*, sowie die vier

inspecteurs généraux des bâtiments civils, außerdem 15 vom Minister hinzugewählte Mitglieder. Ihre Aufgabe ist, sich über die Nothwendigkeit und Zulässigkeit der größeren baulichen Arbeiten auszusprechen und über den Grad der Dringlichkeit, nach dem die Arbeiten in Angriff zu nehmen sind. Die Commission erfüllt hier für die dieser Abtheilung unterstellten Denkmäler ungefähr die gleiche Pflicht wie die *commission des monuments historiques*. Daneben giebt es noch eine zweite Commission, den *conseil général des bâtiments civils*, der aus fünf dauernden Mitgliedern: dem *directeur des beaux-arts* und den vier *inspecteurs généraux* und aus sechs auf Zeit gewählten Architekten (die dafür Diäten, durchschnittlich 800 Fr. im Jahr, beziehen) besteht; außerdem gehören zu ihm zwei Auditeurs, ein Contrôleur und ein Secretär. Diesem *conseil* liegt die technische Prüfung sowohl der von den Architekten der Abtheilung angefertigten, wie der von den verschiedenen Verwaltungsstellen des Staates, den Départements, den Communes ihm überwiesenen Entwürfe ob, die technische Prüfung der von dem *conseil d'état* oder von den *conseils de préfecture* eingelegten Berufungen gegen bauliche Anlagen, der wichtigeren Anbauungs- und Fluchtlinienpläne und technische Begutachtung der zwischen Architekten und Ortsbehörden entstandenen Schwierigkeiten.

Die Seele und die bewegende Kraft dieser ganzen bedeutenden Organisation ist natürlich der Chef des Bureaus, z. Z. M. Picot; mit Oberleitung der einzelnen Arbeiten an Ort und Stelle sind, insbesondere soweit es sich hier um Aufgaben der Denkmalpflege handelt, ganz entsprechend der von der *commission des monuments historiques* getroffenen Einrichtung, vier Generalinspectoren betraut, die den Titel: *inspecteurs généraux des bâtiments civils* führen. Es sind dies z. Z. die M. M. Moyaux, Guadet, Scelliers de Gisors und Pascal. Jedes der Abtheilung unterstellte größere Bauwerk hat nun noch seinen eigenen Architekten, dem die Sorge für die Unterhaltung obliegt. Sind dies moderne Anlagen, so ist das natürlich der Erbauer. Die mit der Aufsicht betrauten Architekten führen officiell nach ihm den Titel, z. B. Garnier den Titel: *architecte de l'opéra*. Der Chef des Bureaus bezieht einen Gehalt von 9000 Franken, die vier Generalinspectoren einen solchen von 6000 Franken. Im allgemeinen stellen sich die Ausgaben für das Personal in dem Bureau ziemlich hoch:

Für die <i>bâtiments civils</i> im Jahre 1895	. 113 976 Fr.
im Jahre 1896	. 112 443 „
Im Budget für 1897 eingesetzt 104 000 „
Für die <i>palais nationaux</i> im Jahre 1895	. 132 995 „
im Jahre 1896	. 129 238 „
Im Budget für 1897 eingesetzt 130 000 „ ⁸⁶⁾

Die Architekten des *service* erhalten kein festes Honorar, sie beziehen wie bei der *commission des monuments historiques* einen bestimmten Procentsatz von der insgesamt aufgewandten Summe, und zwar bei Arbeiten für die Unterhaltung 4 vom Hundert und bei den sog. großen Ausbesserungen 3 v. Hundert (1 v. H. geht in jedem Falle noch ab für den *vérificateur*).

Die von dem *service* ausgeführten Arbeiten werden geschieden in zwei Klassen: in einfache Unterhaltungsarbeiten

⁸⁶⁾ Das Personal ist aufgezählt in dem *Compte définitif des dépenses de l'exercice 1896*, p. 395, 401 die einzelnen Unterbeamten in dem Rapport von Georges Berger, p. 129.

und in die größeren Ausbesserungen, unter denen auch Umbauten und Erweiterungsbauten zum Zwecke der weiteren Nutzbarmachung mitgerechnet werden.

