

Die Kirche S. Andrea in Mantua.

Von E. Ritscher, Stadtbauinspector in Frankfurt a. M.

(Mit Abbildungen auf Blatt 1 bis 5 im Atlas.)

(Schluß.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Nach jener Zeit lag der Bau still, bis man im Jahre 1597 mit großen Mitteln den Bau des Querschiffes und des Chores sowie die Erweiterung der Unterkirche in Angriff nahm. Sichere Nachrichten über diese Bauzeit sind uns von Donesmondi, unter dessen Augen jene Arbeiten ausgeführt wurden, überliefert. Im 6. Buch seiner „Istoria Ecclesiastica“ schreibt er, daß der Kaiser Rudolf den Herzog von Mantua, Vincenzo IV., zur Unterstützung gegen die Türken aufgefordert habe. Der Herzog rüstete eine Reiterabtheilung aus und verließ mit derselben Mantua am 28. Juli 1597, um sich zunächst nach Prag zu begeben. Vor seiner Abreise befahl er die Weiterführung des Chores von S. Andrea „conforme all' antico disegno del Marchese Lodovico secondo“, d. h. also nach der alten Bauzeichnung Albertis, die damals noch erhalten war. Auf Betreiben des Primicerios Petrozanni wurde am 27. August desselben Jahres mit dem Bau begonnen. „Nach dreijähriger Bauzeit“, schreibt Donesmondi weiter, „war das Werk so weit vollendet, wie man es jetzt noch sieht. Und es ereignete sich, daß man bei der Vergrößerung der Krypta ein Gefäß aus weißem Marmor fand.“ Der Bau dauerte also von 1597 bis 1600. Da das Buch des Donesmondi 1616 erschien, und da er schreibt: „das Werk war so weit vollendet, wie man es jetzt noch sieht“, so wurde von 1600 bis 1616 nicht mehr gebaut. Wie die Kirche im Jahre 1616 aussah, beschreibt Donesmondi schon an früherer Stelle. Aus dieser Beschreibung ergibt sich, daß man in jenen drei Jahren das ganze Querschiff mit seinen vier Capellen und dem Chore bis zur Höhe des Hauptgesimses fertig stellte; das große Gewölbe kam nicht zur Ausführung. Von den Stellen bei Donesmondi abgesehen, geht auch aus dem im Archivio Gonzaga aufbewahrten Testamente des Herzogs Vicenzo vom 3. Februar 1612 hervor, daß man in der dreijährigen Bauzeit auch die Krypta vergrößerte, um in den Nischen und Ecken Denkmäler und Marmorgräber der früheren Fürsten aufzustellen. Da bei dieser Erweiterung ein Unterwühlen der Mauern des alten Chores wohl nicht gut zugänglich war, so wird man auch zu jener Zeit den alten Chor, der in der Vierung stand, abgebrochen haben. Obwohl sich diese Annahme unabweisbar aufdrängt, so erschien es mir doch gewagt, daraus eine provisorische Eindeckung des ganzen Querschiffes, der Vierung und des Chores zu folgern. Und doch war diese Eindeckung die einzige Möglichkeit, um die heiligen Handlungen vor Wind und Wetter geschützt im neuen Chore vornehmen zu können. Nach langem Suchen im Archivio del Primiceriato fand ich ein wichtiges Actenstück (Busta XXII, fac. II), welches die provisorische Eindeckung bestätigte. Es enthält eine Rechnungslegung über die Baugelder während der Zeit von 1698 bis 1704. Die in der noch nicht ver-

öffentlichten Urkunde beschriebenen Arbeiten setzen da ein, wo man im Jahre 1600 aufgehört hatte; das heißt also: der Bau hat nicht bloß von 1600 bis 1616, sondern bis 1696 geruht; demnach hat ein fast hundertjähriger Baustillstand stattgefunden, eine erklärliche Thatsache, wenn man die Ungunst der damaligen Zeitverhältnisse, die Plünderung Mantuas, die große Pest usw. in Rechnung zieht. Daß man nicht während eines Jahrhunderts den Gottesdienst in offenem Chore abhielt, ist einleuchtend; in dem genannten Actenstück ist aber auch geradezu gesagt: „Nach Beendigung und Abgleichung des großen (Vierungs-) Bogens errichtete man das große mittlere Gerüst, um die alte Eindeckung (über der Vierung) abzubrechen.“ Dies war das provisorische Dach über der Vierung, welches man 1600 nach Einstellung der Bauarbeiten errichtet hatte; und ebenso wird man die anderen ungewölbten Theile des Querschiffes und des Chores geschützt haben.

Wer der leitende Architekt bei den Arbeiten von 1597 bis 1600 war, ist nicht festzustellen; von späteren Schriftstellern, besonders von dem gewissenhaften Tonelli wird Antonio Maria Viani aus Cremona genannt. Das ist nicht unmöglich, Viani arbeitete damals als Maler in S. Andrea und starb 1629. Jedenfalls war man sich schon damals über die Errichtung einer Kuppel einig; denn Donesmondi sagt bei der Beschreibung der Kirche: „Oltre il quadrato della cupola vi è il Coro, il quale fu formito con il predetto quadro conforme al modello antico.“ Also auch in der alten Zeichnung war eine Kuppel vorgesehen, wenn auch, wie wir später nachweisen werden, in anderer Weise als die jetzige. In jener Zeit hatte man noch das Verständniß für die keuschen Formen des Alberti, und es ist bedauerlich, daß das Werk wiederum unvollendet liegen blieb, und zwar beinahe 100 Jahre, bis zu einer Zeit mit neuen Anschauungen, großem Können und dementsprechend rücksichtslosem Vorgehen.

Viele andere Kirchen waren seitdem in Mantua entstanden, die durch ihren Prunk und ihre Formenfülle den alten Ruhm von S. Andrea verdunkelten, sodaß sich schließlich die Gemeinde zu einer dem neuen Geschmack entsprechenden Vollendung des Querschiffes und Umänderung der fertigen Theile entschloß. Im Jahre 1697 veranstaltete man große Sammlungen für die Kirche und berief den Architekten Torre aus Bologna zur Ausarbeitung der Pläne und zur Leitung des Baues. Wie in der Quellenangabe mitgetheilt ist, sind die meisterhaften Zeichnungen Torres erhalten. Aus ihnen geht hervor, daß der Künstler die Absicht hatte, die ganze Kirche im barocken Sinne umzubauen. Das Hauptgesims sollte über den Pilastern verkröpft werden. Diese Verkröpfungen sollten sich im Gewölbe durch Archivolten fortsetzen; die so entstehenden Gewölbejoche sollten Stiehkappen mit Halbkreis-

fenstern erhalten. Den runden Fenstern in den Schildbogenwänden der großen Capellen wollte Torre ovale Form geben; über den großen Mittelthüren in den Giebelwänden der Schiffe plante er je ein rechteckiges Fenster mit flachbogigem Schluss an Stelle der in den Giebeln dieser Wände befindlichen großen Rundfenster. Seine Vorschläge gingen noch weiter: er beabsichtigte die Zerstörung des schönen gothischen Glockenthurmes (Text-Abb. 3) und an dessen Stelle die Erbauung eines barocken Thurmes. Die westliche und nördliche Vorhalle sollten noch ein zweites Säulengeschoss erhalten, und eine ebensolche Vorhalle sollte den südlichen Kreuzarm nach der Piazza Erbe hin öffnen, wodurch sicherlich ein dem Gottesdienst nicht zuträglicher, stark benutzter Durchgang entstanden wäre. Ueber der Vierung plante Torre eine Kuppel, ähnlich der jetzigen (Text-Abb. 4), aber noch höher und reicher.

Zum Glück gelangten diese Vorschläge nur theilweise zur Ausführung, und eine spätere Zeit hat bis auf wenige Reste das Ausgeführte im alten Sinne wieder umgestaltet. Die vorerwähnte Rechnungslegung giebt genaue Auskunft über die von Torre ausgeführten Arbeiten. Die Ausdrucksweise der Urkunde ist freilich an manchen Stellen unklar; ich habe meine Vermuthungen in die folgende bis auf verschiedene Kürzungen wörtliche Uebersetzung eingeschoben.

Erstes Jahr.

Rechnungslegung über die Anwendung der 136289 Lire und 3 Soldi, die für den Bau von S. Andrea in Mantua dargebracht sind, während des Jahres 1697 bis zum 31. März 1698, zu welcher Zeit der Bau wieder angefangen wurde.

Der Bau von S. Andrea besteht (zunächst) in der Errichtung des Gerüstes des Chores bis zur Höhe des Gewölbes aus verdoppeltem Holz von 45 von den Bergen von Trani, verbunden durch Holz von 40 und 36; sodann hat man die vier Strebepfeiler, welche das Gewölbe (des Chores und des davor liegenden Presbyteriums) stützen (also die über Dach geführten Seitenmauern der an das Presbyterium grenzenden Sacristeien), errichtet und vollendet. Jeder ist 20 Ellen lang, 5 dick und 22 hoch. Man hat sodann das Gewölbe (vor dem Chore hergestellt (über dem Presbyterium), welches $24\frac{1}{2}$ Ellen lang ist und im Halbkreis $63\frac{1}{2}$ Ellen mifst. (Wegen des Seitenschubes der sich dagegen lehnenen Halbkuppel des Chores mußte dieses Gewölbe zuerst ausgeführt werden.) Mit dem Gewölbe des Chores, dem Hauptbogen, dem kleineren Bogen und der Einfassung ist dieses Gewölbe 2 Ellen dick, d. h. 6 Steine stark. Nachdem dieses (und die Halbkuppel über dem Chor) sowie die ohne Sparren (unmittelbar auf dem schräg abgeglichenen Gewölbe verlegte) Ziegeleindeckung ausgeführt war, wurde am 17. August 1697 angefangen, die Mauern nach dem Platze (Erbe) zu (d. h. die Mauern des südlichen Kreuzarmes) wieder herzustellen, welche stark beschädigt waren und deren Fundamente zum Theil wieder hergestellt werden mußten. Von der (südlichen Giebel-)Mauer, die von unten auf bis zum Anfang des Gesimses 30 Ellen mifst, waren etwa 8 Ellen ausgeführt, welche aber größtentheils zerstört waren. Diese Mauer ist 7 Steine stark. Es wurden dann die zwei seitlichen Pfeiler dieser Mauer (die südlichen Seitenwände der anliegenden Capellen) im Bankett verstärkt und ein weiterer (südöstlicher Vierungs-) Pfeiler

fundamentirt und ein vierter (südwestlicher Vierungspfeiler) von den Fundamenten bis zur Höhe der Capelle ausgeführt.

Zweites Jahr.

Rechnungslegung über die Anwendung der 64497 Lire 18 Soldi, die für den Bau von S. Andrea während des Jahres 1698 dargebracht sind.

Man fing den Bau an der nach den Arcaden hin gelegenen Seite (des südlichen Kreuzarmes) an. Zunächst erhöhte man, ähnlich wie bei dem Gerüst im vorhergehenden Jahre, das Hauptgerüst bis zur Höhe des (zukünftigen) Gewölbes. Hiernach begann man mit der Erhöhung der zwei nach dem Platze zu gelegenen, seitlichen Pilaster (d. h. der den Seitenschub des großen Tonnengewölbes aufnehmenden Aufmauerungen zu beiden Seiten des Abschlußgiebels des südlichen Kreuzarmes). Jeder Pilaster ist 22,6 Ellen hoch und 12 Ellen breit, mit zwei Eckquaderungen, welche je 22 Ellen hoch sind, einschließlic des (Abdeckungs-)Gesimses, welches herumläuft. Dann erhöhte man das (mittlere) Mauerwerk der (südlichen) Façade, mit dem großen Fenster in der Mitte. Ferner erhöhte man die beiden (Vierungs-) Pfeiler nach der Kirche zu, wo sich die beiden Wendeltreppen befinden. Weiter sind die beiden Mauern über den nach dem südlichen Kreuzarm sich öffnenden Bögen der beiden seitlichen Capellen gefertigt, über denen das (Haupt-)Gesims herumläuft. Das alte (Haupt-)Gesims, welches falsch safs, wurde abgebrochen, und der neue Architrav, über dem der Fries und dann das Gesims sitzt, der neuen Form der Zeichnung des Architekten Torre gemäß angefangen. Sodann begann man das große (Tonnen-)Gewölbe, welches 27,4 Ellen lang ist und im Umkreis 63,2 Ellen mifst, mit seinen Einfassungen, wie man es in der Zeichnung sieht. Das genannte Gewölbe ist 6 Steine stark, seitlich mit Steinen ganz abgeglichen und auf der (so hergestellten) Schräge mit Ziegeln bedeckt ohne irgend welche Sparren. Man mauerte den (südlichen) Giebel in Bogenform mit Gesims, um die schräge Dachfläche zu verdecken (Text-Abb. 4).

In der Mitte (des Giebels) wurde ein Sockel von Marmor errichtet, um ein Kreuz darauf zu stellen, und nachdem dieses vollendet war, hat man das Hauptgerüst in dem anderen (nördlichen Kreuz-)Flügel nach dem Pfarrhause zu erhöht bis zur Höhe des alten (Haupt-)Gesimses.

Drittes Jahr.

Rechnungslegung über die Anwendung der 46224 Lire 4 Soldi, die für den Bau von S. Andrea während des Jahres 1699 dargebracht sind.

Man begann den Bau an der nach dem Pfarrhause zu gelegenen (Nord-)Seite mit der Erhöhung des Hauptgerüstes, und zwar vom alten (Haupt-)Gesimse an bis zum Scheitel des Gewölbes. Darauf brach man das Stück Mauerwerk über dem genannten alten Gesimse und gleichzeitig auch das Gesims selbst sowohl auf der einen als auch auf der anderen Seite ab, weil es falsch safs, ebenso wie das im vorhergehenden Jahre gefertigte. Dann fing man ebenso wie im vorausgegangenen Jahre die neue Architektur an und führte sie höher mit ihren Verzierungen; sodann kam das neue Gesims nach der Zeichnung des Architekten Torre an die Reihe. Nach Vollendung erhöhte man die beiden Seiten-

mauern (des nördlichen Giebels), welche einschliesslich der Façade eine Dicke von 5 Ellen haben. Die Höhe und die Breite ist dieselbe wie bei den im vorhergehenden Jahre ausgeführten. Sodann hat man die zwei grossen (mittleren) Pilaster (zwischen den drei Thüren der nördlichen Giebelwand) mit dem alten Gesims, welches die Façade durchschnitt, bis zum Fußboden der Kirche abgebrochen. Man fuhr fort, die vier seitlichen grossen Pilaster zu errichten, wo sich vier Wendeltreppen befinden, welche ebenso wie die nach dem Platze zu gelegenen hochgeführt wurden (d. h. die schon vorher erwähnten zwei Seitenpfeiler des Nordgiebels und die zwei Vierungspfeiler). Dann führte man die beiden Aufsenmauern (Rückwände der seitlichen Capellen) mit ihren Bögen hoch, um den halbkreisförmigen Fenstern (welche früher kreisförmig gewesen waren) Licht zu geben. Ueber diesen Mauern befindet sich das ganz herumlaufende grosse (äufsere) Gesims. Sodann errichtete man den Giebel der Façade der Zeichnung gemäss mit zwei grossen und zwei kleinen Inschrifttafeln, um die Seitenmauern gleichmässig auszubilden. Dann wurde das grosse Gewölbe (über dem nördlichen Kreuzarm) begonnen, welches 27 Ellen 4 Zoll lang ist und im Umkreis 63 Ellen 2 Zoll misst. Das mit den Einfassungen 6 Stein starke Gewölbe ist ganz hintermauert, und die so entstandene Dachschräge mit Dachsteinen bedeckt; ebenso hat man die herumgehenden Mauern und Gesimse mit Dachsteinen abgedeckt. — Dann brach man die alte Eindeckung über der nördlichen Vorhalle ab, hob die Balken ab und liefs sie herunter. Nachdem die Eindeckung über der Vorhalle abgebrochen war, wurden die an der Façade stehenden (seitlichen) Pfeiler (der Vorhalle) entfernt und die Eindeckung tiefer neu wiederhergestellt, weil früher ein grosser Theil des grossen (mittleren) Fensters (der Giebelwand des nördlichen Querschiffes) dadurch verdeckt war. (Bei der alten westlichen Vorhalle des Lang-

schiffes hat man sich dadurch geholfen, dafs in dem Dach über der Vorhalle in der Breite des Fensters eine Lücke verblieb und dieser Ausschnitt durch ein über dem Fenster gelegenes, rundbogiges, vorn offenes Dach geschützt war (s. die Ansicht, Blatt 1). Und nachdem man von neuem die beiden seitlichen Capellen S. Stefano und S. Carlo wieder eingedeckt hatte, wurden ebenso alle die alten Eindeckungen, welche sich um diesen (nördlichen) Kreuzarm der Kirche befinden, wiederhergestellt.



Abb. 4. Blick auf die Kuppel von S. Andrea, von der Piazza Erbe aus.

dem Kämpfer des ersten grossen (Vierungs-)Bogens nach dem Chore zu und erneuerte darauf die betreffenden (Haupt-)Gesimse nach der neuen Zeichnung, nachdem das ganze Gerüst wieder aufgebaut war. Sodann stellte man den genannten grossen (Vierungs-)Bogen nach dem Chore zu in einer Stärke von 14 Steinen her.

Nach Beendigung und Abgleichung des grossen Bogens errichtete man das grosse mittlere Gerüst, um die alte provisorische Eindeckung (über der Vierung) abzubrechen. Man führte dann die 16 grossen Pilaster hoch, acht über dem genannten grossen (Vierungs-)Bogen und acht andere über dem

Viertes Jahr.

Rechnungslegung über die Anwendung der 14905 Lire 1 Soldi, die für den Bau von S. Andrea im Jahre 1700 dargebracht sind.

Man begann Kalk zu löschen nach der zu diesem Zweck erfolgten Reinigung und Vertiefung des nach dem Pfarrhause zu gelegenen Brunnens. Sodann wurde das Lärchenholz für die grossen Fenster hergerichtet, und das grosse Gewölbe nach dem Pfarrhause zu (im nördlichen Kreuzarm) vollendet und geweiht. Ausserdem sind noch verschiedene kleinere Ausbesserungs-Arbeiten vorgenommen.

Fünftes Jahr.

Rechnungslegung über die Anwendung der 35219 Lire 2 Soldi, die für den Bau von S. Andrea dargebracht sind.

Man fing den Bau an mit dem Abbruch der grossen Gesimse unter

alten Gewölbe (welches ohne untere Gurtungen bis an die Vierung reicht), und nach Abbruch der alten Eindeckung wurde die neue höher liegende Eindeckung (mit dem First in der Richtung des Querschiffes) hergestellt. Gleichzeitig deckte man die vier seitlichen Wendeltreppen (der Vierungspfeiler) ein und zog zwischen den vorerwähnten großen (das Dach tragenden) Pilastern (über dem vollendeten Vierungsbogen und über dem gegenüberliegenden alten Gewölbe) Verbindungsmauern hoch. Sodann wurden die zwei Giebelmauern (zwischen dem höher liegenden Dache der Vierung und den tiefer liegenden Dächern der Kreuzarme auf den Gewölben) errichtet und bedeckt. Nach Abbruch der zwei seitlichen Mauern, welche die alte Eindeckung gestützt hatten, wurde der genannte große (Vierungs-)Bogen vollendet und das große Gerüst abgebrochen, dessen Holz man in der Kirche aufstapelte. An der Südseite nach dem Platze zu ebnete man die Löcher wieder ein, welche durch das Herausziehen der Gerüststangen entstanden waren, ebenso mauerte man die für dieses Gerüst und für den genannten Vierungsbogen in das unterirdische Gewölbe eingebrochenen Löcher wieder aus. Die zwei anderen großen (Vierungs-)Bögen (nach den beiden Kreuzarmen zu), welche den früheren entsprechend sind, wurden ausgekragt. Die Auskragung ist etwa 10 Ellen hoch, damit die Bögen besser zusammenhalten, wenn Gott die Mittel schenkt diese großen (Vierungs-)Bögen herzustellen.

Sechstes Jahr.

Rechnungslegung über die 15353 Lire 17 Soldi, die für die Fortführung des Baues von S. Andrea am 20. Juni 1702 dargebracht sind.

Im Inneren der Kirche (an der Giebelwand des alten Langschiffes) fing man an, das Gerüst für die große Façade der Zeichnung entsprechend zu errichten, in derselben Weise, wie man es bei den beiden Kreuzarmen gethan hatte. Zunächst wurde das dort befindliche (Haupt-)Gesims mit den beiden Säulen zwischen der (mittleren) großen und den beiden (seitlichen) kleineren Thüren abgebrochen und in den beiden Ecken die neuen großen Gesimse der Zeichnung entsprechend wiederhergestellt. Sodann ist der große Bogen (des über der Mittelthür ausgebrochenen Fensters) unter dem kleinen (Kreise) ausgeführt und das große Fenster ganz erneuert, und zwar ist dasselbe 8 Ellen breit und 18 Ellen hoch. Ferner hat man die Façade nach dem Loth von oben bis zum Fenster über der großen Thür, welches schon ausgeführt war, wieder hergestellt, ebenso auch zwei Nischen, die sich über den kleinen Thüren in großer Höhe befinden; sodann wurden die sechs Fensterflügel mit ihren Glasscheiben angefertigt. Den 30. Januar 1703 brach man das Gerüst ab und stellte am 1. Februar die zwei Weihwasserbecken zwischen der großen und den beiden kleinen Thüren auf, um die Kirche freier zu haben, und schließlieh brachte man die sechs Eisendrahtgitter vor den sechs Fensterflügeln des genannten großen Fensters an.

Siebentes Jahr.

Im siebenten Jahre 1704 hat man nichts anderes vorgenommen, als die Aufstellung des Kreuzes mit dem Bilde des heiligen Longino auf dem Dache, wo die Kuppel errichtet werden soll.

Nach dem siebenten Jahre, vom Januar 1705 an bis zum April 1710 ist das Haus des Herrn Marchese Alessandro

Mainoldi gekauft und zum Aufbewahrungsort für die Sachen des Baues eingerichtet. Dann hat man die Stufen (des früheren Chores), welche (am Ende des Langschiffes) neben der Capelle des S. Longino lagen, vor den (im neuen Chor aufgestellten) großen Altar wieder hingebacht, nachdem vorher der Fußboden (unter der Vierung) erniedrigt und die Erde weggefahren war. Ferner sind die vergitterten Oeffnungen nach der unterirdischen Kirche hin vergrößert und noch neue hinzugefügt, sowie die Marmorstufen des neuen großen Altares angefertigt und bezahlt.

Antonio Ardenna,

Verwalter des neuen Baues von S. Andrea.

20. Mai 1731.

Damit schließt die Urkunde. Es ist ein Glück, daß, wahrscheinlich aus Geldmangel, der Bau unterbrochen werden mußte, sonst wären sicherlich auch die beiden Hauptwände und das Gewölbe des Langschiffes der neuen Kunstrichtung zum Opfer gefallen.

Da der Bericht aus dem Jahre 1731 stammt, darf mit Sicherheit angenommen werden, daß der Bau von 1710 bis 1731 still lag, wenngleich in dieser Zeit kleinere Erhaltungsarbeiten vorgenommen und Entwürfe für die weiteren Ausführungen gemacht wurden. Aus einem Holzregister (Archivio Primiceriato, Busta XXII, fac. II) geht z. B. hervor, daß im Jahre 1720 mehrfach Holzlieferungen stattfanden; und aus einem an derselben Stelle aufbewahrten Kostenüberschlage des Franz Fischer, Capo Comandant dell' Arsegleria Imperiale, vom 15. October 1715 über die Errichtung der noch fehlenden zwei Vierungsbögen und die Inangriffnahme der Kuppel ersehen wir, daß sich schon in jener Zeit das Hauptinteresse der endlichen Ausführung der Kuppel zugewandt hatte. Die nächsten sicheren Nachrichten über die Ausführung dieses Hauptbauteiles stammen aus dem Jahre 1732; und aus der Stadtbeschreibung von Cadioli, die im Jahre 1763 erschien, erfahren wir, daß nach den Zeichnungen des „Cavaliere Filippo Juvara aus Messina, Architetto di Sua Maesta Sarda“ gearbeitet wurde. Ein hervorragendes Verdienst für die Förderung des Kuppelbaues erwarb sich der damalige Primicerio, Nicolo Tasca aus Neapel. Gewohnt, mit seinen Plänen die Schnelligkeit der Ausführung zu verbinden, wurde er nicht müde, durch Berichte und Bittgesuche, durch Lotterien und Sammlungen Materialien und Geldspenden dem Bau zuzuwenden. Besonders war man über die Beschaffung des Holzes für die erforderlichen großen Gerüste zur Errichtung der Kuppel in Verlegenheit, und es wurde versucht, ähnlich wie in früheren Jahren, das Holz zollfrei aus Tirol zu beziehen. Ein Bericht des Ant. Ardenna vom 20. Mai 1731 giebt eine Liste des im Jahre 1697 gelieferten Holzes. (Arch. Primiceriato di S. Andrea, Busta XXII, fac. II.) Das auf diesen Bericht hin abgefaste Bittgesuch des Primicerios an den Kaiser habe ich nicht gefunden, wohl aber die kaiserliche Antwort vom 3. Mai 1732 (Busta XXII, fac. II), in welcher zollfreie Einfuhr des Holzes in der nachgesuchten Menge aus Tirol über Branzoll oder Sacco gewährt wird. Auch das Steinmaterial versuchte man durch Schenkung von der Regierung zu erhalten. In einem Schreiben vom 16. Juli 1732 des Gouverneurs von Mantua, Philipp, Landgraf von Hessen-Darmstadt, (Arch. Prim. B. XXII, fac. II) wird das Material des zerstörten Festungswerkes von Canetto dem Primicerio überlassen.

In demselben Actenstück des Arch. Prim. befindet sich ein Bericht über eine am 22. Mai 1734 beim Primicerio stattgehabte Sitzung, in welcher über die Abhaltung eines Lottos

weiteren Rüstung erbat man wieder die Unterstützung des Kaisers. Die nachgesuchte Zollbefreiung des Holzes wird gewährt worden sein; denn in einem Berichte des Senats vom



Abb. 5. Inneres. Blick in den Chor.

für den Bau der Kuppel berathen wurde. Die Urkunde enthält genaue Angaben über die Art und Weise der Veranstaltung. Im Jahre 1738 waren die Zwickel und das große Hauptgesims unter dem Tambour vollendet. Zur Herstellung der

27. Januar 1740 (Arch. Prim. B. XXII, fac. II) erbittet man die Erlaubnis zur Veranstaltung eines Lottos, um die Marmorstücke für die Säulen des Tambours hinaufschaffen zu können, was die Fertigstellung des Gerüsts voraussetzt. Die Bitte

wird insbesondere dadurch begründet, daß am 14. Mai 1733 eine ebensolche Lotterie von der Regierung gestattet sei.

Weitere Urkunden über den Kuppelbau habe ich nicht gefunden; von den Schriftstellern der damaligen Zeit berichtet Cadioli 1763, daß die Kuppel in ihrer rohen Masse vollendet sei. Antoldi schreibt 1816, daß die Kuppel am 21. Mai 1782 vollendet und eingedeckt sei, was 1818 durch Gaetano Susani bestätigt wird. Da die Aufnahme des Bottani die Stichkappen des Innengewölbes im Querschiff, welche in dem Entwurf von Torre vorgesehen waren, nicht mehr zeigt, so müssen jene Stichkappen während des Kuppelbaues wahrscheinlich aus statischen Rücksichten zugemauert worden sein, die Spuren der früheren Stichkappen sind noch jetzt im Putz zu entdecken, und wenn man den Grundriss der Vierungspfeiler (Blatt 1 Abb. 2) näher betrachtet, so erkennt man, daß noch weitere Verstärkungen für den Schub und Druck der Kuppel ausgeführt wurden. Zunächst fällt die aus der Achse gezogene Lage der nach den Wendeltreppen der Vierungspfeiler führenden Thüren auf, und bei örtlicher Untersuchung zeigt sich, daß hinter den jetzigen Thüren noch die in der Achse der Treppen liegenden ursprünglichen Thüren theilweise vermauert erhalten sind, daß also die jetzigen Thüren und die vorspringenden Pilaster zu beiden Seiten derselben später vorgebaut wurden. Daraus ergibt sich, daß die Vierungspfeiler früher dieselbe Breite und Ausbildung hatten, wie die Pfeiler zwischen den Capellen, und daß jene Pilastervorbauten nöthig wurden, um die Ausführung des Torreschen bzw. des wenig davon abweichenden jetzigen gewaltigen Kuppelaufbaues zu ermöglichen, für den die alten Vierungspfeiler zu schwach waren. Durch die Vorbauten verminderte man gleichzeitig die Spannweite der schwer belasteten Vierungsbögen. Aus der geringeren Stärke der alten Vierungspfeiler darf mit Sicherheit geschlossen werden, daß auch die von Alberti geplante Kuppel kleiner, also ohne Tambour, unmittelbar über dem Scheitel der Gewölbe ansetzend gedacht war. Bestätigt wird dieses durch die den Zeichnungen Torres beigefügte Erklärung, welche den Satz enthält: „*Propone che in luogo del catino si eriga la cupola giusta il disegno.*“

Das von Torre ausgeführte weit ausladende Hauptgesims im Querschiff und die Veränderungen dieses Architekten am alten Hauptgesims im Langschiff müssen auch während des Kuppelbaues beseitigt und im alten Sinne wieder hergestellt worden sein; denn die Zeichnung Bottanis zeigt schon die noch heute erhaltene Ausbildung. Ebenso ist aus jener Zeichnung zu folgern, daß man gleichzeitig den großen rechteckigen Fenstern in den Giebelwänden der Schiffe wieder die im alten Plane vorgesehene Rundform gab und das Fenster über der mittleren Thür im Westgiebel ganz vermauerte. Wengleich der Kuppelbau dem alten Plane nicht entspricht, so ist demnach doch dem Schöpfer desselben, Juvara, die vorsichtige Beseitigung störender Stilelemente und die Wiederherstellung klarer Gliederung zum großen Theil zu verdanken.

Als Maler des großen Bildes der Kuppel, der kleineren Bilder in den Vierungsbögen und Zwickeln und des Bildes in der Halbkuppel des Chores wird Giorgio Anselmi aus Verona von Antoldi und Susani genannt. Da Anselmi von 1723 bis 1797 lebte, so müssen jene Malereien unmittelbar

nach der Vollendung der Kuppel, das Bild im Chor vielleicht schon vor derselben ausgeführt sein, was einleuchtend ist, da man auf diese Weise besondere Malergerüste sparte. Die in der Aufnahme des Bottani enthaltenen Malereien der Pilaster müssen kurz vorher ausgeführt sein, denn von Cadioli werden dieselben 1763 noch nicht erwähnt. Die Pilaster-Malereien (s. Blatt 5) sind von Mantuanischen Decorationsmalern und Schülern der Virgilianischen Akademie hergestellt, und zwar werden genannt: „Andrea Mones, Giuseppe Crevola, Francesco Tartagnini, Paolo Zandalocca e fratelli Leandro e Giov. Battista Marconi.“

Sicherlich waren vor Schlufs des Jahrhunderts alle Bau- und Ausstattungsarbeiten bis auf weniges vollendet und die Kirche fertig. In der nun anbrechenden Zeit der Revolution wurde die Innenausstattung der kaum vollendeten Kirche vielfach beschädigt und zerstört. Man stemmte die Wappen von den Grabdenkmälern der alten Geschlechter ab und über-tünchte die Heiligenbilder. Bei dieser Gelegenheit verdeckte man auch, etwa 1797, die werthvollen Malereien der Mantegna-Capelle (Savoya, affreschi scoperti . . . Tip. Eredi Segna. Mantova 1872). Um dieselbe Zeit wurde die neben der Capellentür eingemauerte Reliefbüste Mantegnas (Text-Abb. 6) nach Paris geschafft; 1816 konnte man sie jedoch durch Vermittlung Franz' I. wieder am alten Platze aufstellen (Antoldi). Mit dem Beginn ruhigerer Zeiten nahm man auch im Anfang dieses Jahrhunderts unter Leitung des Architekten Paolo Pozzo die weitere Beseitigung und Umgestaltung der barocken Bautheile wieder auf. Die halbkreisförmigen Fenster in den Rückwänden der großen Capellen im Querschiff erhielten ihre ursprüngliche Kreisform wieder; im Langschiff unterblieb diese Arbeit. Auch der jetzige Hauptaltar aus dem Jahre 1803 wurde von Pozzo entworfen und aufgestellt, bei welcher Gelegenheit die Balustrade, welche früher in der Achse der ersten Vierungspilaster gestanden hatte, in die Achse des zweiten Pilasters nach dem Chore hin zurückgeschoben wurde; die Zeichnung des Bottani zeigt noch die alte Anordnung. Man gewann durch diese Aenderung einen größeren Vierungsraum und machte die Wendeltreppe in den Vierungspfeilern, anstatt vom Chor, von der Vierung aus zugänglich. Besonderes Verdienst erwarb sich Pozzo durch die Sammlung der vielen in den unterdrückten Kirchen der Zerstörung preisgegebenen Grabdenkmäler und deren Aufstellung in S. Andrea (vgl. Abb. 7 und 8 S. 195 und 197).

Im Jahre 1818 errichtete man in der Mitte der Krypta das auf acht Säulen ruhende Tempelchen, dessen erhöhtes Gewölbe in den Fußboden der Vierung einschneidet. Die Erhöhung wurde durch eine achteckige Balustrade, die als Brüstung einer Kniebank dient, geschickt eingefasst und verdeckt. Die ausführenden Architekten waren Giovanni Battista Marconi und Luigi Ivanni aus Mantua.

Die Verwitterungen einzelner Marmorgliederungen und des Putzes der westlichen Vorhalle veranlaßten im Jahre 1832 eine Wiederherstellung derselben, wobei leider die Reste der bis dahin noch erhaltenen Façadenmalereien des Mantegna und seiner Söhne zerstört wurden.

Aus den im Arch. Prim. Busta XXV*, fac. 1 aufbewahrten Erläuterungsberichten geht hervor, daß der Architekt Paolo Pianzola die beste Absicht hatte, die Malereien zu schützen oder abzunehmen und in der Academia aufzubewahren, in-

dessen wurde bei der Ausführung wohl wenig Gewicht auf die unbequemen Vorschläge des Architekten gelegt; wenigstens ist von den Malereien so gut wie nichts auf uns gekommen. Der Putz wurde abgeschlagen und frisch hergestellt, die gemalten Cassetten der Gewölbe plastisch in Stuck ausgeführt. Die Marmorumrahmungen der kleinen Thüren und die Sockel der vier großen Pilaster wurden in Marmor erneuert, ebenso die Basen derselben, welche früher aus Terracotta bestanden. Die Capitel der großen Pilaster sowie die in den inneren Ecken des mittleren Theiles der Vorhalle waren in Kalkmörtel modellirt und mußten auch in Marmor ersetzt werden. Die Innenwände wurden 1,65 m hoch mit Marmorplatten verkleidet, und schließlic wurde alles, mit Ausnahme der Marmorglieder und Flächen, in grauer Caséinfarbe gestrichen, auch die Terracottagliederungen, die früher roth gewesen waren.

Eine theilweise Erneuerung und Umlegung des Kirchenfußbodens fand 1832 statt. Den Platz vor der westlichen Vorhalle legte man 1845 um zwei Stufen tiefer und schob die fehlenden Stufen der Freitreppe ein, gleichzeitig besei-

tigte man den Brunnen des Platzes, den das Oelgemälde aus dem vorigen Jahrhundert (s. die Quellen am Schlusse) noch zeigt. Bei der Besetzung Mantuas durch die Oesterreicher im Jahre 1848 wurde die Kirche hauptsächlich im Innern beschädigt. Die goldenen Vasen der Krypta wurden entwendet, und die unersetzlichen Urkunden des Kirchenarchivs der „Fabriceria“ bei einem Brande zum größten Theil vernichtet. 1852 verkaufte man die von Pozzo entworfene alte Orgel an die Kirche von Governolo und liefs die jetzige Orgel, deren reiches Gehäuse von den Brüdern Bosio aus Mantua geschnitzt ist, herstellen.

Die weitere Erneuerung des Marmorfußbodens und die Aufstellung der noch fehlenden Balustraden vor sechs großen Capellen wurde seit 1856 bewirkt. 1866 legte man die Höfe an der Nordseite der Kirche tiefer, rifs die verfallenen Häuser zwischen beiden Höfen ab und gab dem so vergrößerten Platze den Namen „Piazza Alberti“. Eine gründliche Ausbesserung der Kuppeldecke und die Herstellung der Fensterrahmen

der Laternen in Eisen wurden 1872 vorgenommen. In dasselbe Jahr fällt die Wiederauffindung der Fresken in der Mantegna-capelle und der schönen Bildeinfassungen in den anstossenden Capellen Silvestro und Concetta, deren bis 1875 erfolgte Freilegung den vielfachen Bemühungen des Primicerio Savoya zu verdanken ist. Durch die bei Hochwasser häufig eintretenden Ueberschwemmungen der Unterkirche sah man sich 1874 genöthigt, den Fußboden derselben durch eine 60 cm starke Betonschicht und die Wände durch eine 1 m unter und 1 m über Fußboden reichende, 1½ Stein starke Ziegelverblendung in Cementmörtel zu schützen. Die Gräber wurden bei dieser Gelegenheit aus dem Fußboden entfernt und die Gebeine in Wand-

nischen vermauert. Die Gasbeleuchtung der Kirche sowie der Flammenkranz und das Gitter des Gesimses über den Vierungsbögen sind 1876 hergestellt. — Die meisten der letzteren Daten sind den zuverlässigen handschriftlichen Aufzeichnungen des Primicerio Savoya entnommen.

Baubeschreibung.

Ist in den vorstehenden geschichtlichen Mittheilungen schon ein gut Theil Baubeschreibung mitenthalten, so möge doch nachstehend noch eine kurze Schilderung des gegenwärtigen Bestandes unter besonderer Hervorhebung der Raum-



Abb. 6. Büste Mantegnas in der Mantegna-Capelle.

vertheilung und der Baustoffe und unter Hinweis auf die Atlasblätter 1 bis 5 gegeben werden.

Die Kirche liegt auf ebenem Gelände; die Süd- und Ostseite sind eingebaut. Der Grundriss bildet ein lateinisches Kreuz. Mit den Außenmauern, jedoch ohne die Vorhallen, betragen die Längen der Mittelachse 102,50 m, die der Querschiffachse 60 m; die lichte Breite des Schiffes mißt 18,60 m, seine Höhe vom Fußboden bis zum Hauptgesims

18,82 m und bis zum Gewölbescheitel 27,97 m. Das Architektursystem ist im Langschiff und Querhaus dasselbe. Die Schiffe werden durch ein glattes Tonnengewölbe mit aufgemalter Cassettirung überdeckt. — Im Langschiff sind beiderseits je drei große und drei kleine, im Querschiff an jeder Seite zwei große Capellen angeordnet, deren Trennungs- und Seitenwände den Schub der Tonne aufnehmen. Die großen Capellen sind mit cassettierten Tonnengewölben überdeckt, die Gewölbe der kleinen Capellen sind Kuppeln in verschiedener Formgebung. Der Chor ist halbkreisförmig geschlossen und durch eine glatte Halbkuppel gedeckt. In den einspringenden Ecken

zwischen Chor und Querschiff befinden sich zwei Sacristeien, von denen die nördliche ein Tonnen-, die südliche ein Kreuzgewölbe zeigt. Die auf einer hohen Trommel über der Vierung sich erhebende Kuppel mißt vom Kirchenfußboden bis zur äußersten Spitze etwa 78 m. Vor der Westfront befindet sich eine Vorhalle, eine ebensolche, jedoch unvollendet, vor dem nördlichen Kreuzarm. Ein Glockenthurm in gothischen Formen steht getrennt von der Kirche an der Nordwestecke. Einige Sacristei- und Wohnungsanbauten befinden sich an der Nordseite des Langschiffes. Die Krypta der Kirche nimmt den ganzen Raum unter der Vierung nebst der Breite der Vierungspfeiler ein.

Wendeltreppen in den Vierungspfeilern vermitteln den Zugang zur Kuppel und zur Krypta; durch weitere fünf Treppen, die zum Theil als Doppeltreppen, d. h. als zwei in derselben Richtung steigende Läufe übereinander, angeordnet sind, gelangt man auf die Dächer und in die Räume über den Gewölben der Capellen, Sacristeien und Vorhallen. Die Dachziegeldeckung ruht unmittelbar auf dem abgeglichenen großen

Tonnengewölbe und über den Capellen auf dem abgeglichenen Schutzgewölbe, sodafs ein Dachboden fehlt. Die Fundamente sind wahrscheinlich als gemischtes Mauerwerk, sämtliche Wände und Gewölbe aus Ziegelmauerwerk hergestellt. Bei der Lage des Baues und der Stadt in sumpfiger, von Seen umgebener Niederung muß die Gründung als eine äußerst sorgfältige anerkannt werden, da trotz des Fehlens jeglicher Verankerungen der Druck der gewaltigen Gewölbe keinerlei wahrnehmbare Verschiebungen hervorgebracht hat.

Die wiederkehrenden Gliederungen, Gesimse, Pilastereinfassungen usw., sind mit wenigen Ausnahmen aus sauber geformten, vorzüglichen Terracotten gebildet. Die glatten Flächen sind ge-

putzt. Die Säulencapitelle im Innern, die Cassettirungen, die Gliederungen der großen Kuppel, die Profile der Gewölbe in den kleinen Capellen und einzelne Gliederungen in der westlichen Vorhalle bestehen aus Stuck. Die Capitelle, Sockel, Basen und Thüreneinfassungen der westlichen Vorhalle, die Fußböden und Stufen, die Balustraden vor den Capellen und einige weit ausladende Gesimse und Profilierungen am Außenren der großen Kuppel sind aus mehr oder minder feinem Marmor hergestellt. — Im Innern ist die Kirche reich gemalt (vgl. Text-Abb. 5), auch die Terracottagliederungen sind bemalt und theilweise vergoldet.



Abb. 7. Grabmal des Pietro Strozzi.

Die 17 grau in grau gemalten minderwerthigen Fresken zwischen den Pilastern des Lang- und Querschiffes auf dunkelrothem Grunde in Höhe der runden Fenster stellen Geschichten des alten Testaments dar. Die 23 Fresken aus dem neuen Testament zwischen den Pilastern in mittlerer Höhe sind größtentheils von Felice Campi aus Mantua († 1817) gemalt, nur vier an der geschickteren Technik kenntliche Bilder rühren von Anselmi her. Leider wird der Eindruck der Raumverhältnisse durch diese und die etwa gleichzeitig im Anfang dieses Jahrhunderts ausgeführten Maleien der Pilaster und der aufgemalten Cassettirungen des Hauptgewölbes durch den zu großen Maßstab beeinträchtigt (s. Bl. 5 und Text-Abb. 5). Eine Vorstellung von der Ausmalung, wie sie im Alberti-Mantegna'schen Sinne hätte sein sollen, geben die Mantegna-Capelle selbst und einige Friesumrahmungen in den anstößenden großen Capellen. Es ist bedauerlich, daß nicht in jener ersten Bauzeit die Ausmalung des Hauptschiffes erfolgte. Sicherlich würde durch kleinere Einzelform und feinere Farbe die bedeutende

Großräumigkeit der Kirche klarer hervortreten und nicht wie jetzt verschleiert sein. Die beiden Thüren von Nufsbaumholz zwischen den Pfeilern vor der Balustrade des Chores sind gegen Ende des vorigen Jahrhunderts von Antonio Bosio († 1865) geschnitzt. Die achteckige Balustrade unter der Kuppel wurde etwa 1818 hergestellt. Der schwarze Marmorsockel in der Mitte trägt ein neuerdings aufgestelltes Holzkreuz mit Nachbildung der heiligen Vasen, die sich früher in der Krypta befanden. Um den Sockel herum liegt die Kette des Erlöserordens aus Goldbronze. Der Raum von dort bis zur Balustrade ist durch acht Felder mit Reliefs in carrarischem Marmor aus-

gefüllt, auf denen von Gaetano Mutoni, einem Bildhauer aus Verona, die Instrumente des Leidens J. C. und Engelsköpfe dargestellt sind. Die vier in Mörtel modellirten großen Standbilder in den Nischen des Tambours und die Büsten unter der Kuppel sind Arbeiten von Stefano Saltieri aus Como. Die schöne Kanzelbrüstung aus Marmor (s. die Kopfleiste S. 1) zeigt dieselbe feine Behandlung des Ornaments, wie die Umrahmung der mittleren Thür in der westlichen Vorhalle (s. Blatt 4). Beide Arbeiten stammen aus dem Ende des 15. Jahrhunderts; der Meister läßt sich nicht nachweisen.

Die große Sacristei an der Nordseite des Chores ist mit einer Tonne überwölbt und hatte an der östlichen Wand eine Ausgangsthür und darüber ein Fenster; beide Oeffnungen sind durch ein davorstehendes Haus verbaut und zugemauert. Auf die Ausmauerung des Fensters ist das Wappen des Primicerio Lodovico Gonzaga 1619 gemalt. Es ergibt sich daraus, daß schon kurz nach Erbauung der Sacristei dieses Fenster durch das vorgebaute Haus zur Benutzung unbrauchbar wurde. Die

Schränke aus später Zeit stammen aus der geschlossenen Kirche S. Francesco. Am Gewölbe des Raumes befindet sich ein Frescobild, Gottvater darstellend, von Domenico Feti Romano, im übrigen sind Gewölbe und Wände übertüncht. Ueber der Sacristei befindet sich ein großes Zimmer mit Tonnengewölbe, welches unbequem durch eine der Wendeltreppen in dem benachbarten Kuppelpfeiler zu erreichen ist.

Die kleinere Sacristei an der Südseite des Chores ist geviertförmig und mit einem Kreuzgewölbe überdeckt; die an der östlichen Wand befindliche Doppeltreppe führt zu dem großen Raume, in welchem die Orgelbälge aufgestellt

Die kleinere Sacristei an der Südseite des Chores ist geviertförmig und mit einem Kreuzgewölbe überdeckt; die an der östlichen Wand befindliche Doppeltreppe führt zu dem großen Raume, in welchem die Orgelbälge aufgestellt



Abb. 8. Grabmal der Andreasi.

sind. In der Höhe des ersten Treppenabsatzes sieht man in der östlichen Sacristeiwand eine vermauerte Thür, der eine andere in der gegenüberliegenden Wand entspricht; beide waren durch einen an der Südmauer langführenden, von Consolen getragenen Gang mit Geländer verbunden. Die letztgenannte Thür führte schräg durch die Wand unmittelbar zur Wendeltreppe des südöstlichen Vierungspfeilers. Von dort aus konnte man eine Oeffnung nach dem Chore zu erreichen, vor der bei hohen Kirchenfesten dem herzoglichen Thron gegenüber eine Kanzel aufgebaut wurde. Die Sacristei hatte einen Altar und diente als Capelle der Primiceri, jetzt ist sie Sitz der Gesellschaft des Sacraments. Am Gewölbe und an den Wänden befinden sich Fresken.

An den Seiten des Hauptaltars befinden sich zwei Marmorreliefs aus dem 16. Jahrhundert, wahrscheinlich aus der Kirche S. Agnese herübergeführt. Die Engelsköpfe, Vasen und Fruchtschnüre aus Bronze sind von Giovanni Bellavite. Links vom Hauptaltar steht der Stuhl des Primicerio mit dem Wappen des Grafen Arivabene, Primicerio der Kirche († 1740), daneben das Marmorbildnis des Herzogs Guglielmo Gonzaga († 1587) in knieender Stellung. Im Fußboden des Chores sieht man das Grabmal des Grafen Alessandro Nicolo Donesmondi, Primicerio († 1684). In der Mitte der Giebelwand des südlichen Querschiffes befindet sich das Grabmal des Giorgio Andreasi, Bischof von Regio († 1549), von Prospero Clementi oder Spani aus Regio, Schüler Michelangelos. Es stand früher

unter einem Marmorbaldachin in der jetzt geschlossenen Kirche dell' Annunziata und wurde 1785 unter Paolo Pozzo überführt. In der Ecke nahe dem Eingang zu der Capelle an der rechten Seite ist eine auf die Grundsteinlegung der Kuppel bezügliche Inschrift eingelassen.