Die für die Unterhaltung ausgeworfenen Summen bleiben im wesentlichen constant, nachdem sie einmal auf Grund langjähriger Erfahrung festgestellt worden sind; doch finden sich immer kleine Verschiebungen. Die Summen für die großen Ausbesserungen wechseln natürlich fortwährend, je nachdem bei dem einen oder anderen Denkmal größere Arbeiten nothwendig geworden sind.

Die Summen sind in den letzten Jahren ziemlich gleich geblieben, sodass von 1895 bis 1897 kaum Veränderungen eingetreten sind. Das Wachsen des Budgets läßt sich besser erkennen beim Vergleich mit einem früheren Jahr. Es sind eingesetzt im Budget:

I. für die *bâtimens civils*:

a) <i>entretien</i> im Jahre 1892	698 800 Fr.
im Jahre 1897	798 800 „
b) <i>grosses réparations</i> im Jahre 1892 .	478 960 „
im Jahre 1897 .	593 000 „

II. für die *palais nationaux*:

a) <i>entretien</i> im Jahre 1892	610 000 „
im Jahre 1897	700 000 „
b) <i>grosses réparations</i> im Jahre 1892 .	173 000 „
im Jahre 1897 .	300 000 „

Unter den großen Ausbesserungen an den *palais nationaux* sind weitaus die meisten als Wiederherstellungsarbeiten im Sinne der Denkmalpflege aufzufassen, zumal die Arbeiten an den großen Renaissanceschlössern Pau, Rambouillet und Fontainebleau, an den Schlössern zu Versailles und Compiègne, am Louvre und am Palais du Luxembourg. So sind beispielsweise ausgegeben worden:

Für das Schloß von Fontainebleau:

a) <i>entretien</i> im Jahre 1895	58 030 Fr.
im Jahre 1896	55 124 „
b) <i>grosses réparations</i> im Jahre 1895 .	53 536 „
im Jahre 1896 .	44 071 „

Für das Schloß in Versailles und die Trianons:

a) <i>entretien</i> im Jahre 1895	158 283 „
im Jahre 1896	148 615 „
b) <i>grosses réparations</i> im Jahre 1895 .	32 708 „
im Jahre 1896 .	20 552 „

Für das Palais du Luxembourg:

a) <i>entretien</i> im Jahre 1895	27 377 „
im Jahre 1896	14 391 „
b) <i>grosses réparations</i> im Jahre 1895 .	9 494 „
im Jahre 1896 .	31 444 „

VI. Organisation der *direction des cultes*.

Die Organisation des *service des édifices diocésains* in der *direction des cultes* ist nun ganz entsprechend der der *commission des monuments historiques*. An der Spitze des Bureaus steht ein Chef (z. Z. M. Edmund Turcot), dem natürlich die nöthigen Bureaubeamten zur Seite stehen. Für die Berathung größerer Unternehmungen und die Begutachtung wichtigerer Entwürfe besteht, entsprechend dem *conseil*

général des bâtimens civils, ein *comité des édifices diocésains et paroissiaux*, an dessen Spitze der *directeur des cultes* steht und dem außer den drei *inspecteurs généraux* und einem Secretär noch 17 Architekten als *rapporteurs* angehören.⁸⁷⁾ Die dauernde und lebendige Vermittlung zwischen dem Bureau und den Arbeiten in der Provinz und die verantwortlichen künstlerischen Oberleiter aller baulichen Arbeiten sind die drei *inspecteurs généraux des édifices diocésains*, zur Zeit de Baudot, Corroyer, Vaudremer, alle drei Kräfte ersten Ranges, die wie ihre Collegen von der *commission des monuments historiques* ganz Frankreich unter sich getheilt haben, derart, daß de Baudot den ganzen Norden, Corroyer den Südwesten, Vaudremer den Südosten verwaltet. Sie beziehen ein festes Gehalt von 6000 Fr., alle Reisen werden, wie üblich, besonders bezahlt. Das Archiv des Bureaus enthält dieselben werthvollen Urkunden an Berichten der Architekten wie das der *commission des monuments historiques*, aber sehr wenig zeichnerische Aufnahmen; nur eine vollständige Sammlung von Photographieen ist vorhanden. Die Verschiedenheit in der Behandlung und Verwaltung der doch so eng verwandten Denkmäler, die dem Schutze der *commission d. mon. hist.* und der *direction des cultes* unterstellt sind, findet auch hierin ihren Ausdruck.