Die Krypta hat die Form eines griechischen Kreuzes, 38 zu 35 m groß; jeder Arm ist in drei gewölbte Schiffe gegliedert, die durch 50 jonische Säulen getheilt werden. Licht erhält sie durch 6 große runde und 10 kleinere verjüngte Oeffnungen im Fußboden der Kirche. In der Mitte der Vierung steht der Altar. Der westliche Kreuzarm war die ursprüngliche Krypta der alten Kirche. — Bei dem stets regen Eifer für die Erhaltung und Vervollständigung des Baues ist die Vollendung der halbfertigen nördlichen Vorhalle in nicht allzu ferner Zeit zu erwarten; diesbezügliche Baupläne liegen dem Primiceriat schon vor. Weitere Freilegung einzelner Bautheile sowie die architektonische Ausgestaltung der noch roh dastehenden nördlichen Außenmauern dürften folgen. Hoffentlich findet man für diese Arbeiten Kräfte, die selbstlos genug sind, ihre Befriedigung in möglichstem Anschluss an die Albertische Formenwelt zu finden, und denen eine einsichtige Kirchenverwaltung zur Seite steht, welche nicht die pietätvollen Vorschläge des Architekten unberücksichtigt läßt, wie es bei der früher erwähnten Wiederherstellung der westlichen Vorhalle in den dreißiger Jahren dieses Jahrhunderts leider der Fall gewesen ist.

Quellen.

A. Handschriften.

Die wichtigsten Handschriften befinden sich an folgenden Stellen:

1. im Archivio del Primiceriato di S. Andrea in Mantua;
2. im Archivio storico Gonzaga in Mantua;
3. in der Biblioteca comunale in Mantua.
4. Das werthvolle Actenmaterial im Archivio della Fabriceria, der Kirchenverwaltungsbehörde, ist im Jahre 1848 bei der Besetzung Mantuas durch österreichische Soldaten in einem Brande zerstört. Dennoch sind die erhaltenen Reste so bedeutend, daß eine vieljährige Arbeit dazu gehören würde, die Schriften zu sichten. Bei dem ungeordneten Zustande ist ein erfolgreiches Studium unmöglich. Es sind Urkunden erhalten, die bis ins 9. Jahrhundert zurückreichen.
5. Fast am Schluß meiner Studien wurde mir durch die Liebesswürdigkeit des Herrn Leonardo Savoya in Revere der handschriftliche Nachlaß seines Bruders, des am 18. Septbr. 1886 gestorbenen Primicerios von S. Andrea, zur Verfügung gestellt. Diesen vorsichtigen Aufzeichnungen verdanke ich manche Quellenbestätigung, vor allem für die spätere Geschichte des Baues.

B. Gedruckte Bücher.

1. Stefano Gionta, el Fioretto delle Croniche de Mantova 1574 (neu gedruckt 1587). In den späteren Ausgaben sind Notizen des Rafaelo Toscana durch den Verleger in den Text gebracht, sodafs nur an wenigen Stellen der Urtext erhalten ist.
2. Dell Istoria Ecclesiastica di Montava del R. P. E. Ippolito Donesmondi, parte prima 1612; parte seconda 1616; der bis zum Jahre 1630, dem Todesjahre des Verfassers, fortgeführte III. Theil ist nicht gedruckt, aber die Handschrift hat sich mit anderen Schriften in der Biblioteca comunale, dem früheren Franciscanerkloster, erhalten.
3. Gli Annali di Montova, scritti da Scipione Agnello Maffei, Vescovo di Casale; nella stampa di Nicolo, e fratelli Viola 1675.
4. Ricerche Storiche di Mantova da Francesco Tonelli, Mantova, incominciando con l'anno 1521; a tutto l'anno 1700 in Mantova. Nella stamperia dell' erede di Alberti Pazzoni 1798.
5. Descrizione delle pitture, sculture ed architetture, che si osservano nella citta di Mantova, e ne' suoi contorni. Da Giovanni Cadioli, Pittore Mantovano, ed Architetto Teatrale, In Mantova 1763.
6. Delle lettere e delle Arti Mantovane, Discorsi due Accademici ed annotazioni, dell' Abate Saverio Bettinelli. In Mantova 1774. Per l'Erede di Alberto Pazzoni, Regio-Ducale Stampatore.
7. Guida-Pel Forestiere che brama di conoscere le più pregevoli opere di belle arti nella citta, di Mantova, dell' Avvocato Francesco Antoldi, Mantova 1816.
8. Nuovo Prospecto delle Pitture Sculture ed Architetture di Mantova di Gaetano Susani. Mantova da Francesco Aggazzi. Stampatore 1818.

9. Compendio cronologico critico della storia di Mantova, di Leopoldo Cammillo Volta. Mantova da Francesco Agazzi 1827.

10. d'Arco: delle Arti e degli Artefici di Mantova 1857.

11. A Willemo Braghirolli: Leon Battista Alberti a Mantova, Documenti e notizie inedite; Archivio Storico Italiano, Serie terza, Tomo IX, Parte I Anno 1869 nebst Appendice di documenti inediti relativi agli edifici architettati da Leon Battista Alberti in Mantova.

12. Savoya: Appello di cittadini etc. Mantova Stab. Tip. Eredi Segna 1872.

13. Savoya: Lettera di Mons. Primicerio a suoi Parrocchiani. Mantova, Stab. Tip. Eredi Segna 1875.

14. Willemo Braghirolli: Luca Fancelli, scultore, architetto e idraulico del secolo XV; Archivio Storico Lombardo, Giornale della societa storica Lombarda, 31. Decbr. 1876. Anno III. — Fasc. IV. Milano Libreria editrice. G. Brigola.

15. Girolamo Mancini: Vita di Leon Battista Alberti; Firenze, G. C. Sansoni, Editore 1882.

16. Giovanni Battista Intra, Mantova ne' suoi Monumenti di Storia e d'Arte, Mantova 1883.

17. Orioli Dott. Dr. Paolo: Arte Inscrizioni nella Basilica S. Andrea in Mantova. Tipografia Aldo Mannzio 1892.

C. Zeichnungen.

Aus der ersten Bauzeit von 1472 bis 1500 sind Zeichnungen nicht erhalten. Die Ufficien in Florenz besitzen überhaupt keine Handzeichnung von Alberti. Die Vorschläge des Architekten Torre Bolognese, der vom Jahre 1697 bis 1703 dem Bau des Querschiffes vorstand, sind in meisterhaften Zeichnungen dargestellt, die in der Fabriceria von S. Andrea lüderlich verwahrt werden; nicht besser geht es einer Aufnahme, die ein Schüler der Academia Virgiliana in Mantua, namens Bottani, gegen Ende des vorigen Jahrhunderts mit vielem Fleiß gefertigt hat, und die mehrfach in den Acten erwähnt wird. Nur mit Mühe gelang es mir, den Vorsteher der Academia, Herrn Professor Intra, von der Möglichkeit des Vorhandenseins dieser Zeichnungen zu überzeugen und ein Durchsuchen der staubigen Böden der Academia zu veranlassen. Die Zeichnungen wurden gefunden und sind photographirt, was bei den vorgenannten Zeichnungen des Torre leider des vergilbten Papiers wegen nicht gelang, sodafs es beim Pausen der besterhaltenen Stellen verbleiben mußte. Auch von Juvara aus Messina, dem Erbauer der Kuppel (1732 bis 1782) ist keine Zeichnung auf uns gekommen; meine Nachforschungen in Turin und Neapel, den Orten der Hauptthätigkeit Juvaras, sind vergeblich gewesen. — Ein Oelgemälde aus dem Ende des vorigen Jahrhunderts giebt einige Anhaltspunkte über die farbige Behandlung der Vorhalle. Das Bild befand sich im Besitz des Bildhauers Bosio in Mantua und wurde für die Sammlung der techn. Hochschule in Berlin erworben.

Vom Reichstagshause in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 19 und 20 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Im Verfolg unserer Absicht, in dieser Zeitschrift eine Anzahl Nachbildungen von Entwurfzeichnungen Paul Wallots für Einzelheiten aus dem Hause des Deutschen Reichstages zu veröffentlichen,*) bringen wir auf Blatt 19 zunächst das ornamentale Detail der Pfeilerreihen in der Nord-eingangshalle zur Abbildung. Vor diesen Pfeilerreihen sollen bekanntlich die Erzstandbilder von berühmten Geisteshelden aus der alten deutschen Kaiserzeit Aufstellung finden. Oberhalb der Standbilder kröpft sich das Gebälk der zwischen den Pfeilern befindlichen Thürenarchitektur in baldachinartiger Schweifung um die Untertheile der Pfeiler herum. Die aufgerollte Schweifung trägt krönendes Laubwerk und ist mit einer Löwenmaske besetzt. Darüber ist an kräftigem Knaufe mittels Schnürring- und Bänderwerkes ein zur Zeit noch leerer Schild aufgehängt, der dazu dienen soll, das Wappen der darunter Aufzustellenden**) zu tragen. Das Bänderwerk ist nach unten bis zum Baldachingebälk durchgezogen und wird unter diesem mit dem Namen des Dargestellten beschrieben werden. Die Abbildung zeigt auch ein Stück der Krönungen über den Thürstürzen, ornamentale Gebilde von der Art rechteckigen, aber über den geometrischen Grund nach oben frei hinauswachsenden und sich den Pfeilern in schöner Linie anschmiegenden Füllwerkes, in denen sich ebenso wie in dem erstbeschriebenen Pfeilerschmuck Wallots Art in ihrer vollen Eigenthümlichkeit offenbart.

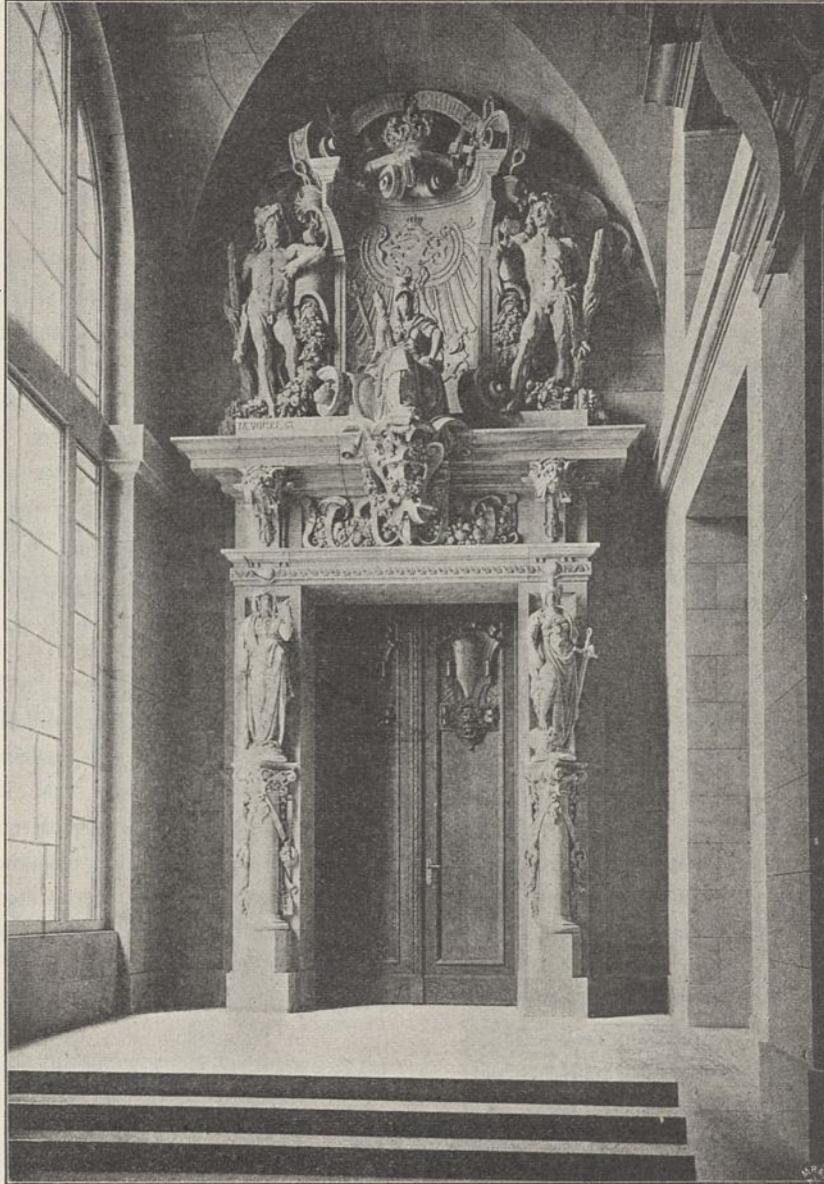
Auf Blatt 20 ist der Entwurf des Künstlers für das Portal „Preußen“ wiedergegeben, welches die Verbindung

*) Vgl. S. 381 u. 541 d. v. J.

**) Ueber die einzelnen Persönlichkeiten ist zur Zeit noch immer keine endgültige Entscheidung getroffen.

der Südeingangshalle mit den Räumen des Bundesrathes herstellt und das Gegenstück zu dem die große Wandelhalle der Abgeordneten öffnenden „Portale Bayern“ bildet. Der Vergleich der Entwurfzeichnung mit der hier nebenstehenden Wiedergabe der Ausführung ist sehr interessant. Hat in dieser die bildhauerische Einzelheit durch das Geschick A. Vogels die höhere Vervollkommnung gefunden, so ver-

spürt man in jener das kraftvolle Walten der straffen, alles nach architektonischen Gesichtspunkten ordnenden und dabei von glänzender Erfindungsgabe geleiteten Hand des Baukünstlers. Zudem läßt die Zeichnung erkennen, wie weit der Einfluß des Architekten hier wie in allen künstlerischen Einzelheiten der gewaltigen Bauausführung gegangen ist. Das Portal ist ebenso wie der Pfeilerschmuck der Nordhalle einer der zahlreichen Belege für die Bedeutung der Künstlerpersönlichkeit Wallots. Der Meister des Reichstagshauses gehört nicht zu den Architekten, die genug gethan zu haben meinen, wenn sie die praktischen und rein architektonischen Aufgaben gelöst haben, welche das Bauwerk an sie stellt, und die dann die Erfindung und Durchbildung der schmückenden Zuthat, des Ornaments, der bildnerischen und malerischen Aus-



Eingang zur Vorhalle des Bundesraths, Portal Preußen.

stattung usw. den herangezogenen Vertretern der Schwesterkünste und des Kunstgewerbes überlassen. Vielmehr hat er auf allen Kunstgebieten angeregt, leitende Gedanken gegeben, erfunden, ja in ernstem, unablässigem Bemühen und tiefem Eindringen in die Gegenstände diese bis in die letzten Einzelheiten durchgebildet. So ist er einer der wenigen zeitgenössischen Baukünstler, die Schule gemacht haben und deren Werke, erhaben über den wandelbaren Zeitgeschmack, zu dauerndem Ruhme ihrer Schöpfer dereinst der Geschichte angehören werden.

Der Aula- und Hörsaalbau der Technischen Hochschule in Karlsruhe.

Vom Oberbaudirector Prof. Dr. J. Durm in Karlsruhe.

(Mit Abbildungen auf Blatt 21 bis 24 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Die Technische Hochschule in Karlsruhe wurde im Laufe dieses Jahres durch drei gröfsere Neubauten bereichert, und zwar durch den sog. Aula- und Hörsaalbau, durch das Elektrotechnische Institut und durch das Botanische Institut. Das Gebäude für eine elektrische Centrale bei diesen Instituten sowie der Bau eines neuen Chemischen Laboratoriums sind in Aussicht genommen und werden der Karlsruher Hochschule bald das geben, was sie den übrigen acht Schwesteranstalten im deutschen Reiche ebenbürtig machen wird.

Der Gegenstand der vorliegenden Veröffentlichung, der Aula- und Hörsaalbau der Anstalt, erhebt sich in zwei Stockwerken über mäfsig hohem Sockel auf einem freien Platze nordwestlich vom Hauptgebäude der Hochschule. Mit seiner längsten Front ist er nach Norden gerichtet und frei von jeder störenden Nachbarschaft dem waldigen Fasanengarten zugekehrt. Zeichensäle, Hörsäle und Sammlungsräume gruppieren sich um zwei offene Höfe von je 26 m Seitenlänge, wodurch sich für den Grundplan ein 93 m langer Flügelbau nach Norden, je ein solcher nach Osten und Westen von 52 m und ein Flügel nach Süden von 89 m Länge ergibt; Nord- und Südflügel sind durch einen Zwischenbau von 13 m Breite mit einander verbunden. Die nach Süden gekehrte Eingangsseite ist durch einen 11 m vortretenden, 30 m langen Mittelbau und zwei Seitenvorsprünge lebhaft gegliedert. Die übrigen Fronten zeigen erheblich geringeres Relief.

Vor den Räumen des Nord-, Ost- und Westflügels ziehen 3 und 4 m breite, gewölbte Corridore hin, während der Südflügel einen theilweise durchgeführten Mittelgang hat, der durch eine Säulenstellung in zwei Schiffe getheilt ist. Nördlich davon liegen Hör- und Sammlungssäle, die auf die Höfe münden, während südlich die Aula Platz gefunden hat mit zwei gröfseren, zweiarmigen Zugangstreppen zur Seite. Die Zeichensäle liegen in allen Stockwerken nach Norden und haben in einem jeden derselben eine Längenausdehnung von zusammen 145 Metern. Die Sammlungssäle und Professorenzimmer sind auf der Ost- und Westseite untergebracht. Der Querbau mit seinen Hörsälen erhält Licht von Osten und Westen. Aufser den beiden Haupttreppen befindet sich im Querbau noch eine dritte kleinere Treppe, die feuersicher vom Keller bis zum Dache führt. Auf die Anlage eines grofsen Haupttreppenhauses mußte infolge der Gröfse und Form des zur Verfügung gestellten Platzes und aus Kostenrücksichten verzichtet werden; auch liefs die immerhin nicht geringe Frontentwicklung des Baues die Anlage mehrerer gleichwerthiger Zugangstreppen wünschenswerth erscheinen. Die beiden Höfe sind tiefer gelegt, als das äufsere Gelände, um eine bessere Beleuchtung der an ihnen gelegenen Untergeschofsräume zu ermöglichen.

Der Bau dient in erster Linie den graphischen Abtheilungen sowie der Repräsentation der Anstalt, die bis heute eines Festraumes, einer Aula, entbehrte; daneben soll er den zoologischen Sammlungen ein Unterkommen gewähren. Im Untergeschofs sind die Räume für den Thonmodellirunterricht, Arbeitsräume für die Studirenden der Zoologie, eine Gipsgiefserei, Werkstätten, Gelasse zum Aufbewahren der Geräth-

schaften für praktische Geometrie und von Modellen, ferner die Räume für die Niederdruck-Dampfheizung und die Heizvorräthe untergebracht. Im ersten Stockwerke befinden sich die Sammlungen und Arbeitsräume für Zoologie im Mittelbau, im nördlichen Theile des Südflügels und in der vorderen Hälfte des Ost- und Westflügels. In letzterem ist auch die kunstgeschichtliche Sammlung untergebracht, während der ganze Nordflügel und ein Theil des Ostflügels der darstellenden und der praktischen Geometrie zugewiesen sind. Im Querbau liegen zwei Hörsäle, einer für 225, der andere für 75 Zuhörer bemessen, und rechts und links des gröfseren zwei kleine Professorenzimmer. Bei dem Flurgange des Nordflügels sind zwei Brunnenhallen ausgebaut, die zum Aufspannen und Reinigen der Reifsbretter dienen. Im Obergeschofs haben die Räume der Abtheilung für Architektur an der Nordseite Platz gefunden. Zu ihnen gehören zunächst vier grofse ineinandergehende Zeichensäle mit 120 Arbeitstischen. Aus der Stellung der Tische heraus ist die Fenstereitheilung und somit die Nordfront entworfen. In den 6 m tiefen Sälen stehen unter Belassung eines 1,50 m breiten Längsganges immer drei Tische der Tiefe nach, die 0,90 m breit, in Zwischenweiten von 1,20 m angeordnet sind. An die beiden Endsäle schliefsen zwei Professoren- und Vorlagenzimmer an. Im Ost- und im Westflügel liegen zwei Säle für Figurenzeichnen und für Ornamentenzeichnen nach Gips, die durch Scherwände aus Holz in je 9 Kojen getheilt sind und zusammen für 72 Studirende Platz bieten. Im Südflügel liegen nach Norden, also den Höfen zugekehrt, zwei Säle dieser Abtheilung, deren einer für Aquarelliren und der andere als weiterer Constructionssaal dient, mit zusammen 112 Arbeitstischen. In den Pavillons der Südseite sind dann noch zwei Räume für Handzeichnungen und Photographieen, für eine Handbücherei und für den Abtheilungsvorstand angebracht, im Querbau zwei gleich grofse Hörsäle wie im ersten Stock. Im zweischiffigen Südcorridor sind Auslegepulte für Kupfer, Photographieen, Zeichnungen und Baumodelle aufgestellt, wie dies auch in den anderen Flurgängen der Fall ist.

Den Hauptraum im zweiten Stockwerk bildet die Aula, die in einer Breite von 12 m, einer Länge von 27 m und einer Höhe von 11,80 m in dem höher geführten Mittelbau liegt. Sie wird durch drei mächtige Rundbogenfenster von der Südseite aus beleuchtet. Auf der Nordseite öffnen sich diesen Fenstern entsprechende halbkreisförmig überspannte Wandblenden nach dem davorliegenden Flurgange des Dachgeschosses, der dadurch eine Galerie für Musik bei festlichen Anlässen oder für weitere Theilnehmer bildet. Wie für den ganzen Bau, so war auch für diesen Haupt- und Festsaal ursprünglich eine schlichte Ausstattung vorgesehen; aber bald ward doch das Gefühl lebendig, dafs hier ein Raum geschaffen werden müsse, der seines hohen Zweckes Spiegel und doch etwas von den Strahlen der Kunst durchleuchtet sei. Da die staatlichen Mittel dafür nicht ausreichten, so trat zuerst der Stadtrath der Residenz für den Gedanken ein, indem er zu gunsten der künstlerischen Ausschmückung des Baues auf den Rückersatz der Canalkosten im Betrage von 7702 Mark ver-

zichtete. Damit war eine Grundlage geschaffen für ein weiteres Vorgehen, das vom besten Erfolge gekrönt war. In kurzer Zeit waren von ehemaligen Studirenden der Hochschule Beiträge bis zu einer Gesamthöhe von 80 000 Mark eingelaufen. Nicht nur aus allen Gauen Deutschlands flossen die Gaben, auch aus Oesterreich, der Schweiz, aus Rußland, aus Ungarn und Italien, aus America und Africa gingen Mittel ein; überall erinnerten sich die alten Studirenden ihrer einstigen Lernstätte. Eine Erinnerungstafel aus schwarzem Marmor verkündet mit goldenen Lettern den Vorgang, indem sie sagt: „Ein Denkmal der Anhänglichkeit, Liebe und Dankbarkeit gegen die alte Hochschule und jene, die einstens hier gelehrt, ist die Ausschmückung dieses Raumes gestiftet, von Freunden und Gönnern, als Weihegeschenk von zahlreichen ehemaligen Studirenden, die vor Jahren hier an der Wissenschaft und Kunst heimischen Stätte geweiht. 1898.“

In dem Saale, zu dem an der nördlichen Langwand drei Thüren führen, befindet sich an der westlichen Schmalwand die Bühne mit dem Rednerpulte, reich geschnitzt und mit den Broncestatuen der Victoria und Klio geschmückt. Ueber ihr, die bei festlichen Gelegenheiten Rector, Senat und Festredner aufzunehmen hat, breitet sich beinahe die ganze Wand einnehmend ein großes allegorisches Ge-

gemälde von Professor Ernst Schurth aus, und in einer Zone darunter prangen die Namen der vier größeren Schwesterhochschulen mit ihren Gründungsjahrzahlen: Berlin, München, Stuttgart und Dresden auf Marmortafeln und in der Mitte zwischen diesen das wie die genannten Figuren in Galvanobronze ausgeführte badische Staatswappen, das die württembergische Metallwarenfabrik in Geislingen gefertigt hat. Durch vortretende Marmor Pfeiler von dem Bilde getrennt, stehen auf Bronzeconsolen in besonders abgegrenzten Feldern die Bronzebüsten des badischen Fürstenpaares, und unter diesen sind in goldumsäumtem Rahmen, von Victor Puhony in Baden gemalt, die Stammschlösser Hohenbaden und Hohenzollern eingefügt.

Die östliche Schmalwand zeigt eine ähnliche Dreitheilung. Im Halbrund des Mittelfeldes ist ein großes, figurenreiches Bild „die Fama“ angebracht, von Professor Wolf in Venedig gemalt. Unter dem Bilde sind die vorerwähnte Widmungstafel, seitlich von ihr die Großbilder des Heidelberger Schlosses und des Freiburger Münsters angebracht, Hauptvertreter der Renaissance- und der mittelalterlichen Baukunst in Deutschland und zugleich die berühmtesten, weltbekanntesten Baudenkmäler Badens. Die 3,35 m hohen, 2 m breiten Bilder sind Werke

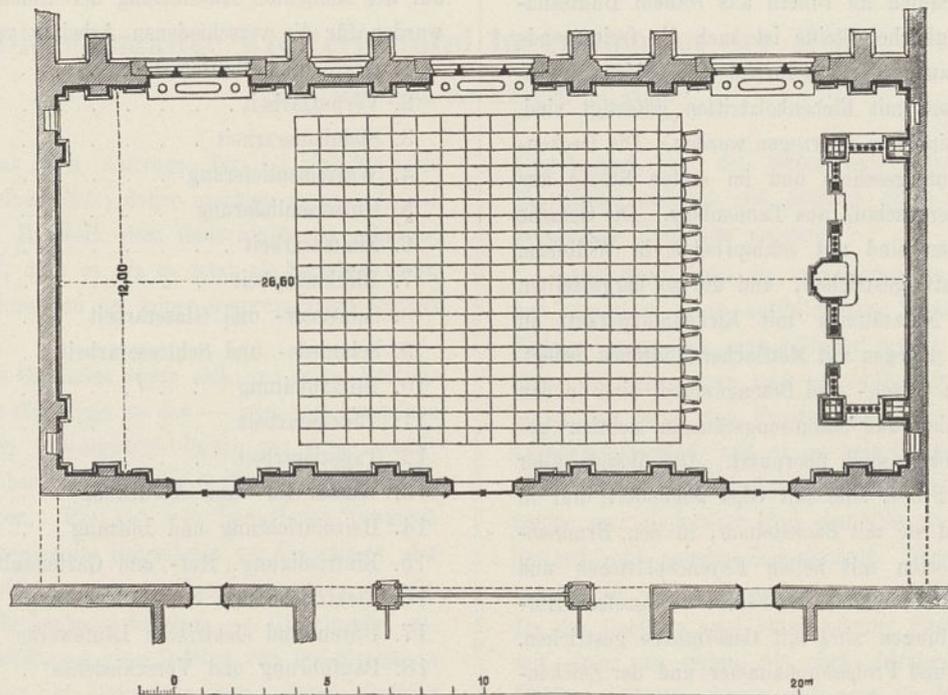
der Maler Hesse in Karlsruhe und Lugo in München. In der tiefer liegenden Zone sind, entsprechend der gegenüberliegenden Schmalwand, vier weitere Marmortafeln mit den Namen der Hochschulen Darmstadt, Braunschweig, Aachen und Hannover angebracht und in deren Mitte das Bronzewappen der Stadt Karlsruhe und in den anstoßenden Feldern die Bildnisse Krupps und Robert Mayers.

Die hohen, von reichem Schnitzwerk umrahmten Fenster der südlichen Langwand sind mit Cathedralglas verglast und mit farbigen, von dem Glasmaler Drinneberg in Karlsruhe gefertigten Rundbildern geschmückt, in denen die Embleme der Kunst, der Wissenschaft und der Industrie zur Darstellung gelangt sind. Beide Langwände sind durch korinthische Doppelpilaster mit Marmorschäften, vergoldeten Capitellen und Untersätzen gegliedert, und zwischen diesen sind 3,10 m hohe, 1,80 m breite Bilder, kunst-

geschichtlich bedeutende Bauwerke in zeitlicher Aufeinanderfolge darstellend, angebracht: das ägyptische Theben von Professor Krabbes, der Constantinbogen mit dem Colosseum in Rom von R. Baumeister, der Dom in Worms von Manuel Wieldand, der Dom in Florenz von Hellwag, und unter diesen vier kleinere Bilder, Ansichten aus der römischen Campagna, die berühmten Wasserleitungsbogen und etrus-

kische Felsengräber. Ueber den Pilastern ist zwischen Architrav und Gesims ein hoher Fries durchgeführt, der in sechs Feldern goldene, reich geschnitzte Cartouchen mit Bronzetafeln trägt, den Facultäten der Hochschule entsprechend, mit den Aufschriften Architektur, Forstwissenschaft, Maschinenbau, Chemie, Ingenieurwissenschaft, Elektrotechnik. Zu seiten dieser Cartouchen liegen grau in grau gemalte allegorische Gestalten, von der Hand der Maler Kemmer und Hollmann. Den Aufschriften der Bronzetafeln entsprechend, sind in den darunter liegenden zwölf Bogenzwickeln ebensoviel Rundbildnisse von hervorragenden Technikern eingefügt, die großentheils an der hiesigen Hochschule gewirkt haben: Eisenlohr und Hübsch, Hayer und Ratzeburg, Redtenbacher und Grashof, Bunsen und Liebig, Tulla und Gerwig, Siemens und Hertz. Den Raum überspannt eine flachbogige, mit einem mächtigen Reichsadler geschmückte Holzdecke. Einen schönen Schmuck des Raumes bilden endlich auch die Reliefs, welche der leider zu früh verstorbene Bildhauer Prof. Heer über den Eingangsthüren der Nordwand geschaffen hat.

Bei Nacht wird die Aula durch vier große Kronen, zwei Candelaber und zwei Wandschilde mit zusammen 160



Grundriß der Aula.

Glühlichtern beleuchtet. Die großen Zeichensäle sind mit Ausnahme eines einzigen durch Gasglühlicht erhellt, während alle übrigen Gänge, wie die Sammlungssäle, die Vortragssäle, Flurgänge, Treppenhäuser, Aborte usw. elektrisch beleuchtet sind. Geheizt wird der ganze Bau, wie schon erwähnt, durch eine Dampfniederdruckheizung, mit der eine Lüftungsanlage verbunden ist. Die Heizkörper bestehen aus sog. Radiatoren. Für die Aborte ist Wasserspülung eingerichtet; Trinkwasserleitung ist im ganzen Gebäude durchgeführt.

Ueber die technische Herstellung sei noch bemerkt, daß die Grundmauern aus rothen Sandbruchsteinen hergestellt sind, während das ganze aufsteigende Mauerwerk aus Backsteinen besteht. Die Fronten sind mit hellgelben Steinen verblendet. Der Sockel, die Gurte, Eckquadern, Fenstergestelle, Hauptgesimse und Giebelaufbauten sind aus graugelbem Keupersandstein, die Pfeiler und Säulen im Innern aus rothem Buntsandstein gefertigt. In dem gleichen Steine ist auch die freitragende Treppe im Nordflügel ausgeführt, während die beiden Haupttreppen aus Schmiedeeisen mit Eichenholzritten gefertigt sind, deren Trittsflächen mit Linoleum überzogen wurden. Die Deckengebälke bestehen im Untergeschoß und im ersten Stocke aus Walzeisenstäben, im Obergeschoß aus Tannenholz. Die Gefache zwischen den Eisenstäben sind mit Stampfbeton in Wölbform ausgefüllt, oberhalb glatt gestrichen, und die so hergestellten Bodenflächen in allen Nutzräumen mit Eichenholzparkett in Asphalt, in den Fluren dagegen mit Mettlacher Plättchen belegt. Die Deckenconstructionen (Eisen- und Betongewölbe) sind in den Arbeitssälen, Vortragssälen und Sammlungsräumen sichtbar gelassen, und die Holzdecken sind überputzt. Die Wände aller Räume, ebenso die der Flure, sind mit Gips abgeputzt; nur in den Treppenhäusern sind sie mit Backsteinen, in den Brunnenhallen und in den Aborten mit hellen Fayenceplättchen und Granitplatten bekleidet. Die Wände der Flure, der großen Hörsäle und der Gipssammlungen sind mit Caseinfarbe gestrichen, während die der Lehr- und Professorenzimmer und der Zeichensäle mit einfarbigen graugrünen oder röthlichen Tapeten bekleidet sind. Ueberall im Gebäude waltet die größte Einfachheit, in den Lehr- und Arbeitsräumen ist auf alle Schmuckformen verzichtet worden, der einzige Reichthum, der zu dem Beschauer in bedeutsamer Weise spricht, ist, wie gesagt, in die Aula, den Festraum der Hochschule, verwiesen. Dort unterstützten nach dem alten Grundsatz die Schwesterkünste, Bildnerei und Malerei,

die Architekten in sachgemäßer, beredter Weise, und nicht ohne Stolz blickt der Lehrkörper der Hochschule auf diesen Schmuck, weil er die Entstehung und Ausführung desselben seiner Anregung und seiner Ausdauer verdankt.

Der im August 1895 begonnene und im Sommersemester 1898 ohne Sang und Klang in Besitz genommene Bau ist nach den Plänen und unter der Oberleitung des Unterzeichneten ausgeführt; mit der Bauleitung am Platze war der Architekt Hildebrand aus Wiesbaden betraut.

Die Kosten berechnen sich für den ausgedehnten, aber, wie wir gesehen haben, einfachen Bau ohne die Ausgaben für die Aulaausschmückung zu 13 *M* für das Cubikmeter, wobei die Höhe vom Kellerboden bis Dachgesimsoberkante gerechnet ist. Dieser sehr billige Einheitspreis beruht auf den großen Hohlräumen im Innern, auf den geringen Schwierigkeiten bei der Gründung und auf der schlichten Ausstattung der Innenräume. Im Einzelnen wurden für die verschiedenen Arbeiten verausgabt:

1. Grab- und Maurerarbeit	256 590 <i>M</i>
2. Verputzarbeit	13 070 "
3. Steinhauerarbeit	163 620 "
4. Walzeisenlieferung	48 540 "
5. Gußeisenlieferung	550 "
6. Zimmerarbeit	37 380 "
7. Blechernerarbeit	11 400 "
8. Schreiner- und Glaserarbeit	67 990 "
9. Schmiede- und Schlosserarbeit	24 360 "
10. Blitzableitung	2 240 "
11. Tüncherarbeit	9 130 "
12. Tapezierarbeit	640 "
13. Wasser-Zu- und Abführung	8 500 "
14. Heizeinrichtung und Lüftung	33 260 "
15. Einfriedigung, Hof- und Gartenanlagen	16 120 "
16. Elektrische und Gas-Beleuchtung	23 590 "
17. Uhren und elektrische Läutewerke	960 "
18. Bauführung und Verschiedenes	7 900 "
19. Tagelohnarbeiten	820 "
20. Schieferdeckerarbeiten	10 100 "

Somit Gesamtkosten (ohne innere Einrichtung an Schränken, Subsellen, Tafeln, Tischen, Kleiderrechen usw.) 736 760 *M*
Karlsruhe, den 4. November 1898.

Dr. Josef Durm.

Wandschmuck in der Sacristei des Domes zu Volterra.

(Mit Abbildung auf Blatt 25 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Der Dom in Volterra, zu Anfang des 12. Jahrhunderts erbaut, hat infolge der mehrfachen Umbauten, die er erfahren hat, eine Reihe von hervorragenden Werken aus verschiedenen Baustilen aufzuweisen. Die 1354 vollendete Fassade des Bauwerkes hat die Gothik geschaffen. Die Renaissance hat die Schiffe mit prächtigen Altären, Capellen und Grabdenkmälern geschmückt. Die Cassettendecke, eine Schöpfung der Spätrenaissance, wetteifert in ihrer Ausführung und Farbenpracht mit den besten gleichartigen Werken jener Zeit. Aber während die Renaissance bereits ihren Einzug gehalten hatte und dem

Dom im Innern ihr Gepräge aufdrückte, hat die scheidende Gothik in dem Chorgestühl und dem Wandschmuck der Sacristei des Domes noch zwei Werke hinterlassen, wie sie gerade aus jener Zeit nur selten in italienischen Kirchen zu finden sind.

Blatt 25 stellt den Wandschmuck dar, der sich in der Gestalt aneinander gereihter, reich in Holz geschnitzter gothischer Baldachine an drei Seiten der Sacristei hinzieht: die Wände über den niedrigen Schränken des Raumes sind mit Getäfel bekleidet, welches durch Spitzbogenstellungen in Felder getheilt ist. Die Haupttheilungspfeiler, mit reichen Capitellen und Sockeln ver-

sehen, sind wirkungsvoll durch die eingestellten Arcaden und darüber Friese mit geschnitztem Blattwerk verbunden. Ueber den Friesen entwickeln sich spitzbogige Kreuzgewölbe, die den überhängenden vorderen Theil des Getäfels mit der Rückwand verbinden. Das Ganze ist unter dem Einfluß der hereinbrechenden Renaissance entstanden, was im Aufbau wie im Ornament trotz der mancherlei gothischen Einzelheiten deutlich zu Tage tritt. Schon wechseln Renaissance-Profile mit den gothischen ab, besonders das Hauptgesims ist eine Verquickung beider. Die Ornamente in den Friesen und Zwickeln, welche eingelegt, flach geschnitzt oder durchbrochen sind, zeigen noch die der italienischen Gothik eigenthümlichen Formen. Neutrale geometrische Muster zieren die Pilaster und dienen den oberen

Zwickeln als Einfassung. Die Ornamente in den Friesen waren ehemals bunt bemalt, was noch jetzt unter dem braunen Anstrich zu erkennen ist. Eine Inschrift besagt, daß der Wanderschmuck um die Mitte des 15. Jahrhunderts von einem Meister aus Colle Val d'Else gefertigt worden ist.

Das Chorgestühl des Domes zeigt die gleiche Composition und desselben Holzschnitzers Hand. Die Rückwand ist auch hier durch Pfeiler getheilt, die durch Spitzbogen verbunden sind. Ueber letzteren zieht sich das schon vollkommene Renaissance-Profile aufweisende Hauptgesims hin. Die Anfänger des Gestühls und der Bischofssitz sind reich geschnitzt und wie die übrigen Ornamente eine Verschmelzung von Motiven beider Stilgattungen.
Faerber.

Die ehemalige Klosterfactorie in Carden an der Mosel.

(Mit Abbildungen auf Blatt 26 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Ein Profanbau aus dem Anfange des 13. Jahrhunderts gehört heute zu den Seltenheiten; daher erschien es um so mehr geboten, dieses seltene Bauwerk dem Gedächtniß zu erhalten, als zu befürchten steht, daß es, da es jetzt als Speicher dient, durch willkürliche Aenderungen an seiner ursprünglichen Gestalt wesentlich einbüßt.

Die Gestaltung des Gebäudes ergab sich aus seiner Bestimmung, die Abgaben der Gemeinde an das — jetzt verschwundene — Kloster aufzunehmen. Demgemäß finden wir einen geräumigen Weinkeller; darüber im Erdgeschofs den Raum zur Entgegennahme der Abgaben. Hier ist von besonderem Interesse der noch vorhandene, gemauerte Schreibsitz des Verwalters, der von dort aus die Geschäfte im ganzen Hause übersehen konnte. Die obere — jetzt nicht mehr vorhandene — Giebelmauer gestattete durch eine Thoröffnung eine Zufahrt von der Strafe in den Tagesraum, der hier auf Erdgleiche liegt. Diese Einfahrt lag also dem Schreiber unmittelbar gegenüber und war ebenso leicht zu überwachen wie der Zugang zu den oberen Geschossen, der durch eine innere Treppe vermittelt wurde. Der Verkehr zum Keller konnte von dem gleichen Sitze aus leicht beobachtet werden mittels einer durch die Wölbung des Kellereinganges gebrochenen Oeffnung. Ein in der unteren Giebelmauer erhaltenes Einfahrtsthor zum Keller läßt erkennen, daß hier eine Zufahrt von der Strafe bestanden hat.

Die Bestimmung der beiden oberen Geschosse erkennt man unschwer an der Construction ihrer Fußböden. Der des ersten Stockes besteht aus einer einfachen, frei über den ganzen Raum gespannten Balkenlage, die wohl keine aufsergewöhnliche Lasten aufzunehmen hatte. Dieses Stockwerk dürfte also — und dafür spricht die vornehme Fensterarchitektur — als Versammlungsraum gedient haben. Hier wurden wohl die von auswärts gekommenen Abgabe-Spendenden gespeist. Der Boden des Speichergeschosses hingegen ist durch starke Constructionen aufserordentlich tragfähig gemacht; hier wurde also wohl das Getreide aufgespeichert. Hierfür spricht auch schon der aus gespundeten Bohlen gebildete doppelte Fußbodenbelag. Der Dachstuhl ist sehr einfach gezimmert; er ist beiderseitig in die Langmauern

eingemauert, die, den Seitenschub aufnehmend, jegliche Strebe überflüssig machen und dadurch einen für Speicherezwecke sehr geeigneten Hohlraum ergeben.

Die Front läßt die verschiedensten Aenderungen der Neuzeit erkennen. Am auffallendsten erscheinen die Fenster des Erdgeschosses; sie sind offenbar später eingebrochen, weil die alten zu klein waren und zu wenig Licht spendeten. Als ursprünglich kann das Fenster bei dem gemauerten Schreibpult angesehen werden, und es ist kein Grund zu zweifeln, daß auch die übrigen Erdgeschossfenster so gestaltet waren. Die Kellertreppe und Kellerthür sind ebenfalls alt, wenngleich das Thürgewände aus neuerer Zeit stammt. Noch später als die Fenster wurden die beiden Eingangsthüren zum Erdgeschofs eingebrochen. Da das Gebäude zwei verschiedenen Besitzern gehört, so ist es mit einer von unten bis oben durchgehenden Wand in zwei Hälften getheilt, woraus sich auch die Nothwendigkeit des ebenfalls aus neuester Zeit stammenden mittleren Kellereinganges erklärt. Den künstlerisch interessantesten Theil der Fassade stellt das Obergeschofs dar. Seine Fenster sind in einer regelrechten, von dem unteren Geschofs unabhängigen Achsentheilung gestellt. Es wechseln rundbogige und im Kleeblatt geschlossene gekuppelte Fenster miteinander ab. Die schlanke Mittelsäule steht auf einer Eichenbohle, die beiderseits in die Mauer eingreift.

Urkunden über die Geschichte der Factorie sind nicht erhalten. Eine Zeitstellung läßt sich daher nur annäherungsweise geben. Die Form der Fenster und ihrer Einzelheiten verweist auf die beste romanische Zeit; die Jahre der Entstehung können also wohl um 1200 angesetzt werden.

Die Front ist bis zum Gurtgesims in Schieferbruchsteinen ausgeführt, darüber in Tuffziegeln — sogenannten moellons —, aus denen die meisten romanischen Bauten am Rhein bestehen.

Bietet diese ehemalige Klosterfactorie auch keine hervorragend künstlerischen Züge, so ist in ihr doch ein Stück Culturgeschichte verkörpert, welches sie werth erscheinen läßt, sorgfältig vor etwaigen Um- und Einbauten bewahrt zu werden.

L. Schweitzer, Regierungs-Bauführer.

Die Canalisation von Zoppot.

Vom Geheimen Baurath P. Böttger in Danzig.

(Mit Abbildungen auf Blatt 27 und 28 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten).

Am 1. März 1898 ist nach einer Bauzeit von kaum vierzehn Monaten die neue Canalisation von Zoppot in Betrieb genommen worden, ein Werk, welches sowohl in technischer wie in hygienischer und wirtschaftlicher Beziehung bemerkenswerthe Einzelheiten aufweist. Nachdem nunmehr neun Monate seit der Betriebseröffnung vergangen und die Anlage während eines stark besuchten Badesommers die Probe auf ihre Leistungsfähigkeit bestanden hat, ist es jetzt an der Zeit, einiges darüber mitzutheilen.

Die Anlage ist als Canalisation zu bezeichnen und nicht mit dem Ausdruck Entwässerung zu belegen, da es hier grundsätzlich vermieden ist, dem Rohrnetz Niederschlag-(Regen-)Wässer oder Grundwasser zuzuführen. Die unterirdischen Canäle nehmen vielmehr lediglich die Hauswässer einschl. der Abgänge der Spülaborte auf, während alle Niederschlagwässer sowie auch die Abwässer der in Zoppot allerdings nur in geringer Zahl vorhandenen gewerblichen Anlagen, Fabrik- und Dampfwässer usw. und der mit Seewasser gespeisten Warmbadeanstalt auf andere Art abgeführt werden. Somit ist die Anlage als ein völlig durchgeführtes Beispiel des neuerdings vielumstrittenen sogenannten Trennungssystems anzusehen. Da über die hierbei in Betracht kommenden, in gesundheitstechnischer und wirtschaftlicher Beziehung wichtigen Fragen der Städtereinigung noch mancherlei Zweifel und Unklarheiten bestehen, erscheint es angemessen, zunächst einige Erörterungen darüber vorzuschicken.

Der Wunsch der Einführung einer Canalisation entspringt vielfach, besonders in kleineren Orten, lediglich dem Verlangen nach einer Art der Beseitigung der Hausabgänge, die äußerlich nicht belästigt und den neuzeitlichen Ansprüchen an Bequemlichkeit und Sauberkeit genügt. Oft geschieht es unter dem Druck des Umstandes, daß durch eine bereits vorhandene allgemeine Wasserversorgung zwar die Anlage von Spülaborten usw. ermöglicht und in steigendem Maße herbeigeführt wird, die Abfuhr der reichlichen Abgänge aber um so größere Schwierigkeiten, Kosten und Unzuträglichkeiten herbeiführt. Für die gleichzeitige Ableitung der an sich unverfänglichen Niederschlagwässer, welche besonders in kleinen Orten vielfach auch ohne unterirdische Canäle in einfacher Weise durch oberirdische Abführung möglich ist, liegt dagegen meistens ein genügendes Bedürfnis nicht vor. Es ist daher rathsam, bei Prüfung der grundlegenden Gesichtspunkte für den Entwurf der Canalisation kleinerer Städte die Frage der etwaigen Trennung der Hauswässer von den Niederschlagwässern stets sorgfältig zu erwägen. Anders liegen die Verhältnisse in großen Städten, denn hier begegnet die Anlage von Rinnsteinen mit dem nöthigen Gefälle im Hinblick auf die Größe des Entwässerungsgebietes, die Länge der Straßenzüge usw. vielfach erheblichen Schwierigkeiten, die nur durch Anordnung unterirdischer Canäle überwunden werden können. Die Gesichtspunkte, nach denen das Canalnetz einer großen Stadt bestimmt werden muß, sind daher andere als die, welche für kleinere Gemeinwesen in Frage kommen. Letztere von vornherein nach dem Maßstabe bekannter und mustergültiger Anlagen der Großstadt zu messen, ist daher ein Fehler, an dem unter Umständen das gute Vorhaben wegen der

Höhe der Kostenberechnungen scheitern kann. Bezüglich der Kostenfrage liegen in kleineren Städten die Umstände für die Einführung derartiger Wohlfahrtseinrichtungen oft wesentlich ungünstiger als in der Großstadt. Die Bevölkerungsdichtigkeit ist meistens viel geringer und das auf die Einheit der Bevölkerungsziffer entfallende Entwässerungsgebiet ein entsprechend größeres. Rechnet man nun in üblicher Weise mit den Erfahrungssätzen der Niederschläge, welche bekanntlich die der Hauswässer um ein vielfaches (50 bis 100faches) übersteigen, so ergeben sich im Verhältniß zur Einwohnerzahl der im allgemeinen auch in geldlicher Beziehung weniger leistungsfähigen kleineren Stadt so bedeutende Anlagekosten, daß man unter Umständen vor einer weiteren Verfolgung des Planes zurückschreckt. Hier vermag nun das sogenannte Trennungssystem, dessen Voraussetzung immer die bequeme und einwandfreie anderweite Abführung der Niederschlagwässer bildet, Abhilfe zu schaffen und den Weg zur richtigen und durchführbaren Lösung der gestellten Aufgabe zu zeigen. Während bei Berechnung der Canäle die eigentlichen Schmutzwässer, deren Abführung man wünscht, gegen die übliche Bemessung der Niederschlagwässer fast völlig verschwinden, bilden sie für das Trennungssystem allein die Grundlage für die Bestimmung der Canalweiten. An Stelle großer gemauerter und meistens recht kostspieliger Canäle treten dann fast durchweg Rohrleitungen von verhältnißmäßig kleinen Querschnitten; eine Reihe von sonst nöthigen Einrichtungen, Straßen-Schlammfänge, Rückstauvorrichtungen für die Hausanschlüsse usw. fällt fort, und die Anlagekosten ermäßigen sich dementsprechend in ganz erheblichem Maße. Aber noch weitere Vortheile sind damit verbunden: Der Zufluß zum Rohrnetz bleibt im wesentlichen stets nahezu der gleiche und hält sich frei von den bedeutenden Mengen der bei größeren Regenfällen auftretenden Wasserfluthen sowie von den Unzuträglichkeiten, welche die bei der Entwässerung der Großstädte unentbehrlichen Nothauslässe mit sich bringen. Ueberschwemmungen durch rückstauendes Canalwasser, die auch trotz der Nothauslässe nicht ausbleiben, sind nicht zu befürchten, das Rohrnetz nimmt vielmehr, keinerlei Wechselfällen und Ueberlastungen ausgesetzt, dauernd nur die nahezu gleichbleibende Menge der Hauswässer auf. Sofern eine Pumpstation für die Weiterbeförderung des Canalwassers erforderlich wird, bleibt infolge dessen der Betrieb gleichmäßig, und der Umfang der Maschinen und Pumpen, die besondere Aushülfsanlagen zur Bewältigung gelegentlicher großer Mengen nicht bedürfen, wird wesentlich geringer. Vielfach wird es hier genügen, den Betrieb der Pumpstation auf die Tagesstunden zu beschränken und damit wesentlich billiger und einfacher zu gestalten, da es wohl im allgemeinen möglich sein wird, dem Sammelbrunnen eine Größe zu geben, die für die Ansammlung der während der Nacht zusammenfließenden Abwässer genügt. Gleichzeitig wird endlich, sofern die Möglichkeit der Klärung und Nutzbarmachung der Abwässer durch Rieselbetrieb gegeben ist, die Größe des Rieselfeldes beträchtlich eingeschränkt. Sie wird entsprechend der dem Felde zuzuführenden gleichmäßigen Wassermenge von etwa 60 bis 100 Liter für den Kopf der Bevölkerung, unter der Voraussetzung genügend durchlässigen Untergrundes und einer

Mächtigkeit der Rieselschicht von mindestens 1 m für 1 Hektar, auf eine Einwohnerzahl von 900 statt wie bisher auf etwa 300 Menschen berechnet werden können. Aus diesen Gesichtspunkten ergeben sich so große Vortheile in wirtschaftlicher und geldlicher Beziehung, daß das Trennungssystem in solchen Fällen noch durchführbar erscheint, wo die gleichzeitige Abführung der Niederschlagwässer unerschwingliche Kosten verursacht.

Gegen dies vereinfachte System der Schwemm-Canalisation kann geltend gemacht werden, daß mit der unmittelbaren Abführung der Niederschlagwässer auch der Straßenschmutz den aufnehmenden Wasserläufen zugeführt wird und diese verunreinigt, sowie daß den Schmutzwasserkanälen die Spülkraft des Regenwassers entzogen wird. Beide Einwände erscheinen um deswillen nicht schwerwiegend, weil auch jede Schwemm-Canalisation mit Regenwasserabführung der Nothauslässe für stärkere Regengüsse nicht entzogen werden kann und dann auch den von Straßsen und Höfen abgespülten Schmutz den Wasserläufen zuführt, während der Spülkraft der Regenwässer eine besondere Bedeutung für den Betrieb um so weniger beigemessen werden darf, als diese Art der Spülung gerade in den heißen Sommermonaten, wo sie am nötigsten ist, oft wochenlang fehlt. Die anderweite Spülung durch die Wasserleitung bzw. mechanische Reinigung des Canalnetzes kann daher auch bei Regenwasserabführung ebensowenig wie beim Trennungssystem entbehrt werden. Die für die Einführung des Trennungssystems nötige Voraussetzung ist daher einerseits die durch die Oertlichkeit gebotene Gelegenheit der sicheren und bequemen anderweiten Abführung der Niederschlagwässer, andererseits das Vorhandensein oder die Schaffung einer Wasserleitung, die außer der zwangsweisen Versorgung aller an die Canalisation angeschlossenen Stellen auch die reichliche Spülung der Canalstrecken durch die Hydranten ermöglicht. Die Leistungsfähigkeit der Wasserversorgung wird hierbei mindestens 100 Liter täglich für den Kopf der Bevölkerung betragen müssen. Nach den vorstehenden Erwägungen und Gesichtspunkten, die auch an anderen Stellen zu regem Meinungs-austausch geführt haben, ist das Trennungssystem als wohlgeeignet zur wirtschaftlich vortheilhaften und geldlich günstigen Beseitigung und Verwerthung der städtischen Hauswässer zu erachten. Die nach diesem System erbaute Canalisation von Zoppot hat sich in den vergangenen neun Monaten durchaus bewährt, insbesondere haben auch die Reinhaltung der Canäle durch Spülung aus den Hydranten der Wasserleitung und die mechanische Reinigung durch Rohrbürsten keinerlei Schwierigkeiten verursacht. Wenn die Anlage auch nur ein Gebiet von 160 ha umfaßt und daher zu den kleineren ihrer Art gehört, so weist sie doch eine Reihe bemerkenswerther, durch besondere örtliche Schwierigkeiten bedingter Einzelheiten auf, die in folgendem erörtert werden sollen.

Die topographische Lage des canalisirten Gebietes ist eigenartig: In einer Länge von etwa 2 km zieht sich Zoppot am Südweststrande der Danziger Bucht entlang und scheidet sich in ein an der See liegendes und von dieser nur durch ein schmales Parkgelände bzw. einen Dünenstreifen getrenntes sogen. Unterdorf von durchschnittlich etwa 500 m Breite und in das höher liegende, durch einen steilen Abhang getrennte Oberdorf (vgl. den Ortsplan Abb. 1 Bl. 27). Abbildung 2 Bl. 27 giebt ein ungefähres Bild der Höhenlage des Ortes. Das enger bebaute und die älteren Ansiedlungen enthaltende Unterdorf erhebt sich

nur 1 bis 2 m über den mittleren Wasserstand der Ostsee, während das Oberdorf, soweit es bis jetzt bebaut ist, etwa 8 bis 18 m höher liegt. Den Untergrund bildet feiner Sand von großer Mächtigkeit, in dem sich an einzelnen Stellen Moorbildungen finden. Von besonderer Wichtigkeit sind die Grundwasserhältnisse, die von einem starken, vom westlich vorliegenden Olivaer Höhenzuge herandrängenden Grundwasserstrom abhängig und im wesentlichen nur im Unterdorf einigen bis zu 1 m betragenden Schwankungen, entsprechend dem Stande des Ostseespiegels, unterworfen sind. Der Grundwasserstrom geht mit einem Gefälle von etwa 1:100 nach der See und tritt an manchen Stellen des Unterdorfes zeitweilig bis an die Oberfläche heran. Nach längeren Regenzeiten steht das Grundwasser nicht unerheblich höher als der Spiegel der Ostsee; andererseits bringen auch andauernde nördliche Winde den Ostseespiegel und damit das Grundwasser zum Steigen. Die Grundwasserhältnisse müssen daher hier als sehr ungünstig bezeichnet werden. Besser liegt die Sache im Oberdorf, wo sich das Grundwasser auf etwa 4 bis 6 m unter der Oberfläche hält, stellenweise zeigt sich auch hier, und zwar in den nach dem Höhenzuge einschneidenden Thalsenkungen Grundwasser schon in 1,5 m Tiefe unter der Oberfläche. Bezeichnend für den Ort und wichtig für die Durchführung der Canalisation ist weiter eine Reihe nahezu parallel verlaufender offener Bergwasserläufe, sog. Fliefse, die, vom Olivaer Höhenzuge kommend, den Ort als wasserreiche Bäche durchfließen und in der Nähe des Badestrandes in die See münden (vgl. den Ortsplan Abb. 1 Bl. 27).

Zoppot ist seit einigen Jahren, Dank der überaus schönen landschaftlichen Lage, in schnellem Aufblühen begriffen und zählt z. Z. etwa 8000 ständige Einwohner; zu ihnen kommen im Sommer etwa 9000 bis 10000 Badegäste hinzu, deren Höchstziffer im Juli auf etwa 4000 zu schätzen ist. Das schnelle Anwachsen, dem die früheren unvollkommenen Einrichtungen der Beseitigung der Hausabgänge nicht Rechnung zu tragen vermochten, im Verein mit dem ungünstigen Grundwasserstande im Unterdorf haben nun seit Jahren zu Unzuträglichkeiten und gesundheitlichen Gefährdungen Anlaß gegeben, die der Abhilfe dringend bedurften, wenn nicht der Ruf des beliebten Seebades aufs Spiel gesetzt werden sollte. Während nämlich Zoppot sich schon seit längerer Zeit einer den ganzen Ort versorgenden Wasserleitung erfreute, deren Ergiebigkeit nach besserer Erschließung der Quellgebiete jetzt auf etwa 1500 cbm täglich gesteigert ist, lag bis vor kurzem die Abführung der Gebrauchswässer ganz im argen. Diese sammelten sich einschließlic der Abgänge aus den Spülaborten, die vermöge der vorhandenen Wasserleitung in vielen Häusern, vornehmlich den Gast- und Logirhäusern schon seit Jahren eingerichtet waren, in gemauerten Gruben. Die technische Schwierigkeit, derartige Gruben in dem hohen Grundwasserstande des Unterdorfes dicht herzustellen, machte sich in einer mehr und mehr zunehmenden Verseuchung des Grundwassers und Untergrundes bemerkbar, und die zahlreichen offenen Bergwasserläufe boten trotz aller Polizeiverbote die nur zu gern benutzte Gelegenheit, ihnen durch heimliche Ueberlaufrohre den flüssigen Inhalt der infolge der Wasserspülung aus Küche und Abort übermäßig stark belasteten Gruben zuzuführen. Die Wasserläufe, die dem Ort zur Zierde hätten reichen können, entwickelten sich mehr und mehr zu offenen Abzugsgräben, und die üblen Ausdünstungen machten sich nicht allein im Orte, sondern auch am Badestrande bemerklich, wo

die Wasserläufe mit ihrem schmutzigen Inhalt einen häßlichen Anblick boten und stark verunreinigte Wässer in nächster Nähe der Badestellen in die See entsandten. Die Klagen über diese Zustände steigerten sich besonders bei den durch die neuzeitlichen gesundheitlich vollkommenen Einrichtungen der Großstädte verwöhnten Badegästen von Jahr zu Jahr, die Verseuchung des Untergrundes liefs ernste Gefahren befürchten, und so entschlofs sich denn anfangs der neunziger Jahre die Gemeinde, hier gründliche Wandlung zum besseren eintreten zu lassen.

Die in den ersten Jahren von verschiedenen Seiten gemachten Vorschläge gingen alle von der Voraussetzung aus, dafs eine regelrechte Canalisation (etwa nach dem vortrefflichen Vorbilde des benachbarten Danzig, dessen von E. Wiebe anfangs der siebenziger Jahre ausgeführte Canalisation bekanntlich in vielen Beziehungen bahnbrechend gewirkt hat) wegen des hohen Grundwasserstandes im Unterdorf technisch kaum ausführbar sei. Man glaubte nicht, dafs es möglich sein werde, ein Canalnetz mehrere Meter tief im Grundwasser und im feinen Sande so dicht auszuführen, dafs eine Auswechslung des Inhaltes mit dem Grundwasser und damit eine weitere Verseuchung des Untergrundes vermieden werden könne. Die Kosten für ein derartiges Unternehmen wurden auch so hoch geschätzt, dafs man vor der weiteren Verfolgung dieses Planes zurückschreckte. Man erwog daher andere Abhülfe: Da eine Senkung des Grundwasserstandes im Unterdorf wegen der Abhängigkeit vom Seewasserstande von berufener Seite als technisch unmöglich bezeichnet wurde, und da auch ein Vorschlag, die Abwässer und die mit undurchlässiger Sohle auszugestaltenden Bergwasserläufe in cementirten Rinnen weit hinaus in die See zu führen, keine Besserung versprach, vielmehr eine weitere Verunreinigung des Seewassers in Aussicht stellte, so beschäftigte man sich längere Zeit mit der Frage der Verbesserung des Grubensystems und der Abfuhr der Spülwässer. Doch man mußte sich bald überzeugen, dafs bei der Natur des Untergrundes und des Grundwassers die Herstellung wirklich dichter Gruben um so schwieriger und kostspieliger wurde, als ihnen, falls man nicht auf Spülung in Küche und Abort verzichten wollte, für Aufnahme von etwa 50 bis 60 Liter Spülwasser für den Kopf und Tag und bei Vermeidung jeglicher Ueberläufe, auch bei häufiger Entleerung eine gewaltige Gröfse gegeben werden mußte. Dazu kam die wirtschaftlich und geldlich kaum zu bewältigende Abfuhr dieser Mengen und der Uebelstand, nach wie vor den den meisten Badegästen äußerst lästigen Abfuhrbetrieb ertragen zu müssen.

Inzwischen wurde noch ein besonderer Canalisationsvorschlag erörtert, der davon ausging, zur Vermeidung der technischen und geldlichen Schwierigkeiten tiefliegender Canäle den Ort in eine Reihe kleinerer Gebiete mit flach liegenden Canälen zu zerlegen und die an den einzelnen Tiefpunkten sich sammelnden Abwässer mittels Shonescher, durch Prefsluft getriebener Ejectoren weiter zu befördern. Die Rohrleitungen der Einzelsysteme sollten hierbei nur eine die nöthige Frostsicherheit gewährleistende Tiefenlage erhalten. Auch dieser Vorschlag mußte jedoch fallen gelassen werden, da einerseits die überschlägig ermittelten Kosten auch hierbei eine bedeutende Höhe erreichten, anderseits aber der Betrieb des doppelten Netzes der Abfluß- und der Prefsluftleitungen nicht die nöthige unbedingte Sicherheit bot und im Fall einer Betriebsstörung die größten Gefahren befürchten liefs.

So ungünstig waren die Aussichten für das Zustandekommen der ersehnten Canalisation, als die auf dem Gebiete der Städte-

reinigung wohlbekannte Firma Börner u. Herzberg in Berlin, die schon unter ähnlichen schwierigen Umständen die Canalisation von Norderney in den achtziger Jahren erbaut hatte, mit der Angelegenheit befaßt wurde. Nach den dort gesammelten Erfahrungen mit den in tiefem Grundwasser und Schwemmsand verlegten Röhren glaubte die Firma auch die Schwierigkeiten in Zoppot überwinden zu können und stellte nach den vorgenommenen Untersuchungen, Höhenmessungen und Grundwasserbeobachtungen einen Entwurf auf, der nach eingehender Erörterung für die Ausführung mit einigen Aenderungen und Ergänzungen gewählt und genehmigt wurde.

Der Entwurf beruht auf dem eingangs geschilderten Trennungssystem, da eine gleichzeitige Abführung der Niederschlagwässer wegen der Schwierigkeit der Erbauung größerer gemauerter Canäle und der bedeutenden Baukosten nicht empfohlen werden konnte. Bei der Berechnung wurde unter grundsätzlicher Ausschließung der Niederschlagwässer eine Abwassermenge von 100 Liter für den Kopf und Tag zu Grunde gelegt, wobei indes darauf Rücksicht genommen wurde, einige wenige zweckmäfsig liegende Regenrohre lediglich zum Zwecke der Entlüftung des Canalnetzes mit anzuschließen. Die Bevölkerungsziffer wurde bei Anfertigung des Entwurfes zu 10 000 Menschen angenommen, bei Feststellung der Rohrweiten, der Gröfse des Sammelbeckens im Unterdorfe, der Maschinenanlage und des Rieselfeldes jedoch von vornherein auf eine wesentliche Zunahme der Bevölkerung Bedacht genommen. Trotzdem war es möglich, auch bis zu den letzten und tiefsten Strecken der Strafsencanäle mit Rohrleitungen von 40 cm größtem Durchmesser auszukommen und gemauerte Canäle ganz zu vermeiden. Soweit die Rohre über 1 m tief im Grundwasser liegen, sind sie zur Sicherheit in Gulseisen ausgeführt und einer Druckprobe von 5 Atm. unterworfen worden; ihre Dichtung geschah mit Hanfstrick und Bleiverstimmung und hat sich, da ein Eindringen von Grundwasser nirgends beobachtet ist, durchaus bewährt. Die Verlegung in den zum Theil recht schmalen Strafsen des Unterdorfes in unmittelbarer Nähe der nicht überall ausreichend gegründeten Häuser erforderte bei der Beschaffenheit des Schwemmsandes grofse Gewandtheit und Schnelligkeit und ist unter Verwendung von eisernen Spundwänden, deren einzelne 1 m breite Platten mittels der Druckpumpe eingespritzt wurden, ohne jeden Unfall von statten gegangen. Die Dichtung der Thonrohrleitungen (beste Münsterberger Ware) geschah unter grundsätzlicher Vermeidung von Cement mittels Hanfstrickes und Asphaltkittes und einer äußeren Umhüllung der Muffen mit Thonwulsten.

Bei der Verlegung der Leitungen wurde mit äußerster Sorgfalt darauf geachtet, dafs die Einzelstrecken zwischen den in durchschnittlicher Entfernung von etwa 70 m angeordneten Revisionsbrunnen durchaus geradlinig in wagrechtem und senkrechtem Sinne gehalten wurden, um bei dem bis 1:1000 verminderten Gefälle sichere Vorfluth zu schaffen und das Durchziehen von Reinigungsbürsten zu erleichtern. Die Revisionsbrunnen, von denen Abb. 7 Bl. 28 einen Querschnitt und Grundrifs zeigt, sind ohne Schlammfang hergestellt, der halbe Querschnitt der Rohrleitungen geht vielmehr in der in bestem Cement auf einer kreisrunden Grundplatte von Stampfbeton (mit Eisen-einlage) angelegten Sohle glatt durch. Von besonderer Wichtigkeit für die Reinhaltung und Spülung der Rohrleitungen war der günstige Umstand, dafs die eingangs erwähnten Bergwasserläufe an elf gleichmäfsig vertheilten Einlaufstellen durch Stau-

vorrichtungen nach Bedarf in die Straßencanäle eingeführt werden konnten, sodafs in regelmäfsigem Wechsel ein starker Spülstrom reinen Wassers für die Säuberung sorgt. Es war dies für den Betrieb um so willkommener, als damit die Heranziehung der während der Badezeit ohnedies stark beanspruchten Wasserleitung wesentlich eingeschränkt werden konnte. Die Spüleinlaßstellen sind im Ortsplan, Abb. 1 Bl. 27, mit *Sp.* bezeichnet.

Infolge der höheren Lage des Oberdorfes war es möglich, die Abwässer desselben mit eigenem Gefälle nach dem Rieselfelde zu entsenden, während die des Unterdorfes des Betriebes einer Pumpstation bedurften. Die Rohrnetze der beiden Stadttheile sind demnach auch von einander unabhängig gehalten, die Scheidelinie bildet im wesentlichen die dem Geländeabhang zwischen Ober- und Unterdorf folgende Haffner- und Benzlerstraße.

Die Abwässer des Unterdorfes vereinigen sich in einem Sammelbrunnen (Punkt *A* des Ortsplanes), der nach sorgfältigen Erwägungen auf dem Hofe des Warmbadehauses neben dem Curgarten angelegt wurde. Hierfür sprach der Umstand, dafs bei dieser etwa in der Mitte der Längenausdehnung des Ortes belegenen Zusammenführung die Tiefenlage der eisernen Haupt sammelleitungen in dem am niedrigsten liegenden langen Strafsenzuge der Nord-, Süd- und Parkstraße auf ein Mindestmafs beschränkt werden konnte, was bei den erwähnten überaus ungünstigen Grundwasserverhältnissen von nicht zu unterschätzendem Werthe war. Bei einer aus mancherlei Rücksichten wohl erwünschten Verlegung des Sammelbrunnens und der Pumpstation an das südlichste Ende des Ortes hätten die letzten Leitungen eine Tiefe erhalten müssen, welche die technischen Schwierigkeiten auf einen übermäfsigen Grad gesteigert und die dauernde Dichthaltung der Rohrleitungen gefährdet hätte. So aber war es möglich, bei einem Mindestgefälle von 1:1000 das tiefste Einschnelden auf 2,50 m unter den mittleren Grundwasserstand zu beschränken. Die Anlage am Warmbadehause bot ferner den wirtschaftlichen Vortheil, die für die Seewasserpumpe, den Warmbadebetrieb und die Wäscherei ohnedies nöthige Dampfkesselanlage und den technischen Maschinenbetrieb mit dem der Pumpstation räumlich unter der Leitung eines Maschinenmeisters zu vereinigen. Dagegen erhoben sich indes aus dem Kreise der Ortseinwohner grofse Bedenken wegen der vom Sammelbrunnen und der Pumpstation befürchteten üblen Ausdünstungen, die man bei dem täglichen Verkehr des Badepublicums in dem unmittelbar benachbarten Curgarten und auf dem Seestege hier ganz besonders zu vermeiden hatte. Es war nicht leicht, diese Bedenken zu zerstreuen; aber die Erfahrung, dafs auch an anderen Orten, z. B. in Berlin, die Pumpstationen inmitten stark bevölkerter Stadttheile liegen, ohne die Nachbarschaft irgendwie zu belästigen, gaben schlieslich den Ausschlag zu Gunsten dieser in technischer und wirtschaftlicher Beziehung zweckmäfsigsten Stelle. Zur weiteren Sicherung wurde aber die Vorsicht angewandt, den oberen Raum des Sammelbrunnens durch eine Entlüftungsrohrleitung von 30 cm Durchmesser mit dem hohen Schornstein der Dampfkesselanlage zu verbinden und damit eine unmittelbare Dunstverbrennung zu erzeugen. Thatsächlich haben sich auch nicht die geringsten Unzuträglichkeiten gezeigt, und der Mehrzahl der hier täglich in unmittelbarer Nähe verkehrenden Badegäste dürfte das Vorhandensein der Pumpstation überhaupt unbekannt geblieben sein. Der Inhalt des Sammelbrunnens wird in täglich mehrstündigem Betriebe

von zwei Plungerpumpen mittels getrennter Saugleitungen angesaugt und durch eine dem Zuge der Park- und Südstraße folgende Druckleitung, deren gufseiserne Rohre auf 15 Atm. geprüft sind, nach dem Rieselfelde befördert. Der Grundriß des Maschinenhauses und des Sammelbrunnens mit den zugehörigen Luft-Sauge- und Druckleitungen und dem Einlauf der Canalwässer ist aus Abb. 3, der Querschnitt dieser Anlagen aus Abb. 5 Bl. 28 ersichtlich. Der Sammelbrunnen hat bei 5,67 m lichter Tiefe und 8,80 m Durchmesser einen gesamteten Rauminhalt von 345 cbm, wovon der bis zur Unterkante des Einlaufs reichende Theil von 165 cbm Inhalt den für den Betrieb in Frage kommenden Fassungsraum darstellt. Dieser Inhalt genügt, um nach den bisherigen Erfahrungen die Abwässer einer Nacht auch beim stärksten Menschenzustrom im hohen Sommer zu fassen, sodafs der Pumpbetrieb auch durchweg auf die Tagesstunden beschränkt werden konnte. Die Herstellung des Sammelbrunnens machte bei dem bedeutenden Umfange und der Absenkung bis auf 5,20 m unter Grundwasser grofse Schwierigkeiten, ging aber gleichwohl glücklich von statten. Die 1,40 m dicke Sohle ist in Stampfbeton mit Eiseneinlage und einer Ueberpflasterung mit ausgesuchten Klinkern hergestellt und hat sich ebenso wie das Mantelmauerwerk Dank der sehr sorgfältigen Ausführung völlig dicht erwiesen. Die Mitte des Sammelbrunnens bildet ein unten mit vergitterten Oeffnungen durchbrochener cylinderförmiger Schacht, der einerseits die Saugrohre der Plungerpumpen aufnimmt, anderseits die centrisc angeordneten eisernen Träger der Bohlenabdeckung trägt. Behufs Zurückhaltung gröfserer schwimmender Gegenstände ist ein Theil des Sammelbrunnens, und zwar zu beiden Seiten des Einlaufrohres, durch hölzerne Gitter abgetheilt. Im übrigen sorgen die Gitter im Pumpenschacht und die Saugkörbe selbst dafür, dafs den Pumpen nicht gröbere, für das Spiel der Ventile gefährliche Gegenstände zugeführt werden. Die Säuberung der Wandungen und der Sohle des Sammelbrunnens von allen zurückgehaltenen Stoffen erfolgt regelmäfsig einmal in der Woche unter gleichzeitig starker Spülung und nimmt nur einige Stunden Arbeit in Anspruch. Die beiden gleichartig gebauten Pumpen, von denen jede stündlich 70 cbm Schmutzwasser zu heben und nach dem Rieselfelde zu drücken vermag, werden von je einer unabhängig von der anderen arbeitenden Dampfmaschine getrieben, deren Anordnung aus dem Grundriß und Querschnitt des Maschinenhauses, Abb. 3—6 Bl. 28, ersichtlich ist. Um im Maschinenhause jederzeit Kenntnifs von dem Wasserstande im Brunnen zu haben, ist in letzterem am Boden eine unten offene Metallglocke angebracht, die durch eine luftdicht schliesende Rohrleitung mit einem im Maschinenhause frei sichtbaren an der Wand angebrachten, mit Quecksilber gefülltem Doppelschenkelrohr (Manometer) in Verbindung steht. Der auf die Glocke wirkende wechselnde Wasserdruck läfst das Quecksilber im offenen Schenkel mehr oder weniger steigen und den Wasserstand an einer entsprechenden Gradtheilung ohne weiteres ablesen. Steigt der Brunneninhalt bis zum höchsten zulässigen Stande (Unterkante des Canaleinlaufrohres), so wird durch das steigende Quecksilber und die hierdurch vermittelte metallische Berührung zweier in das Manometerrohr eingeschalteter Pol-Enden ein elektrisches Läutewerk zur Herbeirufung des Maschinisten in Thätigkeit gesetzt.

Wie schon vorher gesagt, werden die Abwässer des Oberdorfes, ohne die Pumpstation zu berühren, dem Rieselfelde, dessen Ordinaten auf etwa + 2,0 bis 2,35 liegen, mit eigenem Ge-

fälle zugeführt. Die Abwässer vereinigen sich in einem am südlichen Ende des Ortes in der Frantziusstraße (Punkt *B* des Ortsplanes) angeordneten Ausgleichbrunnen, dessen Querschnitt und Grundrifs Abb. 8 Bl. 28 zeigt. Von hier fließen sie in einem eisernen Rohre von 20 cm Weite dem vom Unterdorf bzw. der Pumpstation kommenden 22,5 cm weiten Druckrohr zu; ihre Vereinigung (Punkt *C* des Ortsplanes) wird durch ein Doppelschenkelrohr, sog. Hosenrohr, vermittelt. Abb. 2 Bl. 28 zeigt die Anordnung dieser Vereinigungsstelle. Rückstauklappen in beiden Schenkeln dienen dazu, um zu vermeiden, daß einerseits bei Unterbrechungen des Pumpbetriebes bzw. während der Nacht Abwasser vom Oberdorf in die Druckleitung vom Unterdorf eintritt, oder daß andererseits bei stärkerem Widerstand in der Druckleitung nach dem Rieselfelde das Abwasser unter dem Druck der Pumpen nach dem Ausgleichbrunnen hinaufgedrückt wird. Zur Sicherung gegen etwaige Verstopfungen in der Leitung zwischen dem Ausgleichbrunnen und dem Hosenrohr ist darin eine Reihe von Reinigungsflanschen vorgesehen. Sollte trotzdem vorübergehend hier eine nicht sogleich beseitigte Störung eintreten, so stauen die Abwässer des Oberdorfes im Ausgleichbrunnen auf und ergießen sich dann durch ein 1 m über der Sohle angeordnetes Rohr nach dem nächsten Revisionsschachte des Unterdorfes, gelangen dann mit den Abwässern des letzteren in den Sammelbrunnen und werden durch die Pumpstation in gleicher Weise nach dem Rieselfelde befördert. Dieser Fall ist bis jetzt noch nicht vorgekommen. Die manometrischen Messungen an der Vereinigungsstelle am Hosenrohr haben vielmehr ergeben, daß die hydrostatischen Drucke in der Gefälleleitung vom Oberdorf und der Druckleitung vom Unterdorf sich das Gleichgewicht zu halten vermögen, sodafs vom Hosenrohr aus die vereinigten Wässer im gemeinsamen Strome durch die von hier aus noch 1170 m lange und 27,5 cm weite Leitung nach dem Rieselfelde abfließen.

Was das letztere anlangt, so ist von den dazu erworbenen Dünenländereien von etwa 12,5 ha Flächengröße zunächst nur ein Stück von 5 ha zur Berieselung eingerichtet. Abb. 4 Bl. 27 zeigt die Anordnung des in sechs Staubecken eingetheilten Feldes, das in den Dünen zwischen Zoppot und Glettkau belegen ist und dessen Boden nach Beseitigung der alten Moos- und Haidekrautnarbe aus reinem, sehr durchlässigem Sande besteht. Das Feld ist gegen die See durch den Dünenrücken bzw. Vorstrand geschieden und vermöge seiner Höhenlage völlig gegen Sturmfluthen gesichert. Die Canalwässer, deren Zuleitung im Lageplan eingetragen ist, ergießen sich zunächst in ein erhöht liegendes Vertheilungsbassin, von wo sie einem in der mittleren Längstheilung angeordneten Gerinne zufließen. Die sechs Felder sind einerseits durch den mittleren, als Fahrweg ausgebildeten Damm (für Wirtschaftszwecke), andererseits durch Revierdämme von 0,60 m Kronenbreite und 0,50 m Höhe getheilt und erhalten ihren Zufluß von dem Gerinne aus durch je zwei Auslaufschützen, sodafs die Möglichkeit geboten ist, jedes einzelne Feld später nach Bedarf noch weiter für den Wirtschaftsbetrieb zu theilen. Ferner ist die Höhenlage des Vertheilungsbassins so gewählt worden, daß in Zukunft auch der übrige Theil der erworbenen Dünenländereien von hier aus durch eine einfache Gefälleleitung mit Rieselwasser versorgt werden kann; voraussichtlich wird aber das Rieselfeld in seiner jetzigen Ausdehnung für eine lange Reihe von Jahren ausreichen.

Abgesehen von der mit einem Seitengefälle von 1:2000 ausgeführten Oberflächenregelung des vorher stark gewellten

Dünengeländes bedurfte das Rieselfeld auch einer vorherigen Tieferlegung des Grundwasserspiegels. Erfahrungsgemäß ist eine Filterschicht von mindestens 1 m Stärke zur ausgiebigen Reinigung der Abwässer und zur Zurückhaltung und Verarbeitung der darin enthaltenen, zur Düngung geeigneten Stoffe nothwendig. Da das Grundwasser jedoch schon in einer Tiefe von durchschnittlich 0,50 m auf den zu Rieselzwecken bestimmten Ländereien beobachtet wurde, so erschien es nothwendig, längs des oberen Randes des Feldes einen etwa 2 m tiefen Vorfluthgraben von etwa 400 m Länge auszuheben, welcher den von Westen nach der See herandrängenden Grundwasserstrom abfängt und ihn weiterhin durch einen vorhandenen Bachlauf (Glettkauer Fliefs) unmittelbar der See zuführt (Abb. 4 Bl. 27). Dieser jederzeit stark strömende Vorfluthgraben hat es bewirkt, daß der Grundwasserstand auf dem Rieselfelde sich dauernd zwischen 1 und 1,50 m Tiefe hält; die völlige Reinigung und Verarbeitung der Canalwässer ist damit gewährleistet. Die durch Bodenfiltration geklärten Wässer werden nicht weiter, wie sonst üblich, durch Gräben abgefangen und fortgeleitet, sondern laufen unterirdisch mit dem Grundwasser zur See. Abb. 3 Bl. 27 zeigt einen Querschnitt des Feldes senkrecht zur See.

Nachdem der Rieselbetrieb anfangs März 1898 eröffnet wurde, ist noch im Spätsommer versuchsweise ein Stück Feld mit gutem Erfolge eingesamt worden; es ergab sich auf dem bis dahin völlig unfruchtbaren Sandboden ein üppiger Graswuchs. Die wirtschaftliche Ausnutzung des Rieselfeldes wird im Jahre 1899 im vollen Umfange durchgeführt werden.

Die verantwortliche Betriebsleitung der Canalisation ist vorläufig auf fünf Jahre der Firma Börner u. Herzberg übertragen worden. Die Betriebskosten betragen für das gesamte Personal (Maschinenmeister, Heizer, Rohrmeister, Rieselfeldaufseher und 3 bis 4 Hilfsarbeiter), sowie für die sächliche Unterhaltung aller Anlagen, jedoch ausschließlich der von der Gemeinde selbst zu beschaffenden Kohlen für die Kesselfeuerung, jährlich etwa 10700 Mark. Unter Hinzurechnung der Kosten des Brennmaterials der Dampfkessel, die allerdings auch noch den Dampf für die Wäscherei und die Warmbadeanstalt abzugeben haben, sind die Gesamtbetriebskosten jährlich auf 13000 Mark zu veranschlagen, sodafs bei einer durchschnittlichen Bevölkerungszahl von 10000 Menschen etwa 1,30 Mark jährliche Betriebskosten auf den Kopf der Einwohnerzahl entfallen. Die in Zukunft diesen Ausgaben gegenüberstehenden Einnahmen aus der Verpachtung des Rieselfeldes zur gärtnerischen Bewirtschaftung lassen sich vorläufig noch nicht übersehen.

Die Gesamtkosten der Bauausführung der Canalisation haben mit Ausschluß der Kosten der Hausanschlüsse 325121,09 Mark betragen, wovon auf die Maschinenanlage mit Saug- und Druckleitung 80706,69 Mark, auf das Rohrsystem 191803,15 Mark, auf das Sammelbassin nebst Ausgleichbrunnen, Maschinen- und Kesselhaus 30343,25 Mark und auf die Rieselfeldanlage 12328 Mark entfallen.

Die Ausführung der ganzen Anlage, bei der, abgesehen von der 2467 m langen, ganz im Grundwasser liegenden Druckrohrleitung nach dem Rieselfelde, 13300 m Straßencanäle, darunter 7600 m im Grundwasser zu verlegen waren, hat unter erheblicher Abkürzung der dafür vertraglich vorgesehenen Frist nur 14 Monate in Anspruch genommen. Nachdem im December 1896 die landespolizeiliche Genehmigung erteilt worden war, konnte, obwohl während der Badezeit vom Juni bis September,

also während der besten Jahreszeit, die Arbeiten im Orte ruhen mußten, schon am 1. März 1898 der Betrieb eröffnet werden. Durch Ortsstatut und Polizeiverordnung vom October 1897 ist der zwangsweise Anschluß aller Grundstücke an die Canalisation durchgeführt worden. An die Stelle der früheren in gesundheitlicher Beziehung bedenklichen Zustände sind seitdem technisch in jeder Hinsicht vollkommene Einrichtungen getreten und alle früheren Unzuträglichkeiten durch üble Ausdünstungen, Ver-

seuchung des Untergrundes, Verschmutzung der Bergwasserläufe und Verunreinigung des Seewassers seit diesem Sommer verschwunden. In gleichem Maße hat sich die Annehmlichkeit des Aufenthaltes in Zoppot gesteigert, und man wird daher das weitere Aufblühen und Gedeihen des schönen Badeortes zum nicht geringen Theile der segensreichen Durchführung einer geordneten Canalisation zuzuschreiben haben.

Danzig, im December 1898.

P. Böttger.

Ramsbottomsche Wasserstationen für Eisenbahnzüge in der Fahrt.

(Alle Rechte vorbehalten.)

Die Verhältnisse des Eisenbahnwettbewerbs haben seit manchem Jahrzehnt in England und neuerdings auch in America den Eisenbahnverwaltungen Veranlassung gegeben, die Geschwindigkeit der Eilzüge andauernd zu erhöhen und an Aufenthalt der Züge, auch der Güterzüge, auf den Zwischenstationen zu sparen. Insbesondere gilt dies von England, denn in keinem anderen Lande ist die Zahl der im Wettstreit liegenden Eisenbahnen zwischen großen Verkehrspunkten auf kleinstem Raum so groß, wie gerade dort. Dazu kam, daß die englischen Bahnen durch die überseeischen Verkehrsbeziehungen gedrängt wurden, sich in der Beförderung von Postsachen nach den Hafentorten der größten Pünktlichkeit und Schnelligkeit zu befleißigen.

Die Forderung, welche in den fünfziger Jahren erhoben wurde, die Eilpostzüge Chester — Holyhead entlang der Nordküste von Wales in beiden Richtungen dergestalt zu beschleunigen, daß sie die 136,5 km lange Strecke in 2 Stunden 5 Minuten ohne Aufenthalt zu durchfahren vermöchten, ist auf die Bedürfnisse des überseeischen Verkehrs zurückzuführen. Der Wasserverbrauch der Locomotiven stellte sich für eine einfache Fahrt bei günstiger Windrichtung auf 8,1 bis 8,6 cbm. Der größere Theil der Bahn ist aber so sehr den an der Küste herrschenden, starken Winden ausgesetzt, daß infolge des vergrößerten Zugwiderstandes der Bedarf nicht allein sehr wesentlich über den Fassungsraum der Normaltender von 6,8 cbm, sondern auch über die überhaupt größten Tenderfüllungen von 9,1 cbm noch um 1,8 cbm hinausging. Die Beschaffung größerer Tender schien indessen nicht rathsam, um nicht das todtte Gewicht der Züge zu vergrößern.

Ramsbottom, der damalige Ober-Maschineningenieur der Nordwestbahn, der Eigentümerin jener Linie, schaffte in eigenartiger Weise Abhilfe. Durch eingehende Versuche, über die er 1861 vor der Institution der englischen Maschineningenieure Bericht erstattete, stellte er fest, daß der Tender während der Fahrt des Zuges imstande ist, mittels einer schaufelartigen Schöpffläche, die in eine zwischen den Fahrschienen befindliche Wasserrinne getaucht und darin entlang geführt wird, seinen Wasserbedarf selbst aufzunehmen. Schon bei mäßigen Fahrgeschwindigkeiten strömt das Wasser mit solcher Kraft an der Schaufel in die Höhe, daß es nur einer aufsteigenden rohrartigen Verlängerung derselben bedarf, um es in den Wasserkasten des Tenders überzuführen. Die Ausführung im Bahnbetriebe bestätigte die Versuche vollständig. Mittels Schöpfrinnen von 403 m Länge, die bei Conway in die beiden Streckengleise der Linie Chester — Holyhead eingelegt wurden, gelang es, den Normaltendern während der Fahrt rund 4,5 cbm Wasser zuzuführen. Die Ausrüstung der vor-

handenen Tender mit Schaufel und Füllrohr bot keine Schwierigkeiten. Durch die neue Einrichtung wurde nicht allein eine Abkürzung der Fahrzeit ermöglicht, sondern auch eine namhafte Verminderung des Zuggewichts herbeigeführt, die ungefähr dem Gewicht eines weiteren dem Zuge beizugebenden Wagens gleichkam.

An Gelegenheit zur weiteren Anwendung der Schöpfvorrichtungen fehlte es nicht. Zunächst wurde der Zwischenaufenthalt der zwischen Manchester und Liverpool verkehrenden Güterzüge abgeschafft, welche in Parkside lediglich zum Zwecke der Wasserentnahme zu halten gezwungen waren und hierdurch nicht allein lästige Verzögerungen erfuhren, sondern auch den übrigen sehr lebhaften Verkehr stark behinderten. Durch den Fortfall der Anfahrten in Parkside wurde gleichzeitig auch an Zugkraftkosten gespart. In Wolverton wurde eine dritte Anlage der bezeichneten Art für die auf der Stammlinie der Nordwestbahn zwischen London und Rugby verkehrenden Eilzüge hergestellt, aus der in ungefähr 20 Sekunden 5 cbm Wasser entnommen werden konnten. Indessen gab die unreine Beschaffenheit des Wassers, das vom Grand Junction Canal zugeleitet wurde, zu Klagen Anlaß. Noch stärker verunreinigt war das Wasser der Station Camden town im Londoner Vorortgebiet derselben Linie, das dem Regents Canal, einem Zweigcanal des Grand Junction Canals, entnommen wurde. Ramsbottom ließ beide Wasserstationen eingehen, indem er bei Bushey, 22 1/2 km vom Londoner Endbahnhofe Euston, in allen drei Streckengleisen Schöpfrinnen anlegte, aus denen sich die aufwärts — nach London — fahrenden Züge für Hin- und Rückfahrt zugleich mit Wasser versorgten.

Da die neue Art der Wasserversorgung nicht mehr an bestehende Stationen gebunden ist, Schöpfanlagen vielmehr bei passender Bahnlage überall ausgeführt werden können, wo gutes Wasser in ausreichender Menge zur Verfügung steht, sei es bei natürlichem Zulauf oder im Nothfall selbst unter künstlichem Anheben, konnte nicht ausbleiben, daß sie insbesondere als fahrtverkürzendes Mittel in Frage kam, wo es sich um die Beschleunigung von Eilzügen handelte. Die Linie Chester — Holyhead erhielt späterhin eine zweite Schöpfanlage; die Stammlinie wurde an zahlreichen Punkten, so in Watford, Roade, Tamworth, Warrington, Tebay mit derartigen Anlagen ausgerüstet. In den letzten Jahren haben sich die englische Westbahn und dem Vernehmen nach auch die Ostbahn dem Vorgehen der Nordwestbahn angeschlossen.

In America finden wir die Einrichtung bereits in den siebziger Jahren auf der Pennsylvanischen Bahn zwischen Phila-

delphia und Pittsburg, zum Gebrauch für Eilzüge, denen dadurch die Möglichkeit gegeben war, sich unterwegs auf nur zweimaligen Aufenthalt zu beschränken. Die Züge hielten nur noch in Harrisburg und Altoona, 168 und 385 km von Philadelphia, an.

Im allgemeinen kann man sagen, daß sich das todt Gewicht der Züge nicht unbedeutend ermäßigen läßt, wenn die Verhältnisse die Anordnung der Schöpfanlagen in passenden Abständen an einer Bahnlinie zulassen. Während in den sechziger Jahren nach englischen Verhältnissen 1 Tonne Kohlen hinreichte, um mit einer schweren Güterzuglocomotive 65 km und mit einer gewöhnlichen Personenzuglocomotive fast 160 km weit zu fahren, bedurfte es für eine solche Fahrt nicht weniger als 6 bis 9 Tonnen Wasser, und mit diesen Vorräthen hätte der Tender ein Gewicht von 15 bis 20 Tonnen erreicht. Was sich in dieser Richtung an todtm Gewicht der Züge ersparen lasse, sehe man vielleicht am besten daraus, so wurde von einem Fachmanne ausgeführt, daß 180 l Wasser schon hinreichten, um mit der schwersten Güterzuglocomotive etwa $1\frac{1}{2}$ km weit, mit einer Schnellzugmaschine sogar doppelt soweit zu fahren. Man rechnete denn auch anfänglich darauf, daß bei sachgemäßer Anwendung Ramsbottomscher Schöpfstationen der Wasserkasten der gewöhnlichen Tenderlocomotiven zur Aufnahme einer passenden Wassermenge, die unterwegs Erneuerung finde, ausreichen werde. Aber es ist klar, daß die Entfernung der Schöpfstationen unter ein gewisses Maß, das sich aus einer vergleichenden Kostenberechnung ergeben muß, nicht herunter gehen kann, und im übrigen ist das Maß ihrer Entfernung nach den Verhältnissen jeder Bahn verschieden. Bisher ist es denn auch zur Abschaffung der Tender noch nicht gekommen, während es im allgemeinen bei der Anwendung der neuen Einrichtung auf solchen Strecken sein Bewenden behalten hat, die dem Wettverkehr unterliegen.

Die Ramsbottomschen Versuche.

Wird in die gemäß Abb. 1 seitwärts gebogene untere Mündung eines aufrechten Rohres Wasser mit einer bestimmten Geschwindigkeit v eingeführt, so steigt es in dem Rohre bis zu einer bestimmten Höhe h , gleichviel, ob sich das

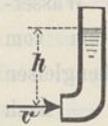


Abb. 1.

Wasser gegen das Rohr oder dieses gegen das Wasser bewegt. Theoretisch — abgesehen von der Reibung und sonstigen die Bewegung des Wassers beeinflussenden Umständen — ist die Steighöhe h so groß, wie diejenige Fallhöhe eines schweren Körpers, bei der dieser dieselbe Geschwindigkeit erlangt, mit der das Wasser eintritt; die Beziehung findet ihren theoretischen einfachsten Ausdruck in der Formel $v = \sqrt{2gh}$, in der g die Erdbeschleunigung (9,81 m) bedeutet. Da hiernach bei einer Fallhöhe von 4,90 m eine Geschwindigkeit von 9,81 m erreicht wird, muß unter der Voraussetzung, daß das Rohr von einem fahrenden Eisenbahnzuge mit der unteren Oeffnung durch stehendes Wasser geschoben wird, das Wasser bei einer Zuggeschwindigkeit von 9,81 m in der Secunde oder von rund 35 km in der Stunde um 4,90 m im Rohre emporsteigen. Bei Zuggeschwindigkeiten von 50 und 25 km in der Stunde würde die Steighöhe des Wassers 9,84 m und $\frac{9,84}{4} = 2,46$ m betragen.

2,46 m ist ungefähr das Maß, um das das Wasser gehoben werden muß, wenn es in den Wasserkasten des Tenders überfallen soll; thatsächlich fand Ramsbottom durch den Versuch

bestätigt, daß bei einer solchen Höhe des Füllrohres unter Anwendung einer Fahrgeschwindigkeit des Zuges von nicht mehr als 25 km in der Stunde das von der Schaufel aufgegriffene Wasser gerade bis zur oberen Rohrmündung gehoben wurde und dort stehen blieb, ohne in den Tender überzufließen.

Die von Ramsbottom eingerichteten Füllvorrichtungen haben bei der bezeichneten Hubhöhe 25,4 cm lichte Weite in der Schaufel, und diese taucht auf die ganze Länge der Füllrinne von 403 m 5,1 cm tief in das Wasser ein. Im ganzen wird also eine Wassermenge von der Schaufel durchfahren, welche beträgt

$$25,4 \text{ cm} \times 5,1 \text{ cm} \times 403 \text{ m} = 5220 \text{ l} = \text{rund } 5 \text{ t Wasser.}$$

Durch Abschrägen des Metalls der Schaufelmündung, welches $\frac{2}{3}$ cm Stärke hat, wurde diese nach außen leicht glockenförmig erweitert. An den Schneiden maß sie daher rund $26\frac{2}{3}$ cm in der Breite bei $5\frac{2}{3}$ cm Eintauchtiefe. Bei diesen Abmessungen würde sich die durchschaufelte Wassermenge zu 6093 l ergeben; mit Rücksicht auf die unvermeidlichen Reibungsverluste ist die Zahl indessen für die Betrachtung werthlos. Aber es zeigte sich, daß die ganze vorhin berechnete Wassermenge von 5220 l bei einer Zuggeschwindigkeit von 56 km thatsächlich von der Schaufel ausgehoben und in den Tender geführt wurde. Im übrigen ergaben die angestellten Versuche folgendes:

Tag des Versuchs	Geschwindigkeit der Schaufel in der Schöpfrinne in km auf die Stunde	Aufgenommene Wassermenge in Litern
22. Januar 1861	24,15 (15 engl. Meilen)	0
"	35,42 (22 " ")	4810
"	53,13 (33 " ")	4910
"	66,01 (41 " ")	5230
23. November 1860	80,50 (50 " ")	4860

Bei 35 km Fahrgeschwindigkeit war die volle Leistung nahezu erreicht, und sie änderte sich darüber hinaus nur wenig, was an sich verständlich ist, denn mit zunehmender Geschwindigkeit wird die Füllzeit kürzer, da die Schaufel ihren Weg in der Rinne in kürzerer Zeit zurücklegt. Bei sehr großen Geschwindigkeiten ging die Leistung wieder etwas zurück. Ramsbottom hält für wahrscheinlich, daß von einer Geschwindigkeit ab, die ausreicht, das Wasser reichlich über den Rand des Füllrohres in den Tender fließen zu lassen, alles im Wege der Schaufel befindliche Wasser thatsächlich aufgenommen wird, ohne daß Wassertheilchen bei Seite gedrängt werden. Bei den Versuchen wurde darauf geachtet, daß die Rinne stets gleich hoch gefüllt blieb, was durch vorhandene Ueberläufe verbürgt wurde, daß ferner die Schaufel stets um dasselbe Maß eintauchte und der Tender die gleiche Höhenlage beibehielt.