Die Arbeiten an den kirchlichen Gebäuden selbst werden nun wieder von einer beschränkten Zahl auserlesener Architekten ausgeführt. Frankreich besitzt 87 Erzbisthümer und Bisthümer; in jedem ist ein einziger Architekt mit der Ausführung aller baulichen Arbeiten unter der Oberleitung und Controle der drei *inspecteurs généraux* betraut — den Architekt ernennt der Minister, zu dessen Ressort die *direction des cultes* gehört. Es liegt hierin wieder ein ganz außerordentlicher Vortheil, indem auf diese Weise auch für die sämtlichen Unterhaltungs- wie Ausbesserungsarbeiten an den katholischen Kirchengebäuden ein besonders geeigneter und geprüfter Architekt berufen wird. Daß der Staat hieran ein ausgeprägtes Interesse haben muß, liegt auf der Hand.⁸⁸⁾

Auch für die Aufnahme in die Reihe dieser *architectes diocésains* ist — und zwar schon seit dem Jahre 1884 — eine Prüfung festgesetzt. Es sind hier ähnliche, ziemlich scharfe Prüfungsbedingungen wie in der *commission d. mon. hist.* festgesetzt, nur noch mehr ins einzelne gehend. Zugelassen zur Prüfung werden von vornherein die *rapporteurs* des Comités, sobald sie zwei Jahre bereits diesem angehören, die anderen Architekten nur wenn ihre vorgelegten Aufnahmen und Entwürfe als genügend bezeichnet worden sind. Für die schriftliche Prüfung wird verlangt ein Bericht, begleitet von Aufnahmen,

87) Die Zusammensetzung des *comité* und das Verzeichniß der Architekten sowie alle sonstigen Personalien enthalten in den alljährlich erscheinenden Almanachen: *La France ecclésiastique* (Paris, E. Plon, Nourrit & Cie.) und *Agenda spécial des architectes* (Paris, Librairies-imprimeries-réunies).

88) Es mag hier zur Beurtheilung dieses staatlichen Interesses in Preußen an den Erlaß des Königlichen Oberpräsidenten der Provinz Westfalen (im Auftrage des Ministers der geistlichen usw. Angelegenheiten) an die Bischöfe dieser Provinz vom 8. Mai 1852 über das kirchliche Bauwesen erinnert sein (auch von dem Erzbisthumsverweser von Köln unter dem 6. December 1864 den Kirchenvorständen bekannt gegeben). Darin werden die Grenzen der selbständigen Mitwirkung der Staatsbehörde festgestellt gegenüber der Annahme eines eigenen geprüften Architekten zur technischen Bearbeitung der Kirchen- und Bausachen, „wogegen von staatswegen nichts zu erinnern sei“. Vgl. Dumont, Sammlung kirchlicher Erlasse für die Erzdiocese Köln, Köln 1891, S. 296.

Skizzen und Zeichnungen, der irgend einen schweren Unfall zum Thema hat, der einem Kirchengebäude des 11. bis 16. Jahrh. zugestofsen ist (der Unfall wird besonders angegeben: Zerstörung eines Strebesystems durch Ausweichen — Feuersbrunst im Innern eines Seitenschiffes, die das Triforium und das Fenster des Mittelschiffes angegriffen und den Strebe Pfeiler beschädigt hat usw.). Die mündliche Prüfung umfaßt Fragen über das Thema dieses Berichtes selbst nach der theoretischen, praktischen und technischen Seite, dann Fragen aus der französischen Archäologie, aus der Geschichte der nationalen Architektur vom 11. bis 16. Jahrhundert, über die Formensprache der verschiedenen Stile vom Anfang bis zum 18. Jahrhundert, über die besonderen Unterschiede der mittelalterlichen Baukunst in den einzelnen provincialen Schulen, über die Beziehungen der Diöcesanarchitekten zur Centralverwaltung, zu den Präfecten und Bischöfen, über das vom Diöcesanarchitekten zu verwaltende Rechnungswesen. Die Anforderungen sind hier also noch strenger als bei der *commission d. mon. hist.*⁸⁹⁾

Da verschiedene der Architekten gleichzeitig mehrere Diöcesen verwalten, ist ihre Zahl für 87 Diöcesen nur 57. Von diesen gehören 27 gleichzeitig auch den Architekten der *commission d. mon. hist.* an, sodafs eigentlich nur 30 neue Kräfte in Betracht kommen. Aber auch hier kommt der gleiche, durch das ganze unglückliche Centralisirungssystem Frankreichs bedingte Nachtheil in der Verwaltung zur Erscheinung: von 57 Architekten wohnen überhaupt nur 14 in der Provinz, alle übrigen in Paris. Auch die Diöcesanarchitekten beziehen ebensowenig wie die Architekten der *monuments historiques* ein festes Gehalt, sie werden vielmehr mit 5 v. H. von allen ausgeführten Arbeiten bezahlt. Daneben sind noch bei den wichtigeren Gebäuden am Ort oder in der Nachbarschaft wohnende Architekten mit der dauernden Ueberwachung betraut, entsprechend den *inspecteurs des travaux* bei der *commission d. mon. hist.*, die den Titel *inspecteurs locaux* führen. Sie beziehen ein kleines festes Gehalt, für alle *inspecteurs* zusammen ist im Budget (1896) die Summe von 36988 Fr. angesetzt.

Es ist nur natürlich, dafs die *direction des cultes* zum Theil dieselben Kräfte für ihre Architekten gewinnen mußte wie die *commission d. mon. hist.* So sind Laffillée, Magne, Petitgrand, Sauvageot, Révoil zugleich Diöcesanarchitekten, außerdem aber auch die sämtlichen drei *inspecteurs généraux des monuments historiques*. Die in ihnen vereinigten Kenntnisse und Fähigkeiten sind zu kostbar, als dafs sie hier ungenutzt bleiben dürften. Umgekehrt sind aber die *inspecteurs généraux des édifices diocésains* nicht zugleich Architekten der *commission d. mon. hist.* Nur de Baudot, der ebenso durch sein kunstgeschichtliches Wissen wie durch sein Können hervorragt, der Leiter des Unterrichtscursus im Trocadéro, ist zugleich Mitglied (aber nicht Architekt) der *commission d. mon. hist.*, ebenso Vaudremer; von den Architekten der *direction des cultes* ist Mitglied der Commission außerdem nur noch Formigé.

In der Aufstellung über die für die *édifices diocésains* verwandten Summen wird wieder genau geschieden zwischen

der bloßen Unterhaltung und den gröfseren Ausbesserungen. Für diese wird eine Gesamtziffer im Budget eingesetzt, deren Vertheilung in den Händen der *direction des cultes* liegt.⁹⁰⁾ Außerdem aber werden noch Specialcredite für verschiedene gröfsere Kathedralen eröffnet, die jeder einzelne besonders von der Kammer bewilligt werden müssen. In den Aufstellungen des Budgets sind die geschichtlichen Denkmale und die modernen Gebäude natürlich nicht geschieden, sodafs, um eine genaue Uebersicht darüber zu erhalten, was auf diesem Gebiete für die älteren kunstgeschichtlich bedeutenden Bauwerke geschieht, eine kleine Reduction der Ziffern nöthig ist (die neueren Anlagen verursachen naturgemäfs weniger Ausgaben).