Bei mehr als 35 km Fahrgeschwindigkeit ist die Wassergeschwindigkeit größer, als zum Heben des Wassers in den Tender nöthig ist. Von einem aufrechten Rohre, das am Boden vorwärts gebogen ist, aufgenommen (Abb. 1), wird es in starkem Strahl nach oben geworfen. Als das obere Ende eines Füllrohres geschlossen und an einen Druckmesser geschaltet wurde, fand sich, daß bei 80 km Stundengeschwindigkeit der Druck des Wassers im Rohr 2,1 kg auf das qcm betrug, der während des ganzen Durchganges durch die Rinne unverändert blieb. Dieser Druck entspricht einer Wasserhöhe von 21 m und diese wieder rechnerisch einer Geschwindigkeit von 74 km in der Stunde, was mit dem Versuch genügend genau übereinstimmt.

Um die Geschwindigkeit des aufsteigenden Wassers zu ermäßigen, hat Ramsbottom das Füllrohr nach oben derart erweitert, daß die Abgabeöffnung zehnmal so groß ist, wie die Aufnahmeöffnung des Wassers. Dann floß das Wasser bei einer Fahrgeschwindigkeit von 80 km in der Stunde noch mit 8 km Stundengeschwindigkeit oder 2,2 m Secundengeschwindigkeit, entsprechend einer Fallhöhe von ungefähr 0,3 m, in den Tender über. Um die Bewegung des Wassers auf die ganze Länge des Steigrohres gleichmäßig zu verzögern, würde man das Rohr zwischen den Enden parabolisch einziehen müssen.

Die Schaufel wird dem Wasser mit flacher Krümmung schräg entgegengestellt; die Auffangfläche des anschließenden Füllrohrs, das rechteckigen Querschnitt erhält, setzt sich in ähnlicher Krümmung bis zum Uebergang in eine Gerade fort, und die vordere Fläche des Rohrs wird, bei gleicher Breite des rechteckigen Rohrquerschnitts, zur hinteren so angeordnet, daß sich der Querschnitt nach oben gleichmäßig erweitert. Ramsbottom führte auch die Vorderwand bis zur Schaufelmündung herunter, obwohl, wie er selbst richtig hervorhob, die Vorderwand, an der das Wasser keinen Druck ausübt, im unteren Theil eigentlich wegbleiben könne. Aus ähnlicher Erwägung war auch zulässig, die Erweiterung des Füllrohres statt nach dem Gesetz der Parabel, nach dem Gesetz der Geraden vorzunehmen, abgesehen davon, daß es nützlich schien, dem Wasser in der Mitte des Weges etwas reichlicheren Spielraum zu lassen.

Seine ersten Versuche führte Ramsbottom mit Hilfe fließenden Wassers aus, indem er aus dem Ende eines Druckrohrs in eine offene Rinne Wasser mit solcher Kraft eintreten ließ, daß er einen mit 25 km Stundengeschwindigkeit fließenden Wasserstrom erhielt. Diesen lenkte er gegen die Schaufel eines kleinen 0,9 m hohen Füllrohres von der für Tender in Aussicht genommenen Form. Das Wasser stieg darin empor und floß in beständigem Strom über den oberen Rand ab. Erst bei einem 2,3 m hohen Rohre hörte das Fließen auf. Späterhin wurden dann Versuche am fahrenden Tender gemacht.*)

Es war also klaggestellt, daß es einer Fahrgeschwindigkeit von mehr als 25 Stundenkilometern bedürfe, um Wasser in den Tender überlaufen zu lassen; volles Einströmen bei 2,3 m Höhenunterschied fand erst bei 35 km Fahrgeschwindigkeit statt. In der An- oder Abfahrt befindliche Züge haben eine solche Geschwindigkeit nicht, könnten also kein Wasser aufnehmen. Um aber auch bei geringeren Geschwindigkeiten die Speisung der Tender zu ermöglichen, will Ramsbottom, um an Druckhöhe zu sparen, das Wasser am Boden des Tenders eintreten lassen. Selbstverständlich muß in jedem Falle in der Bahnlinie die erforderliche Wagerechte vorhanden sein, um die Entnahmerinne einlegen zu können.

Der auf die Wasserentnahme entfallende Betrag an Locomotivzugkraft ist etwas größer als diejenige Kraft, die nöthig ist, um das Gewicht des Wassers auf die Höhe zu bringen, auf die es thatsächlich gehoben werden muß, zuzüglich der Reibung in Schaufel und Füllrohr. Gegenüber den gewöhnlichen Wasser-

*) Diesen Fahrversuchen verdankt der neuerdings von Braun wieder aufgenommene — aber nicht erfundene — Geschwindigkeitsmesser „Gyroskop“ seine Entstehung. Ramsbottom übertrug die Bewegung der Laufachse der Locomotive mittels eines Schnurgetriebes auf einen halb mit Oel gefüllten aufrechten Glascylinder, den er dadurch in schnelle Umdrehung versetzte. Die Senkung des Oelspiegels in der Mitte des sich drehenden Cylinders lieferte ein Maß für die Fahrgeschwindigkeit, die an einer auf dem Cylinder befindlichen Theilung abgelesen wurde.

stationen wird also, absolut genommen, an Kraft gespart, da die Höhe, auf welche bei diesen das Wasser in die Cisternen geschafft werden muß, wesentlich größer ist, als die Förderhöhe bei der Ramsbottomschen Einrichtung.

Technische Einzelheiten der Schöpfanlage.

Die Schaufel muß mit dem Füllrohr des Tenders beweglich verbunden sein, um sie zur geeigneten Zeit zwecks Wasseraufnahme herablassen und wieder einziehen zu können. Diese Beweglichkeit kann auf verschiedene Weise erreicht werden. Man kann die Schaufel im Füllrohr ein- und ausschieben (Abb. 2) oder um einen Drehpunkt heben und senken. Dieser kann in der Vorderkante des Rohrs (Abb. 3) oder in dessen Achse (Abb. 4) liegen; im letzteren Fall dreht sich die Schaufel in einer Pfanne des Füllrohrs. Um die Stellung der Schaufel



Abb. 2.

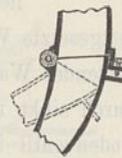


Abb. 3.

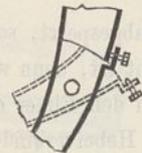


Abb. 4.

im herabgelassenen Zustand fest zu begrenzen und dadurch die festgesetzte Eintauchtiefe unverändert zu erhalten, bedarf es fester Anschläge, die in Abb. 3 und 4 durch Stellschrauben angedeutet sind. Diese Schrauben ermöglichen auch diejenige Regelung der Eintauchtiefe, die mit Rücksicht auf die Abnutzung der Lager und Radreifen des Tenders im Laufe der Zeit erforderlich wird. Es ist weiter vorgeschlagen worden, die Schaufel an einem, einen Theil des Füllrohrs darstellenden Schlauch zu befestigen, der in der Höhe zusammengesoben werden kann. Von den angeführten Einrichtungen hat sich hauptsächlich nur die in Abb. 4 verdeutlichte bewährt und Anwendung gefunden. Man hat mit ihr ein Gegengewicht oder eine Druckfeder verbunden, die die Schaufel in der Ruhestellung zu halten bestrebt ist; während der Schöpfstellung muß die Schaufel festgehalten werden. Ein Gedanke, das Füllrohr mit zweiseitigen Schaufeln zu versehen, um in beiden Fahrrichtungen schöpfen zu können, ist nicht zur Verwirklichung gekommen.

Damit die Schaufel die Schöpfrinne in ganzer Länge durchfähre, ist nöthig, sie bereits in die Arbeitsstellung zu bringen, wenn der Tender noch 1 oder 2 km von der Rinne entfernt ist, denn es ist dem Locomotivführer unmöglich, den Zeitpunkt des Eintauchens und Heraushebens genau abzapassen. Die Mündung der Schaufel ist also über die Rinnen-Enden hinwegzuheben, und dies geschieht am einfachsten in der Art, daß man in das Gleis schiefe Ebenen einlegt, deren erste am Anfang der Rinne der Schaufel gestattet, allmählich in das Wasser einzudringen, und deren zweite am Rinnen-Ende die Schaufel in aufsteigender Richtung wieder herausführt. Man kann auch dadurch die Schöpfrohre über die Enden der Rinne hinwegheben, daß man die Fahrzeuge über rückenartige Erhöhungen gehen läßt, die an den Trog-Enden in das Gleis eingelegt sind. Während im ersten Falle der ganze Trog im verlorenen Gefälle liegt, befindet er sich im zweiten in der fortlaufenden Bahn, die aber an jedem Trog-Ende eine verlorene Steigung hat.

Die Rinnen müssen an Stellen angeordnet sein, wo die Züge mit voller Geschwindigkeit verkehren. Man legt sie an

möglichst tiefe Stellen, um sie durch natürlichen Zuflufs gefüllt zu erhalten. Wo fließendes Wasser zum Auffüllen benutzt wird, sind Ueberläufe anzubringen, die auch den erforderlichen gleichbleibenden Wasserstand in der Rinne verbürgen. Sollen, etwa bei knappem Zuflufs oder um an Pumparbeit zu sparen, Wasserverluste nach Möglichkeit vermieden werden, so muß dafür gesorgt sein, daß der Zulauf selbstthätig abgesperrt wird, sobald der richtige Wasserstand erreicht ist. Ramsbottom

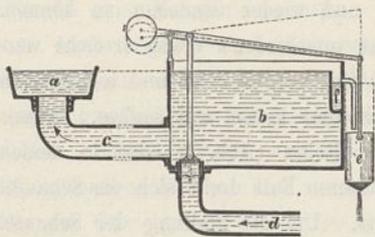


Abb. 5.

schaltete zu dem Zweck zwischen das Zuflußrohr *d* des Wassers (Abb. 5) und das Rohr *c* der Schöpf Rinne *a* einen Kessel *b* mit Ueberlaufschale *f*, deren Rand in Höhe des Wasserspiegels der Rinne liegt. Der Wasserzutritt wird abgesperrt, sobald der festgesetzte Wasserstand in der Rinne erreicht ist, denn weiter zufließendes Wasser fällt in die Schale *f* und in den Eimer *e*, der dadurch sinkt und mittels einer geeigneten Hebelverbindung ein Bodenventil im Behälter *b*, das den Zuflufs vermittelt, schließt. Durch eine kleine Oeffnung im Eimer fließt das Wasser beständig ab, sodaß, wenn der Wasserstand in der Rinne durch Entnahme gesunken ist, das Ueberfließen in die Schale aufhört und der Eimer sich leert. Dadurch sinkt ein mit der Hebeleinrichtung verbundenes Gegengewicht und das Ventil öffnet sich wieder, indem gleichzeitig der Eimer steigt. Es geht also nur dasjenige Wasser verloren, das durch den Eimer abläuft. Einfacher ist, den Zuflufs mit Hilfe eines

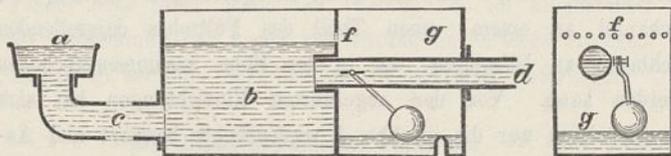


Abb. 6.

Schwimmers gemäß Abb. 6 zu regeln. Das überschüssige Wasser läßt man aus dem Kessel *b* durch Ueberfallöffnungen *f* in einen mit Abflußöffnung versehenen Kasten *g* fließen, in dem sich ein mit dem Regulirventil unmittelbar verbundener Schwimmer befindet. Sobald in *b* der Wasserspiegel sinkt, fließt das in *g* befindliche Wasser ab und das Ventil öffnet sich.

Anfänglich bestanden Bedenken darüber, ob die Schöpf Rinne auch im Winter gebrauchsfähig bleibe, ob sie nicht durch den von den Zügen aufgewirbelten Staub zu sehr verunreinigt werde, ob ferner die Schaufel in der Rinne dauernd gleichmäßig arbeite und man die Rinne auch immer rechtzeitig füllen könne. Diese Bedenken wurden durch die Erfahrung vollständig widerlegt. Das englische Klima ist verhältnißmäßig milde. Aber auch in strengeren Wintern erwies es sich selbst an der den Winden stark ausgesetzten Küste von Nordwales als völlig ausreichend, an jedem Morgen einen Eispflug durch die Tröge zu ziehen und damit die in der Nacht entstandene Eisdecke abzuwerfen. Die fortdauernde Schaufelwirkung während der fahrplanmäßigen Zugfahrten reichte während der Tageszeit selbst in strenger Kälte aus, um die dünne Eisschicht, die sich zwischen zwei Zügen immer aufs neue bildete, zu beseitigen. Niemals wurde die Eisdecke überhaupt so stark, daß ihr Widerstand fühlbar geworden wäre. Schöpf Rinnen, die beständigen Zu- und Ab-

flufs haben, etwa von fließenden Wasserläufen oder Quellen gespeist werden, frieren überhaupt nicht leicht ein. Bei besonders heftiger Kälte hat man freilich unter Umständen auf eine Beheizung der Rinnen Bedacht nehmen müssen, um sie eisfrei zu halten.

Ferner hat sich gezeigt, daß der von den Zügen aufgewirbelte Staub erst auf das Wasser niederfällt, wenn die Schaufel bereits ihre Arbeit verrichtet hat, und daß er sich schon zu Boden gesetzt hat, wenn ein nachfolgender Zug Wasser nimmt.

Die Besorgnis, ob die Schaufel während der ganzen Eintauchzeit thatsächlich schöpfend wirke, war durch die Erwägung nahe gelegt, daß, da die Züge in kürzester Zeit große Wege, von vielleicht 15 m in der Secunde, zurücklegen, jede Unregelmäßigkeit in der Schöpf Wirkung große Betriebsschwierigkeiten herbeiführen könne. Es zeigte sich, daß auch nach dieser Richtung Grund zu Besorgnissen nicht vorlag. Man hatte nur Sorge zu tragen, daß die Schaufel in die Wasserrinne auch auf deren ganze Länge eingetaucht blieb. Schliesslich hat es auch keine Schwierigkeiten gemacht, die Rinnen nach der Durchfahrt eines Zuges rechtzeitig wieder aufzufüllen.

Die Kosten der Schöpf Rinnenanlage werden nach den ersten Ausführungen zu 32,8 *M* auf 1 m zweigleisiger Bahnlänge angegeben; 1 m Rinnenanlage würde danach 16,4 *M* kosten.

Ausgeführte Beispiele.

Im folgenden sind drei Beispiele ausgeführter Ramsbottomscher Schöpfanlagen wiedergegeben, aus denen zu erkennen ist, wie wenig sich im Lauf der Zeit am Wesen der Sache geändert hat. Die Besprechung erstreckt sich auf die älteste Anlage bei Conway und die Schöpfstationen der Pennsylvanischen Bahn; letztere sind sowohl in ihrer ursprünglichen Einrichtung, als auch mit einigen neueren Verbesserungen beschrieben.

a) Die Schöpfanlage bei Conway.

Abb. 7 stellt die Anordnung der Schöpf Rinne im Längenschnitt schematisch dar. Um die Schaufel vorschriftsmäßig durch die Rinne zu führen, besitzt die Schienenoberkante über der Rinnenstrecke ein verlorenes Gefälle, dessen beiderseitige Rampen unter 1:100 auf 14,6 m nach der Rinne zu abfallen. Das verlorene Gefälle beträgt also 14,6 cm. Die Rinne hat 403 m Länge in der Wagerechten, und an ihren Enden befinden sich bei *uu* Ueberläufe, die für gleichbleibenden Wasserstand sorgen.

Die Rinne hat 49 cm obere Breite und 15 cm Gesamttiefe bei 12 1/2 cm Wassertiefe. Der Wasserspiegel liegt 5 cm über

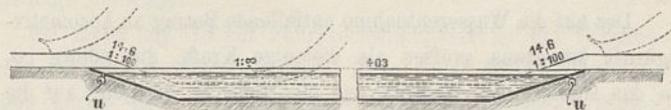
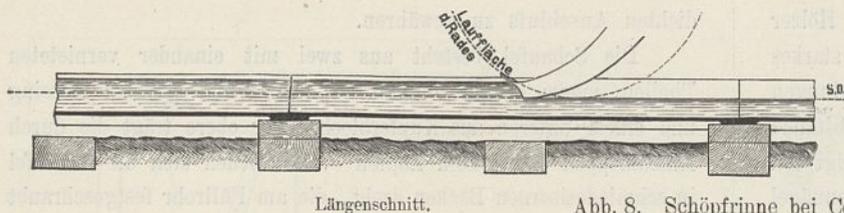


Abb. 7.

Schienenoberkante, und um das gleiche Maß von 5 cm taucht die Schaufel in das Wasser ein, da — wie Abb. 7 erkennen läßt — ihre Unterkante genau der Höhe der Schienenoberkante folgt. Unter der Schaufel bleiben 7 1/2 cm frei, damit ihr Flugstaub, Asche und Steine, die in die Rinne gerathen könnten, kein Hindernis bieten. Da die Sohle der Rinne auch an den Enden genau der Bahnneigung folgt (Abb. 7), so wird die

Schaufel mit $7\frac{1}{2}$ cm Spielraum über die Enden der Rinne hinübergelassen. Der Trog hat in seinem ganzen Verlauf keinerlei Theile, die von einer herunterhängenden Zugkette oder Kupplung erfaßt werden könnten.

Die Rinne ist aus Gufseisen in 1,8 m langen Abschnitten hergestellt, die mit den Enden gemäß Abb. 8 auf Sattelhölzern jeder zweiten Querschwellen fest gelagert sind, über die Zwischen-



Die Oberkante der Schaufel ist lippenartig 5 oder $7\frac{1}{2}$ cm vorgezogen, um ein Umherspritzen des Wassers zu verhüten; aus demselben Grunde sind auch die Ränder zugespitzt. Das obere Füllrohr ist umgebogen, damit das Speisewasser im Tender nicht unnötig umhergeschleudert wird.

Abb. 10 stellt einen Eispflug dar, der bei Frostwetter morgens vor Beginn des Betriebes durch die Rinne gezogen



schwelen aber frei hinweggreifen. Diese Sattelhölzer gestatten ein genaues Abpassen der Rinnenlage. Da, wie erwähnt, der Rinnenboden an den Enden der Bahnneigung folgt, so fallen alle Sattelhölzer gleich aus. Die Schöpfrinne liegt in einer Bahnkrümmung von 1600 m Halbmesser, deren äußere Schiene $2\frac{1}{2}$ cm höher liegt, als die innere, und dementsprechend liegen auch die Querschwellen etwas geneigt. Da andererseits die Rinne wagerecht liegen muß, hat man die Futterhölzer nach aufsen leicht verjüngen müssen. Die Schaufel erhält zwar eine schräge Lage infolge der Schienenüberhöhung, das hat aber, da dieser Unterschied auf die geringe Breite der Schaufel von 25,4 cm nur 4,2 mm ausmacht, zu keinerlei Unzuträglichkeiten geführt.

Aneinanderstoßende Rinnentheile sind durch Streifen von vulkanisiertem Gummi gedichtet, der nach Art der Abb. 9 in Nuthen der einander zugekehrten Stirnflächen gelegt ist. Hierdurch entsteht ein biegsames und wasserdichtes Gelenk, in dem metallische Berührung der Theile nicht stattfindet. Die Rinne erhält hierdurch

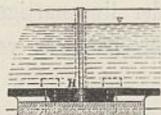


Abb. 9. Verbindung der Rinnenabschnitte.

eine gewisse Beweglichkeit, die mit Rücksicht auf Längenänderungen durch Wärmeunterschiede, Setzen des Bahnkörpers, Erschütterungen durch die Züge erwünscht ist.

Die Schaufel ist in der Mündung 25,4 cm breit und 5,1 cm hoch. Sie dreht sich um einen Zapfen nach Art der Abb. 4. Sich selbst überlassen, wird sie von einem Gegengewicht sofort in die Ruhestellung gebracht. Um sie in die Arbeitsstellung hinabzulassen, muß der Locomotivführer einen neben seinem Stande am Tender befindlichen Stellhebel zurücklegen, der während der Dauer der Wasserentnahme festgehalten werden muß. Die Schaufel legt sich während dieser Zeit mit einer Einstellschraube fest gegen das Füllrohr.

wird, um das Eis nach beiden Seiten abzuwerfen. Es ist ein kleiner vierrädriger Wagen, mit einem schrägen dach-

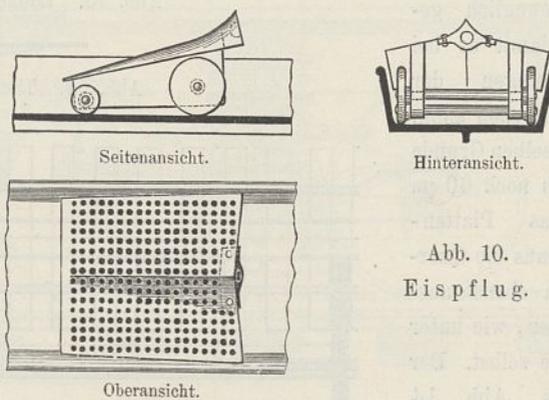


Abb. 10. Eispflug.

förmigen Rücken aus durchbrochenem Metall, der das Eis aufbricht, wenn der Wagen auf dem Boden der Rinne entlang fährt. Ramsbottom berichtet, daß sich die Anlage vollkommen bewährt habe.

b) Die Schöpfvorrichtungen der Pennsylvanischen Bahn.

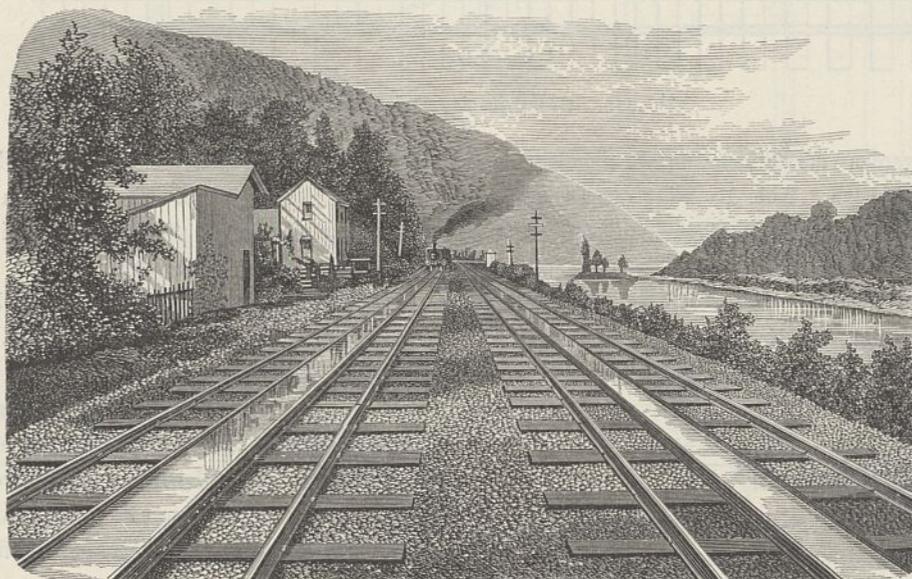


Abb. 11. Schöpfrippen der Pennsylvanischen Bahn.

Abb. 11 ist ein Schaubild der Schöpfrippen der Pennsylvanischen Bahn. Sie sind etwa 370 m lang und haben, wie der Querschnitt Abb. 12 zeigt, dieselbe Breite und Tiefe, wie die Rinnen von Conway.

Sie sind aus 5 mm starken mit einander vernieteten Blechplatten hergestellt und liegen in 5 cm tiefen sattelartigen Aussparungen der Querschwellen, an die sie unter Vermittlung eines um die Rinne gelegten Winkeleisens lose angenagelt sind, sodafs sie sich unbehindert ausdehnen und zusammenziehen können. Oben um die Rinne zieht sich eine Saumleiste.

Die Schaufel ist in der Mündung 25,4 cm breit und 5,1 cm hoch. Sie dreht sich um einen Zapfen nach Art der Abb. 4. Sich selbst überlassen, wird sie von einem Gegengewicht sofort in die Ruhestellung gebracht. Um sie in die Arbeitsstellung hinabzulassen, muß der Locomotivführer einen neben seinem Stande am Tender befindlichen Stellhebel zurücklegen, der während der Dauer der Wasserentnahme festgehalten werden muß. Die Schaufel legt sich während dieser Zeit mit einer Einstellschraube fest gegen das Füllrohr.



Abb. 12. Querschnitt der Rinne.

Abb. 13 zeigt den Längenschnitt, Abb. 14 einen Theil des wagerechten Schnittes durch ein Rinnen-Ende. Wie Abb. 13 zeigt, sind an den Trog-Enden rückenartige doppelt geneigte Ebenen angeordnet, um die Schaufeln auch bei möglicherweise vorkommenden Unregelmäßigkeiten ungefährdet über die Enden hinwegzubringen. Die Rinnen sind durch Kopfbohlen abgeschlossen, gegen die zu diesem Zweck dicht an dicht liegende, beiderseits auf $3\frac{1}{4}$ m Länge in der Gleisrichtung schräg ablaufende Hölzer mit ihren Stirnflächen stoßen. Ueber diese ist ein 5 mm starkes Blech gelegt, dessen rinnenseitige Abdachung an die Wandungen des Troges genietet und mittels Holzschrauben, deren Abstände in der Abb. 13 vermerkt sind, auf den Hölzern befestigt ist. Die Blechkanten der äußeren Schräge sind durch Hakennägel nur leicht festgehalten; man hat dieses Ende der Abdeckplatte beweglich gelassen, damit es bei Verschiebungen der Rinne mitgehen kann. Aus demselben Grunde sind auch noch 60 cm über das Platten-Ende hinaus die Querschwellen ebenso ausgeschnitten, wie unter der Rinne selbst. Der Grundriss Abb. 14 zeigt, dass die Kopfbohlen mit der Rinne und den außenliegenden Hölzern durch seitliche, zweiseitig schräg ablaufende Holzstücke zusammengehalten sind.

Bei strenger Kälte werden die Rinnen durch eingeleiteten Wasserdampf frostfrei gehalten. Abb. 15 zeigt den Grundriss, Abb. 16 den Querschnitt der Dampfleitungen für die zweigleisige Bahnanlage. Der Wasserdampf wird mittels eines zwischen den Gleisen verlegten 5 cm weiten Rohres zugeführt und durch $2\frac{1}{2}$ cm weite Stichrohre in Entfernungen von 12,2 m in die Schöpftrinnen eingeleitet. An geeigneten Punkten befin-



Abb. 16. Querschnitt der Dampfleitungen.

den sich, in mit Deckeln versehenen hölzernen Gehäusen, Hähne zum An- und Abstellen des Dampfes. Auch die Rohre liegen in Holzmänteln, die großen in solchen von 15, die kleineren von 10 cm Weite (Abb. 17), und mindestens 45 cm unter der Erde, damit sich der Dampf nicht so stark abkühlen kann, dass er sich in den Rohren niederschlägt. In Abb. 11 ist die neben der Bahn befindliche Schuppenanlage, in der sich der Dampfkessel befindet, zu sehen.

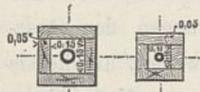


Abb. 17.

Schaufel und Füllrohr haben, wie Abb. 18 und 20 zeigen, rechteckigen Querschnitt von 305 mm Breite, der sich erst

schneller, dann langsamer nach oben erweitert. Der im Wasserkasten des Tenders liegende Rohrtheil besteht aus Schmiedeeisen und ist an den Wandungen durch Flacheisen befestigt (vgl. den dem Längenschnitt des Tenders beigefügten Schnitt nach *ab*). Unter dem Tenderboden setzt sich das Füllrohr in Gulseisen bis an die Schaufel fort; die Pfanne ist hier nach vorn und hinten etwas verbreitert, um dem Schaufel-Ende in allen Lagen dichten Anschluss zu gewähren.

Die Schaufel besteht aus zwei mit einander vernieteten Theilen, einem oberen *b* (Abb. 18) aus 8 mm starkem Messing und einem unteren aus Kupferblech. Der obere trägt die durch Ansatzrippen verstärkten Zapfen *c*, mit denen sich die Schaufel in schmiedeeisernen Backen dreht, die am Füllrohr festgeschraubt

sind. Der Drehpunkt *c* ist außerdem noch durch ein Hängewerk festgehalten, das in Abb. 19 besonders dargestellt ist. Dadurch ist der Drehpunkt der Schaufel zum Tender, was während der Wassernahme notwendig ist, unverrückbar festgelegt.

Die obere Wand des 6,3 cm hohen Schaufelmundstücks ist lippenartig vorgezogen und beiderseits durch \sqsubset förmige Messingwände versteift, an die herabhängende 35×9 cm große Blechflügel genietet

sind, welche 5 cm von den Schaufelwänden abstehen (Abb. 20). Der Zweck dieser Flügel ist, gemeinsam mit der lippenartigen Fortsetzung des oberen Schaufelrandes ein Umherschleudern von Wassertheilchen zu verhindern.

Die Schaufel wird mittels des neben dem Führerstande befindlichen Handhebels *f* herabgelassen, dessen Bewegung zunächst auf die Zugstange *e* übertragen wird; an der weiteren Uebertragung betheiligen sich diejenigen Hebelglieder, deren Bewegung sich um die im Tenderrahmen festgelagerte Drehachse *d* vollzieht (Abb. 18). Ueber die Zugstange *e* ist eine Schraubenfeder gestreift, deren eines Ende am Rahmen des Tenders, das andere an einem auf der Zugstange befindlichen, mittels einer Schraube verstellbaren Widerlager liegt. Diese Feder wird also gespannt, wenn der Hebel *f* in die in Abb. 18 gezeichnete Lage gebracht, d. h. die Schaufel gesenkt wird. Sie ist in diesem Zustande beständig bestrebt, die Schaufel in die Ruhestellung zurückzuführen.

g ist ein Rohr, durch das vom Locomotivkessel Dampf gegen den Drehzapfen *c* geschickt werden kann, um ihn im Falle des Einfrierens aufzuthauen. Das Rohr hat 23 mm Durchmesser und ist durch eine Gummimuffe mit der Dampfleitung des Kessels verbunden.

Der in der Abb. 18 dargestellte Tender hat im übrigen die bei der Pennsylvanischen Bahn noch heute übliche Bauart.



Abb. 13. Längenschnitt durch ein Rinnen-Ende.



Abb. 14. Theil des wagerechten Schnittes.

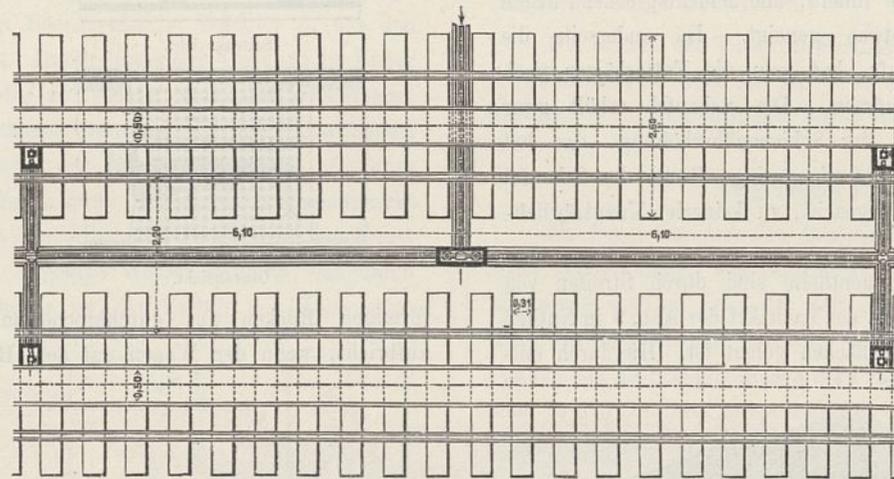


Abb. 15. Grundriss der Dampfleitungen.

Der Unterrahmen besteht aus Holz, der Wasserkasten ruht auf doppelter Bohlenlage, aber auch zum Bau der Drehgestelle ist Holz möglichst ausgiebig verwandt. Diese Tender sind gut gearbeitet, aber auf ihr äußeres Aussehen ist gar kein Gewicht gelegt. Der hufeisenförmige Behälter faßt 10,9 cbm Wasser und zwischen und über den Schenkeln 8000 Pfund Kohle. Auf den Quertheil des Hufeisens ist ein 1,2 m langer, 0,25 m hoher

gehen zu lassen, da sie gar zu häufig aufstiebs und beschädigt wurde. Wie es dazu kam, ist aus den Mittheilungen nicht ersichtlich, doch hat es fast den Anschein, als ob man die Unterhaltung der verlorenen Steigungen in den Gleisen an den Enden der Rinne, die erklärlicher Weise unbequem ist, mit der Zeit aufgegeben und das Gleis wagerecht durchgeführt hat. Um aber die Schaufel bereits vor dem Verlassen der Rinne aus dem

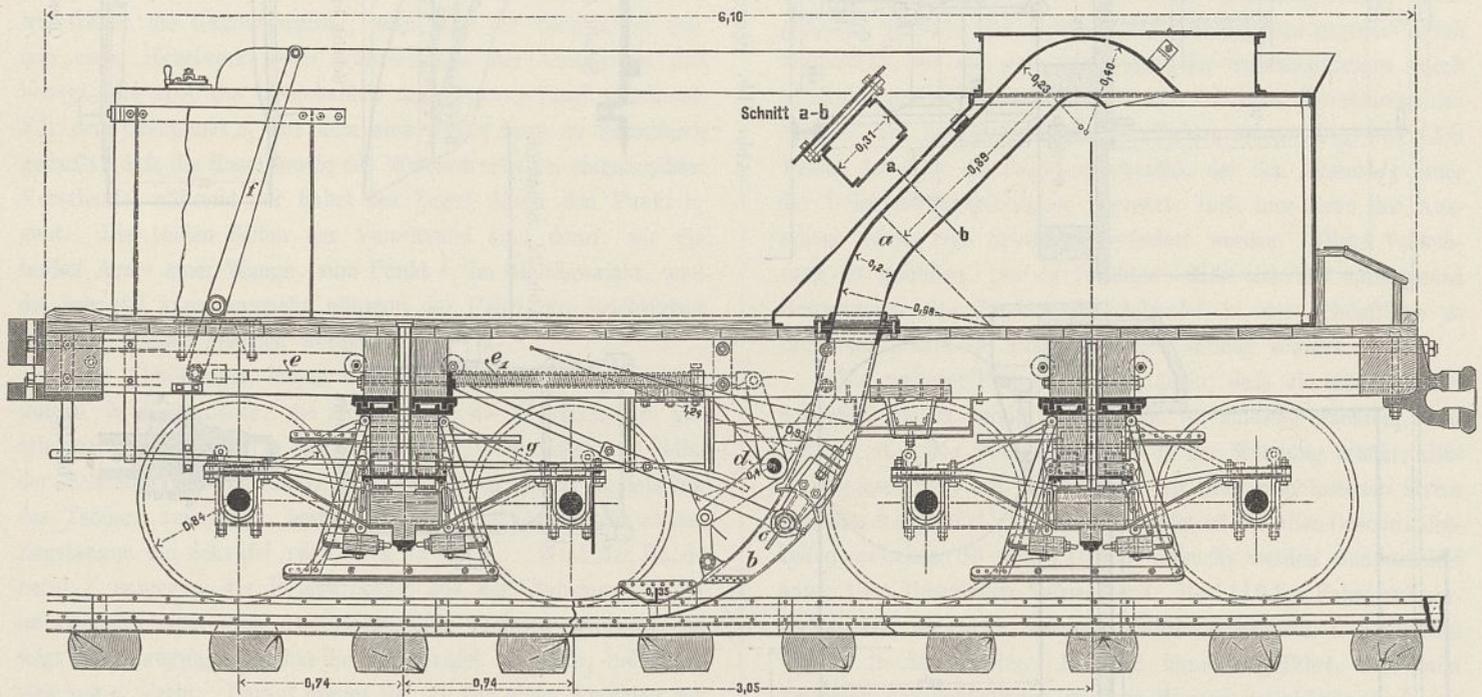


Abb. 18. Längenschnitt durch den Tender.

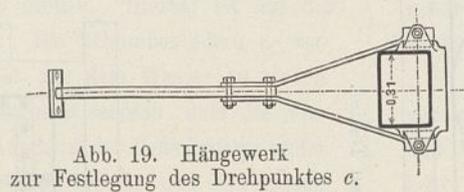


Abb. 19. Hängewerk zur Festlegung des Drehpunktes e.

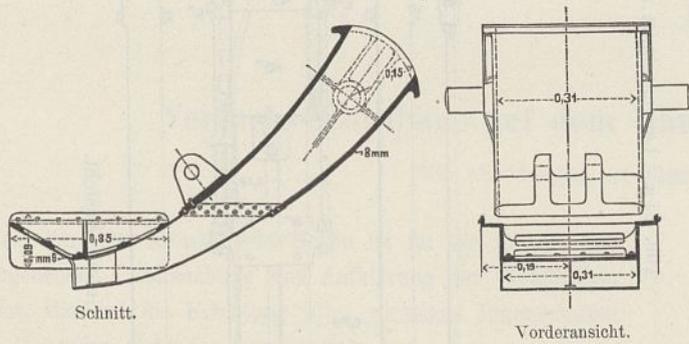


Abb. 20. Schaufel.

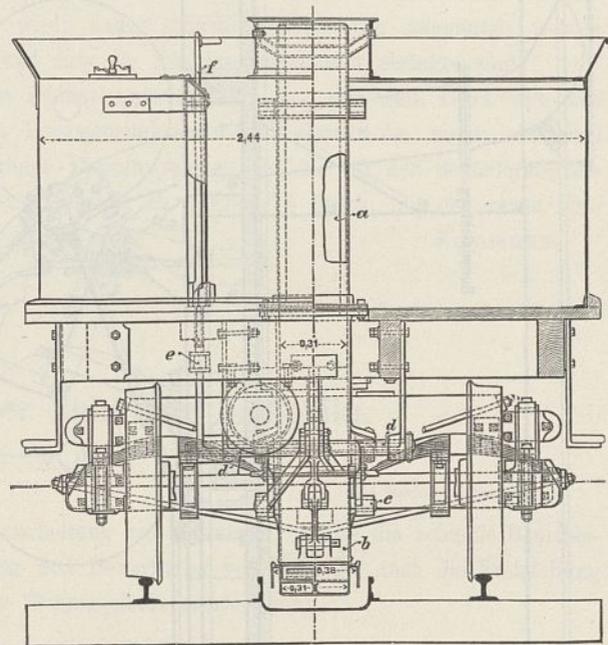


Abb. 18a. Kopfansicht und Querschnitt des Tenders.

und 0,5 m breiter Dom gesetzt, unter dem das Füllrohr mündet. Die Abbildung läßt im übrigen den Bremszylinder einer Westinghouse-Bremse erkennen, mit der die Tender ausgerüstet sind.

Die Railroad Gazette berichtet über einige Uebelstände, die sich im Betriebe bei Anwendung der beschriebenen Schöpfvorrichtung ergeben haben. Seit Mitte 1894 ist daher eine neue Schaufel in Gebrauch genommen, bei der diese Uebelstände vermieden sind. Aus den darüber erstatteten Berichten geht hervor, daß man schon länger davon Abstand genommen hat, die Schaufel in herabgelassenem Zustande über den Rand der Schöpfrinne

Wasser zu heben, wie es bei unverändert durchlaufendem Gleis nothwendig war, bedurfte es einer Kraftäußerung am Stellhebel, die der Locomotivführer bei größeren Fahrgeschwindigkeiten nicht leisten kann. Man war daher gezwungen, mit der früheren Schaufel während der Wassernahme langsam zu fahren, büßte also den besonderen Vortheil der Zeitersparnis, den die Schöpfstation ihrer Natur nach bieten soll, zum Theil wieder ein.

Die neuerdings angewandte Normalschaufel ist in den Abb. 21 bis 23 dargestellt. Von dem beweglichen Theil ist eine größere Vorschaufl abgetrennt, die sich zu dem übrig gebliebenen Theil,

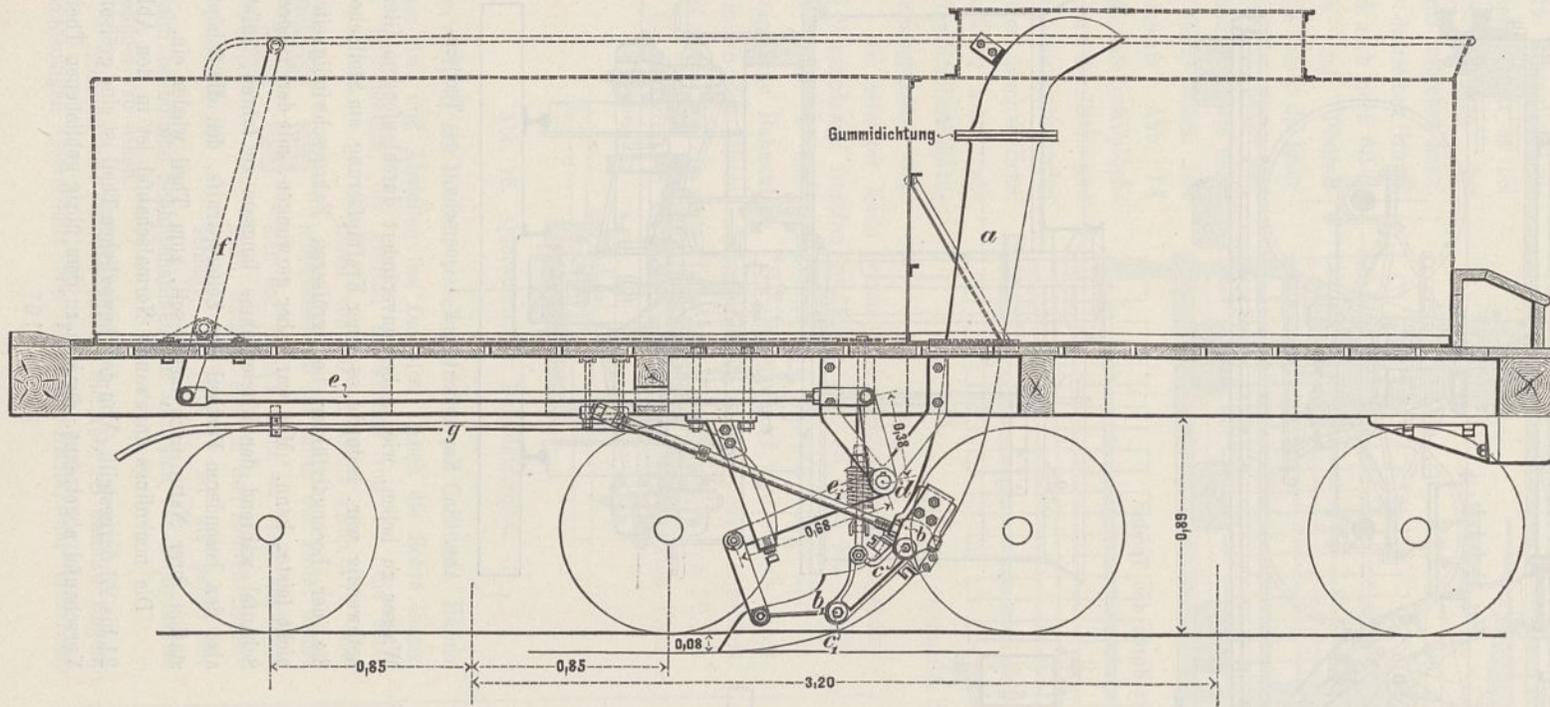


Abb. 21 a. Längenschnitt durch den Tender.

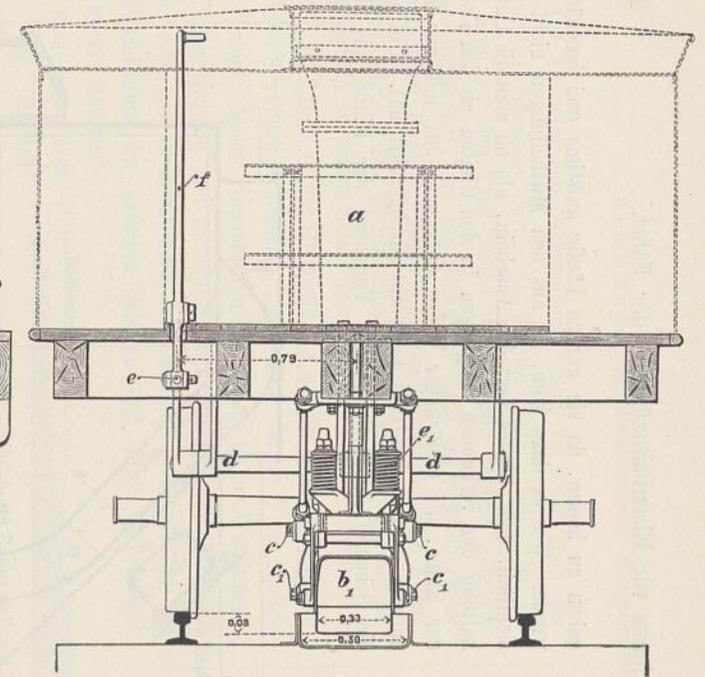


Abb. 21 b. Querschnitt durch den Tender.

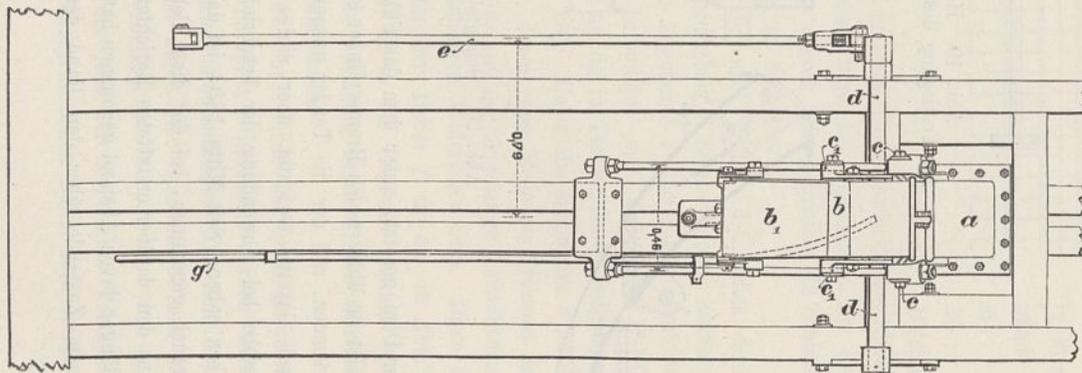
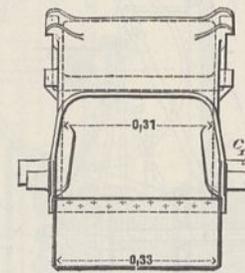
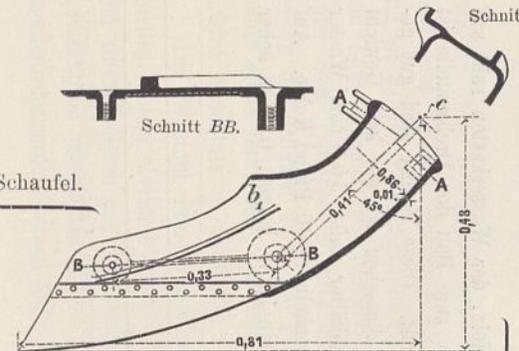


Abb. 21 c. Untere Ansicht.



Vorderansicht.



Schnitt durch die Schaufel.

Abb. 22. Schaufel.

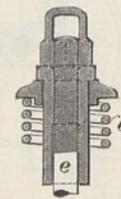
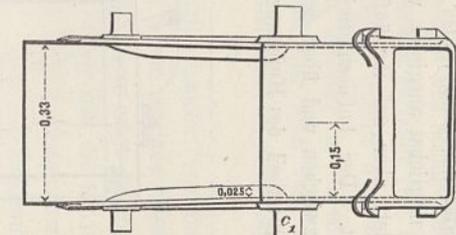


Abb. 23.



Oberansicht.

Schnitt A.A.

der auf ein kurzes Gelenkstück zwischen Vorschaukel und Füllrohr zusammenschrumpft, genau so dreht, wie das letztere zum Füllrohr. Aufser dem Drehpunkt e , der bestehen bleibt, ist nämlich noch ein zweiter Drehpunkt e_1 vorhanden, um den sich die Vorschaukel drehen kann, doch ist das Maß der Drehung durch feste Anschläge, die sich an dem Gelenkstück befinden, diesem gegenüber nach beiden Richtungen so weit begrenzt, wie der Eintauchtiefe der Schaukel entspricht. In ähnlicher Weise, wie früher die Gesamtschaukel, wird jetzt die Vorschaukel mittels eines Hebelwerks vom Führerstande der Locomotive aus bewegt, die aber das Gelenkstück nach kurzem Spiel mitnimmt. Für den Drehpunkt e_1 hat man eine solche Lage zu bestimmen gewußt, daß die Resultirende des Wasserdrucks bei eingetauchter Vorschaukel während der Fahrt des Zuges durch den Punkt e_1 geht. Die beiden Seiten der Vorschaukel sind dann, wie die beiden Arme einer Waage, zum Punkt e_1 im Gleichgewicht, und die Schaukel kann nunmehr während der Fahrt mit Leichtigkeit aus dem Wasser gehoben werden.