Im Jahre 1896 sind ausgegeben

A. <i>entretien</i>			darunter geschichtliche Denkmäler:
Arbeiten an 83 Kathedralen	333 995 Fr.	300 000 Fr.	
Arbeiten an 82 bischöflichen			
Palästen	197 679 „	120 000 „	
Honorare der <i>inspecteurs locaux</i>	36 988 „	36 988 „	
	568 662 Fr.	456 988 Fr.	

B. <i>grosses réparations</i>			darunter geschichtliche Denkmäler:
Arbeiten an 47 Kathedralen	879 314 Fr.	800 000 Fr.	
Arbeiten an 8 bischöflichen			
Palästen	131 453 „	80 000 „	
Für <i>déplacements</i> usw.	81 365 „		
	1 092 132 Fr.	880 000 Fr.	

C. <i>crédits spéciaux</i>		
Restauration der Kathedrale in Bourges	24 974 Fr.	
" " " " " Erreux	26 952 „	
" " " " " Reims	100 000 „	
" " " " " Sens	24 299 „	
" " " " " Rouen	29 973 „	
Ausbau der Kathedrale in Clermont-Ferrand	24 299 „	
	230 497 Fr.	

(Die in diesem Titel noch enthaltenen Posten über den Neubau der Kathedralen in Gap und Marseille kommen für die Denkmalpflege nicht in Betracht.)

Die Gesamtsumme der für die Erhaltung der kirchlichen Gebäude hier ausgeworfenen Mittel würde demnach 1467485 Fr. betragen.

Um diese verschiedenen Ziffern aus den drei Abtheilungen der *monuments historiques*, der *édifices diocésains*, der *palais nationaux*, den in Preussen etwa aufgewandten Summen gegenüberstellen zu können, würden die Ausgaben für die *palais nationaux* zunächst ganz auszuschneiden sein. Sie würden in Preussen den königlichen Schlössern gleich zu setzen sein, deren Unterhaltung aus ganz bestimmten Fonds geschieht, die bei der Aufstellung einer Gesamtrechnung über die Ausgaben für Zwecke der Denkmalpflege nicht in Betracht gezogen zu werden pflegen.

Es blieben aber dann noch übrig die Ausgaben für die der *commission d. mon. hist.* und die der *direction des cultes* unterstellten Denkmäler.

89) Die Prüfungsbedingungen werden im *Journal officiel* jedesmal besonders veröffentlicht.

90) *Ministère de la justice et des cultes. Service des cultes. Compte définitif des dépenses de l'exercice 1896*, Paris 1897, p. 19, 44.

Für die *monuments historiques* haben im J. 1896 die Ausgaben betragen (eingerechnet der Kosten für das Bureau 45 400, für das Trocadéromuseum 40 000, für das Cluny-museum 60 000) 1 515 400 Fr.

Für die *édifices diocésains* ebenso (und zwar nur für die geschichtlichen Denkmäler, aber eingerechnet 30 000 Fr. für die General-inspectoren Gehälter und Reisen) 1 497 485 Fr.
 3 012 885 Fr.

Das macht also eine regelmässige Summe von jährlich rund drei Millionen Franken aus unmittelbaren Staatsmitteln, die für die Erhaltung der Denkmäler in Frankreich zur Verfügung gestellt wird. Dabei bleibt Algier noch ganz aus dem Spiele, wo jährlich für die *monuments historiques* rund 75 000, für die *édifices diocésains* rund 20 000, für die *bâtiments civils* und *palais nationaux* rund 135 000, für die Unterhaltung der muhamedanischen Cultusgebäude rund 100 000 Fr. ausgeworfen werden. (Schluß folgt.)