Die Abbildungen lassen erkennen, daß an die Stelle der langen Schraubenfeder, die früher auf die Zugstange e geschoben war, zwei kurze Schraubenfedern in unmittelbarer Nähe der Schaukel getreten sind, die, auf einem festen Sattelstück des Tenders aufsitzend, beständig bestrebt sind, mittels zweier Zugstangen die Schaukel nach oben zu ziehen. Wird der Handhebel f entgegen der Federwirkung aus der Ruhelage in die im Längenschnitt, Abb. 21a dargestellte Stellung gebracht, so folgt der Bewegung zunächst die Vorschaukel b_1 allein, indem sie sich um e_1 dreht. Darauf nimmt sie, an den einen Anschlag des Gelenkstücks b stoßend, dieses mit, indem sich beide nunmehr gemeinschaftlich um den Punkt e drehen. Hierbei ist nur die Kraft der Federn zu überwinden. Die Schraubenfedern e_1 vermögen allein die Vorschaukel nicht aus dem Wasser zu ziehen. Der Hebel f muß so weit zurückgelegt werden, daß die Vorschaukel an den entsprechenden Anschlag des Gelenkstücks stößt. Dann hat die Schaukel das Wasser verlassen, und von diesem Augenblick an drehen sich beide Theile zusammen um e weiter,

bis die Kraft der Federn so weit erschöpft ist, daß sie nunmehr dem Schaukelgewicht allein das Gleichgewicht halten.

Die Verlegung der Federn unmittelbar an die Schaukel hat gegenüber der älteren Anordnung den Vortheil, daß die Schaukel niemals herabfallen kann, wenn an der Hebeleinrichtung einmal etwas in Unordnung kommen sollte. Die Federn können im übrigen, wie an der Einzelzeichnung Abb. 23 ersichtlich ist, ähnlich wie früher, nur durch etwas geänderte Mittel, nachgespannt werden. Die Senkung der Schaukel wird begrenzt durch Rohrstücke, die mit den Zugstangen der Schraubenfedern durch Schraubengewinde verbunden sind und sich beim Herablassen der Schaukel auf den festen Sattel der Federn setzen (Abb. 23). Am Tender ist noch ein Bügel angebracht, der den Ausschlag eines der Uebertragungshebelarme begrenzt; auch hier kann der Ausschlag durch eine Schraube verändert werden. Diese Vorkehrung ist getroffen, um zu verhüten, daß sich bei springenden Bewegungen des Tenders die Schaukel in der Schöpfrinne so sehr senkt, daß sie auf dem Boden entlang schleift.

Ein weiterer Fortschritt liegt darin, daß die Mündung der Schaukel, wie es bereits Ramsbottom für zulässig erachtete, weit geöffnet ist. Die Seitenwände sind in der Mündung erhöht; alles Spritzwasser wird auf diese Weise mit dem geschlossenen Strom aufwärts fortgeführt. Die neue Schaukel ist bei allen Geschwindigkeiten zwischen 35 und 110 km versucht worden und arbeitet unter allen Umständen befriedigend. Bei 110 km Fahrgeschwindigkeit hob sie in 9 Sekunden 3000 gallons, d. i. 13,6 cbm Wasser in den Tender. Es wird ferner angeführt, daß beim Verlassen der Schöpfrinne weniger Wasser verschüttet wird, als früher, daß auf die Längeneinheit der Rinne mehr Wasser gehoben wird, daher kürzere Schöpfrinnen angewandt werden können und daß die Ausbesserungskosten geringer sind.

Die Pennsylvanische Bahn hat seit Juli 1894 alle neu gebauten Personenzuglocomotiven, ebenso die neuen einfachen und Verbund-Mogulmaschinen, welche für den Schnellgüterverkehr bestimmt sind, im ganzen 75 Stück, mit der neuen Einrichtung ausgerüstet.

Kemann.

Versuchs-Kornhaus auf dem Hamburger Bahnhofe in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 29 bis 31 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Das Versuchs-Kornhaus in Berlin ist für die nächste Zeit zur eingehenden Untersuchung und Aufklärung der Verhältnisse bestimmt, die auf die Erhaltung aller wichtigen Eigenschaften des zu lagernden Getreides von Einfluß sind.

Die hierbei in Betracht zu ziehenden Aufgaben lassen sich im wesentlichen wie folgt zusammenfassen:

1. Vergleichende Versuche mit den Silos und Schüttböden zur Feststellung der Kosten für Lagerung und Behandlung des Getreides;
2. Versuche mit neuen Maschineneinrichtungen für Bewegung, Reinigung und Trocknung;
3. Untersuchungen über die Veränderung des Getreides bei der Lagerung, die Bedingungen der Selbsterwärmung und der Lagerfestigkeit, über den Einfluß der Behandlung auf die Verwendbarkeit als Futter, als Malzmaterial, zu Mahlzwecken unter besonderer Berücksichtigung der Backfähigkeit;

4. Ausarbeitung von Verfahren, welche die schnelle Beurteilung und Bewerthung von Getreide, auch die Feststellung des Wassergehalts ermöglichen;

5. Versuche zur Bekämpfung der pflanzlichen und thierischen Schädlinge.

Daneben ist das Versuchs-Kornhaus auch dazu bestimmt, die Lagerung, die Bearbeitung (Umarbeitung, Vor- und Nachreinigung, Mischung), das Trocknen und den Umschlag vom Schiff zum Landfuhrwerk, vom Schiff zum Eisenbahnwagen, sowie von der Bahn auf Fuhrwerk oder umgekehrt gegen entsprechende Gebühren für Private zu übernehmen.

Nach Abschluß der Versuchsarbeiten wird das Kornhaus lediglich diesen Zwecken dienen. Auf eine dann erforderlich werdende wesentliche Erweiterung der Anlage ist bei der Auswahl des Bauplatzes bereits Bedacht genommen.

Die Verwaltung und der Betrieb der auf Staatskosten errichteten Anlage sind mit Genehmigung des Ministeriums für Landwirthschaft, Domänen und Forsten durch Vertrag mit der Königlichen Eisenbahndirection Berlin vorläufig der Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin und dem Verein der Spiritusfabricanten in Deutschland auf die Dauer von fünf Jahren übertragen. Zu den Betriebskosten, welche mit Rücksicht auf die anzustellenden wissenschaftlichen Versuche eine nicht unbeträchtliche Höhe erreichen werden und aus den Erträgen der für Rechnung von Privaten auszuführenden Arbeiten voraussichtlich bei weitem nicht zu decken sind, leistet der Staat vorläufig auf die Dauer von zwei Jahren einen jährlichen Zuschuss von 6000 Mark.

I. Lage und Gebäude.

Das Kornhaus wurde an einer in Bezug auf Ein- und Ausladeverhältnisse günstig gelegenen Stelle auf dem Gelände des Hamburger Bahnhofes am Berlin-Spandauer Schiffs-Canal in unmittelbarer Nähe des Nordhafens errichtet. An der Wasserseite (Nordostseite) ist eine Anlegestelle für drei Kähne geschaffen, während auf der gegenüberliegenden Seite ein Schienenstrang zur Zuführung von Eisenbahnwagen dient. Für die Zu- und Abfuhr von Getreide durch Landfuhrwerk ist auf der Nordwestseite eine Rampe vorgesehen, zu welcher vom Bahnübergang der Haide-

straße ein besonderer Zufuhrweg führt. Ein weiterer Zugang zum Kornhause, der jedoch nur für Fußgänger dient, besteht von der Kieler-Straße her über die Kieler-Brücke. Aus dem Lageplan auf Bl. 29 Abb. 5 geht das nähere hervor.

Auf demselben Blatt ist in Abb. 1 bis 4 und 6 das Gebäude zur Darstellung gelangt. Wie daraus und aus der Gesamtansicht in Text-Abb. 1 hervorgeht, gliedert sich an die Südostseite des Hauptgebäudes das Treppenhaus mit dem Fahrstuhlschacht an. Die Treppe ist in jedem Stockwerk durch einen Vorflur mit zwei selbstschließenden eisernen Thüren von dem Speicherraum getrennt. An dieselbe Giebelseite schließt sich weiter ein Nebengebäude an, welches die Kessel- und Maschinenräume, sowie einen Versuchs-Trockenraum und ein Laboratorium enthält. Ueber letzterem sind die Accumulatoren für die elektrische Beleuchtung untergebracht.

Für das Kornhaus ist zur Durchführung der eingangs angegebenen Untersuchungen ein gemischtes Verfahren der Lagerung, und zwar Silo- und Bodenlagerung, zur Durchführung gelangt. Aufser der im Erdgeschofs befindlichen Arbeitshalle enthält das Haus fünf Schüttböden und vier Silos. Die Schütt-

böden und die sie tragenden Balken und Stützen sind durchweg aus Holz hergestellt, da die neueren Ansichten dieser Bauweise den Vorzug vor der Anordnung eiserner Träger und Stützen einräumen. Die Schüttböden sind von Bretterwänden eingeschlossen und durch einen Gang von 1 m Breite von der Umfassungsmauer des Gebäudes getrennt. Jeder Boden kann 160 Tonnen Getreide fassen und durch lose Zwischenwände in neun Abtheilungen zerlegt werden, sodafs auch kleinere Getreideposten getrennt zu lagern sind. Von den Silos sind zwei aus Holz hergestellt und die anderen beiden als eiserne Cylinder ausgebildet, um durch Versuche festzustellen, inwieweit und unter welchen Umständen sich die eine oder andere Bauart besser zur Aufbewahrung von Getreide eignet. Die Holzsilos fassen je 90 Tonnen

und die eisernen Silos je 75 Tonnen. Der Gesamtfassungsraum des Kornhauses beträgt mithin 800 Tonnen für die Böden und 330 Tonnen für die Silos, zusammen 1130 Tonnen Getreide.

II. Maschineneinrichtung.

Die Maschineneinrichtung dient zur Durchführung folgender Arbeitsvorgänge:

a) Einspeichern (sowohl in die Silos als auch auf die Schüttböden):

aus dem Schiff (in losem Zustande),

aus dem Eisenbahnwagen (in Säcken),

aus dem Landfuhrwerk (in Säcken);

b) Ausspeichern (sowohl aus den Silos als auch von den Schüttböden):

in das Schiff (in losem Zustande),

in den Eisenbahnwagen (in losem Zustande und in Säcken),

in das Landfuhrwerk (in Säcken);

c) Umarbeiten (Umlagern) der eingeführten Frucht zwecks Conservirung;

d) Trocknen im Trockensilo, im Versuchstrockenraum;

e) Vorreinigen der einzunehmenden Frucht;

f) Nachreinigen der bereits eingelagerten Frucht;

g) Beförderung vom und zum Versuchstrockenraum, nach bzw. von den Silos und Schüttböden.

Zu diesem Zwecke sind die nachstehend angegebenen Einrichtungen vorhanden:

1. das Schiffsbecherwerk,
2. die Innenbecherwerke,
3. die Förderbänder und Förderschnecke,
4. die Fallrohre,
5. die Waagen,
6. die Reinigungsanlage,
7. die Trockeneinrichtungen.

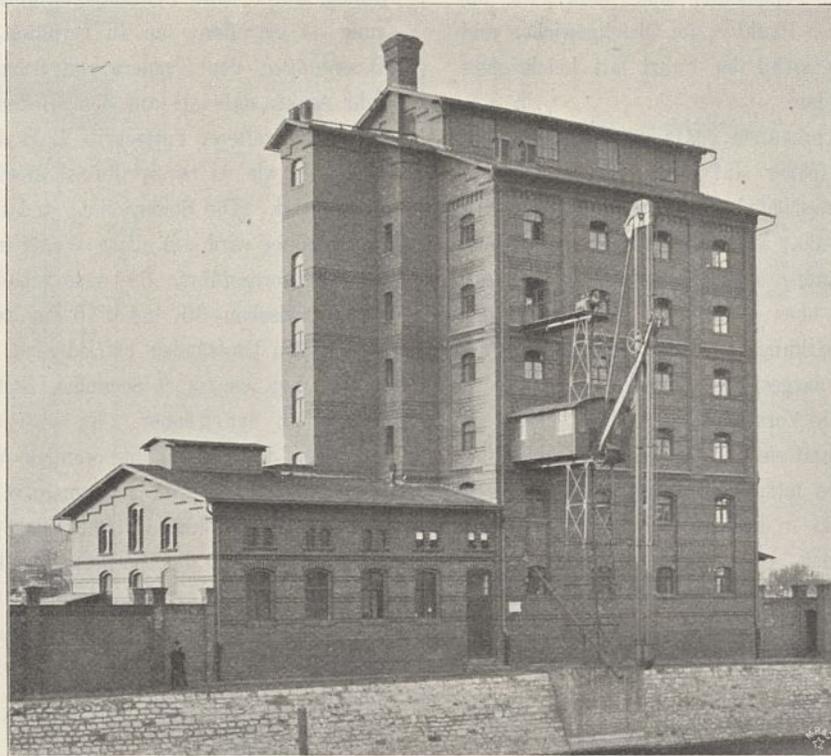


Abb. 1. Ansicht von Osten.

Die Leistungsfähigkeit der Maschineneinrichtung ist derart bemessen, daß stündlich 17500 kg Getreide den unter a, b, c und e aufgeführten Arbeiten unterzogen werden können.

Dampfmaschine. Der Antrieb der unter 1—7 genannten Einrichtungen erfolgt durch eine liegende eincylindrige Dampfmaschine von 24 Pferdestärken, welche 90 Umdrehungen in der Minute macht und mit Präzisions-Rundschieber-Steuerung versehen ist. Die Abmessungen der Kurbelwelle und des Schwungrades sind so gewählt, daß für den Fall einer Erweiterung der Maschinenanlage ein Umbau der Dampfmaschine in eine Verbundmaschine von 40 Pferdestärken ohne Schwierigkeit erfolgen kann.

Dampfkessel. Die Maschine erhält den erforderlichen Dampf von einem Röhrenkessel von rund 30 qm Heizfläche, der für 10 Atmosphären Ueberdruck gebaut ist und außer der Dampfmaschine noch den Versuchstrockenraum mit dem zur Vornahme von Trockenproben nöthigen Dampf versorgt. Für den Fall einer etwaigen Erweiterung der Anlage soll ein zweiter Dampfkessel in dem ausreichend groß bemessenen Kesselraum aufgestellt werden.

Wellenleitungen. Die Hauptwellenleitung befindet sich im ersten Stockwerk. Sie wird von dem Schwungrad der Dampfmaschine mittels Riemen angetrieben und macht in der Minute 150 Umdrehungen. Im Maschinenraum selbst ist ein Vorgelege vorhanden, welches von einer auf der Schwungradwelle befindlichen Riemscheibe in Bewegung gesetzt wird. Auf diesem Vorgelege sitzen zwei mit Reibungskuppelungen versehene Riemscheiben zum Antrieb eines Gebläses für das weiter unten beschriebene Trockensilo und einer Dynamomaschine für die elektrische Beleuchtung. Alle übrigen Antriebe sind von der erwähnten Hauptwellenleitung entweder unmittelbar oder durch Vermittlung von Vorgelegen abgeleitet.

Zu den vorstehend genannten Einrichtungen ist im besonderen folgendes anzuführen.

Schiffsbecherwerk. Das zum Heben des Getreides aus dem Schiff dienende Schiffsbecherwerk (*E*) ist in seiner allgemeinen Anordnung in der Textabb. 1, ferner auf Bl. 29 Abb. 3 und 6 und in seinen Einzelheiten auf Bl. 30 Abb. 4 bis 9 dargestellt. Aus den erstgenannten Abbildungen ist auch die Art des Antriebes ersichtlich. Die im ersten Stockwerk befindliche Vorgelegewelle erhält ihre Bewegung von der Hauptwelle aus mittels Riemen und Leitrollen und überträgt sie mittels Seiltriebes

auf eine im Drehpunkt des Auslegerarmes angeordnete Welle. Von hier erfolgt durch eine weitere Seilübertragung der Antrieb des in der Aufhängeachse des Becherwerkes angeordneten Vorgeleges, welches durch Kettenräder und Kette die obere Becher-trommel in Drehung versetzt.

Die Ausschüttung des hochgehobenen Getreides erfolgt durch das an das Kopfgehäuse des Becherwerkes angeschlossene Ausziehrrohr auf ein Förderband (*D*), welches auf der das Gerüst mit dem Gebäude in der Höhe des zweiten Stockwerks verbindenden Brücke angeordnet ist. Das zur Veränderung der Stellung des Becherwerkes im Schiff erforderliche Heben und Senken wird durch eine auf dem vierten Boden aufgestellte mechanische Winde (*M*) bewirkt, die ihre Bewegung von einem in demselben Stockwerk befindlichen Vorgelege empfängt.

Innenbecherwerke. Im Innern des Kornhauses sind zwei Becherwerke (*J*) vorhanden, deren Füße sich in einem Kellerraum unter der Arbeitshalle und deren Köpfe sich im Dachgeschloß befinden. Für beide Becherwerke ist ein gemeinsamer Schüttrumpf in der Arbeitshalle vorgesehen (Bl. 29 Abb. 1 u. 3 und Text-Abb. 2), aus welchem das Getreide mittels Rohrverbindung und Stellklappe in das eine oder das andere Becherwerk geleitet werden kann. Die Köpfe beider Becherwerke sind durch Rohre so miteinander verbunden, daß je nach der Stellung der zugehörigen Klappe das eine oder das andere Becherwerk auf das später beschriebene Hauptförderband (*B*) oder in ein besonderes Fallrohr (*F*, ebenfalls später noch erwähnt) ausschütten kann.

Auch ist es angängig, beide Becherwerke gleichzeitig arbeiten und das eine auf das Förderband, das andere in das Fallrohr auswerfen zu lassen. Der Antrieb erfolgt durch Vermittlung des auf dem fünften Schüttrumpf befindlichen Vorgeleges durch Riemenübertragung. (Bl. 29 Abb. 1 und 3 und Text-Abb. 3.)

Förderbänder und Schnecke. Während die Becherwerke zur senkrechten Aufwärtsbewegung losen Getreides dienen, sind zur Bewegung desselben in wagerechter Richtung vier Förderbänder und eine Förderschnecke vorhanden. Ein Förderband (*D*) befindet sich, wie bereits erwähnt, auf der zwischen dem Schiffsbecherwerk und dem Gebäude befindlichen Brücke. Es dient zur Beförderung des vom Schiffsbecherwerk gehobenen Getreides in das Innere des Gebäudes.

Der Antrieb erfolgt gemeinschaftlich mit dem des Schiffsbecherwerkes, da auf der im Drehpunkt des Auslegerarmes

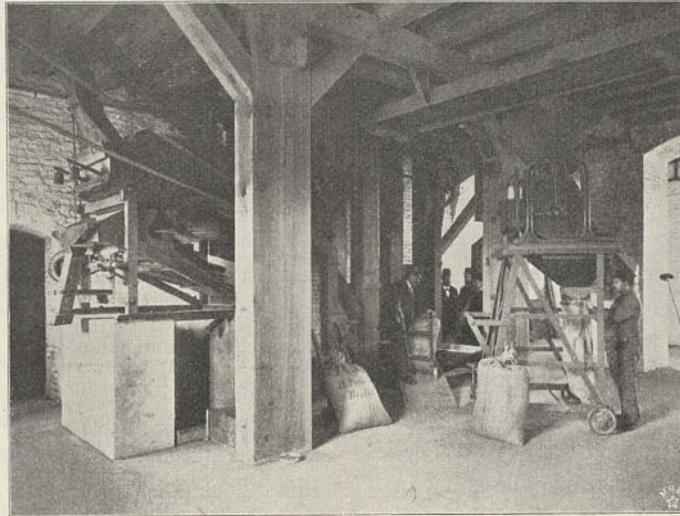


Abb. 2. Arbeitshalle.

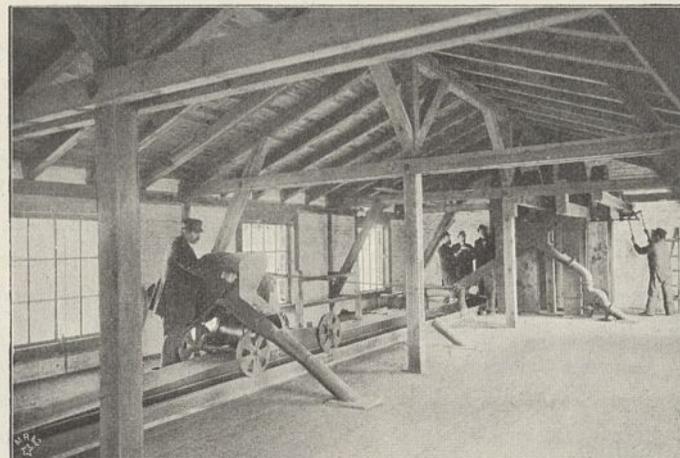


Abb. 3. Vertheilungsboden.

gelagerten Welle die Antriebsstrommel des Bandes angeordnet ist. Das bereits früher genannte Hauptförderband (*B*) ist auf Bl. 29 Abb. 1 bis 4 zur Darstellung gelangt und auch in den Text-Abb. 2 und 3 zum Theil sichtbar, während Bl. 31 Abb. 1 bis 4 Seitenansichten und Schnitte in größerem Maßstabe bringt. Dies Förderband besitzt bei einer Breite von 0,5 m eine Gesamtlänge von 75 m und ist mit einer selbstthätigen Spannvorrichtung versehen, um die durch Witterungseinflüsse hervorgerufenen Längenänderungen unschädlich zu machen. Der Antrieb erfolgt im Erdgeschofs durch unmittelbare Uebertragung mittels Kreuzriemens von der Hauptwelle aus. Das Band steigt von hier senkrecht bis zum Dachraum, nimmt das von den Innen-Becherwerken gehobene Getreide auf und befördert es zu einem sogenannten Abwurfwagen (*A*), geht weiter zur Spannvorrichtung und alsdann senkrecht abwärts zum Erdgeschofs. Hier kann es ebenfalls zur Beförderung von Getreide aus den noch zu beschreibenden Fallrohren (*G*) verwandt werden und in den Schüttrumpf der Becherwerke oder auf ein anderes Förderband ausschütten, welches in den Versuchstrockenraum führt (*T*, Abb. 1 Bl. 29). Ein viertes Förderband befindet sich unterhalb der Silos (*S*, Abb. 2 u. 4 Bl. 29 und Abb. 5 u. 6 Bl. 31) und dient in Verbindung mit einer rechtwinklig dazu gelagerten Förderschnecke (*H*) zur Zuführung von Getreide aus den Silos zu den Innen-Becherwerken und zum Förderband des Versuchs-Trockenraumes. Ein fünftes Förderband soll später in dem unter der Arbeitshalle befindlichen Kellerraum angelegt werden und zur Zuführung von Getreide dienen, welches im losen Zustande in Eisenbahnwagen angeliefert wird. Es ist auf Bl. 29 Abb. 3 gestrichelt angedeutet.

Fallrohre und Abwurfwagen. Zur Abwärtsbewegung des Getreides in senkrechter und auch in geneigter Richtung sind eine ganze Anzahl von Fallrohren vorgesehen. Man kann der Hauptsache nach vier Fallrohrgruppen unterscheiden. Die eine Gruppe (*F*, Abb. 1 u. 3 Bl. 29) erhält das abwärts zu bewegendes Getreide unmittelbar von den Innen-Becherwerken und kann dasselbe dem in der Südecke befindlichen eisernen Silo, dem später zu beschreibenden Trockensilo (*Z*), den Nachreinigungsmaschinen (*N*₁, *N*₂) oder dem Rumpf der selbstthätigen Empfangswaage (*W*) zuführen. Von der letzteren geht wiederum ein geneigtes Fallrohr nach dem Sockel des Schiffsbecherwerks, um in den Kahn ausschütten zu können. An das Fallrohr des eisernen Silos (*F*) wird noch ein in der Abb. 3 Bl. 29 gestrichelt dargestelltes Fallrohr angeschlossen, welches die unmittelbare Ausschüttung in den Eisenbahnwagen ermöglicht. Die drei anderen Fallrohr-Gruppen (*G*) erhalten das Getreide von dem Hauptförderband durch Vermittlung des bereits erwähnten Abwurfwagens (*A*) und dienen zur Vertheilung des Getreides in die übrigen drei Silos und auf die Böden. Der Abwurfwagen (*A*) ist auf einem Schienengleise im Dachgeschofs in der Bewegungs-Richtung des Hauptförderbandes (*B*) verschiebbar angeordnet und wird mittels Klemmschrauben an dem Gleise so verankert, daß seine seitlichen Auswurföffnungen sich genau vor der betreffenden Fallrohrgruppe befinden. Je nachdem man das Getreide in das rechte oder linke Fallrohr eintreten lassen will, wird die Klappe des Wagens gestellt und ein abnehmbares Rohr zwischen der betreffenden Auswurföffnung des Wagens und dem Fallrohr angebracht. An jedem der senkrecht hinabführenden Fallrohre befinden sich in den einzelnen Böden seitliche Stützen, welche durch Drehschieber von

dem auf dem Boden lagernden Getreide abgesperrt werden können und durch Klappen mit den Fallrohren in Verbindung stehen. Auf diese Weise kann das Getreide unmittelbar durch einen solchen Stützen auf den darunter befindlichen Boden fallen oder nach Wunsch durch Vermittlung des Fallrohres und eines zweiten Stützens auf einen tiefer gelegenen Boden gelangen.

Ebenso ist es natürlich angängig, das von dem Abwurfwagen kommende Getreide auf einen beliebigen Boden oder auch bis zur Arbeitshalle herunterzuleiten. Die senkrechten Fallrohre jeder Gruppe sind im ersten Stockwerk noch durch geneigte Rohre so miteinander verbunden, daß das auf den oberen Böden lagernde Getreide nach den mittleren Fallrohren und von hier auf den unteren Theil des Hauptförderbandes gelangen kann. Längs des letzteren ist ein kleiner Wagen (*C*, Abb. 1 Bl. 29 und Abb. 3 u. 4 Bl. 31) verschiebbar, den man unter dasjenige Rohr stellt, aus welchem das Getreide auf das Band fallen soll. Durch den schuhförmigen Schüttrumpf des Wagens wird die senkrechte Bewegung des Getreides allmählich in eine wenig geneigte übergeführt, sodafs der Uebergang auf das wagerecht fortschreitende Förderband ohne erheblichen Stofs und daher auch ohne Fortschleudern von Getreidekörnern erfolgt.

Waagen. Zum Verwiegen des ankommenden und des abgehenden Getreides sind im ganzen drei Waagen vorhanden. Eine Laufgewichtswaage (*L*, Abb. 1 u. 4 Bl. 29) dient für kleinere Mengen von Getreide, welches in Säcken angeliefert wird, während zum Verwiegen von Getreide im losen Zustande zwei geeichte selbstthätige Waagen bestimmt sind. Die eine dieser Waagen (*W*, Abb. 3 Bl. 29) ist feststehend im ersten Stockwerk angeordnet und dient hauptsächlich zum Verwiegen des ankommenden Getreides, weshalb sie selbstthätige Empfangswaage genannt wird. Sie kann jedoch auch beim Ausspeichern in das Schiff und beim sogenannten Umarbeiten des Getreides gebraucht werden, da eine Zuführung zu ihrem Schüttrumpf nicht nur durch das Brückenband (*D*) des Schiffsbecherwerks, sondern auch durch die erwähnte erste Fallrohrgruppe (*F*) möglich ist. Die zweite selbstthätige Waage (*V*, Abb. 2 bis 4 Bl. 29 und Text-Abb. 2) befindet sich in der Arbeitshalle und ist auf einem fahrbaren Gerüst angebracht, damit sie nach Bedarf von einem beliebigen Fallrohr oder auch von einem Silo gespeist werden kann. Sie dient hauptsächlich zum Verwiegen des Getreides, welches mittels Landfuhrwerks oder Eisenbahnwagen in Säcken verschickt werden soll, und wird daher selbstthätige Absackwaage genannt. Die jedesmalige Ausschüttung der Waagen beträgt 100—120 kg Weizen und Roggen, 100 kg Gerste und Malz, 75 kg Hafer. Die Waagen verwiegen in der Stunde bis zu 22500 kg schweres Getreide.

Reinigungsanlage. Die Reinigungsanlage dient zur Vor- und Nachreinigung. Die Vorreinigungsmaschine (*R*, Abb. 3 u. 4 Bl. 29, auch Text-Abb. 2) befindet sich in der Arbeitshalle, während ihr Schüttrumpf in dem ersten Stockwerk unterhalb der selbstthätigen Empfangswaage angebracht ist. Das gereinigte Getreide gelangt in den Schüttrumpf der Innen-Becherwerke, während die verschiedenen Verunreinigungen zum Theil unmittelbar in Säcken aufgefangen, zum Theil mittels Gebläses in einen im Dachgeschofs befindlichen Staubsammler (Cyclon *P*) geführt werden. Der Staubsammler bewirkt eine Scheidung des leichteren und des schweren Staubes. Ersterer geht durch ein sogenanntes Dunstrohr zum Dach hinaus, wäh-

rend der letztere durch ein hölzernes Fallrohr in die Arbeitshalle zurückgeführt und hier abgesackt wird. Für die Nachreinigung sind ein sogenannter Tarar-Aspirateur und ein Doppel-Trieur vorhanden (N_1 u. N_2 , Abb. 1, 3 u. 6 Bl. 29). Letzterer kann nach Bedarf durch Auswechslung der Reinigungs-Cylinder für leichtes oder schweres Getreide hergerichtet werden. Das Getreide wird durch das mehrfach erwähnte erste Fallrohr (F) dem im zweiten Stockwerk befindlichen Tarar-Aspirateur (N_1) zugeführt und gelangt alsdann durch den im ersten Stockwerk befindlichen Doppel-Trieur (N_2) mittels eines kurzen Fallrohres in die fahrbare selbstthätige Absackwaage der Arbeitshalle. Bezüglich des Abfangens der Verunreinigungen gilt das bei der Vorreinigung Gesagte. Die Vorreinigungsmaschine besitzt eine Leistungsfähigkeit von 17500 kg in der Stunde, während die seltener gebrauchten Nachreinigungsmaschinen für eine stündliche Leistung von 1500 kg eingerichtet sind.

Trocken-Einrichtungen. Das Versuchs-Kornhaus besitzt vorläufig ein Trockensilo, welches auf Bl. 30 Abb. 1 bis 3 dargestellt ist. In Aussicht genommen ist jedoch für später noch die Anlage einer Trockenvorrichtung nach dem sogenannten Rieselsystem. Das Trockensilo (Z , Abb. 3 Bl. 29 und Abb. 1 bis 3 Bl. 30) steht auf dem dritten Boden und ragt bis in das Dachgeschoss hinein. Die Zuführung des Getreides geschieht durch das bereits mehrfach genannte erste Fallrohr (F). Das Getreide lagert in dem Raume, welcher von dem in der Mitte des Silos befindlichen Luftzuführungsrohr und dem doppelten Blechmantel des Apparates eingeschlossen ist. Sowohl das Luftrohr als auch die innere Wand des Doppelmantels sind mit schmalen Schlitzern versehen, welche den Durchtritt der Trockenluft gestatten. Letztere wird durch das im Maschinenraum befindliche Gebläse angesaugt, durch einen mit dem Abdampf der Betriebsmaschine geheizten Rippenkörper erwärmt und in das genannte Rohr geleitet, tritt durch die Schlitz in den Lagerraum des Getreides, bahnt sich Wege zwischen den einzelnen Getreidekörnern und gelangt durch den geschlitzten Blechcylinder in den Mantelraum. Aus diesem tritt die nunmehr abgekühlte Luft durch sechs Stützen in ein ringförmiges Rohr und alsdann ins Freie. Damit die warme Luft nicht oberhalb des Getreides ungenutzt entweichen kann, wird in dem Luftzuführungsrohr ein mit Filzdichtung versehener eiserner Kolben so eingestellt, daß er sich unterhalb der Getreide-Oberfläche befindet. Das Silo faßt 6000 kg Getreide und trocknet diese Menge je nach dem Feuchtigkeitsgehalt in 1 bis 2 Stunden auf Lagerfestigkeit. Das getrocknete Getreide gelangt durch ein besonderes, in der Abbildung nicht vollständig dargestelltes Rohr in den Schüttrumpf der Innen-Becherwerke. Ferner befinden sich im Laboratorium kleine Apparate zur Vornahme von Trockenproben, die zur Bestimmung des Wassergehalts erforderlich sind. Außerdem ist der bereits bei der baulichen Anlage erwähnte Versuchstrockenraum vorhanden. Derselbe ist zur Aufnahme solcher Trockenapparate bestimmt, welche auf ihre Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit geprüft werden sollen. Die Zuführung des Getreides erfolgt mittels des bereits genannten Förderbandes (T). Die Einrichtung dieses Versuchsraumes ist von besonderer Wichtigkeit, weil die bestehenden Trockenapparate nur zum geringsten Theil auf den Einfluß untersucht sind, welchen sie auf die Keimfähigkeit und Backfähigkeit des Getreides ausüben. Eine richtige Beurteilung eines Trockenapparats auf seine Leistungsfähigkeit, An-

wendbarkeit und Wirtschaftlichkeit kann jedoch nur unter gleichzeitiger Berücksichtigung des genannten Einflusses stattfinden.

Beleuchtung. Die Arbeiten im Versuchs-Kornhaus finden der Hauptsache nach bei Tageslicht statt, jedoch kommen auch Fälle vor, welche eine Abend-Beleuchtung des ganzen Gebäudes erforderlich machen. Ferner ist auch bei Tage an einzelnen Stellen künstliche Beleuchtung erforderlich, so z. B. in dem Kellerraum, wenn an den Becherwerken etwas nachzusehen ist, bei dem Doppel-Trieur, welcher nicht ausreichendes Tageslicht erhält, und in den Silos, wenn dieselben beobachtet oder gereinigt werden sollen. Wegen der besonderen Feuergefährlichkeit des Kornhauses wurde elektrische Beleuchtung gewählt. Zur Außenbeleuchtung dienen zwei Bogenlampen, von denen die eine die Wasserseite, die andere die Rampe für die Eisenbahnwagen erhellt. Zur Innen-Beleuchtung dienen 79 Glühlampen, wovon die in dem Hauptgebäude befindlichen sämtlich mit Schutzglocken versehen sind. Die Ausschalter für die letztgenannten Lampen befinden sich nicht in den eigentlichen Speicherräumen, sondern theils an der Vertheilungsschalttafel im Maschinenraum, theils im Treppenhaus, um eine Entzündung des explosiblen Staubes sicher zu verhüten. Der erforderliche elektrische Strom wird von der im Maschinenraum befindlichen Dynamomaschine geliefert. Für den Fall, daß eine Beleuchtung während der Zeit, in welcher die Betriebsdampfmaschine nicht arbeitet, erforderlich wird, ist eine Accumulatorenbatterie in dem Raume über dem Laboratorium angelegt.

Sonstige Betriebseinrichtungen. Um eine schnelle Hülfe bei Feuersgefahr zu ermöglichen, ist im Treppenhaus eine vollständige Feuerlöschrichtung angelegt. Zur Erleichterung des Verkehrs zwischen den einzelnen Stockwerken dient ein neben dem Treppenhaus befindlicher Druckwasser-Fahrstuhl von 300 kg Tragfähigkeit und 15,6 m Hubhöhe. Derselbe erhält das erforderliche Wasser aus einem im Dachraum des Treppenhauses aufgestellten Behälter, der von der städtischen Wasserleitung gespeist wird und zum Schutze gegen Einfrieren durch Korkplatten isolirt ist. Zur Verständigung zwischen dem Bedienungspersonal in den verschiedenen Stockwerken dient eine elektrische Signaleinrichtung. Es sind zwei Leitungen mit zwei verschiedenen klingenden Glocken vorhanden, von welchen die eine Leitung Nachrichten vom und zum Maschinenhaus giebt, während die andere nur für den Betrieb gilt. Außerdem ist noch eine Sprachrohranlage geplant.

Das Laboratorium ist mit allen Apparaten ausgestattet, die zur Vornahme der zu bewirkenden Untersuchungen des Getreides in Bezug auf Hektolitergewicht, 1000 Körner-Gewicht, Ausputz, Wassergehalt, Keimfähigkeit usw. erforderlich sind. Zur Ausführung von Versuchen, bei welchen mechanische Arbeit aufzuwenden ist, besitzt das Laboratorium einen kleinen Elektromotor, der von der Dynamomaschine oder der Accumulatorenbatterie mit Strom versorgt wird.

III. Handhabung des Betriebes.

Das Einspeichern. Das Einspeichern aus dem Schiff erfolgt mittels des Schiffsbecherwerks, welches das Getreide hochhebt und durch das an seinem Kopfe befindliche Ausziehrrohr auf das Brückenband fallen läßt. Letzteres befördert es zur selbstthätigen Empfangswaage, von wo es entweder zur Vor-

reinigungsmaschine und dann zum Schüttrumpf der Innenbecherwerke oder mit Umgehung der Vorreinigungsmaschine unmittelbar in den genannten Schüttrumpf gelangt. Von einem dieser Becherwerke wird das Getreide nun wieder in die Höhe gehoben und dem Hauptförderband zugeführt, welches es durch den Abwurfwagen in die gewünschte Fallrohrgruppe eintreten läßt. In der letzteren werden die Klappen und Schieber so eingestellt, daß das Getreide auf einen bestimmten Boden oder auch in ein Silo gelangt.

Aus dem Eisenbahnwagen und aus dem Landfuhrwerk wird das in Säcken ankommende Getreide, wenn es sich um kleinere Mengen handelt, welche einer Vorreinigung nicht bedürfen, mittels Sackkarren zum Verwiegen nach der Laufgewichtswaage und von dort nach dem Schüttrumpf der Innenbecherwerke befördert, worauf die weitere Bewegung mittels Becherwerks, Förderbandes, Abwurfwagens und Fallrohrs ebenso wie bei der vorgenannten Einspeicherung aus dem Schiff erfolgt. Kommen jedoch größere Mengen von Getreide mit der Eisenbahn oder mit Landfuhrwerk zur Anlieferung, so werden die Säcke unmittelbar in den Schüttrumpf der Becherwerke entleert. Das Getreide wird von dem einen Becherwerk gehoben, fällt durch die bereits mehrfach erwähnte erste Fallrohrgruppe zur selbstthätigen Empfangswaage und von hier nach Bedarf durch die Vorreinigungsmaschine oder unmittelbar in das zweite Becherwerk, welches ein abermaliges Heben bewirkt und auf das Hauptförderband ausschüttet.

Das Ausspeichern. In das Schiff erfolgt das Ausspeichern nur in losem Zustande der Frucht. Lagert das auszuspeichernde Getreide auf einem Boden, so wird es zunächst durch die entsprechende Fallrohrverbindung nach dem unteren Theil des Hauptförderbandes geleitet, gelangt von hier in den Schüttrumpf der Innenbecherwerke, wird von einem der letzteren bis ins Dachgeschofs gehoben und dem öfter erwähnten ersten Fallrohr zugeführt, durch welches es zur selbstthätigen Empfangswaage geleitet wird. Nach dem Verwiegen gelangt das Getreide durch das an die Waage bzw. an den unter ihr befindlichen Rumpf der Vorreinigungsmaschine anschließende schräge Fallrohr in das Schiff.

In Eisenbahnwagen und Landfuhrwerk wird das Getreide fast nur in Säcken verladen, weil diese Fahrzeuge meist nicht zur Aufnahme von losem Getreide eingerichtet sind. Das Getreide gelangt durch die betreffende Fallrohrverbindung des Bodens bzw. durch das kurze Fallrohr des Silos in die darunter gestellte fahrbare selbstthätige Absackwaage, wird in Säcken aufgefangen und mittels Sackkarren dem Eisenbahnwagen oder Lastfuhrwerk zugeführt. Für das Ausspeichern in Eisenbahnwagen läßt sich die Bewegung mittels Sackkarren vermeiden, indem man das Getreide durch eine Fallrohrverbindung zunächst auf das Hauptförderband gelangen, dann von einem Becherwerk heben und durch das an der Außenseite des Gebäudes angebrachte Fallrohr in die darunter zu stellende Absackwaage fallen läßt (Abb. 3 Bl. 29).

Das Umarbeiten. Um das Getreide während der Lagerung in gutem Zustande zu erhalten, muß es mitunter umgearbeitet werden, und zwar um so häufiger, je feuchter es ist, in je höheren Schichten es lagert und je höher die Außentemperatur ist. Bei der Lagerung auf den Böden und in den Silos wird sich ein bedeutender Unterschied ergeben. Es ist eine Hauptaufgabe des Kornhauses, von wissenschaftlichen Gesichts-

punkten aus festzustellen, unter welchen Bedingungen das Getreide lagerfest ist, bei welchem Wassergehalt und bei welcher Temperatur es in Siloschächten von vorgeschriebenem Querschnitt, ferner bei welchem Wassergehalt, bei welcher Temperatur und bei wie hoher Schüttung es auf Böden als lagerfest bezeichnet werden kann.

Die Umarbeitung des Getreides erfolgt genau so wie die Ein- und Ausspeicherung unter Zuhilfenahme der Fördervorrichtungen und der Fallrohre. Da das Korn durch die Umarbeitung auf einem langen Wege über Becherwerke, Förderbänder und durch Fallrohre und besonders beim Austritt aus den letzteren beständig in der Luft herumgewirbelt wird, so findet eine sehr starke, mit Wasserverdunstung verbundene Lüftung statt. Die Lüftung kann mehrmals wiederholt werden, bis das Getreide sich in gutem, lagerfestem Zustande befindet.

Falls das umzuarbeitende Getreide in einem Silo lagert, läßt man es nicht in dasselbe Silo zurückschaffen, weil die Frucht dann nur in der Mitte immer wieder abläuft und an den Wänden unbearbeitet liegen bleibt. Zur genauen Beachtung dieser Vorgänge enthalten die Silos in dem unteren Theile Schaulöcher.

Das Trocknen. Bei sehr feuchtem und besonders bei frischem Getreide wird unter Umständen eine sehr zeitraubende und kostspielige Umarbeitung nöthig sein, um die Frucht in den für die Lagerung erforderlichen Zustand zu bringen. Diese Arbeit und die hiermit verbundenen Kosten sollen dadurch verringert werden, daß man das Getreide einem Trocknungsverfahren unterwirft, wodurch das Wasser soweit entfernt wird, daß lagerfestes Getreide entsteht, ohne jedoch seine werthvollen Eigenschaften (Keimfähigkeit, Backfähigkeit) zu vermindern. Die hierzu vorhandenen Trockeneinrichtungen sind bereits im Abschnitt II beschrieben.

Das Vorreinigen. Der Lauf des Getreides bei der Vorreinigung ist schon bei dem Einspeichern dargestellt, weil die Vorreinigung hiermit verbunden wird.

Das Nachreinigen. Die Zuführung des Getreides zu den Nachreinigungsmaschinen erfolgt in derselben Weise wie beim Umarbeiten mit Hülfe der beim Ein- und Ausspeichern erwähnten Fördereinrichtungen.

Laboratoriumsarbeiten. Im Laboratorium werden der Hauptsache nach folgende Arbeiten ausgeführt:

- a) Feststellung des Hektolitergewichts und des 1000 Körner-Gewichts.
- b) Ermittlung des Ausputzes.
- c) Feststellung des Wassergehalts.
- d) Bestimmung der Keimfähigkeit.

Im einzelnen ist hierzu folgendes zu erwähnen:

Die Bestimmung des Gewichts sowohl für das Hektoliter als auch für 1000 Körner erfolgt aus dem Grunde, weil im Brauereibetriebe meist mit dem 1000 Körner-Gewicht gerechnet wird, während in der Müllerei das Hektolitergewicht maßgebend ist.

Der Ausputz ergibt sich durch den Verlust, welchen eine abgewogene Getreidemenge beim Schütteln auf einem Siebe von vorgeschriebener Maschenweite erleidet.

Der Wassergehalt wird aus dem Gewichtsverlust berechnet, den eine bestimmte Menge von gemahlenem Getreide beim Trocknen in einem Trockenschrank aufweist. — Bei diesem Trocknen im Laboratorium wird das gesamte Wasser aus der Getreideprobe

vertrieben, während bei der früher genannten Trocknung im Silo nur ein Abtrocknen des Getreides bis zur Lagerfestigkeit (etwa bis 13 v. H. Wassergehalt) erreicht werden soll.

Die Keimfähigkeit des Getreides bestimmt man dadurch, daß man eine gewisse Anzahl von Getreidekörnern in einem Keimkasten auf beständig feuchtem Papier einige Tage hindurch der Keimung unterwirft und das Antheilverhältniß der ungekeimten Körner ermittelt.

Im Anschluß an die Laboratoriumsarbeiten ist noch zu erwähnen, daß die Temperatur im Innern der auf den Böden und in den Silos lagernden Getreidemengen in entsprechenden Zeiträumen bestimmt wird. Ferner erfolgt auch bei länger lagernden Getreideposten eine wiederholte Feststellung des Wassergehalts. Auch wird die Temperatur und der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ermittelt, um ihren Einfluß auf das Verhalten des Getreides bei der Lagerung zu bestimmen.

Für die Ausführung des Versuchs-Kornhauses war eine Commission eingesetzt, die gebildet wurde seitens des Ministeriums

für Landwirtschaft, Domänen und Forsten durch die Herren Ministerialdirector Dr. Thiel und Geheimen Oberregierungsrath Conrad, seitens der Königlichen Eisenbahndirection Berlin durch die Herren Eisenbahndirector Bork und Regierungs- und Baurath Schwartz und seitens der den Betrieb übernehmenden Vereine durch Herrn Geheimen Regierungsrath Professor Dr. Delbrück. Die Aufstellung der endgültigen Entwürfe wurde im October 1897 in Angriff genommen und mit den Ausführungsarbeiten im November begonnen. Die Fertigstellung der ganzen Anlage war Ende Juli 1898 so weit vorgeschritten, daß mit dem Probetriebe begonnen werden konnte. Die Uebergabe erfolgte am 31. August 1898.

Die baulichen Arbeiten sind von der Firma Herm. Streubel in Berlin ausgeführt. Die Maschineneinrichtung einschliesslich der Dampfmaschine wurde von der Firma Rudolf Dinglinger in Köthen, die Dampfkesselanlage von L. C. Steinmüller in Gummersbach und die elektrischen Einrichtungen von Siemens und Halske in Berlin-Charlottenburg geliefert.

Bork, Kgl. Eisenbahndirector.

Baugeschichte des Hafens von Kolberg.

Vom Geheimen Baurath Benoit in Charlottenburg und Wasser-Bauinspector Roloff in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 15 und 16 im Atlas.)

(Schluß.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

2. Der Ausbau des inneren Hafens.

Die inneren Hafenwerke genügten bei der Uebernahme durch die Staatsverwaltung weder in ihrer Anlage und ihrem Umfange den an sie zu stellenden Anforderungen, noch befanden sie sich in einem befriedigenden baulichen Zustande. Daher waren von vornherein aufser durchgreifenden Ausbesserungs- und Erneuerungsarbeiten auch Ergänzungen und Erweiterungen der vorhandenen Werke erforderlich. Im weiteren Verlauf ist dem steigenden Verkehrsbedürfnis entsprechend noch eine Reihe wichtiger Verbesserungen und zeitgemäßer Neuanlagen ausgeführt worden.

a) Die Uferbefestigungen. Der innere Hafen nimmt den unteren Theil des Strombettes der Persante ein und erstreckt sich von den Molenwurzeln stromaufwärts in einer Länge von 650 m bei einer durchschnittlichen Breite von 35 bis 40 m. Seine obere Grenze wird durch die oberhalb des Winterhafens befindliche Schiffbrücke gebildet. In früheren Zeiten ist auch wohl der oberhalb anschließende Theil des Strombettes bis zur Mündung des Holzgrabens zum Hafengebiet gerechnet worden, da hier einige Schiffswerften lagen. Bei der Uebergabe im Jahre 1837 waren die beiderseitigen Hafenufer einschliesslich der unmittelbar an die Molenwurzeln anschließenden etwa 58 m langen Uferkisten in einer Gesamtlänge von 1307 m befestigt. Die Uferkisten, die, wie oben mitgetheilt, in den letzten Jahren des städtischen Besitzes ausgebessert und wiederhergestellt waren, sowie drei an verschiedenen Stellen belegene gleichfalls verhältnismäßig neue Bohlwerkstrecken von zusammen 180 m Länge befanden sich bei der Uebernahme in gutem baulichen Zustande. An den gesamten übrigen Uferstrecken waren die Bohlwerke schlecht unterhalten und zum Theil äußerst baufällig und

unbenutzbar. Das Holzwerk war verfault und theilweise zerstört und die Hinterfüllungserde vielfach fortgespült; dazu kam, daß das Ufergelände durchschnittlich nur 1 m über dem gewöhnlichen Wasserstande lag, sodaß es bei höheren Fluthen regelmässig überschwemmt wurde. Da die Wassertiefe vor den Ufern nur 1,5 bis 1,8 m betrug, waren die Bohlwerke in denkbar einfachster Bauart aus Wandstielen und Hintersatzungsbohlen und größtentheils ohne Spundwände hergestellt. Auch war eine Verankerung nirgends vorhanden. Zur Verhinderung weiterer Verwilderungen und zur Erleichterung des Verkehrs war daher eine Erneuerung des größten Theiles der Bohlwerke nothwendig. Bereits in den Jahren 1838 und 1839 wurden etwa 700 m Bohlwerke unter Beibehaltung ihrer bisherigen Abmessungen und ihrer Bauart ganz in Eichenholz erneuert. Zu erwähnen ist, daß nach dem Entwurf die Bohlwerke allerdings Spundwände erhalten sollten, letztere jedoch bei der Prüfung durch die vorgesetzten Behörden aus Ersparnisrücksichten gestrichen wurden. Da diese Befestigungen nur ganz flachgehenden Schiffen das Anlegen am Ufer gestatteten und sich bald das Bedürfnis herausstellte, die Tiefe vor den Bohlwerken wenigstens bis auf 2,5 m zu vergrößern, wurden diese in den Jahren 1853 und 1854 in der in Text-Abb. 8 gezeichneten Bauart umgebaut und mit 4,4 m hohen Spundwänden versehen. Die hölzerne Verankerung wurde jedoch erst im Jahre 1867 hinzugefügt, als die inzwischen auf 3 m vergrößerte Wassertiefe ein Ueberneigen der Pfähle befürchtete.

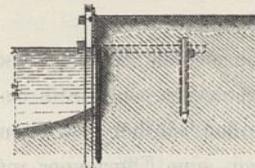


Abb. 8. Bohlwerk, erbaut 1853 bis 1854. 1:300.

Während dessen waren auch die an die Molen anschließenden

den Uferkisten wegen Baufähigkeit, und weil ihre flache Gründung eine wesentliche Vermehrung der Wassertiefe nicht zuließ, abgebrochen und durch Bohlwerke ersetzt. Seitdem Dank den inzwischen erzielten günstigen Erfolgen des Molenbaues immer grössere Schiffe den Hafen besuchten, wurde gegen die Mitte der siebziger Jahre eine weitere Vertiefung und zwar bis auf 5 m dringend erforderlich. Für eine solche reichten aber die bisherigen Bohlwerke mit ihrer, wie gesagt, nur 4,4 m tiefen Spundwand nicht aus. Da außerdem die Hintersatzungsbohlen stark durch Fäulnis gelitten und sich auch die Verbindungen der hölzernen Anker mit den Wandstiele gelockert hatten, war ein Neubau nothwendig, der in den

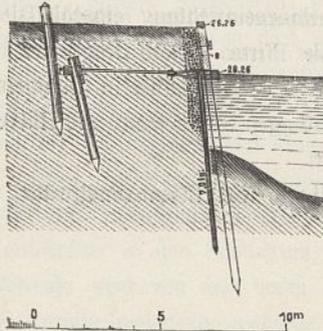


Abb. 9. Bohlwerk, erbaut 1875 bis 1890.

Jahren 1875 bis 1890 ausgeführt wurde. Für die Bohlwerke wurde dabei die in Text-Abb. 9 dargestellte Bauart gewählt. Sie wurden mit Ausnahme der eichenen Holme und Ankerriegel ganz aus Kiefernholz hergestellt. Die Wandstiele haben eine Länge von 10,4 m, und die 0,16 m starken Spundwände reichen bis 7 m unter den Wasserspiegel hinab. Nur auf der 24 m langen Strecke zwischen der Ostmole und dem neuen Lotsenbootshafen, wo der Hafenkai sehr beengt ist, und daher störende Ausbesserungsarbeiten möglichst vermieden werden müssen, sind sämtliche über Wasser befindliche Holztheile aus Eichenholz gefertigt. Auch hat die Spundwand hier eine Tiefe von 8,3 m erhalten. Um ein Ausspülen des Hinterfüllungsbodens zu verhüten, sind die Bohlen nicht allein gefugt und dichtschiessend an die Wandstiele angenagelt, sondern die Fugen sind auch mit hölzernen Latten oder mit Streifen von Zink oder Dachpappe überdeckt. Zur weiteren Sicherung ist das Bohlwerk mit einer 0,3 bis 0,4 m starken und bis 2,5 m unter Wasser reichenden Kiesschicht hinterfüllt. Zum Festlegen der Schiffe an den Bohlwerken dienen 5 m lange, 0,5 m starke eichene Anbindepfähle; daneben sind seit einigen Jahren aus Bornholm bezogene Granitpfosten eingeführt, die zur Schonung der Trossen über der Erde rund und glatt bearbeitet sind. Um den Steinen die genügende Widerstandsfähigkeit zu geben, sind sie in einen Betonklotz eingebettet (Text-Abb. 10). Die neuen Bohlwerke haben sich bisher sehr gut bewährt und besonders den tiefen Auskolkungen, die infolge des außerordentlichen Frühjahrshochwassers von 1888 entstanden waren, trefflich widerstanden. Die Herstellung der insgesamt 987 m langen Bohlwerke hat einen Kostenaufwand von 238 000 *M* erfordert. Das Meter Uferlänge kostet daher 240 *M*.

Abweichend von der zuletzt beschriebenen Bauweise ist der Ersatz eines bei dem Frühjahrshochwasser von 1888 beschädigten Bohlwerkes vor dem Bahnhof südlich von dem neuen Bootshafen in 32 m Länge durch eine Ufermauer auf Pfahlrost mit vorgesetzter Spundwand nach dem in Text-Abb. 10 dargestellten Querschnitt bewirkt worden. In derselben Weise ist auch die 24 m lange Strecke nördlich von dem neuen Helling befestigt. Eine andere Bauweise, die gleichfalls die Anwendung von Holz über Wasser ver-

meidet, ist auf der 30 m langen Strecke zwischen dem Helling und dem Bootshafen zur Anwendung gekommen. Sie besteht, wie Text-Abb. 11 zeigt, aus einer Steinböschung mit der Neigung 1:1. Das, wie erwähnt, ursprünglich sehr niedrige Ufergelände ist allmählich überall durch Anschüttung von Baggerboden bis auf 2 m über Mittelwasser aufgehöhrt worden, wodurch hochwasserfreie Ladeplätze, Wege und Baustellen gewonnen wurden.

Die Schiffs Liegeplätze im Hafen werden den örtlichen und Verkehrsverhältnissen gemäß von alters her in folgender Weise ausgenutzt. An den Bohlwerken der rechten Seite legen die einkommenden Schiffe an und liegen diejenigen Schiffe, welche löschen und laden; auf der linken Seite liegen am Ballastplatz die Ballastschiffe, vor dem Holzladeplatz diejenigen Schiffe, welche das auf der Persante abgeflossene oder zu Wagen herangefahrene Brenn- und Nutzholz einnehmen. Außerdem liegen am linksseitigen Bohlwerk die bereits beladenen und auf günstigen Wind zum Auslaufen wartenden

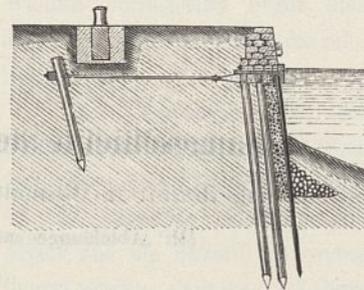


Abb. 10. Kaimauer am Bauhof. 1:300.

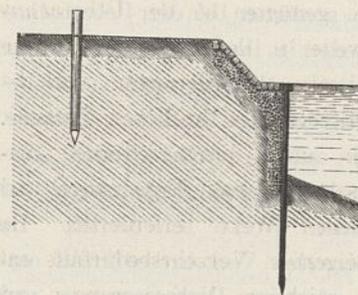


Abb. 11. Uferfassung am Bauhof. 1:300.

Schiffe, sowie diejenigen, welche als Nothhafener eingelaufen sind. Zur Bewältigung des zuweilen recht lebhaften Umschlagsverkehrs zwischen den Schiffen und Landfuhrwerken sind die Ladestraßen am rechten Ufer und die daselbst liegenden Lagerplätze und Zufuhrwege durch Steinpflaster befestigt, während der geringere Verkehr auf der linken Seite dies bisher nicht erforderlich gemacht hat. Die gesamte nutzbare Kai-länge beträgt 393 m. An Umladevorrichtungen sind auf dem rechten Ufer ein fester Handkrahnen von 3 Tonnen und ein schwimmender Handkrahnen von 12,5 Tonnen Tragfähigkeit vorhanden. Beide stehen den Schiffen gegen eine geringe Abgabe zur Verfügung, werden aber selten in Anspruch genommen, da die Schiffe meistens ihr eigenes Hebezeug benutzen. Am Hafen stehen fünf Speicher von im ganzen 1870 qm Grundfläche, deren Errichtung der Kaufmannschaft oder einzelnen Geschäftsleuten unter der Bedingung jederzeitigen Widerrufs gestattet ist. An Geschäftsleute verpachtete Lagerplätze sind bei der Beschränktheit des Hafengeländes nicht vorhanden.

b) Der Winterhafen. In früheren Zeiten mußten die Schiffe im offenen Strom überwintern, wo sie sich oberhalb des sogen. „Baggerhorns“ hinter einigen Eisbrechern und Pfahlbündeln festlegten (siehe Abb. 1 und 5 Bl. 15). War hierbei auch für gewöhnlich eine Gefahr für die Schiffe nicht vorhanden, da die auf der Persante herabschwimmenden Eischollen bei ihrem Durchgang durch die Schleusenwehre in der Stadt meist in kleinere Stücke gebrochen, auch die Eischecke auf dem Strom vom Hafen bis zur Stadt hinauf bei

Eintritt von Thauwetter wie noch jetzt zur Verhütung von Eisstopfungen beseitigt wurde, kam es bei starkem mit Hochwasser des Flusses zusammenfallenden Eisgang doch vor, daß die Schiffe beschädigt und sogar mit den Eisschollen in See getrieben wurden. Wegen der geringen Tiefe im Strom konnten übrigens nur kleinere Schiffe überwintern. Beispielsweise hielten im Jahre 1844 bis 1845 vierundzwanzig Schiffe Winterlage, von denen die größten nur etwa 65 Last groß waren. Nach Inangriffnahme des Molenbaues wurde in der Erwartung eines künftigen stärkeren Verkehrs im Jahre 1845 der Bau eines gesicherten Winterhafens begonnen. Zu diesem Zwecke wurden neben der bisherigen Winterlage, wo der Fluß die übermäßige Breite von etwa 70 m hatte, im Abstände von 35 m vom linken Ufer, welches Maß als Normalbreite des Flusses angenommen war, eine an das rechte Ufer anschließende 200 m lange Abschlusswand erbaut (sich den Plan des Hafens Abb. 13 Bl. 15). Dadurch entstand ein oben geschlossener, unten offener Wasserstreifen von etwa 4500 qm Grundfläche, der zunächst durch Baggerung bis auf 2,5 m vertieft wurde. Die Abschlusswand, deren Bauart Text-Abb. 12 zeigt, besteht aus zwei Pfahlreihen, deren Zwischenraum mit Senkfashinen ausgefüllt ist, und reicht bis zum Wasserspiegel. Damit die Schiffe auch an der Abschlusswand liegen und sich daselbst festmachen können, ist die innere Pfahlreihe zugleich als Gordungswand ausgebildet. Da sich der so geschaffene Winterhafen bald nicht als ausreichend erwies — zur Kolberger Reederei gehörten in den vierziger Jahren etwa 36 Schiffe, und die Hafenuverwaltung besaß 20 größere und kleinere Fahrzeuge und Bagger —, wurde er im Jahre 1854 auf 9600 qm erweitert. Wie sich weiterhin herausstellte, war der Winterhafen nur bei gewöhnlichen Wasserständen gegen die Strömung und den Eisgang geschützt, während diese bei Hochwasser über das niedrig gelegene Seitengelände eindringen konnten. Deshalb wurde hier ein hochwasserfreier Schutzdamm vorgelegt, längs dessen, um ein Anlegen der Schiffe zu ermöglichen, eine Spundwand mit Gordungswand hergestellt wurde. Als sich ferner nach Anlage der im folgenden Abschnitt näher beschriebenen Hafenbahn das Bedürfnis nach einer Erweiterung der Lös- und Ladeplätze herausstellte, wurde in Ermanglung sonstigen Raumes das Gelände neben dem Winterhafen zur Anlage eines Kais herangezogen. Zu diesem Zwecke

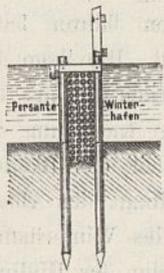


Abb. 12. Querschnitt des Abschlussdammes am Winterhafen. 1:300.

zur Anlage eines Kais herangezogen. Zu diesem Zwecke

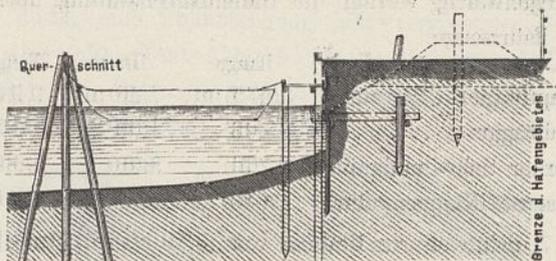


Abb. 13. Uferbefestigung am Winterhafen. 1:300.

wurde die landseitige Gordungswand in ein Bohlwerk umgebaut, die Spundwand mit einer Verankerung versehen und das Gelände hochwasserfrei angeschüttet (Text-Abb. 13).

Zum Festlegen der Schiffe im Winterhafen dient eine Reihe von Pfahlbündeln. Da ferner zu damaliger Zeit ein anderer Liegeplatz für die zahlreichen Fischer- und kleineren Segelboote nicht vorhanden war und diese im Winterhafen zwischen den großen Schiffen Beschädigungen ausgesetzt waren, wurde für sie eine besondere Bootsliegestelle im Winterhafen geschaffen, die durch eine verholzte und durch Schrägpfähle gesicherte Pfahlreihe im Abstände von 10 m vom Bohlwerke abgegrenzt und durch eine Laufbrücke zugänglich gemacht wurde, wie dies ebenfalls aus Text-Abb. 13 ersichtlich ist. Die senkrechten Pfähle der Pfahlreihe haben einen Abstand von 2,5 m von einander und sind einer um den anderen durch je zwei Schrägpfähle gestützt. Die Tiefe im Winterhafen ist allmählich durch Baggerungen bis auf 4 m gebracht.

Die oberhalb des Winterhafens über den Strom geschlagene Schiffbrücke untersteht nicht der Hafenverwaltung, sondern gehört einem Unternehmer, dem ihre Anlage unter der Bedingung jederzeitigen Widerrufs und unter der Verpflichtung, die Brücke jederzeit zum Durchlassen von Schiffen zu öffnen, gestattet ist. Sie dient nur dem Fußgängerverkehr, und der Unternehmer erhebt einen Brückenzoll nach einem von der Regierung genehmigten Tarif. Für die ungehinderte Benutzung der Brücke durch die Beamten und Arbeiter der Hafenverwaltung wird ihm jährlich vom Staate eine bestimmte Summe gezahlt.

c) Die Hafeneisenbahn. Da der Kolberger Hafen den Vorzug einer Verbindung mit dem Hinterlande durch eine Wasserstraße nicht besitzt, war der nur auf die Landzufuhr auf meist schlechten, bei nasser Witterung fast unbenutzbaren Wegen angewiesene Umschlagsverkehr in früheren Zeiten sehr erschwert. Von wesentlicher Bedeutung für den Hafen war daher der im Jahre 1838 erfolgte Anschluss Kolbergs an die kurz zuvor erbaute Stettin-Danziger Kunststraße durch die Chaussee von Körlin nach Kolberg. Weit größere Wichtigkeit hatte jedoch der Anschluss Kolbergs an das binnenländische Eisenbahnnetz durch den Bau der hinterpommerschen Eisenbahn von Stargard nach Köslin mit ihrer Abzweigung von Belgard nach Kolberg, welche im Jahre 1859 dem Verkehr übergeben wurde.

Da der Kolberger Bahnhof, dessen Lage durch die Rücksicht auf die damals noch bestehenden Festungswerke bedingt war, etwa 1 km von dem Hafen entfernt blieb, mußte eine besondere Verbindungsbahn zwischen beiden angelegt werden. Während die städtischen Behörden eine Führung der Hafenbahn vom Bahnhof etwa in der Richtung der jetzigen Altdamm-Kolberger Eisenbahn bis zur Persante (vgl. die Uebersichtskarte Text-Abb. 2) und an deren rechtem Ufer entlang zum Hafen vorschlugen, wodurch die Einrichtung des Ladeverkehrs auf dem ganzen rechten Hafenufer ermöglicht worden wäre, wurde der hohen Kosten wegen, die der Bau von Futtermauern längs des Stromes erfordert haben würde, die Bahn durch die Vorstadt Münde rechtwinklig auf die Bohlwerke geführt und der Anschluss der Ladegleise durch eine Drehscheibe vermittelt. Zu dem Ende mußte der in das Ufer eingeschnittene kleine Lotsen- und Fischerhafen beseitigt und zum Ersatz weiter unterhalb der jetzige Lotsenhafen angelegt werden. Abb. 15 Bl. 16 zeigt diese erste Anlage der Hafenbahn, welche wegen verschiedener

zu beseitigender Hindernisse erst 1865, also sechs Jahre nach Eröffnung der Belgard-Kolberger Bahn, in Betrieb genommen werden konnte. Die Anlage zeigte von vornherein große Mängel. Besonders störend war, daß die untere 150 m lange Gleisstrecke neben dem Münder Fort häufig nicht benutzt werden konnte, da die hier bei den vorherrschenden westlichen Winden vorhandene Dünnung die Schiffe in starke Schwankungen versetzte. Der gesamte Verkehr drängte sich alsdann auf der 80 m langen Gleisstrecke zwischen der Drehscheibe und dem Niederlagespeicher zusammen, ein Uebelstand, der sich besonders im Herbst bei gesteigerter Getreide- und Kartoffelausfuhr fühlbar machte, weil dann den Landfuhrwerken durch die oft in langer Reihe aufgestellten Eisenbahnwagen der Zugang zu den Bohlwerken versperrt wurde. Daher wurde schon nach wenigen Jahren eine Umänderung und Erweiterung der Bahnanlage erforderlich. Nach Beseitigung der Drehscheibe wurde das Zuführungsgleis mit einem Bogen von 150 m Halbmesser und mit einer Endweiche an die Hafengleise angeschlossen und ein Doppelgleis längs des Bohlwerkes bis an den Niederlagespeicher geführt. Behufs Weiterführung des Gleises bis an den Winterhafen mußten der Speicher und das ferner im Wege stehende Hauptzollamtsgebäude (das frühere Licenthaus) abgebrochen und verlegt werden (siehe den Hafenplan Abb. 13 Bl. 15). Der Umbau der Hafenanlage wurde im Jahre 1871 vollendet. Die am Ufer entlang laufenden Parallelgleise sind je 200 m lang und fassen hundert bis hundertundzehn Achsen. Von einer Weiterführung der Bahn längs des Winterhafens ist einstweilen Abstand genommen, doch ist ein Anschluß an das Grundstück der daselbst belegenen Dampfschneidemühle gestattet worden.

Der Betrieb der Hafenanlage ist so eingerichtet, daß sich täglich ein Zug von dem Bahnhof in 12 bis 15 Minuten auf der 1 km langen Strecke nach dem Hafen bewegt, wo der Aufenthalt je nach Bedürfnis ein bis zwei Stunden währt. Die Stärke des Zuges beträgt im Herbst zwanzig bis vierzig, im Sommer und Winter etwa vier bis zehn Achsen.

d) Der Hafenbauhof. Zur Aufnahme der Bagger und sonstigen Fahrzeuge der Hafenverwaltung diente von alters her der auf der rechten Hafenseite unterhalb der Winterlage gelegene, „Baggerhorn“ genannte kleine Hafen, neben dem die erforderlichen Baustoffe und Gerätschaften im Freien oder in leichten Holzschuppen aufbewahrt wurden. Da das Gelände wegen seiner tiefen Lage der Ueberschwemmung ausgesetzt war, mußten in solchen Fällen die Gerätschaften und Hölzer nach Möglichkeit geborgen werden. Zudem wurden die Fahrzeuge meistens im Winter auf das Land gezogen. Da die alte Anlage bei der lebhafteren Bau- thätigkeit nach der Uebernahme durch den Staat bald nicht mehr genügte, wurde auf dem linken Ufer gegenüber dem Baggerhorn auf höherem Gelände ein neuer Bauhof eingerichtet. Der Baggerhorn war ferner infolge gänzlicher Versandung unbenutzbar, weshalb die Baggerfahrzeuge in dem zu diesem Zwecke vertieften Festungsgraben der Schillschanze etwas oberhalb der Mündung des Holzgrabens (siehe den Plan Abb. 13 Bl. 15) einstweilen d. h. bis zur Fertigstellung des Winterhafens untergebracht wurden. Während bisher der Bau und die Ausbesserung der Hafenanlage auf den früher

vorhandenen Schiffswerften bewirkt werden konnte, sah man sich, als letztere wegen Mangels an Beschäftigung allmählich eingegangen waren, genöthigt im Jahre 1854 auf dem neuen Bauhofe einen kleinen Helling anzulegen. Die Anlage einer besonderen Schmiede und sonstiger Werkstätten wurde nicht für erforderlich erachtet, da die Ausbesserungsarbeiten auf den Werften in Swinemünde und Stettin oder in den Kolberger Maschinenbauanstalten vorgenommen werden konnten. Späterhin im Jahre 1878 wurde für die Unterbringung des mehr und mehr anwachsenden Bestandes an Geräthen, Werkzeugen und sonstigen Bedarfsgegenständen ein 22 m langer und 15 m breiter Gerätheschuppen erbaut, der zugleich eine Geschirrkammer und eine Werkstatt für Holzarbeiten enthält. Ferner ist das Ufer vor dem Bauhofe, damit die Fahrzeuge Kohlen, Baustoffe usw. bequem einnehmen und löschen können, mit den oben S. 252 beschriebenen Befestigungen versehen. Da der alte kleine Helling in seinen über Wasser befindlichen Holztheilen sehr schadhaft geworden, außerdem bei seiner geringen Tiefe für das Aufschleppen größerer Fahrzeuge, besonders des neuen eisernen Dampfbaggers „Persante“ (vgl. Abschnitt 3) nicht genügte, ist in den Jahren 1896 bis 1897 ein neuer größerer Helling erbaut. Die Lage des Bauwerks ist aus Abb. 13 Bl. 15, seine Einrichtung aus den Abb. 10 bis 12 Bl. 16 ersichtlich. Die schräge Anordnung zur Uferlinie ist sowohl durch die Beschränktheit des Bauhofgeländes, als auch durch die Rücksicht bedingt, den Ablauf der Fahrzeuge durch den Abschlußdamm des Winterhafens möglichst wenig zu behindern. Die Gleitbahn des Hellings besitzt ein Neigungsverhältniß von 1:12 und reicht bis 2,5 m unter den Mittelwasserspiegel hinab. Die vorhandenen fünf Gleitbalken haben einen Abstand von 1,5 m von einander und sind in dem unter Wasser liegenden 31 m langen Theil durch einen Pfahlrost, im darüber befindlichen Theil von 32 m Länge durch Mauerwerk unterstützt. Sie ruhen hier auf 0,43 m hohen und 0,77 m starken Klinkermauern und sind auf diesen mittels Bolzen und Blattankern befestigt. Der Unterbau besteht aus einer durchgehenden 0,72 m starken Platte von Granitmauerwerk mit Ausnahme der unteren an den Pfahlrost anstoßenden 9,5 m langen wagerechten Strecke, wo die Platte durch einen Betonpfahlrost gebildet ist. Die Seitenböschungen und der obere Theil der Sohle sind mit Granitsteinen abgepflastert. Gleichzeitig wurde der alte kleine Helling beseitigt und an seine Stelle der bisher am nördlichen Ende des Bauhofes belegene Bootshafen verlegt. Auch wurde der Bauhof durch Einrichtung einer Schmiede vervollständigt.

Gegenwärtig verfügt die Hafenbauverwaltung über folgende Fahrzeuge:

	Länge	Breite	Tiefgang
Dampfbagger „Persante“	25,75 m;	7,20 m;	1,13 m
Handbagger	9,00 „;	4,00 „;	0,65 „
Eiserner Schwimmkrahn	17,50 „;	8,00 „;	0,80 „
5 eiserne Klappenprähme	16,40 „;	4,75 „;	1,10 „

ferner 7 dicke eiserne Prähme von 8,10 bis 15,10 m Länge, 3,70 bis 5,25 m Breite und 0,70 bis 1,10 m Tiefgang, 2 hölzerne Transportprähme, 3 Taucherprähme, 11 Arbeitsboote, 1 Lotsenkutter und 3 Lotsenboote.

e) Der Fischerbootshafen. Den Fischerbooten waren, wie oben erwähnt, auf dem rechten Ufer des Winterhafens

Liegestellen angewiesen. Nachdem besonders infolge der erhöhten Fürsorge der Staatsregierung für die Entwicklung der Küsten- und Hochseefischerei die Fischerbootsflotte in den letzten Jahren erheblich zugenommen, außerdem auch die Zahl der zu Lustfahrten der Badegäste dienenden Segelboote sich vermehrt hatte, genügten die bisherigen Anlege- und Liegestellen nicht mehr. Im Jahre 1893 waren folgende Boote in Kolbergmünde beheimathet:

- 24 Hochseefischerboote, d. h. 9,5 m lange, 3,15 m breite und 1,15 m hohe gedeckte Kielboote,
- 32 offene Küstenfischerboote,
- 30 Vergnügungsboote, die mit Ausschluss der Badezeit meistens ebenfalls Fischerei betreiben.

Zus. 86 Fahrzeuge.

Es stellte sich daher die Anlage eines besonderen Fischerbootshafens mehr und mehr als dringendes Bedürfnis heraus. Da die Fischerei auch in den Wintermonaten, so lange die Eisverhältnisse es gestatten, betrieben wird, mußte darauf gesehen werden, daß der Hafen an einer bequemen und stets zugänglichen, d. h. durch Eis möglichst selten versperrten Stelle angelegt wurde. Eine solche bot sich, als im Jahre 1892 das unmittelbar am Eingange des Hafens auf dem linken Ufer befindliche Gelände, die nach der Entfestigung Kolbergs entbehrlich gewordene Heydeschanze, durch Kauf von der Militärverwaltung in den Besitz des Hafenfiskus überging. Der im Jahre 1894 hier angelegte Fischerhafen hat eine Tiefe von 2 m unter Mittelwasser und bietet bei 5240 qm

Grundfläche 30 Hochseebooten und 70 offenen Fischerbooten Unterkunft (Abb. 13 Bl. 15 und Abb. 13 Bl. 16). Der Hafen wird durch einen 68 m langen, 2 m breiten hölzernen Mittelsteg der in Text-Abb. 14 dargestellten Bauart in zwei Theile zerlegt. In jedem derselben sind zwei Reihen einfacher Anbindepfähle zum Befestigen des hinteren Endes der Boote eingeschlagen. Der Raum zwischen ihnen dient als Zufahrtstraße. Die beiden parallel zum Mittelsteg gerichteten Uferseiten sind durch niedrige, mit ihrer Oberkante 1,2 m über Mittelwasser liegende Kaimauern, die übrigen

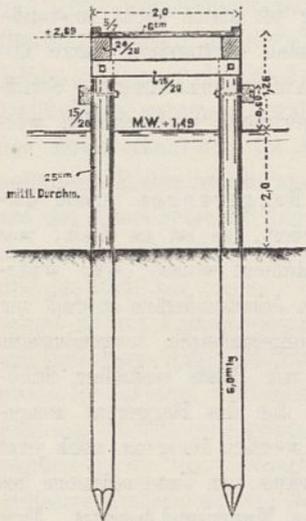


Abb. 14. Querschnitt des Mittelsteges im Fischerbootshafen. 1:100.

Seiten durch eine Steinböschung mit vorgesetzter Spundwand eingefast (Text-Abb. 15 u. 16). An der nördlichen und südlichen Uferseite sind zum bequemen Aufschleppen der Boote abgeplasterte geneigte Ebenen angeordnet. Um

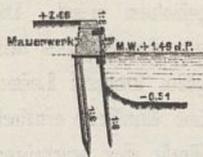


Abb. 15. Kaimauer am Fischerbootshafen. 1:300.

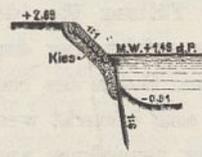


Abb. 16. Uferfassung am Fischerbootshafen. 1:300.

ein ruhiges Liegen der Boote auch bei etwaiger starker Dünung in der äußeren Hafeneinfahrt und dem unteren

Theile des Handelshafens zu ermöglichen, kann die Einfahrt der Bootsliegestelle durch einen Schwimmpfad zeitweilig abgesperrt werden. Dieser besteht aus einem am nördlichen Ufer drehbar befestigten Holzfloß von 38 m Länge und 1,2 m Breite, hergestellt aus 3 Längsbalken von 20 zu 30 cm Stärke mit darüber liegenden Querhölzern, Bohlenbelag und einseitigem Geländer. Zur Erhöhung der Schwimmfähigkeit sind die Längsbalken durch leere Petroleumfässer unterstützt, sodafs die Oberkante des Bohlenbelages 0,2 m über dem Wasser liegt. Zum Ein- und Ausschwenken dienen leichte Ketten.

3. Baggerungen.

a) Die Ursachen der Verflachungen. Die im Hafen, zwischen den Molen und in und vor der Hafeneinfahrt auftretenden Sinkstoffablagerungen müssen, soweit sie der Schifffahrt hinderlich sind, durch Baggerungen beseitigt werden. Die Verflachungen entstehen einerseits aus den von der Persante herabgeführten Sinkstoffen hauptsächlich im Frühjahr und bei Eisgang, andererseits aus dem längs der Küste auf dem Strande und im Wasser entlang treibenden Sand- und Kiesmassen. Unterhalb der Stauwerke in Kolberg, von wo ab die Wasserstände der Persante wesentlich von dem Stande der Ostsee abhängig sind, vergrößert sich der Querschnitt des Stromes beträchtlich und erreicht bei 40 bis 60 m Breite eine Tiefe von 1,5 bis 2 m. Die hierdurch bedingte Verminderung der Wassergeschwindigkeit, ja der bei Hochwasser der Ostsee eintretende fast vollständige Stillstand der Strömung lassen die vom Flusse mitgeführten aus Thon und Sand bestehenden Sinkstoffe im Flußbett und weiter unten im Hafen niederfallen. Oberhalb des Hafens, wo der Fluß seine größte Breite hat, lagert sich ein grobkörniger Sand ab, welcher von Unternehmern mittels Sackbaggern gewonnen und zu Aufhöhungen des Geländes, zu Straßenbauten und wegen seiner Reinheit und Schärfe besonders zur Mörtelbereitung verwandt wird. Im Hafen legt sich feinerer Sand und eine Art Thonschlick nieder. Ablagerungen von Seesand kommen dagegen im inneren Hafen oberhalb der Hafendämme nicht vor, weil eine Einströmung des mit Seesand geschwängerten Ostseehochwassers bei der geringen Entfernung der erwähnten Stauwerke in der Persante und im Holzgraben im allgemeinen ausgeschlossen ist. Dagegen entstehen im Kolberger Hafen zwischen den Molen Ablagerungen aus Seesand, der vom Strande und aus der See dorthin gelangt. Die vom Winde auf dem Strande entlang getriebenen Sandmassen kommen schließlich in den Hafen, wo sie zwischen den Molen niederfallen, wenn sie nicht bei sehr heftigem Winde auch über die leeseitige Mole fliegen und ihren Weg am Strande fortsetzen. Außerdem spülen auch bei starkem Seegange die Wellen über die Molen und lagern den mitgeführten Seesand zwischen ihnen ab. Beide genannten Umstände, welche sich bekanntlich in den mit einem weiten Vorhafen versehenen Ostseehäfen Rügenwaldermünde und Stolpmünde*) in sehr unliebsamer Weise geltend machen und zeitweilig umfangreiche Baggerungen erheischen, haben indes für den Kolberger Hafen keine sehr wesentliche Bedeutung, da die kräftige Ausströmung der Persante bei der an-

*) Vgl. Anderson, Baugeschichte des Hafens von Stolpmünde, Jahrg. 1897, S. 250 d. Bl.

gemessenen Breite der Mündung die Sandmassen bald wieder in die See zurückschafft. Daher werden zwischen den Molen nur verhältnismäßig geringfügige Baggerungen erforderlich.

Besonders störende, nachtheilige und sogar gefährliche Verflachungen treten dagegen zwischen und vor der Hafeneinfahrt auf. Sie entstehen meistens bei stürmischer Witterung und oft in kurzer Zeit, verändern die ganzen Tiefenverhältnisse im Seegatt, verflachen das Eingangsfahwasser und bilden nicht selten ausgedehnte Sandbänke vor der Mündung. Die infolge der Küstenströmung auf dem Meeresgrunde entlang treibenden Sand- und Kiesmassen kreuzen bei ihrem Vorübergange vor den Fluß- und Hafeneinfahrten die von der Ausströmung des Flusses im Seegatt hergestellte Rinne und fallen theilweise in diese hinein. Ist die Ausströmung kräftig genug, werden sie sogleich wieder aus der Rinne hinausgestoßen und setzen ihren Weg längs der Küste weiter fort. Bei diesem fortwährenden Kampfe zwischen der Ausströmung und dem Küstenstrom ist die Gestaltung der Seegattrinne nach ihrer Richtung, Breite und Tiefe sowohl von der Menge und Geschwindigkeit des ausströmenden Wassers, als auch von der Stärke des Küstenstromes und der Menge der von ihm mitgeführten Sinkstoffmassen abhängig. Daher findet zu Zeiten sehr starker Auswässerung, wenn der Fluß sein Hochwasser abführt und namentlich, wenn dabei gleichzeitig der Ostseespiegel — wie häufig im Frühjahr — infolge anhaltender Landwinde niedrig steht, bei dem alsdann vorhandenen starken Gefälle eine sehr kräftige Aufräumung im Seegatt statt. Wie stark dann der ausgehende Strom werden kann, ist oben bei der wiederholten Erwähnung des Frühjahrshochwassers von 1888 mitgetheilt. Treten solche Fälle besonders heftiger Ausströmung natürlich nur zeitweise und vorübergehend ein, so liegen doch die Verhältnisse, wie sie durch die Anordnung der Molen und durch die Menge des Persantewassers gegeben sind, im allgemeinen für die Einfahrt günstig. Die Zusammenwirkung der durch die enge Mündung zusammengehaltenen und infolge der Krümmung der Ostmole nordwestlich gerichteten Ausströmung mit der vorherrschenden von Westen kommenden Küstenströmung, sowie der Einfluß des gleichsam als Bühne wirkenden Ostmolenkopfes erzeugen und erhalten im Seegatt eine 5 bis 6 m tiefe Rinne, die zwischen den Molenköpfen beginnt und sich in nördlicher Richtung bis in die größere Meerestiefe fortsetzt. Westlich der Rinne liegt eine sich infolge der Küstenströmung nach Osten vorschiebende Sandbank, auf welcher sich meistens nur eine Tiefe von 3 bis 4 m vorfindet. Auf dem östlichen Ende der Bank ist deshalb eine Bakentonne ausgelegt. Leider fällt die Richtung der Rinne nicht mit der Richtung der Haupteinseglungslinie zusammen. Diese liegt, wie im 4. Abschnitt auseinandergesetzt ist, mehr westlich und nähert sich der Sandbank. Deshalb werden im Seegatt von Zeit zu Zeit Baggerungen nothwendig, um durch Beseitigung und Zurückdrängung der vorspringenden Ecke der Bank die für die Hafeneinfahrt erforderliche Breite und Tiefe zu erhalten.

Weit bedenklicher als die geschilderten vorübergehenden und leicht zu beseitigenden Unregelmäßigkeiten sind die nach starken Stürmen und hohen Fluthen vor der Hafeneinfahrt entstehenden Barren. Durch die auf den Riffen stehende Brandung und die auf den Strand auflaufenden Wellen wird der

Sand am Meeresgrunde und auf dem Strande gelockert und aufgewühlt. Dabei stürzen von den zerstörten Dünen große Sandmassen herab, sodafs das Wasser am Strande in hohem Grade mit Sinkstoffen geschwängert ist. Die bei stürmischer Witterung meist besonders starke Küstenströmung führt daher beträchtliche Sand- und Kiesmengen an der Küste entlang. Treiben diese Massen an der Hafeneinfahrt vorbei, füllen sie das Seegatt aus, verflachen die Mündung und bilden ausgedehnte Sandbänke. Je nach den begleitenden Umständen tritt zuweilen aber auch das Gegentheil ein: bei sehr starker Küstenströmung bilden sich zuweilen große Vertiefungen, die selbst den Molenköpfen durch Unterspülung gefährlich werden können, wie dies zwar nicht in Kolberg, aber beispielsweise bei der Sturmfluth vom Jahre 1883 am Ostmolenkopf in Rügenwaldermünde vorgekommen ist.

Starker Wellenschlag übt auf die Oberfläche des Wassers einen Druck aus, der sich bis auf den Meeresboden fortpflanzt und hier zeitweilig eine dichte und feste Lagerung des Sandes veranlaßt. Läfst man nach einem Sturm, wenn das Wasser sich beruhigt hat, etwa einen Peilstock senkrecht auf den Meeresboden niederfallen, so wird er von der Oberfläche des Sandes klingend zurückgeworfen. Bei dem in 5 m Wassertiefe ausgeführten Bau der Molenköpfe in Rügenwaldermünde hatte sich beispielsweise der Sand des Meeresgrundes so fest gelagert, dafs die behufs Versetzens der Betonblöcke von den Tauchern ausgegrabenen Gruben einige Zeit mit senkrechten Wänden stehen blieben, ohne dafs sich der Sand abböschte und nachfiel. Wegen dieser festen Lagerung ist auch im Kolberger Hafen die Ausströmung oft allein nicht imstande, die bei Sturmfluthen vor dem Hafen entstandene Barre alsbald zu durchbrechen, sodafs zur Aufrechterhaltung der Schifffahrt von Zeit zu Zeit mit Baggerungen nachgeholfen werden muß.

b) Die Ausführung der Baggerungen. Sind darüber auch keine Angaben überliefert, so ist es doch, wie schon an anderer Stelle oben geäußert wurde, sehr wahrscheinlich, dafs schon in früheren Jahrhunderten in und vor dem Hafen Aufräumungs- und Baggerarbeiten vorgenommen sind. Vermuthlich geschah dies mit Hilfe einfacher Stiel- und Sackbagger auf Prähmen, in die das Baggergut ausgeschüttet wurde. Derartige Bagger werden übrigens noch jetzt auf der Persante oberhalb des Hafens von Unternehmern bei der oben erwähnten Gewinnung von Mauersand benutzt. Ihre Einrichtung entspricht im wesentlichen den in früheren Zeiten auf der Unterelbe gebräuchlichen sogen. Hamburgischen Baggermaschinen, wie sie von Woltmann in seinen „Beiträgen zur Schiffbarmachung der Flüsse“, Hamburg 1835, beschrieben sind. Der Prahm trägt einen Krahn mit seitlich beweglichem Ausleger, mittels dessen der an einer Kette befestigte und mit einem Stiel versehene Baggertsack angezogen und nach erfolgter Füllung über den Prahm gehoben wird. Die Ausleerung erfolgt hier durch Umkehren des Sackes mit Hilfe einer am Boden des Sackes befestigten kurzen Leine. Beiläufig mag bemerkt werden, dafs eine ähnliche einfache Vorrichtung neuerdings auch bei der Ende der achtziger Jahre ausgeführten Regulirung des Küddowcanals bei Neustettin verwandt wurde. Das Fördergefäß bestand hier aus einem eisernen Kasten, dessen Boden durch eine mit einem Hebel zu öffnende Klappe gebildet wurde.

Seit sehr langer Zeit, vermuthlich schon im 17. Jahrhundert, waren in den Ostseehäfen Pferdebagger nach holländischem Muster im Gebrauch, von denen in G. Hagens Wasserbaukunst ein Beispiel näher beschrieben und bildlich dargestellt ist. Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts war ein ähnlicher kleiner einpferdiger Bagger mit in der Mitte befindlicher Eimerleiter im Kolberger Hafen im Betrieb. Der Bagger war 11,3 m lang und 6,75 m breit und leistete unter günstigen Umständen 48 cbm täglich. Im Jahre 1837 zugleich mit dem Hafen an den Staat übergeben, wurde er alsbald gründlich ausgebessert und zum Betriebe mit zwei Pferden eingerichtet. Mit ihm wurden im Jahre 1839 etwa 6000 cbm gebaggert und die Tiefe im inneren Hafen auf 2,8 m gebracht. Da der Bagger bei seinem hohen Alter bald nicht mehr ausbesserungsfähig erschien, wurde er 1842 außer Dienst gestellt und zum Ersatz ein neuer gleichfalls zweipferdiger Bagger beschafft, mit dem die Baggerungen eifrig fortgesetzt wurden. Im Jahre 1848 war bereits im ganzen Hafen eine Tiefe von 3 m erreicht, welche derjenigen im Seegatt im allgemeinen entsprach. Ein großes Hinderniß bei diesen Arbeiten waren die auf dem Grunde des Hafens vorhandenen zahlreichen Pfahlstumpfe, Kistenhölzer, Steine, Baumstämme, Schiffsanker und andere Gegenstände, welche von alten Bauwerken und in früheren Zeiten gesunkenen Schiffswracks herührten und deren Beseitigung nothwendig war — bei den damaligen Hilfsmitteln und ohne Taucher eine schwierige und zeitraubende Arbeit. Zur Beschleunigung der Vertiefungsarbeiten wurde im Jahre 1849 noch ein zweiter, größerer und zwar vierpferdiger Bagger von 24 m Länge und 7,4 m Breite, namens „Persante“, beschafft. Mit diesem sind im Jahre 1851 im Seegatt in 20 Tagen 1600 cbm, im Hafen gegen 10000 cbm gebaggert, während der kleine, ältere Bagger an den Bohlwerken und im Winterhafen 2000 cbm hob. Der geförderte Boden wurde aus den Prähmen mittels Handkarren auf das Ufer gebracht und theils zur Erhöhung des Hafen- und umliegenden Geländes verwandt, theils von Unternehmern unentgeltlich zur eigenen Benutzung abgefahren. Wie nicht selten in mit Festungswerken versehenen Häfen, stiefs auch im Kolberger Hafen die Unterbringung des Baggerbodens auf große Hindernisse, weil dieser nur in einer bestimmten von der Festungsbehörde vorgeschriebenen geringen Höhe aufgeschüttet werden durfte, der Ueberschuss dagegen anderweit in gewisser größerer Entfernung von den Festungswerken abgelagert werden mußte. Der überschüssige Boden wurde daher in besonders hierfür beschafften Prähmen mit Bodenklappen in beschwerlicher Weise durch Bugsiren mit Ruderbooten oder durch Warpen in See gebracht und an geeigneten tiefen Stellen verstrützt.

Als im Jahre 1855 der abgängig gewordene kleine zweipferdige Bagger außer Dienst gestellt werden mußte, wurde als Ersatz ein sogenannter Schwahnscher Handbagger beschafft, wie solcher in dem Werke „Bauausführungen des preussischen Staates“, Berlin 1842, beschrieben ist. Dieser Bagger hat wegen seiner zweckmäßigen Einrichtung, die ein Arbeiten in engen, winkligen und für einen größeren Bagger unzugänglichen Stellen gestattet, vorzügliche Dienste geleistet und wird noch jetzt gebraucht. Seine Leistungsfähigkeit beträgt durchschnittlich 43 cbm täglich.

Nachdem sich, wie oben bei Besprechung der Ufereinfassungen mitgetheilt wurde, im Hinblick auf die glückliche

Durchführung der Molenbauten das Bedürfnis herausgestellt hatte, die Hafensohle allmählich bis auf 4,4 m zu vertiefen, daneben aber auch zeitweilig zwischen den Molen Baggerungen vorzunehmen, erwies sich der Baggerbetrieb mit Pferden mehr und mehr als unzureichend. Abgesehen davon, daß die Betriebskraft über die verhältnißmäßig geringe Leistung der vier Pferde hinaus nicht gesteigert werden konnte, machte sich besonders der Uebelstand geltend, daß die Pferde, wenn auch der Unternehmer vertragsmäßig ausnehmend ruhige Thiere zu stellen hatte, namentlich bei den Arbeiten zwischen den Molen infolge der unausbleiblichen Schwankungen des Fahrzeuges häufig unruhig wurden und den Dienst versagten. Da hierdurch der Betrieb unsicher und zugleich unwirtschaftlich wurde, zumal die Unterhaltung des hölzernen Bagger Schiffes und der Prähme immer höhere Kosten erforderte, wurde im Jahre 1876 ein eiserner Dampfbagger mit eisernen Baggerprähmen beschafft. Dieser Bagger, „Kolberg“ genannt, war jedoch nur kurze Zeit im Kolberger Hafen thätig, da er schon im folgenden Jahre zur Verstärkung der Baggerkräfte in den anderen beiden hinterpommerschen Häfen zunächst nach Stolpmünde und dann dauernd nach Rügenwaldermünde abgegeben werden mußte. Eine Abbildung und Beschreibung des Baggers ist in der „Sammlung ausgeführter Dampfbagger“ usw. von L. Hagen I. 1881 enthalten. Als Ersatz für den Verlust behalf man sich damit, den Pferdebagger wieder hervorzuholen und ihn nach gründlicher Ausbesserung des Schiffskörpers und der Eimerleiter unter Beseitigung des Göpelwerkes mit einer Locomobile von acht Pferdekräften zu versehen, wodurch sich seine Leistungsfähigkeit auf 10 bis 11 cbm in der Stunde erhöhte. In dieser Gestalt ist der Bagger bis zum Jahre 1890 im Hafen thätig gewesen. Hat er dabei auch in Anbetracht seiner Größe im allgemeinen gute Dienste geleistet, so war er doch außerstande, die Tiefenverhältnisse jederzeit und dauernd in befriedigendem Zustande zu erhalten.

Nachdem die erforderliche Tiefe im Hafen überall hergestellt war, kam es im wesentlichen nur darauf an, die aus den oben angeführten Ursachen zwischen den Molen und im Seegatt zeitweilig entstehenden Verflachungen jedesmal so schnell als möglich zu beseitigen. Während die übrigens nicht bedeutenden Versandungen im inneren Hafen, welche gewöhnlich mit dem Abgange des Frühjahrshochwassers der Persante eintreten, bei dem ruhigen Wasser daselbst jederzeit und ohne Unterbrechung ausgebaggert werden können, waren die Aufräumungsarbeiten zwischen den Molen und besonders im Seegatt mit dem kleinen Bagger Persante nur bei ganz ruhiger oder doch wenig bewegter See möglich, weil andernfalls infolge der Schwankungen leicht Beschädigungen der Maschinenteile eintraten und der Bagger selbst in Gefahr gerieth. Die Arbeit mußte deshalb bei drohendem Eintritt ungünstigen Wetters, oft kurz nach ihrem Beginn eingestellt und der Bagger in Sicherheit gebracht werden. So kam es nicht selten, daß der Bagger, wo es besonders nöthig gewesen wäre, nicht arbeiten konnte, sodaß die Einfahrt unter Umständen auch längere Zeit mehr oder weniger verflachte. Ein anderer Uebelstand war, daß der Baggerbetrieb wegen der häufigen Unterbrechungen, die eine gehörige Ausnutzung der Geräthe und Mannschaft nicht zuließen, sehr kostspielig wurde. Aus diesen Gründen wurde die Beschaffung eines

größeren Seebaggers erforderlich, der imstande war, auch bei einiger Dünung zu arbeiten, daneben aber auch eine entsprechende Leistungsfähigkeit besaß, um entstehende Versandungen in kurzer Zeit zu beseitigen. Da der 50 Jahre alte Bagger wegen völliger Abgängigkeit ohnehin außer Dienst gestellt werden mußte, wurde im Jahre 1891 ein neuer eiserner Bagger beschafft, der ebenfalls den Namen „Persante“ erhalten hat. Der Bagger, dessen allgemeine Abmessungen S. 256 mitgeteilt sind, hat eine Maschine von 50 Pferdestärken bei einer durchschnittlichen Tagesleistung von 900 cbm.*) Mit dem Bagger wurden bisher gefördert:

Rechnungsjahr	Im Seegatt und in der Hafeneinfahrt cbm	Im inneren Hafen cbm	Zusammen cbm
1892—93	3210	4230	7440
1893—94	6930	540	7470
1894—95	3600	330	3930
1895—96	2850	—	2850
1896—97	625	5580	6205
1897—98	5655	2295	7950

4. Die Hafeneinfahrt und ihre Bezeichnung.

Wie eingangs unter den allgemeingeschichtlichen Nachrichten angeführt ist, war schon im Jahre 1666 auf einem eigens dazu erbauten Thurme an der Mündung der Vogtei zum Zeichen für die in der Nacht einlaufenden Schiffe eine Leuchte eingerichtet. Sie wird jedoch vermuthlich nicht lange bestanden haben, wenigstens war schon vor Ende des vorigen Jahrhunderts eine derartige Einrichtung nicht mehr vorhanden. Auch blieb der Hafen bis in die sechziger Jahre dieses Jahrhunderts ohne Beleuchtung. War auch früher, wie noch jetzt, ein Einlaufen während der Dunkelheit nicht rathsam, weil die Schiffe leicht in Gefahr gerathen auf die Molen zu stofsen, so war es doch sehr wünschenswerth, den Hafen für die ansegelnden Schiffe soweit erkennbar zu machen, daß sie vor Anker liegend oder beigedreht an passender Stelle den Tag abwarten konnten. Ebenso ist es für die Bedeutung des Hafens als Zufluchtshafen, wofür er sich wegen seines größeren Tiefgangs und weil meistens eisfrei ganz besonders eignet, wichtig, daß ein in Noth befindliches Schiff die Nähe des Hafens erkennt, da es sich unter Umständen wohl einige Stunden im Sturm halten kann, um mit Tagesanbruch das Einlaufen zu versuchen. Die am 1. April 1866 erfolgte Aufstellung eines ständigen Hafenfeuers entsprach daher einem dringenden Bedürfnis. Ursprünglich ein festes weißes Licht, wurde es am 1. Juli 1881 zur Verhütung von Verwechslungen mit anderen Feuern in ein rothes Licht umgewandelt. Das 8,6 m über Wasser befindliche Feuer, ein Linsenapparat vierter Ordnung, wird an einem Mast vor dem Lotsenwachthause aufgezogen und ist bei klarem Wetter auf 6 bis 7 Seemeilen sichtbar.

Zur Bezeichnung des Hafeneinganges zwischen den bei höheren Wasserständen schwer erkennbaren Molen befand sich in früheren Zeiten auf jeder den Molenkopf bildenden Spitzkiste eine hölzerne Bake in Form eines Kreuzes. Nach

*) Eine ausführliche Beschreibung des Baggers mit Abbildungen wird demnächst in der Zeitschrift f. Bauwesen veröffentlicht werden.

Vollendung der Molenbauten steht seit 1872 auf jedem Kopf eine 8,7 m über Wasser hohe Bake. Die östliche erscheint als weißer Ball, die westliche als rothe aufrechtstehende Pyramide. Etwa in der Mitte der Ostmole auf einer der hier zur Abstillung der Wellenbewegung angelegten Quermauern steht seit 1874 eine Winkbake, mit welcher den ansegelnden Schiffen der Kurs angegeben wird. Sie bestand ursprünglich, wie Text-Abb. 6 zeigt, aus einem einfachen um ein Gelenk drehbaren 10 m hohen Mastbaum mit einer Flagge und glich der Stolpmünder Winkbake (vgl. Abb. 7 Bl. 14 Zeitschr. f. Bauw. 1897). Ueber die Bake wurde von den Schiffern vielfach Klage geführt, da sie sich bei ihrem niedrigen Standpunkte von See gesehen zu wenig von dem dunklen Hintergrund des Landes abhob und namentlich, wenn, wie häufig, bei N.N.W. die Windrichtung mit der Fahrt des Schiffes zusammenfiel, schwer erkennbar war. Nachdem die Bake durch die Herbststürme des Jahres 1894 zerstört war, wurde sie daher durch eine deutlichere Vorrichtung ersetzt. Die neue Winkbake hat eine Höhe von 17 m und zeigt statt der Flagge einen Ball von 1,5 m Durchmesser, der von einem eisernen Gerüst aus durch ein Vorgelege bewegt wird (Abb. 14 Bl. 16). Auf der Ostseite der Einfahrt unweit der Molenwurzel steht ferner ein Lotsensignalmast, an welchem die Zeichenflaggen



Abb. 17.
Bakentonne vor
der Westmole.
1:150.

über den jeweiligen Zustand des Seegatts und die Wassertiefe in der Einfahrt nach Vorschrift der darüber geltenden Bestimmungen aufgezogen werden. Ein zweiter Signalmast für die Sturmsignale der Seewarte steht auf dem westlichen Ufer neben der neuen Liegestelle für Fischerboote. An schwimmenden Seezeichen ist nur eins, die bereits erwähnte Bakentonne vorhanden. Sie liegt etwa 90 m vor dem Westmolenkopf und bezeichnet das östliche Ende der von Westen sich vorschiebenden Barre. In Gemäßheit des Beschlusses des Bundesraths vom 7. Juli 1897 betr. die Grundsätze für eine einheitliche Bezeichnungsweise des Fahrwassers und der Untiefen in den deutschen Küstengewässern besteht das Seezeichen aus einer rothen Tonne mit kugelförmigem Korb (Text-Abb. 17). Im Winter wird statt seiner eine rothe Spierentonne mit oberem Besen ausgelegt.

Als Marke für die Anseglung des Hafens dient für die von Osten kommenden Schiffe der 12 Seemeilen in dieser Richtung vom Hafen entfernte Leuchtturm von Funkenhagen mit festem weißem Feuer, für die von Westen kommenden Schiffe der 18 Seemeilen westlich vom Hafen belegene Leuchtturm von Groß-Horst mit weißem Blinkfeuer. Schon in weiter Ferne wird der Hafen kenntlich durch den massigen Bau der St. Marienkirche in Kolberg, alsdann durch den spitzen Thurm der St. Nikolaikirche auf der Mündung. Bei weiterer Annäherung erscheint der Festungsturm des Münder Forts und das fünfstöckige Strandhotel auf der Ostseite, worauf die Baken auf den Molenköpfen und damit die Einfahrt erkennbar werden. Die Haupteinseglungslinie wird durch die Winkbake und den Thurm der Marienkirche festgelegt. Wenn Wind und Wetter es gestatten, geht das Lotsenboot den Schiffen, welche die Lotsenflagge zeigen, ent-

gegen, und der Lotse übernimmt die Führung. Kann das Lotsenboot wegen hohen Seeganges, starker Küstenströmung oder aus anderen Gründen nicht auslaufen, ist aber nach dem Urtheil des Oberlotsen ein Einlaufen des Schiffes dennoch möglich, was diesem durch Zeigen des Einfahrtswimpels kundgegeben wird, so werden mit der Winkbake die entsprechenden Signale erteilt. Außerdem wird dem ansegelnden Schiffe die Tiefe im Seegatt durch die entsprechenden Flaggen am Signalmast mitgeteilt. Bei heftigen Stürmen von W.S.W. durch N. nach O.N.O. ist ein Einlaufen in die schmale Einfahrt wegen des hohen Seeganges schwer möglich, weshalb dann den Schiffen angerathen ist, die hohe See zu halten. Ist ein Einlaufen zu gefahrvoll, so werden Signale überhaupt nicht gezeigt, weder der Einfahrtswimpel noch eine Tiefenangabe, noch ein Zeichen der Winkbake. Beim Einlaufen ohne Lotsen hat der Schiffer die Versetzung des Schiffes durch die jeweilige Küstenströmung, welche an der Hafeneinfahrt vorbeistreicht, wohl zu beachten. Die Strömung ist infolge aller Winde von N. durch O. bis S.S.O. nach Westen, infolge der Winde von N. durch W. bis S.S.W. nach Osten gerichtet; sie ist am stärksten bei Stürmen parallel zur Küste, wobei sie unter Umständen eine Geschwindigkeit von drei Seemeilen in der Stunde, d. h. 1,5 m in der Secunde erreicht, sie ist sehr gering bei Winden von S.S.O. bis S.S.W. Bei südlichen Winden macht sich aber mit fallendem Ostseespiegel die Ausströmung der Persante stark bemerkbar. Ein nächtliches Einlaufen ist, wie schon bemerkt, gefährlich. In See befindlichen Fischerbooten wird zur Erleichterung der Rückkehr in der Dunkelheit ein grünes Licht auf der Ostmole gezeigt. Tritt dabei dichter Nebel ein, werden außerdem Zeichen mit dem Nebelhorn gegeben.

5. Baukosten.

Die seit der Uebernahme durch den Staat für den Ausbau und die Unterhaltung des Hafens verausgabten Beträge mit Ausnahme der Beamtengehälter sind in der zeichnerischen Uebersicht Text-Abb. 18 (S. 267) zusammengestellt. In derselben ist zugleich für die Zeitabschnitte von 1840 bis 1846 und von 1876 bis zur Gegenwart der Antheil der Unterhaltungskosten besonders angegeben; für die übrige Zeit lassen sich letztere den Rechnungsbüchern nicht entnehmen. Die zeichnerische Darstellung läßt vier Hauptabschnitte der Bauthätigkeit erkennen.

I. Von 1840 bis 1852: 13 Jahre mit 324 226 *M.*, also durchschnittlich 25 000 *M.* In diesen Zeitabschnitt fällt die Umwandlung der Steinkistendämme in Steinmolen.

II. Von 1853 bis 1858: 6 Jahre mit 754 479 *M.*, durchschnittlich 125 700 *M.* Während dieser Zeit ist die Verlängerung der Molen ausgeführt.

III. Von 1859 bis 1874: 16 Jahre mit 576 900 *M.*, durchschnittlich 36 000 *M.* An größeren Bauten sind ausgeführt: die Verankerung und Vollendung des Ostmolenkopfes mit 53 800 *M.*, die Vollendung der Brustmauer auf der Ostmole und zwar in 267 m Länge für 22 000 *M.*

IV. Von 1875 bis 1. April 1897: 22¹/₄ Jahre mit 1 479 648 *M.*, durchschnittlich 66 500 *M.* In diesem Zeitraum sind für größere Bauten und Lieferungen folgende Beträge verausgabt:

Zwei schmiedeeiserne Baggerprähme, 1875	12 644 <i>M.</i>
Eine Kefslersche Dampfkranne für den Bau der Bohlwerke, 1875	11 175 „
Dampfbagger Kolberg, 1875 bis 1876	67 700 „
Zwei schmiedeeiserne Baggerprähme mit Bodenkappen von je 25 cbm Laderaum, 1877	18 200 „
Umwandlung des Pferdebaggers in einen Dampfbagger, 1877	19 200 „
Uebermauerung der Plattform des Ostmolenkopfes, 1877 bis 1878	24 200 „
Außerordentliche Baggerungen zur weiteren Vertiefung des Hafens bis auf 4,7 m Tiefe, 1882 bis 1884	26 800 „
Die Bohlwerke auf beiden Seiten des Hafens in 963 m Gesamtlänge, 1875 bis 1890, vgl. Text-Abb. 9	214 800 „
für 1 m rd. 223 <i>M.</i>	
Erweiterung der Hafeneinfahrt durch Zurücksetzen der Gordungs- und Pfahlwand und Erneuerung der anstossenden Pfahlwand der Westmole, 1882 bis 1885	38 000 „
Sicherung der hafenseitigen Böschung der Westmole, 1886 bis 1887	63 600 „
Desgl. der Ostmole, 1888 bis 1892	182 000 „
Neuer Dampfbagger Persante, 1889 bis 1891	91 220 „
Ufermauer am Hafenbauhof, 1892 bis 1893	12 500 „
Die neue Liegestelle für Fischerboote, 1895 bis 1896	54 740 „
Die neue Winkbake, 1895 bis 1896	3 890 „
Der neue Helling, 1895 bis 1896	49 000 „
Die Ufermauer vor dem Bauhof, nördlich vom neuen Helling, 1896 bis 1897	8 580 „
Das neue Lotsenwachthaus, 1896 bis 1897	11 670 „

Im ganzen hat der Hafen in der Zeit von 1840 bis 1897 einen Kostenaufwand von 3 135 253 *M.* erfordert. Dabei sind die jährlichen Unterhaltungskosten von 2400 *M.* auf rund 25 000 *M.* gestiegen.

6. Hafenverwaltung, Lotsenwesen und Bauleitung.

Der Kolberger Hafen bildet zugleich mit den Häfen von Rügenwaldermünde und Stolpmünde, den drei Leuchttürmen zu Funkenhagen, Jershöft und Scholpin und den Strand- und Dünenbauten auf der 193,5 km langen Küstenstrecke vom Kamper See, 11 km westlich von Kolberg, bis zum Bollener Haken am Anfange des Lebasees den Geschäftskreis des Hafenbauinspectors in Kolberg. An fest angestellten Beamten unterstehen dem Hafenbauinspecteur: in den drei Häfen je ein Hafenbauschreiber, auf den drei Dampfbaggern und den beiden Dampfschleppschiffen*) drei Baggermeister, zwei Schiffsführer, fünf Steuerleute, fünf Maschinenmeister und ebensoviel Heizer, ferner ein Dünenmeister, vier Dünenaufseher und sieben Leuchtturmwärter; endlich in jedem Hafen ein Oberlotse und zwei Seelotsen. Zur Vervollständigung der Besatzung werden außerdem in jedem Hafen je sechs Lotsenruderer angemietet.

Das Lotsenwesen und die Wahrnehmung der Hafenpolizei im Kolberger Hafen waren bis zum 1. April 1895 dem dor-

*) Bagger „Persante“, „Simson“ und „Kolberg“, Raddampfer „Pfeil“ und Schraubendampfer „Grille“.

tigen Hauptsteueramt übertragen.*) Seitdem ist der Hafenaufsicht mit der Aufsicht über die Lotsen und der Leitung der Hafenzentrale betraut, während die Ausübung der letzteren in der Hand einer aus dem Hafenschreiber und dem Oberlotsen gebildeten Hafenbehörde liegt.

Mit der örtlichen Leitung der Bauarbeiten im Hafen waren folgende Beamte betraut: von 1840 bis 1874 der Bauinspektor Moeck, von 1874 bis 1884 der Wasserbauinspektor Weinreich, von 1884 bis 1892 der Hafenbauinspektor Anderson, von 1892 bis 1896 Lauenroth, seitdem Dohrmann.

Die technische Oberleitung, die von der Regierungsbehörde in Köslin ausgeübt wird, lag bis 1864 in der Hand des Regierungs- und Bauraths Nünnecke. Ihm folgten die Regierungs- und Bauräthe Weishaupt bis 1866, Baensch bis 1871, L. Hagen bis 1875, Benoit bis 1891, Anderson bis 1894, Biedermann bis 1897, seitdem Wilhelms.

Die Nachprüfung und endgültige Festsetzung der Baupläne erfolgte in der Ministerialbehörde, und zwar bis 1858 durch den Geheimen Ober-Baurath Severin, bis 1875 durch den Ober-Landesbaudirector G. Hagen, danach durch die Geheimen Bau- und Ober-Bauräthe L. Hagen, Dresel, Filscher, durch den Wirklichen Geheimen Rath Baensch und gegenwärtig durch den Geheimen Baurath Germelmann.

7. Das Rettungswesen.

Zur Rettung der Schiffbrüchigen war, wie in den übrigen pommerschen Häfen, auch in Kolberg eine mit Booten und Raketengeschützen ausgestattete Rettungsstation vorhanden, die staatlich beaufsichtigt und unterstützt und von der Lotsenmannschaft bedient wurde. Bekanntlich hat die „Deutsche Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger“ in den letzten Jahren das gesamte Rettungswesen an der deutschen Küste in die Hand genommen, sodafs auch die Kolberger Rettungsstation in ihren Besitz übergegangen ist. Zur Zeit steht auf jeder Seite des Hafens ein Rettungsschuppen mit einem Rettungsboot neuester Bauart und einem Raketengeschütz. Die in gleicher Weise ausgerüsteten Nachbarstationen sind Treptower Deep, 19 km westwärts, und Funkenhagen, 23 km ostwärts vom Kolberger Hafen. Zu jedem Boot gehört ein Vormann oder Bootsführer, die übrige Mannschaft wird je nach Bedarf angenommen.

8. Schiffsverkehr und Reederei.

Die überlieferten Angaben über den Schiffsverkehr im Kolberger Hafen gehen, allerdings mit einigen Lücken, bis

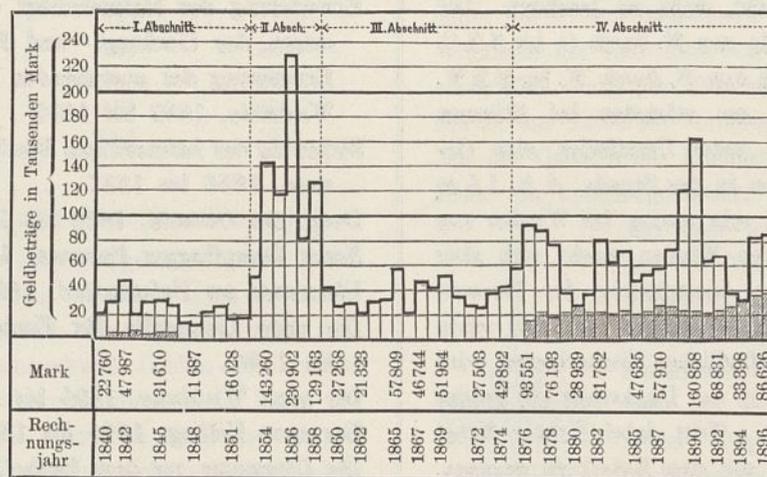
*) Vgl. Benoit, Entwicklung der Hafengebühren, des Lotsenwesens usw. in den hinterpomm. Häfen. Zeitschr. f. Bauw. 1894 S. 433.

zum Jahre 1775 zurück. Danach war der Verkehr in der Zeit von dem genannten Jahre bis 1813 äufserst gering. Durchschnittlich liefen nur 54 Schiffe jährlich ein und ebenso viele aus mit einem Gesamtladeraum von 16500 cbm, also durchschnittlich 154 cbm für jedes Schiff. Von 1827 bis 1836, also in den letzten zehn Jahren der städtischen Hafenverwaltung, war die Zahl der jährlich ein- und auslaufenden Schiffe zusammen auf 176 gestiegen mit einem Fassungsraum von 25000 cbm, sodafs auf jedes Schiff ein Raum von 142 cbm kam. Nach Vollendung der Molenbauten machte sich in den Jahren 1857 bis 1869 ein lebhafter Aufschwung des Verkehrs geltend, indem jährlich durchschnittlich 874 Schiffe gezählt wurden. Ueber den Laderaum der Schiffe fehlen allerdings zuverlässige Angaben. Es waren größtentheils Küstenfahrer, die Getreide, Brennholz und Kartoffeln nach Stettin und den Nordseehäfen ausführten. Der in der Zeit

von 1870 bis 1877 vorübergehend zurückgegangene Verkehr ist seitdem in stetiger Steigerung begriffen, welche zwar nicht so sehr in der Schiffszahl — durchschnittlich wurden 440 Schiffe im Jahre gezählt — als vielmehr in der zunehmenden Größe der Laderäume zum Ausdruck kommt. Genauere Angaben über den Verkehr von 1889 bis 1897 giebt untenstehende Tabelle.

In diesen Zahlen sind allerdings diejenigen Schiffe mit inbegriffen, die als sogenannte Nothhafener eingelaufen sind und den

Hafen ohne zu löschen oder zu laden wieder verlassen haben. Was übrigens die erfreuliche Entwicklung des Verkehrs in den letzten zehn Jahren ganz besonders darthut, ist der Umstand, daß die thatsächliche Beladung der Schiffe von 16 571 Tonnen im Jahre 1887 auf 43 172 Tonnen im Jahre 1896 gestiegen ist. Der Verkehr hat somit in der angegebenen Zeit um mehr als das zweieinhalbfache zugenommen. Die größten Schiffe, die bisher im Hafen verkehrt haben,



Die Unterhaltungskosten sind, soweit sie ermittelt werden konnten, schraffirt angedeutet.

Abb. 18. Uebersicht der in den Jahren 1840 bis 1896 verausgabten Neubau- und Unterhaltungskosten.

Uebersicht der Schiffsbewegung im Kolberger Hafen.

J a h r	Ein- und ausgegangene Schiffe			Gesamt-Rauminhalt cbm	Durchschnittlicher Rauminhalt cbm
	Segler	Dampfer	Zusammen		
1889	226	286	522	143 232	274
1890	300	394	694	148 900	215
1891	390	334	724	158 146	218
1892	280	228	508	157 264	310
1893	220	362	582	213 844	366
1894	264	277	541	212 016	392
1895	264	372	636	204 788	322
1896	362	316	678	192 868	284
1897	447	416	863	225 882	262
Jahres-durchschnitt	317	329	639	184 103	294

waren Dampfer bis 2000 cbm Raumgehalt und 4,4 m Tiefgang und Segler bis zu 1200 cbm Laderaum. Die Haupteinfuhr besteht gegenwärtig aus Gütern von Stettin her, welche meistens mit den Dampfern der Bränlichschen und Griebelschen Reedereien in Stettin und dem Dampfer „Kolberg“ der Kolberger Dampfer-Actiengesellschaft verfrachtet werden. Ferner werden englische Kohlen, Erdnußkuchen aus Frankreich, Getreide und Holz aus Königsberg und Pflastersteine aus Schweden und Norwegen eingeführt. Ausgeführt werden besonders Grubenhölzer nach England und Schnitthölzer nach den westlichen Ostseehäfen sowie nach Hamburg und Geestemünde.

Wie in vielen kleineren Ostseehäfen ist auch in Kolberg in den letzten Jahrzehnten die früher blühende Reederei mit der allgemein und besonders in der Ostsee eingetretenen Abnahme der Segelschiffahrt mehr und mehr zurückgegangen. Am längsten bestand die altbekannte Hackbarthsche Reederei, welche noch 1869 allein 24 Segelschiffe mit 13 840 cbm Raumgehalt besaß. Nachdem sie gegen Ende der siebziger Jahre eingegangen, hat die Kolberger Reederei ganz aufgehört. Der eigene Schiffsbestand beschränkt sich gegenwärtig auf den erwähnten Dampfer Kolberg und einige Küstenfahrer, sodafs sich der Handel fast ausschließlich auswärtiger Schiffe bedient.

Dafs der früher lebhaft betriebene Schiffbau seit Mitte des Jahrhunderts mehr und mehr abgenommen und kurz

darauf ganz aufgehört hat, ist bereits an anderer Stelle mitgetheilt worden.

Die vorstehend geschilderte Entwicklung des Kolberger Hafens bietet, besonders im Hinblick auf die im Laufe der letzten Jahrzehnte eingetretenen Verbesserungen, Dank welcher der vorher unzulängliche und verfallene Hafen gegenwärtig eine Fahrtiefe von 4,5 m aufweist und allen den Umständen nach billiger Weise an ihn zu stellenden Anforderungen entspricht, ein erfreuliches Bild und Beispiel sachgemäß und unter Anpassung an die natürlichen Verhältnisse durchgeführter und daher erfolgreicher Bemühungen. Mit den erzielten Erfolgen namentlich hinsichtlich der Fahrtiefe ist aber, soweit sich überblicken läßt, den örtlichen Umständen nach das mögliche erreicht. Es wird sich daher künftig im wesentlichen darum handeln, den bestehenden Zustand zu erhalten. Außerdem werden selbstverständlich auch fernerhin dem Verkehrsbedürfnis entsprechend Ergänzungen und Erweiterungen der Hafenwerke nothwendig werden — giebt es doch nach einem Worte unseres Altmeisters Hagen wohl kaum einen Hafen, der als durchaus fertig bezeichnet werden kann. Ist auch der Hafen für das Gedeihen der Stadt Kolberg gegenwärtig, nachdem sie sich zu einem besuchten Badeort entwickelt, nicht mehr von der überwiegenden Bedeutung wie theilweise in früheren Jahrhunderten, so wird er doch auch künftig wie bisher als wichtiges Verkehrsmittel den Wohlstand der Stadt fördern helfen.

Der Bau des Kaiser Wilhelm-Canals.

Vom Geheimen Baurath Fülscher in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 32 bis 34 im Atlas.)

(Fortsetzung.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

c) Die Eisenbahn-Drehbrücken bei Osterrönfeld.

Hierzu die Abbildungen auf Blatt 32 bis 34.

Die von Neumünster über Rendsburg nordwärts führende zweigleisige Eisenbahn schnitt die Canallinie bei km 61,9. Ihre Schienenoberkante lag auf der Höhe + 29,32, also 9,55 m über dem mittleren Wasserspiegel des Canals. Da sich der auf annähernd derselben Höhe liegende Bahnhof Rendsburg nur wenige Kilometer nördlich von der Kreuzung zwischen Canal und Eisenbahn befindet, und das Gelände verhältnißmäßig tief liegt, so konnte die Ueberführung der Eisenbahn mittels einer Hochbrücke, deren Fahrbahn-Unterkante im mittleren Theil ebenso wie bei Grünenthal und Levensau 42 m über dem mittleren Canalwasserspiegel hätte liegen müssen, garnicht ernsthaft in Erwägung gezogen werden, es konnte von Anfang an nur die Anlegung einer beweglichen Brücke in Frage kommen. Bei der großen Lichtweite, die den Wünschen der Kaiserlichen Marine entsprechend zwischen den Pfeilern vorhanden sein mußte, konnte wiederum nur eine Drehbrücke zur Ausführung gelangen.

Die von Neumünster über Rendsburg führende Eisenbahn hat einen ziemlich lebhaften Personen- und Güterverkehr, im Kriegsfall ist sie die strategisch wichtigste, nordwärts führende Linie der Provinz Schleswig-Holstein. Bei diesen Verhältnissen mußte besonderer Werth darauf gelegt werden,

dafs einmal die Brückenanlage nach ihrer Anordnung und Einzelausbildung einen möglichst hohen Grad von Betriebssicherheit bietet und dafs ferner für den Fall, dafs trotz der beim Entwurf und bei dem Betriebe der Anlage aufgewandten Sorgfalt doch eine länger andauernde Störung im Betriebe der Anlage eintreten sollte, die Möglichkeit vorliegt, sowohl den Schiffsverkehr auf dem Canal wie den Eisenbahnverkehr ohne jede erhebliche Beschränkung aufrecht zu erhalten. Die letztere Anforderung schien nur dann in ausreichendem Mafse erfüllt werden zu können, wenn statt einer zweigleisigen zwei eingleisige Drehbrücken angelegt wurden und durch Einschaltung von Weichen in die Gleise dafür Sorge getragen wurde, dafs auf der zu den Brücken gehörigen Eisenbahnstrecke im Bedarfsfalle, also bei Betriebsstörungen an der einen der beiden Brücken, ohne weiteres zu dem eingleisigen Betriebe übergegangen werden kann. Die Anordnung zweier eingleisigen Brücken ergab zugleich noch den Vortheil, dafs jede der beiden Brücken leichter wurde als eine zweigleisige und somit das für die Aufrechterhaltung des Schiffsverkehrs auf dem Canal nothwendige Oeffnen einer betriebsunfähig gewordenen Brücke mittels Menschenkraft in hohem Mafse erleichtert und beschleunigt wird.

Die Eisenbahnlinie kreuzte den Canal unter einem Winkel von rund 70°. Die für die Brückenanlage noth-

wendige Verlegung der Linie ist so ausgebildet worden, daß die eine der beiden Brücken westlich, die andere östlich von der alten Eisenbahnlinie liegt, und der Betrieb auf dieser während der Bauzeit nicht gestört wurde. Die Brückenlängsachsen sind gleichlaufend zu einander und unter einem Winkel von 70° gegen die Canallinie angeordnet. Wie die Abb. 1 auf Bl. 32 u. 33 zeigt, beträgt die Entfernung der Brücken von einander — in der Canalachse gemessen — 150 m, und die Gleiskrümmungen, die für den Anschluß der auf den Brücken liegenden Gleisstrecken an die bestehenden Gleise angeordnet werden mußten, haben überall mindestens 420 m Halbmesser erhalten. Etwa 700 m von den Brücken entfernt, sind in die Gleise der Eisenbahn die oben bereits erwähnten Weichen eingelegt.

Den Wünschen der Marine entsprechend haben sämtliche Drehbrücken des Kaiser Wilhelm-Canals, senkrecht zur Canalachse gemessen, eine lichte Durchfahrtsweite von 50 m erhalten. Da die Breite des Canals in der Höhe des mittleren Wasserstandes an allen den Stellen, wo nicht aus besonderen Gründen Verbreiterungen angeordnet werden mußten, nur 66 m beträgt, so mußte, um für den zweiten Arm der Drehbrücke und dessen Bewegung den nöthigen Raum zu gewinnen, ein besonderer Einschnitt in das Ufer gemacht werden. Dadurch ergab sich die Wahl ungleicharmiger Brücken derart, daß der lange Arm die Durchfahrtsöffnung überdeckt und der kurze Arm mit dem weitaus größten Theil seiner Länge über dem festen Lande liegt, gewissermaßen von selbst. Die kreisrund hergestellten Drehpfeiler sind bei allen Brücken auf die Südseite des Canals verlegt. Sie haben in dem oberen, mit senkrechten Begrenzungsflächen versehenen Theil 9 m Durchmesser. Die nördlich von der Canalachse liegenden Pfeiler für die Auflager zur Unterstützung des langen Armes der beweglichen Ueberbauten haben bei beiden Eisenbahndrehbrücken bei Osterrönfeld 5 m Breite und einschl. der halbkreisförmig abgerundeten Köpfe 9 m Länge erhalten. Diese Pfeiler dienen zugleich je zur Unterstützung des einen Endes eines kleineren Ueberbaues, dessen anderes Ende auf dem nördlichen Widerlager der Brücken aufruhet. Die Drehpfeiler und der nördliche Auflagerpfeiler liegen symmetrisch zur Canalachse. Da sie einen Theil des Canalquerschnittes in Anspruch nehmen, und deshalb beim Durchfahren von Schiffen durch die Brücken stärkere Wasseranstauungen als sonst in der Canalstrecke auftreten würden, ist der Canal dort um dasselbe Maß, um das er durch die Pfeilereinbauten beschränkt wird, vergrößert worden. Die Abmessungen des nördlichen Auflagerpfeilers sind erheblich größer angenommen, als für die Auflagerung der beiden auf ihm aufruhenden Brückenüberbauten erforderlich gewesen wäre. Die Vergrößerung wurde für nöthig gehalten, weil diese Pfeiler dem Stofs etwa gegenfahrender Schiffe gegenüber ausreichenden Widerstand besitzen müssen. Damit ein solcher Stofs nur in Ausnahmefällen, und auch dann nur abgeschwächt, von den Pfeilern selbst aufzunehmen ist, sind vor diesen schwimmende, an Pfahlbündeln geführte Leitwerke angebracht. Diese Leitwerke halten alle kleineren Stöße von den Pfeilern fern und verhindern zugleich, daß die Wandungen der Schiffe mit dem unnachgiebigen Pfeilermauerwerk in Berührung kommen. An den Auflagerpfeilern haben die Leitwerke nur eine geringe Länge erhalten, an den Drehpfeilern

sind sie jedoch so lang gemacht, daß sie die ausgeschwenkten, gleichlaufend zur Canalachse gerichteten Ueberbauten schützen. Wenn die Brücke eingeschwenkt und für die Ueberfahrt eines Eisenbahnzuges bereit gestellt ist, sind die kurzen Arme des beweglichen Ueberbaues nicht an dem Ende unterstützt, sondern in 3,62 m Entfernung von der Mitte der Endpfosten der als Gitterbalkenträger ausgebildeten Hauptträger. Warum das geschehen ist, das wird bei der Erörterung der beweglichen Ueberbauten und der Einrichtungen zu ihrer Bewegung eingehend dargelegt werden. Hier sei nur darauf hingewiesen, daß an diesen Unterstützungen verhältnißmäßig geringe Kräfte auftreten, und dementsprechend die zur Aufnahme der Lager dienenden Pfeiler nur kleine Abmessungen zu erhalten brauchten; in der Breite z. B. konnten sie auf 1,03 m eingeschränkt werden. Das südliche Endwiderlager der Brücke mußte ebenso wie das nördliche in Rücksicht auf den von dem Eisenbahndamm ausgeübten Erddruck kräftig ausgebildet werden. Es ist mit zur Bahnachse gleichlaufenden Flügeln versehen.

Der kurze Arm des beweglichen Ueberbaues dient beim Öffnen und Schließen der Brücke als Gegengewicht für den längeren Arm, sein Gewicht genügt indessen nicht, um dem des langen Armes die Waage zu halten, und deshalb mußte der kurze Arm an seinem Ende noch künstlich belastet werden. Wenn die Brücke geschlossen ist, dann ruht jeder der beiden Hauptträger der beweglichen Ueberbauten an drei Stellen auf, nämlich auf dem nördlichen Auflagerpfeiler, auf dem Drehpfeiler und auf dem kleinen, in 3,62 m Entfernung von dem Endpfosten des kurzen Armes angeordneten Unterstützungspfeiler. Die Hauptträger bilden dann also durchgehende Träger auf drei Stützen. Soll die Brücke geöffnet werden, dann wird sie zunächst auf dem Drehpfeiler angehoben. Das Anheben geschieht mit Hilfe von Druckwasser, das in einen auf dem Drehpfeiler aufgestellten Cylinder hineingelassen wird und einen lothrechtstehenden Kolben aus demselben herausdrängt. Der Kolben trägt den unteren Theil eines Kipplagers, während der obere Theil des Lagers an zwei die beiden Hauptträger des Ueberbaues mit einander verbindenden Querträgern angebracht ist. Sobald Druckwasser in den Cylinder eingelassen wird, hebt sich der Kolben und damit der Ueberbau. Dieser wird dabei zunächst von den Auflagern am Ende des langen Armes abgehoben, während er an den Auflagern am kurzen Arm fest aufliegt. Mit fortschreitender Hebung stützen sich zwei am äußersten Ende des kurzen Armes angebrachte Laufräder auf eine zugehörige Laufschiene, und von diesem Augenblicke an hebt sich der Ueberbau auch von den Auflagern auf dem kleinen Pfeiler ab. Wenn die Hebung beendet ist, dann ruht der Ueberbau nur noch auf dem Kolben der Hubvorrichtung und auf den beiden Laufrädern auf. Dabei ist der Kolben der Hubvorrichtung fast mit dem ganzen Gewicht der Brücke belastet, das am Ende des kurzen Armes angeordnete Gegengewicht ist so bemessen, daß die beiden Laufräder zusammen nur einen Druck von 20 t aufzunehmen haben. Eine Belastung der Laufräder war nothwendig, um jedes Kippen der Brücke um das Lager auf der Hubvorrichtung, wie es durch die Einwirkung von Winddruckkräften und Schneebelastungen auf den langen Arm veranlaßt werden kann, unter allen Umständen zu verhindern. Andererseits mußte

die Belastung der Laufräder thunlichst vermindert werden, weil die mit dieser Belastung steigenden Reibungswiderstände die Bewegung der Brücken um so mehr erschwert hätten, als sie an einem langen Hebelsarm wirken. Die für die Laufräder gewählte Belastung hat sich beim Betriebe der Brücken bewährt.

Die Drehvorrichtungen der Osterröfnfelder Brücken brauchten in Rücksicht auf die spitzwinklige Kreuzung der Canal- und der Brückenachse nur so ausgebildet zu werden, daß die beweglichen Ueberbauten um 70° gedreht werden können. Die Bewegung der Brücken wird durch je zwei umgekehrt arbeitende, mit Druckwasser betriebene Flaschenzüge von zweifacher Uebersetzung bewirkt, von denen der eine zum Oeffnen, der andere zum Schließen der Brücke dient. Jeder Flaschenzug besteht aus einem mit dem eisernen Ueberbau der Brücke fest verbundenen Cylinder, einem in diesem Cylinder beweglichen Tauchkolben, zwei Rollenpaaren und einem doppelten Drahtseil. Von den Rollenpaaren ist das eine an dem Cylinderboden, das andere an einem zugleich zur Führung des Kolbens dienenden und mit dem aus dem Cylinder herausragenden Kolbenende fest verbundenen Rollenstuhle angebracht. Das doppelte Drahtseil ist mit dem einen Ende an dem Cylinder und damit auch an dem Brückenüberbau befestigt. Von diesem Befestigungspunkt führt es zunächst über das andere Rollenpaar, dann über das Rollenpaar am Cylinderboden, von dort senkrecht hinunter nach einer Umlenkrolle, die am Brückenüberbau angebracht ist, und dann, wagerecht liegend, weiter nach dem Drehpfeiler. Auf diesem ist für jeden der beiden Flaschenzüge ein mit zwei Rillen versehener, nach einem Halbmesser von 4,36 m gekrümmter und mit dem Pfeilermauerwerk sorgfältig verbundener Seilkranz angeordnet. In die Rillen dieser Seilkränze sind die von den beiden Flaschenzügen kommenden Drahtseilpaare eingelegt und hinter denselben mit dem Pfeilermauerwerk durch kräftige Anker so fest verbunden, daß diese Verankerungen auch den größten, in den Seilen auftretenden Spannungen Widerstand leisten können. Es ist sonach jedes Drahtseilpaar sowohl mit dem Pfeilermauerwerk wie auch mit dem beweglichen Ueberbau verbunden.

Sobald nun ein Tauchkolben durch Einlassen von Druckwasser aus seinem Cylinder herausgedrückt wird, muß sich der über die Flaschenzugrollen laufende Theil des zugehörigen Seilpaares verlängern und gleichzeitig der zwischen dem Drehpfeiler und der Umlenkrolle am Brückenüberbau befindliche Theil um das gleiche Maß verkürzen. Dadurch muß aber die Brücke gedreht werden, sofern der zweite Flaschenzug diese Bewegung zuläßt, und dazu ist nur nöthig, daß sich der Kolben des zweiten Flaschenzuges um dasselbe Maß in seinen Cylinder hineinzieht, um das der erste Kolben herausgedrückt worden ist, denn dann verlängert sich der zum zweiten Flaschenzug gehörige, zwischen dem Drehpfeiler und der am Ueberbau angebrachten Ablenkrolle gelegene Theil des Drahtseil-Paares um dieselbe Länge, um die dieser Theil des zum ersten Flaschenzuge gehörigen Seilpaares sich verkürzt hat. Soll der zweite Kolben sich in seinen Cylinder hineinziehen können, dann muß das in dem Cylinder befindliche Wasser aus demselben entweichen können, es muß also gleichzeitig der eine Cylinder mit dem Druckwasser, der andere Cylinder mit der Luft bzw. dem Ab-

wasser in Verbindung gesetzt werden. Wird dem in den Abb. 3 und 9 auf Bl. 32 und 33 oben gezeichneten Cylinder Druckwasser zugeführt, dann wird die Brücke geöffnet; erhält der unten gezeichnete Cylinder die Druckwasserzuführung, dann schließt sich die Brücke. Die beiden Kolben der Drehvorrichtung sind durch ein über eine Rolle laufendes Drahtseil derartig mit einander verbunden, daß der in seinen Cylinder hineingehende Kolben sich nicht schneller bewegen kann als der aus seinem Cylinder herausgedrückte Kolben. Die für das Oeffnen und Schließen der Brücke nothwendige abwechselnde Verbindung der Cylinder mit dem Druckwasser und dem Abwasser wird mit Hilfe einer auf dem Brückenüberbau aufgestellten Steuerungsvorrichtung bewirkt, die zugleich so ausgebildet ist, daß von ihr aus das zum Anheben des Ueberbaues erforderliche Druckwasser in die auf dem Drehpfeiler aufgestellte Hubvorrichtung eingelassen und ebenso zum Senken des Ueberbaues wieder abgelassen werden kann.

Zur Erzeugung des für den Betrieb der beiden Drehbrücken bei Osterröfnfeld erforderlichen Druckwassers ist in nächster Nähe der östlichen der beiden Brücken eine entsprechend ausgerüstete Maschinenanlage errichtet worden, deren Accumulator mit den Steuerungsvorrichtungen auf den Brücken durch Rohrleitungen in Verbindung steht. Da diese Verbindungsleitungen ebenso wie die Leitungen und Cylinder auf der Brücke nicht ausreichend gegen Frost geschützt werden konnten, wird zum Bewegen der Brücken nicht Druckwasser, sondern eine aus vier Theilen Wasser und fünf Theilen Glycerin zusammengesetzte Flüssigkeit benutzt, die auch bei dem stärksten, in Schleswig-Holstein vorkommenden Frost nicht gefriert. Da diese Flüssigkeit ziemlich theuer ist, wird sie von den Hebe- und Drehcylindern nach Behältern zurückgeleitet, die im Accumulatorenthurm der Maschinenanlage aufgestellt sind. Aus diesen Behältern entnehmen die Presspumpen die für die Bewegungen der Brücken erforderlichen Mengen von Pressflüssigkeit. Wenn im folgenden von Druckwasser oder Abwasser die Rede ist, so ist damit stets diese Flüssigkeit gemeint.

Die eisernen Ueberbauten. Jede der beiden Osterröfnfelder Eisenbahnbrücken dient nur für ein Gleis, und die zwischen der Schienenoberkante und dem Canalwasserspiegel zur Verfügung stehende reichliche Bauhöhe gestattete es, die Fahrbahn auf die Hauptträger zu legen. Deshalb konnte die Entfernung der Hauptträger beliebig gewählt werden, und da wäre eine verhältnißmäßig geringe Entfernung derselben insofern vortheilhaft gewesen, als dann am Gewicht der Fahrbahn gespart worden wäre. Andererseits bedingt die Standicherheit der geschlossenen Brücke und die Widerstandsfähigkeit der von den Auflagern abgehobenen Brücke gegen die seitlichen Kraftwirkungen der Stürme eine größere Entfernung der Hauptträger, auch muß über dem Drehpfeiler genügend Raum zwischen den Hauptträgern sein, weil hier die Hubvorrichtung mit ihrem zur Aufnahme fast des ganzen Brückengewichtes und sehr erheblicher seitlicher Kräfte dienenden Tragewerk aufgestellt werden muß. Um diese, einander entgegengesetzten Forderungen soweit möglich mit einander zu vereinigen, sind die beiden Hauptträger der beweglichen Ueberbauten nicht senkrecht gestellt worden, sondern sie haben die Neigung $1:1/4$ gegen die Lothrechte erhalten. Die Entfernung der Schwerpunkte der Obergurte beträgt

dabei rund 2,5 m, und diese geringe Entfernung ermöglichte es, die das Schienengleis tragenden, aus U-Eisen, N.-Profil Nr. 30, bestehenden Querschwellen ohne Vermittlung irgend welcher Zwischenglieder auf die Gurte zu legen und dadurch nicht nur am Brückengewicht zu sparen, sondern auch weniger Nietarbeit und weniger Anstrichflächen zu erhalten. Andererseits blieb die Entfernung der Untergurte groß genug, um hier eine gegen die wagerechten, auf die Brücke zur Wirkung gelangenden Kräfte ausreichend widerstandsfähigen Verband herstellen zu können.

Die Hauptträger haben die größte Höhe dort erhalten, wo die größten Biegemomente auftreten, das ist über dem Drehpfeiler. Wie die Abb. 2 auf Bl. 32 u. 33 zeigt, laufen die Gurte der Hauptträger auf 4,38 m zu beiden Seiten der dortigen Auflager mit einander gleich, dann steigt der Untergurt nach beiden Brückenden an, während der Obergurt wagerecht liegt. Ueber dem Drehpfeiler beträgt die Entfernung zwischen den Schwerpunkten des Ober- und Untergurtes, gemessen in der Trägerebene, 6,25 m, bei dem Endpfosten des kurzen Armes geht dieses Maß auf 4,52 m und bei dem Endpfosten des langen Armes auf 3,55 m zurück. Die Trägerform schließt sich also der Momentencurve nur in geringem Maße an, hierauf wurde aber auch kein Werth gelegt, da damit wesentliche Vortheile nicht zu erreichen gewesen wären, wohl aber die Herstellung der Hauptträger erschwert worden wäre. Für die Wandglieder ist das einfache Dreieckssystem gewählt worden. Sämtliche Schrägstreben sind steif ausgebildet, trotzdem ein Theil derselben niemals Druckspannungen erhalten kann; an dem ganzen Ueberbau ist kein einziges Glied vorhanden, das nur zur Aufnahme von Zugkräften geeignet wäre. Der Obergurt wird zwischen den Knotenpunkten sowohl durch das Gewicht der Fahrbahn als auch durch die Verkehrslasten auf Biegung beansprucht. Um diese Biegungsspannungen nicht zu groß werden zu lassen, sind in den Knotenpunkten des Untergurtes Pfosten angebracht, die den Obergurt in der Mitte zwischen je zwei Knotenpunkten unterstützen, also die Biegemomente auf ein Viertel ihrer sonst entstehenden Größe herabmindern. Ebenso sind die Untergurte in der Mitte jedes Feldes aufgehängt, um die Durchbiegung und die Beanspruchung durch das Eigengewicht des Gurtes selbst zu vermindern.

Die Gurte haben einen trogförmigen Querschnitt erhalten, wie aus den Abb. 4 u. 5 auf Bl. 32 u. 33 zu ersehen ist. Die Vermehrung oder Verminderung der Querschnittsfläche — je nach den von den einzelnen Stäben aufzunehmenden Spannungen — ist theils durch Hinzufügen oder Weglassen von Stehblechen, theils durch Vergrößerung oder Verkleinerung der Zahl der Kopfbleche erfolgt. Wo jede der beiden lothrechten Wände des trogförmigen Gurt-Querschnittes nur von einem Blech gebildet wird, ist dieses 13 mm stark, um der unter der Einwirkung von Druckbeanspruchungen auftretenden Neigung zum Falten entgegenzuwirken. In der Nähe der Brückenmitte sind doppelte Stehbleche, in der Brückenmitte selbst dreifache Stehbleche verwandt. Dadurch wurde einmal die Zahl der Kopfbleche vermindert, dann aber ist es auch vortheilhaft, in denjenigen Punkten, wo der Spannungszuwachs am größten ist, den Querschnittszuwachs in möglichst enge Verbindung mit den Anschlussblechen der Wandglieder zu

bringen. Um die Gurtquerschnitte gegen Durchbiegungen in senkrechter Richtung zu versteifen, sind die abstehenden Enden der Stehbleche mit einem Winkeleisen gesäumt. Diese Winkeleisen sind durch Gitterwerk aus Flacheisen mit einander verbunden. Die Höhe der Stehbleche ist bei dem Untergurt zu 400 mm, bei dem Obergurt aber, um das Widerstandsmoment gegen lothrecht wirkende Kräfte wegen der Belastung zwischen den Knotenpunkten zu vergrößern, zu 500 mm gewählt. In einigen Feldern des langen Armes sind aus demselben Grunde Flacheisen auf die abstehenden Schenkel der Saumwinkel gelegt; in anderen Feldern, in denen diese Flacheisen auch vorhanden sind, haben sie nur den Zweck, die Querschnittsfläche des Gurtes um ein geringes zu vergrößern.

Die Schrägstreben der Hauptträger haben sämtlich I-förmigen Querschnitt. Er besteht bei einer Anzahl Streben nur aus vier Winkeleisen und einem Stehblech, bei der Mehrzahl der Streben mußte dieser Querschnitt jedoch durch Auflegen von Kopfblechen verstärkt werden. Die Kopfbleche stoßen stumpf gegen die Knotenbleche an den Gurten ab und sind durch aufsen aufgelegte Decklaschen angeschlossen, sodass die Anschlussnieten doppelschnittig wirken. Der über dem Mittelaufleger vorgesehene Doppelpfeiler, an den die beiden Querträger angeschlossen sind, die das Gewicht der angehobenen Brücke auf die Hubvorrichtung übertragen, hat einen kastenförmigen Querschnitt erhalten. Die beiden, in 90 cm Entfernung von einander angeordneten I-förmigen Pfosten sind durch Bleche mit einander verbunden, in denen länglich runde, mit Flacheisen gesäumte Oeffnungen angebracht sind, die das Vernieten der Pfosten ermöglichen. Durch kreuzweise aufgenietete Flacheisen sind die Bleche gegen Falten versteift.

Zur Unterstützung der Eisenbahnschienen dienen, wie oben bereits angegeben worden ist, eiserne, aus U-Eisen, Normal-Profil Nr. 30, gebildete Querschwellen. Dieselben sind der Neigung der Hauptträger entsprechend an den Enden schräg abgeschnitten, daselbst durch ein aufgenietetes, 10 mm starkes Blech verstärkt und mit Hilfe von Winkeleisen an die Deckbleche der Hauptträger-Obergurte angeschlossen. Die Eisenbahnschienen liegen vermittelst Unterlagsplatten auf den I-Eisen. Die Unterlagsplatten und die U-Eisen sind mit einander vernietet, die Schienen werden durch Klemmplättchen, die neben dem Stege der U-Eisen durch Schraubenbolzen befestigt sind, auf den Unterlagsplatten gehalten. Um die beim Befahren der Brücke in der Richtung des Gleises wirkenden Kräfte, die die Querschwellen umzukippen streben, unschädlich zu machen, sind die über den Obergurt-Knotenpunkten liegenden Querschwellen durch Knaggen gegen die Gurte abgesteift. Der Raum zwischen den Schienen ist mit eichenen Bohlen abgedeckt. Neben den Schienen, jedoch in dem für den Spurkranz nöthigen Abstände, liegt je eine, 20 cm breite, 14,5 cm hohe und mit einem Winkeleisen gesäumte Bohle, die Bohlen dazwischen sind nur 5 cm stark und ruhen auf 9,5 cm starken, auf die oberen Schenkel der U-Eisen aufgeschraubten Futterhölzern. Außerhalb der Schienen befinden sich Laufgänge, die Entfernung zwischen den Brückengeländern beträgt 4,53 m. Die Laufgänge bestehen aus eichenen Längsbohlen von 5 cm Stärke, die durch eine 12 cm starke Saumbohle begrenzt werden und theils auf

den U-Eisen, N.-Pr. Nr. 30, theils auf mit diesen vernieteten, wagerechten Winkeleisen von 80.80.10 mm Stärke aufrufen. Aus der linken Hälfte der Abb. 1 Bl. 34 ist die Anordnung der Fahrbahn zu ersehen, die rechte Hälfte der Abbildung zeigt die Auskrägung, auf der das in der Abb. 5 auf Bl. 32 und 33 dargestellte Wellblechhäuschen steht, in dem die Steuervorrichtung für das Heben und Senken und das Öffnen und Schließen der Brücke untergebracht ist. Die Knotenpunkte 14 des langen und 8 des kurzen Armes liegen dem Doppelpfosten über dem Drehpfeiler zunächst.

An dem Ende des kurzen Armes mußte noch eine Vorrichtung getroffen werden, durch die erreicht wird, daß die auf dem südlichen Widerlager der Brücke und die auf dem beweglichen Ueberbau liegenden Eisenbahnschienen genau Kopf vor Kopf liegen, wenn der Ueberbau auf seine Auflager abgesenkt und die Brücke für die Ueberfahrt von Zügen bereit ist. Die Eisenbahn-Drehbrücken werden nur geschlossen, wenn sie von einem Zug benutzt werden sollen; während der übrigen Zeit sind sie geöffnet, und dann fällt ihre Längsachse annähernd mit der Ost-West-Richtung zusammen. Die Folge hiervon ist, daß der eine der beiden Hauptträger-Untergurte den Sonnenstrahlen ausgesetzt ist, während der andere im Schatten der Fahrbahn liegt. Die Obergurte liegen stets im Schatten und erwärmen sich deshalb auch gleich. Die ungleiche Erwärmung der Untergurte führt eine Verkrümmung der Brücke im Grundrisse herbei. Wenn die Brücke geschlossen und der lange Arm so eingestellt wird, daß an seinem Ende Schienenkopf vor Schienenkopf tritt, dann müssen die Schienenköpfe am Ende des kurzen Armes um ein mehr oder weniger bedeutendes Maß seitlich von den Köpfen der auf dem Pfeiler befestigten Schienen liegen, sodafs die Brücke nicht ohne weiteres befahrbar ist. Um die Schienenköpfe auch hier genau vor einander zu bringen, ist am Ende des kurzen Brückenarmes ein bewegliches Gleisstück angeordnet, das sich um einen Bolzen drehen kann. Dieses Gleisstück ist auf einem aus U-Eisen gebildeten Rahmen, dem Pendelschlitten, befestigt, an dessen dem Drehpfeiler zu gelegenen Ende sich der Drehbolzen befindet. An dem anderen Ende ist zwischen dem Pendelschlitten und dem Ueberbau eine Spiralfeder angebracht, die den Schlitten auch bei der stärksten Verbiegung der Brücke soweit über seine mittlere Lage hinauschiebt, daß er gegen einen mit dem Landpfeiler verbundenen Anschlag anstoßen muß und von demselben unter Zusammenpressung der Spiralfeder in die richtige Lage geschoben wird. Die Abb. 2 Bl. 34 zeigt einen Querschnitt durch die Fahrbahn am kurzen Brückenarm und läßt nicht nur den Pendelschlitten und seine Unterstützung, sondern auch die Anordnung der Fußwege und die Deckung des Zwischenraumes zwischen den Fußwegen und dem Schlitten erkennen. Aus der Abb. 3 auf Bl. 32 u. 33 ist der Grundriß des Pendelschlittens zu ersehen. Durch eine Verriegelung wird der Pendelschlitten noch gegen Bewegungen während der Ueberfahrt eines Eisenbahnzuges gesichert. Bei der Drehung des Pendelschlittens muß die Laschenverbindung der Schienen in der Nähe des Drehbolzens soviel nachgeben, als zur Drehung des Schlittens notwendig ist.

Infolge der Anordnung des Pendelschlittens erhält das Gleis beim Uebergang von dem südlichen Landpfeiler auf

die Drehbrücke zwei Knicke, den einen bei dem Uebergange selbst, den anderen am Drehbolzen des Schlittens. Dieser zweite Knick ist der stärkere, er entspricht bei 12 m Länge des Schlittens und der Annahme, daß der Wärmeunterschied der beiden Hauptträger-Untergurte 33° Celsius beträgt, einem Winkel von 31,5 Minuten, während der Winkel bei dem schwächeren Knick nur 20,3 Minuten beträgt. Zu weiteren Maßnahmen gaben diese Knicke keine Veranlassung, zumal die Brücke aus Rücksichten auf die Betriebssicherheit nur langsam befahren werden darf. Denkt man sich statt der doppelt gebrochenen Gleismittellinie zwei Krümmungen von 600 m Halbmesser eingelegt, so würde die Grade zwischen den Gegenkrümmungen noch immer 12 m lang sein und die Abweichung der Knickpunkte von den Krümmungen nur 6,3 bzw. 2,6 mm betragen. Es wurde deshalb für genügend erachtet, die westliche Schiene an dem Knick bei dem Drehbolzen um 10 mm nach Westen und die östliche Schiene an dem Uebergang von der Brücke auf den Pfeiler um 5 mm nach Osten zu verschieben, um dadurch solche Spurerweiterungen zu erzielen, daß sich die Locomotiven und Wagen zwanglos durch diese Gleisstrecke hindurch bewegen können.

Die beiden Hauptträger des beweglichen Ueberbaues sind durch Quer- und Längsverbände gegen einander ausgesteift. Die Querverbände bestehen, wie es z. B. die Abb. 4 auf Bl. 32 u. 33 zeigt, im allgemeinen aus zwei über einander liegenden Kreuzen, nahe den Brückenenden ist jedoch wegen der dort geringeren Trägerhöhe nur ein Kreuz angeordnet. Die Stäbe der Kreuze bestehen entweder aus einem oder aus zwei mit einander vernieteten Winkeleisen, die so gestellt sind, daß die sich kreuzenden Stäbe ohne gegenseitige Berührung an einander vorbeikommen. Die beiden der Brückenmitte zunächst liegenden Querverbände weichen in der Ausbildung von den übrigen ab, weil in ihnen größere Kräfte übertragen werden. Wenn die Brücke geschlossen ist und auf ihren Auflagern aufruhet, dann muß der auf den oberen Theil der Hauptträger und auf die Fahrbahn wirkende Winddruck auf den Untergurt und von diesem auf die Auflager übertragen werden. Diese Uebertragung wird für den mittleren Theil des beweglichen Ueberbaues von den beiden, dem Mittelaufleger der Brücke benachbarten Querverbänden ausgeführt. Ist die Brücke angehoben, dann ruht sie auf dem Drehzapfen, und dieser hat auch die wagerechten, auf die Brücke einwirkenden Kräfte, die theils durch den Winddruck, theils durch den Seilzug der Drehvorrichtung der Brücke hervorgerufen werden, zu übernehmen. Soweit diese Kräfte auf den Untergurt des beweglichen Ueberbaues zur Wirkung gelangen, müssen sie wiederum von den beiden, in Frage stehenden Querverbänden aufgenommen und nach dem Obergurt bzw. den Querträgern, die der Hubvorrichtung als Angriffspunkt dienen, weiter geleitet werden. Den größeren Kräften entsprechend, sind auch die Abmessungen der einzelnen Theile dieser beiden Querverbände vergrößert worden. Die Abb. 1 Bl. 34 zeigt in ihrer linken Hälfte den zum langen, in ihrer rechten Hälfte den zum kurzen Brückenarm gehörigen Querverband. Zu bemerken ist zu dieser Abbildung noch, daß die einander kreuzenden Stäbe je aus zwei U-Eisen, auf deren Flansche Flacheisen aufgenietet sind, gebildet sind. Die U-Eisen kehren die Stege gegen einander, sie sind in der Stabmitte am weitesten von einander entfernt und

durch auf die Flanschen genietete Flacheisen gegen einander versteift.

Der bewegliche Ueberbau hat zwei Längsverbände, den einen in Höhe des Obergurts, den anderen in der Ebene des Untergurts. Beide Längsverbände waren ursprünglich nach einem einfachen Dreieckssystem angeordnet. Da aber nachträglich angestellte Rechnungen ergaben, daß bei dieser Anordnung recht erhebliche Nebenspannungen in den Gurten auftraten, sind beide Längsverbände abgeändert und mit gekreuzten Schrägstreben versehen worden. Die Schrägstreben des oberen Windverbandes bestehen aus zwei mit einander vernieteten Winkeleisen, sie sind nicht nach der Mitte der Gurte geführt, sondern ihre Lage ist so gewählt worden, daß die Knotenbleche möglichst kurz wurden. Da die Gurte der beiden Hauptträger in der Entfernung der die Eisenbahnschienen tragenden Querschwellen durch diese zusammengehalten werden, so können aus dem außerhalb der Mitte der Gurte erfolgenden Angriff der Schrägstrebenkräfte Nachteile nicht entstehen, und deshalb war in dem vorliegenden Fall die getroffene Anordnung zulässig. Die Schrägstreben sind übrigens auch mit den über ihnen liegenden Querschwellen vernietet. In der Mitte der Brücke und zwar zwischen den beiden Querverbänden, in denen die Querkkräfte aus dem Untergurt nach dem Obergurt übertragen werden, ist der obere Längsverband durch eine volle Blechwand ersetzt. Diese Blechwand ist jedoch über den Raum zwischen den beiden Hauptquerträgern nicht durchgeführt, um diesen Raum, in dem sich ein sehr wesentlicher Theil der Vorrichtung zur Ueberführung des Druckwassers von dem Drehpfeiler auf den beweglichen Ueberbau und zur Zurückleitung der gebrauchten Pressflüssigkeit befindet, nicht unzugänglich zu machen.

Die Abdeckung dieses Raumes ist auch nicht nöthig, weil die Querkkräfte durch die Stehbleche der Querträger auf den Drehzapfen übertragen werden. Die wagerechte Blechwand ist durchlöchert, damit etwa auf sie gelangendes Regenwasser abfließen kann, und mit den Untergurten der eisernen Querschwellen des Schienengleises vernietet.

Die Schrägstreben des unteren Längsverbandes sind nach der Mitte der Gurte geführt, weil einmal die Spannungen des Untergurts durch Winddruck bedeutend größer sind als die des Obergurts und außerdem Verbindungen der beiden Untergurte nur an den Knotenpunkten vorhanden sind. In der Mitte der Brücke mußte der untere Längsverband eine solche Anordnung erhalten, daß für das Tragwerk der Hubvorrichtung der nöthige Raum verblieb. Die Abb. 3 auf Bl. 32 u. 33 läßt erkennen, in welcher Weise der Längsverband dort ausgebildet ist. Die einzelnen Stäbe desselben bestehen aus Blechträgern von annähernd der Höhe des Untergurtes. In den beiden anschließenden Feldern des kurzen Armes mußten die Drehcylinder mit ihrem Zubehör

und die Umlenkrollen gelagert werden, und außerdem mußte Vorsorge getroffen werden, daß die unter Umständen recht erheblichen, von den Drahtseilen auf die Brücke ausgeübten Kräfte nach dem Drehzapfen übertragen werden können. Die Abb. 3, 8 u. 9 auf Bl. 32 u. 33 zeigen die Lagerung der Drehvorrichtungen. In dem einen Feld ist zur Uebertragung der Kräfte ein Kreuz von Schrägstreben angeordnet, in dem anderen Feld ist zwischen die Untergurte der Hauptträger eine volle, 11 mm starke Blechwand eingebaut.

Die Auflager auf dem Drehpfeiler und dem nördlichen Auflagerpfeiler sind als Kipplager ausgebildet und bestehen aus einem mit den Hauptträgern fest verbundenen Obertheil und dem auf den Pfeilern liegenden Untertheil. Da die Auflager zeitweise keine Belastung haben, mußten die Unter-

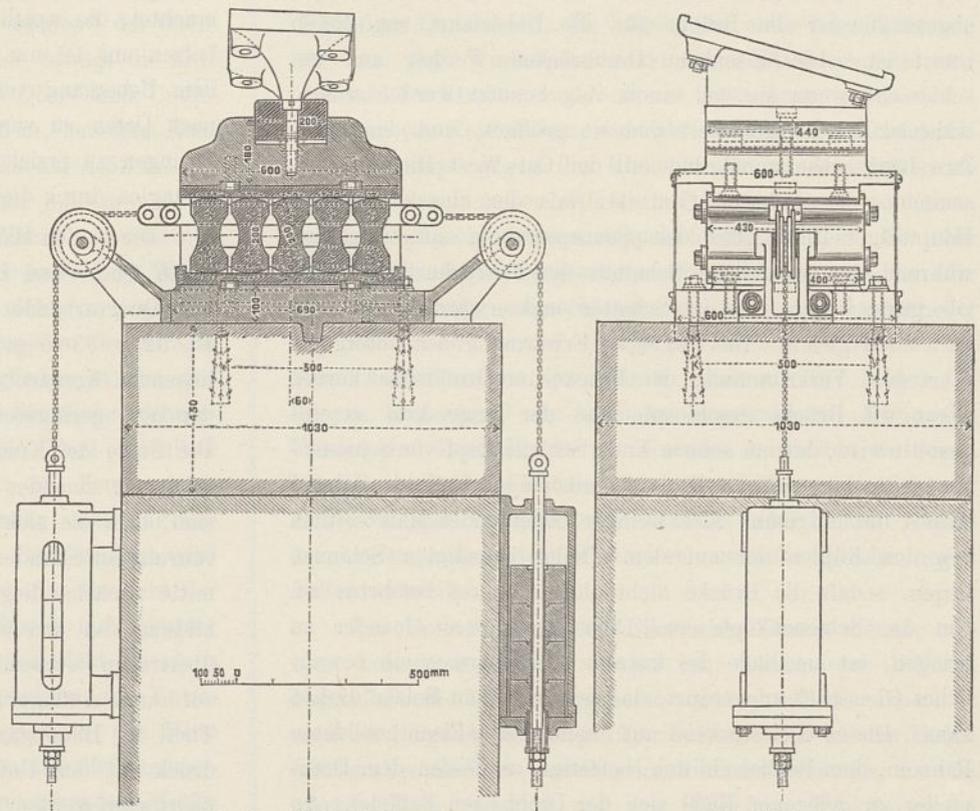


Abb. 295. Längenschnitt.

Abb. 296. Ansicht.

Abb. 295 u. 296. Auflager des kurzen Brückenarmes.

theile durch Steinschrauben mit den Auflagerquadern verbunden werden, um sie gegen Verschiebungen zu sichern. Der auf den Pfeilern befindliche Theil der Auflager besteht aus dem Grundkörper und einem mit Hülfe von Keilen in seiner Höhenlage verstellbaren Einsatzstück. Bei den Auflagern auf dem Drehpfeiler, vier an der Zahl, nämlich zwei für die geschlossene und zwei für die geöffnete Brücke, haben die Untertheile eine der Trägerneigung entsprechend geneigte Oberfläche erhalten. Infolge dessen sucht der Auflagerdruck die Untertheile in der Richtung quer zur Brückenlängsachse zu verschieben. Ein Gleiten der Unterkörper auf den Auflagerquadern kann dadurch nicht hervorgerufen werden, da die Reibung zwischen diesen beiden Theilen zu groß ist und die Auflager überdies etwas in die Quadern eingelassen sind. Dagegen liegt die Möglichkeit vor, daß Theile der Drehpfeiler unter dem schräg nach außen gerichteten Druck abbrechen. Um dies zu verhindern, sind die Auflagerquadern je zweier zu einander gehörigen Auflager durch kräftige Rundeisenanker mit einander verbunden. Bei dem Auflager

am Ende des langen Brückenarmes ist die Oberfläche des Auflagers wagerecht angeordnet worden. Der Auflagerdruck der Träger trifft diese Oberfläche unter einem Winkel, dessen Tangente gleich $\frac{1}{4}$ ist, es können jedoch wagerechte Kräfte auf die Auflager nicht zur Wirkung gelangen, weil die Verbindungen zwischen den beiden Hauptträgern diese Kräfte aufnehmen. Die Anordnung wagerechter Auflager-Berührungsflächen empfahl sich hier, weil das Maß, um das die zu bewegendende Brücke anzuheben ist, dann am kleinsten wurde. Auf den kleinen Stützpfählern nahe am Ende des kurzen Brückenarmes sind die in den Text-Abb. 295 u. 296 dargestellten Pendellager verwandt. Anfänglich waren auch hier einfache Kipplager angeordnet, schon bei den Probebewegungen der Brücken zeigte sich jedoch, daß die Pfeiler nicht genug Masse hatten, um die beim Anheben und Absenken der Ueberbauten infolge der Aenderung der Durchbiegungen der Hauptträger auftretenden wagerechten Schubkräfte ohne Schaden für das Pfeilermauerwerk aufzunehmen. Während sich an den nördlichen Auflagerpfeilern keinerlei Uebelstände bemerkbar machten, traten in den kleinen Stützpfählern starke Risse auf, und der obere Theil des Mauerwerks derselben wurde nach und nach immer mehr zerstört. Seit dem Ersatz der Kipplager durch die Pendellager ist dieser Uebelstand vollständig beseitigt. Die stets lothrechte Stellung der unbelasteten Pendel wird durch die Gewichte herbeigeführt, von denen bei jedem Neigen der Pendel das eine angehoben wird, während das andere sich auf den Boden seines Gehäuses aufsetzt.

Die Eisenbahn-Drehbrücken bei Osterröfeld sind — wie oben bereits erwähnt worden ist — in der Regel geöffnet, sodafs die auf dem Kaiser Wilhelm-Canal verkehrenden Schiffe zumeist unbehindert durch die Brückenöffnungen hindurch fahren können. Das Schließen der Brücken findet nur statt, wenn ein Eisenbahnzug über den Canal geleitet werden soll. Die Brücken während der langen Zeit zwischen zwei auf einander folgenden Zügen auf der Hubvorrichtung und den am Ende des kurzen Brückenarmes angebrachten Laufrollen aufrufen zu lassen, erschien nicht angebracht, und deshalb wurden auf dem Drehpfeiler zu den dort vorhandenen, für die geschlossene Brücke bestimmten Auflagern noch zwei weitere Auflager angeordnet, auf die die Brücke abgesetzt wird, wenn sie längere Zeit geöffnet bleiben soll. Die Oberfläche dieser Auflager liegt so hoch, daß die gehobene Brücke nur eben über sie hinweg geht und eine Senkung des Drehzapfens um 30 mm genügt, um die Brücke auf die Auflager niederzusetzen und damit die Drehvorrichtungen von der Nothwendigkeit zu entlasten, etwa auf eine Bewegung der Brücke hinwirkenden Kräften den erforderlichen Widerstand entgegenzusetzen. Auch für die Enden des langen Brückenarmes sind Auflager vorgesehen; auf diese wird später noch zurückgekommen werden.

Die Berechnung der in den Hauptträgern und den Längs- und Querverbänden auftretenden Stabspannungen mußte sowohl für den Fall, daß die Brücke angehoben ist, wie auch für den zweiten Fall, daß sie auf ihren Auflagern aufruft, durchgeführt werden. Die angehobene Brücke wird stets durch ihr Eigengewicht belastet. Dazu kommt zeitweise eine Belastung durch Winddruck. Die Größe des Winddrucks ist zu 250 kg für das qm der getroffenen Fläche angenommen

worden. Diese Annahme ist sehr hoch, und deshalb konnten alle sonstigen, auf die angehobene Brücke etwa einwirkenden Kräfte, wie sie z. B. bei der Bewegung der Brücke entstehen können, unberücksichtigt bleiben. Der Winddruck beträgt nach den angestellten Berechnungen rund 0,7 t für 1 m Brückenlänge. Wird angenommen, daß die größte Geschwindigkeit während des Oeffnens oder Schließens der Brücke am Ende des langen Armes 2 m beträgt, wird ferner angenommen, daß diese Geschwindigkeit in der Mitte des Weges erreicht wird und von dort an eine solche Verzögerung der Bewegung eintritt, daß die Brücke ihre Endstellung mit der Geschwindigkeit Null erreicht, dann ergibt eine Berechnung, daß die Trägheit des Brückenkörpers auf jedes Meter Brückenlänge am Ende des langen Armes nur eine wagerechte Kraft von 0,013 t hervorruft, also eine im Vergleich zu dem 0,70 t betragenden Winddruck verhältnißmäßig sehr kleine Kraft. Ueberdies nimmt die infolge der Trägheit des Brückenkörpers entstehende Kraft nach dem Drehzapfen der Brücke annähernd geradlinig ab und wird hier fast gleich Null, während der Winddruck auf die ganze Erstreckung des langen Brückenarmes nahezu dieselbe Größe behält, sogar nach dem Drehzapfen hin infolge des Anwachsens der Trägerhöhe noch etwas an Größe zunimmt. Selbst wenn die Beschleunigung oder die Verzögerung der Bewegung unter Umständen doppelt oder gar dreifach so groß werden könnte, als oben angenommen worden ist, so würde doch noch kein Grund vorliegen, ihre Kraftwirkung zu berücksichtigen, weil Bewegungen der Brücke bei einem Sturm, der einem Druck von 250 kg auf das qm der getroffenen Brückenfläche entspricht, mit den vorhandenen Drehvorrichtungen gar nicht ausgeführt werden können, also ein Zusammentreffen der höchsten Winddruckkräfte und der größten Beschleunigungs- oder Verzögerungskraftwirkungen unmöglich ist. Auch bei der Berechnung des kurzen Brückenarmes konnten die durch das Bremsen und den Stofs gegen die später zu erwähnenden Buffer hervorgerufenen Kräfte unberücksichtigt bleiben.

Die geschlossene Brücke wird aufer durch das Eigengewicht und den Winddruck noch durch das Gewicht der darüber fahrenden Eisenbahnzüge und den Winddruck auf diese belastet. Der Berechnung der aus der Verkehrsbelastung sich ergebenden Stabspannungen ist der in der Text-Abb. 297 dargestellte Lastenzug zu Grunde gelegt. Einzelne,

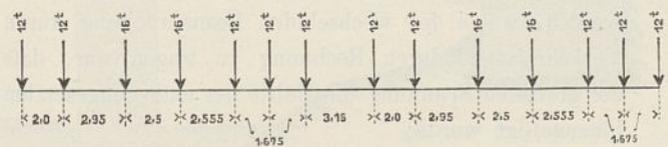


Abb. 297. Lastenzug.

vom Zuge abgetrennte Wagen, die durch ihre Stellung eine größere Spannung in einzelnen Stäben hervorrufen können, wurden nicht berücksichtigt, da derartige Fälle voraussichtlich nie eintreten werden, und, wenn sie ausnahmsweise vorkommen sollten, die Beanspruchungen doch nicht über das zulässige Maß hinaus erhöht werden würden. Dagegen mußten die Spannungen, die durch die Wärmeschwankungen hervorgerufen werden, ermittelt werden, und zwar kam besonders in Betracht, daß die Untergurte der Hauptträger durch die Sonne mehr erwärmt werden, als die unter der Fahrbahn liegenden Obergurte, und die Hauptträger infolge

dessen die Neigung haben, sich von den Endauflagern abzuheben. Endlich wurden noch die Spannungen berechnet, die durch eine Abweichung der Mittelstütze um 1 cm nach oben oder unten von ihrer richtigen Lage hervorgerufen werden, und schließlich für den Obergurt die Spannungen, die durch die Belastung der Stäbe zwischen den Knotenpunkten sowohl durch das Eigengewicht der Fahrbahn als auch durch die Verkehrslast erzeugt werden. Der Winddruck wurde dabei zu 250 kg für das qm getroffener Fläche der unbelasteten und zu 150 kg für das qm der belasteten Brücke und der Verkehrslast angenommen, während hinsichtlich der Wärmeverschiedenheiten die Annahme gemacht wurde, daß die Sonne den Untergurt beider Hauptträger im Höchsthalle um 30° mehr erwärmt als die Obergurte.

Der Berechnung der durch den Winddruck hervorgerufenen Stabspannungen erwachsen aus den verschiedenen Höhen der einerseits zwischen die Obergurte und andererseits zwischen die Untergurte der Hauptträger eingebauten Längsverbände einige Schwierigkeiten, weil die größere Durchbiegung des Obergurt-Längsverbandes eine Verdrehung des Brückenquerschnittes hervorruft. Die Biegemomente und die senkrechten Kräfte der eingeschwenkten Brücke sind nach dem vom Professor Müller-Breslau angegebenen Verfahren (sich Wochenblatt für Architekten und Ingenieure, Jahrgang 1883, Nr. 70 u. ff. und Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover, Jahrgang 1884, Seite 277 u. ff.) mit Hilfe der Einflußlinien auf zeichnerischem Wege ermittelt worden.

Die Querschnitte der einzelnen Stäbe wurden so bestimmt, daß sie den folgenden Bedingungen genügen:

- wenn die Brücke angehoben ist, darf kein Stab durch Eigengewicht allein mit mehr als 700 kg für das qcm, durch Eigengewicht und Winddruck von 150 kg mit mehr als 800 kg und durch Eigengewicht und Winddruck von 250 kg mit mehr als 1000 kg für das qcm beansprucht werden;
- wenn die Brücke geschlossen ist, darf kein Stab durch Eigengewicht und Verkehrslast zusammen mit mehr als 700 kg, durch Eigengewicht, Verkehrslast und Winddruck von 150 kg mit mehr als 800 kg und durch Eigengewicht, Verkehrslast und Wärmeunterschiede mit mehr als 850 kg für das qcm beansprucht werden, wobei der wechselnden Beanspruchung durch Verkehrslast dadurch Rechnung zu tragen war, daß der größeren Spannung die Hälfte der entgegengesetzten hinzugefügt wurde;
- wenn die Spannungen in den Stäben wechseln, je nachdem, ob die Brücke geschlossen oder angehoben ist, dann darf die Summe aus der größten und der Hälfte der entgegengesetzten Beanspruchung 1000 kg für das qcm nicht überschreiten. Dabei wurde indessen nur ein Winddruck von 150 kg/qm berücksichtigt;
- die Sicherheit gegen Zerknicken, berechnet nach der Eulerschen Formel:

$$n = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{P \cdot l^2},$$

muß für die Stäbe der Hauptträger eine fünffache sein. Dabei wurde jedoch die freie Länge der Schrägstreben und der Pfosten des Gitterwerkes mit Rück-

sicht auf die Einspannung an den Knotenpunkten nur mit $\frac{3}{4}$ ihrer mathematischen Länge angesetzt. Für die Schrägstreben der Längsverbände mußte die Knickfestigkeit bei 250 kg Winddruck auf das qm der vom Winde getroffenen Fläche mindestens eine dreifache sein; e) die Beanspruchung der Niete auf Abscherungsfestigkeit durfte nicht höher als $\frac{4}{5}$ der zulässigen Beanspruchung des anzuschließenden Stabes genommen werden.

Diese Bedingungen gehen von dem Grundsatz aus, daß die häufig eintretenden Beanspruchungen höchstens 700 kg/qcm erreichen sollen, während für außergewöhnliche Fälle eine Beanspruchung bis 850 kg zulässig ist und für den ungünstigsten Fall, der aller Wahrscheinlichkeit nach selbst im Laufe vieler Jahre nicht ein einziges Mal eintreten wird, die Anstrengung des Eisens bis nahe an die Elastizitätsgrenze, unter keinen Umständen aber über diese Grenze hinaus gesteigert werden darf.

Der Ueberbau der zwischen dem nördlichen Auflagerpfeiler der Drehbrücke und dem nördlichen Widerlager liegenden Seitenöffnung der Osterröndfelder Eisenbahnbrücken ist in engem Anschluß an die Formen des beweglichen Ueberbaues ausgebildet, wie die Abb. 2 und 3 Bl. 32 und 33 zeigen. Die Höhe zwischen den Gurtschwerpunkten beträgt, gemessen in der unter 1:4 geneigten Trägerebene, 3,55 m, also genau

ebensoviel wie an dem Ende des langen Armes des beweglichen Ueberbaues, die Stützweite 19,05 m. Der I-förmige Obergurt hat in der Brückenmitte den in der Text-Abb. 298, der A-förmige Untergurt ebendasselbst den in der Text-Abb. 299

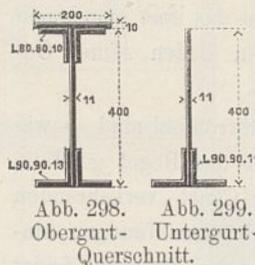


Abb. 298. Obergurt-Querschnitt.
Abb. 299. Untergurt-Querschnitt.

Nach dem Brückenende zu fällt im Obergurt die Decklasche fort, während im Untergurt die 90 × 90 × 11 mm starken Winkeleisen durch Winkel von 80 × 80 × 10 mm Stärke ersetzt werden. Die Schrägstreben der Hauptträger bestehen in den beiden Endfeldern aus je vier Winkeleisen 90 × 90 × 13 mm und einem Flach-eisen 200 × 10 mm, in allen übrigen Feldern aus vier Winkeln 80 × 80 × 10 mm. Diese letztere Stärke haben auch die Pfosten, mit denen die Obergurte gegen die Knotenpunkte der Untergurte abgestützt sind, während zur Aufhängung der Untergurte an den Obergurten nur je ein Winkel-eisen von 70 × 70 × 9 mm Stärke dient. Zwischen die beiden Hauptträger sind vier Querverbände eingebaut. Bei den beiden Endverbänden besteht die Verbindung der Untergurte aus zwei Winkeleisen 80 × 80 × 10 mm, in den beiden mittleren aus zwei Winkeln 70 × 70 × 9 mm. Die Verbindungen zwischen den Obergurten sind bei allen vier Verbänden aus einem 10 mm starken Stehblech und zwei dasselbe oben säumenden Winkeleisen 70 × 70 × 9 mm gebildet. Die sich kreuzenden und an der Ueberkreuzungsstelle mit einander vernieteten Schrägstreben sind in den beiden Endquerverbänden aus je zwei Winkeleisen 80 × 80 × 10 mm zusammengesetzt, während für die mittleren Verbände nur ein solches Winkeleisen gewählt ist. Dort, wo der Untergurt an dem Obergurt aufgehängt ist, sind sowohl die Obergurte als auch die Untergurte der beiden Hauptträger durch je zwei Winkel von 70 × 70 × 9 mm Stärke mit einander ver-

bereits auf den, aus der Text-Abb. 304 ersichtlichen Lagern zum Aufrufen, und nach der vollständigen Senkung entsteht dort ein Auflagerdruck von rund 4,5 t, der vollständig ausreichend ist, um seitliche, durch Windkräfte veranlasste Bewegungen des langen Brückenarmes zu verhindern. Außer diesen Auflagern trägt die kleine Brücke noch einen Buffer, der verhindern soll, daß die Drehbrücke beim Öffnen über ihre Endstellung hinaus bewegt wird. Ueber die Einrichtung dieses Buffers wird späterhin näheres mitgeteilt werden, hier soll nur darauf hingewiesen werden, daß der ziemlich beträchtliche Widerstand, den der Buffer der Bewegung der Drehbrücke entgegen zu setzen vermag, von der kleinen Brücke aufgenommen und nach dem auf dem Lande errichteten Pfeiler übertragen werden muß. Um diese Kraft an einer möglichst günstigen Stelle auf den Pfeiler wirken zu lassen, ist unter jedem der beiden Hauptträger der kleinen Brücke eine aus vier Winkeleisen und einem Flacheisen gebildete Druckstrebe angeordnet, wie aus der Text-Abb. 304 zu ersehen ist. Damit die kleine Brücke nicht bei besonders starken Stößen gegen den Buffer um den Fußpunkt der Strebe gedreht werden kann, ist der Theil der Brücke, der sich über dem canalseitigen Pfeiler befindet, kastenartig ausgebildet und mit einem aus Findlingen bestehenden Ballast von 6 t Gewicht versehen. Die an dem Ueberbau befestigten Theile der Auflager am langen Brückenarme sind, wie die Text-Abb. 304 zeigt, zugleich so ausgebildet, daß sie als Anschlagflächen für die Buffer dienen können.

Die beiden im Canalquerschnitt stehenden Pfeiler der kleinen Brücken für die Enden des kurzen und des langen Armes der ausgeschwenkten Brücke sind auf gemauerten und nach der Senkung ausbetonirten Senkbrunnen gegründet. Die Drehpfeiler und die nördlichen Auflagerpfeiler der beiden Brücken bei Osterröfnfeld reichen mit ihrer Unterkante bis 3 m unter die Canalsole und mußten durch Druckluftgründung bis zu dieser Tiefe herabgetrieben werden. Die Widerlagerpfeiler auf dem nördlichen Canalufer wurden auf Beton zwischen Spundwänden gegründet, alle übrigen noch nicht erwähnten Pfeiler und die Mauer zur Unterstützung der Laufschienen für die Rollen am Ende des kurzen Brückenarmes konnten auf den gewachsenen Boden aufgemauert werden. Sämtliche Pfeiler sind möglichst einfach gehalten, aber aus den besten Baustoffen hergestellt. Für die Architekturglieder, die Auflagersteine und die Abdeckplatten wurde durchweg Granit angewandt, die Außenflächen des Mauerwerks sind mit guten Klinkern verblendet.

Die Hebevorrichtung und ihre Unterstützung. Wie bereits bei der Erörterung der allgemeinen Anordnung der Osterröfnfelder Eisenbahnbrücken gesagt worden ist, werden die Brücken dadurch von ihren Auflagern abgehoben, daß Druckwasser in einen auf dem Drehpfeiler aufgestellten Cylinder eingelassen wird. Das Druckwasser schiebt einen in dem oberen Ende des Cylinders wasserdicht geführten Kolben lothrecht in die Höhe, und da dieser Kolben unter einen zwischen die beiden Hauptträger des beweglichen Ueberbaues eingespannten Doppel-Querträger greift, hebt er die Brücke. Das Maß der Hebung mußte so festgesetzt werden, daß nicht nur das Ende des langen Brückenarmes von seinen Auflagern abgehoben und eine an diesem Ende befindliche, später zu erörternde Einklinkvorrichtung frei

wird, sondern auch zwischen dem Auflager auf dem kleinen Stützpfiler nahe dem Ende des kurzen Brückenarmes und dem Ueberbau der nöthige, übrigens geringfügige Zwischenraum entsteht. Wie die Berechnungen ergeben haben, genügt eine Hebung der Brücke auf dem Drehpfeiler um 16 cm zur Erreichung dieser Zwecke, und dieses Maß ist auch der Ausbildung der Einzelheiten der Hebevorrichtungen und der Auflager für die ausgeschwenkte Brücke zu Grunde gelegt.

Das auf dem Kolben der Hubvorrichtung lastende Gewicht der Brücke beträgt rund 520 t, die Spannung der Pressflüssigkeit rund 50 Atmosphären, und dementsprechend mußte der Kolben unter Berücksichtigung der in den Dichtungen auftretenden Reibungswiderstände den beträchtlichen Durchmesser von 1250 mm erhalten. Der Kolben besteht aus zwei Theilen, dem eigentlichen Kolben, der sich zum weitaus größten Theile in dem Cylinder befindet, und einer Säule, die das zwischen den Kolben und den eisernen Ueberbau eingeschaltete Kipplager trägt. Das Kipplager besteht aus dem an dem Brückenüberbau befestigten Obertheile, dem mit der Säule verbundenen Untertheile und dem in den Obertheil eingelassenen und in dem Untertheil drehbaren Gelenkbolzen, wie aus den Abb. 2, 5 u. 6 Bl. 32 u. 33 zu ersehen ist. Die Höhenlage des Gelenkbolzens kann durch Keile innerhalb bestimmter Grenzen abgeändert werden, sodafs ein genaues Einstellen des Bolzens möglich ist. Bei dem Anheben der Brücke dreht sich der Ueberbau um diesen Gelenkbolzen so lange, bis die Laufrollen am Ende des kurzen Brückenarmes ihre Führungsschiene mit zusammen 20 t belasten. Die Länge des Gelenkbolzens, quer zur Brückenachse gemessen, beträgt 1220 mm, sie ist so groß gewählt, damit die Brücke durch Winddruck nicht seitlich überkippen kann.

Der Tauchkolben und die seine Fortsetzung bildende Säule mußten zweimal derartig geführt werden, daß sie nicht seitlich ausweichen können, da sie die durch den Angriff von Winddruckkräften und durch die Einwirkung der Seilspannung der Drehvorrichtungen entstehenden Kraftmomente auf den Drehpfeiler übertragen müssen. Die Führung an dem oberen Ende der Säule der Hubvorrichtung wird durch ein Lager bewirkt, das in einem starken schmiedeeisernen Ringe von kastenförmigem Querschnitt liegt. Der Ring wird von einem Kegelmantel getragen, der auf dem Drehpfeiler aufgestellt ist, wie die Abb. 2, 5, 6 und 8 Bl. 32 u. 33 zeigen, und durch kräftige U-Eisen versteift wird. Die untere Führung des Tauchkolbens wird durch die Stopfbuchse am Austritt des Kolbens aus seinem Cylinder bewirkt. Der Cylinder, der auch das ganze auf dem Kolben lastende Gewicht auf den Drehpfeiler zu übertragen hat, wird von einer Reihe von Stützen getragen, die mit dem Kegelmantel und seiner Auflagerung auf dem Drehpfeiler verbunden sind. Der äußere Kegelmantel ist mit drei Oeffnungen versehen, durch die die Stopfbuchse des Kolbens zugänglich gemacht ist. Die Einzelausbildung der Hebevorrichtung geht aus den Abbildungen auf Bl. 32 und 33 ausreichend deutlich hervor. Es sei dazu nur bemerkt, daß der Cylinder aus Stahlformguß, der Kolben und die Hubsäule aber aus Gußeisen besteht.

Die Drehvorrichtungen. Die Drehvorrichtungen sind so ausgebildet und bemessen, daß:

a) zum Oeffnen oder Schliessen des beweglichen Ueberbaues bei gewöhnlichem Wetter zwei Minuten Zeit erforderlich sind. Dabei wird die Zeit von dem Augenblick ab, wo das den Verkehr auf dem Canal oder der Eisenbahn sperrende Signal gegeben wird, und bis zu dem Augenblick gerechnet, wo das Signal für freien Verkehr gegeben werden kann, und unter gewöhnlichem Wetter ist zu verstehen, das der gleichmässige auf die Brückenfläche wirkende Winddruck nicht gröfser ist als 30 kg auf das qm, und der nur auf einen der beiden Brückenarme wirkende, also einseitige Winddruck nicht mehr als 10 kg auf das qm beträgt,

b) das Oeffnen und Schliessen des beweglichen Ueberbaues auch bei einem gleichmässigen Winddruck von 100 kg auf das qm oder bei einseitigem Druck von 30 kg ohne jeden Anstand, wenn auch mit entsprechend gröfserem Zeitaufwand erfolgen kann, und

c) der bewegliche Ueberbau, während er bewegt wird, in jeder Lage von einem Windstofs, der 200 kg gleichmässiger oder 80 kg einseitiger Belastung entspricht, getroffen werden kann, ohne das eine Rückwärtsbewegung eintritt.

Für die Bemessung der Drahtseile und der Cylinder- bzw. der Kolben-Durchmesser waren durchgängig die für den einseitigen Winddruck gegebenen Forderungen maßgebend. Um nämlich das Moment der Fläche des kürzeren Brückenarmes nach Möglichkeit ebenso groß zu erhalten wie das Moment des längeren Armes, ist in den kurzen Arm eine lothrechte Wellblechwand eingebaut, und dadurch ist es gelungen, die dem Winde am kurzen Arm dargebotene Fläche so zu vergrößern, das z. B. bei 30 kg gleichmässigen Winddruck das auf Drehung der Brücke wirkende Winddruckmoment nur 27480 mkg beträgt, während ein einseitig auf den langen Brückenarm wirkender Winddruck von 10 kg auf das qm ein Drehmoment von 56715 mkg erzeugt. Bei 30 kg einseitigem Winddruck beträgt das Drehmoment 170145 mkg, bei 80 kg beträgt es 453720 mkg.

Die Drahtseile sind, wie bereits mitgeteilt worden ist, an dem einen Ende mit dem Mauerwerk des Drehpfeilers fest verbunden. Die Verbindungsstelle liegt der großen Kraft entsprechend, die unter Umständen von den Seilen auf den Pfeiler übertragen wird, tief unten im Mauerwerk. Von derselben steigen die Drahtseile bis zur Oberfläche des Pfeilers hinauf und legen sich, nachdem sie mittels eines Auflagerkörpers aus der ansteigenden Richtung in die wagerechte übergeleitet sind, in die beiden Rillen eines am Umfange des Pfeilers angeordneten Seilkranzes. Dieser Seilkranz hat den in der Text-Abb. 306 dargestellten Querschnitt, er ist in die Abdeckquader des Drehpfeilers eingelassen und mit dem Pfeilermauerwerk verankert, um ihn gegen Kippen zu sichern. Das Kippen würde um die hintere Kante des Seilkranzes erfolgen, weil die aus der Seilspannung sich ergebende, nach dem Mittelpunkt des Drehpfeilers gerichtete wagerechte Seitenkraft oberhalb der hinteren Stützfläche des Seilkranzes angreift. Jeder Seilkranz besteht aus vier Stücken, die stumpf aneinander stoßen. Die beiden Seile haben je 8 cm Durchmesser. Ihr Abstand von der Mitte des Drehzapfens beträgt 4,36 m, sie erhalten also bei einem auf den langen

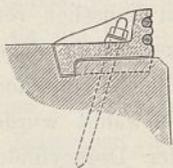


Abb. 306. Querschnitt des Seilkranzes. 1:30.

Brückenarm wirkenden Winddruck von 30 kg auf das qm zusammen eine Spannung von $\frac{170145}{4,36} = \text{rund } 40000 \text{ kg}$,

während die Bruchbelastung der verwandten Seile etwa 270000 kg beträgt. Bei einem einseitigen Winddrucke auf die Ansichtsfläche des langen Brückenarmes von 80 kg/qm, wie sie als der denkbar ungünstigste Fall betrachtet werden kann, ist noch immer eine rund dreifache Sicherheit gegen Bruch vorhanden.

Die Durchmesser der Kolben der Drehcylinder sind für einen einseitig auf den langen Brückenarm wirkenden Winddruck von 30 kg auf das qm und unter der Annahme berechnet, das die Nutzwirkung der Drehvorrichtung 80 v. H. beträgt. Bei 50 Atmosphären Pressung des Druckwassers im Accumulator mußte der Durchmesser des Kolbens für den mit zweifacher Uebersetzung arbeitenden Flaschenzug demnach sein:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{\pi}{4} d^2 \cdot 50 \cdot 0,80 = 40000, \text{ oder} \\ d = \text{rund } 50 \text{ cm.}$$

Der Hub der Kolben beträgt bei 70° Drehung der Brücken:

$$\frac{2 \cdot 4,36 \cdot \pi \cdot 70^\circ}{2 \cdot 360^\circ} = \text{rund } 2,67 \text{ m.}$$

Bei dem für die Kolben gewählten Durchmesser reicht der Kolbendruck gerade aus, um dem Winddruck das Gleichgewicht zu halten, wenn dieser einseitig mit 30 kg auf den langen Brückenarm wirkt, und es steht keine Kraft für die Bewegung der Brücke zur Verfügung. Es könnte danach scheinen, als ob der Kolbendurchmesser zu klein gewählt ist. Da aber stärkere Winde stets stoßweise wirken und in den Pausen zwischen den Stößen nur kleinere Druckkräfte ausüben, so ist während dieser Pausen doch eine auf die Bewegung der Brücke wirkende Kraft vorhanden, und diese Kraft ist, wie der Brückenbetrieb gezeigt hat, groß genug, um das langsame Oeffnen und Schliessen der Brücke zu bewirken. Bei ruhigem Wetter übersteigt die Kraft der Drehvorrichtung die Widerstände sehr erheblich. Der Ueberschuß an Kraft dient zur Beschleunigung der Drehbewegung und ist ausreichend, um der Brücke eine solche Geschwindigkeit zu erteilen, das das Oeffnen ebenso wie das Schliessen derselben nur je etwa 70 Sekunden Zeit beansprucht.

Wird die in Bewegung befindliche Brücke von einem Windstofs getroffen, der auf die ganze Länge der Brücke einen gleichmässigen Druck von 200 kg für das qm ausübt, dann ist das Drehmoment nur unwesentlich gröfser als bei einem allein auf den langen Arm wirkenden Winddruck von 30 kg/qm. Da überdies die Steifigkeit der Drahtseile und die Widerstände in dem Flaschenzug einen Theil des Drehmomentes aufzehren, so treten in den Gliedern der Drehvorrichtung bei solchen Windstößen keine gröfseren Kräfte auf als bei dem gewöhnlichen Betriebe. Wirkt jedoch auf den langen Brückenarm ein Winddruck von 80 kg, während der kurze Arm keinen Winddruck aufzunehmen hat, dann steigt das Drehmoment bis auf 453720 mkg an, und es mußte Vorsorge getroffen werden, das dieses Moment nicht für den Bestand der Brücke und ihrer Bewegungsvorrichtungen gefährlich werden kann.

Wirkt ein solcher Windstofs auf die von ihren Auflagern abgehobene, aber noch nicht in Bewegung befindliche Brücke

in der der auszuführenden Drehung entgegengesetzten Richtung ein, dann erhalten die Drehvorrichtungen überhaupt keine Beanspruchung, da sich die Brücke dann nur fest gegen die später zu erörternden, die Drehung der Brücke begrenzenden Buffer anlehnt. Hat der Winddruck die entgegengesetzte Richtung, dann sucht er die Brücke in Bewegung zu setzen, wird aber seiner kurzen Dauer und der großen Masse der Brücke wegen nicht imstande sein, eine Bewegung von Belang herbeizuführen. Die Drehvorrichtungen würden eine solche Bewegung übrigens nicht hindern, da die Steuerungen der Anlage so angeordnet sind, daß das Innere der Drehcylinder mit Ausnahme der Zeit während der Bewegung der Brücke mit der Abwasserleitung und so mit dem Abwasserbehälter im Accumulatorenthurm in Verbindung steht. Sollte also eine Bewegung der Brücke eintreten, dann würde aus dem Cylinder, dessen Kolben in das Cylinder-Innere hineingezogen wird, Wasser nach dem Behälter im Accumulatorenthurm gedrückt und in den anderen Cylinder die gleiche Wassermenge hineingesaugt werden.

Wirkt der Windstofs auf die in Bewegung befindliche Brücke in der der Drehung entgegengesetzten Richtung ein, dann wirkt die Kraft des die Brückenbewegung herbeiführenden Drehkolbens dem Winddruck entgegen und hebt dabei einen so großen Theil des Winddruckmomentes auf, daß der verbleibende Rest wieder wegen der Kürze seiner Wirkung nicht imstande sein wird, die der bewegten Brücke inwohnende lebendige Kraft zu überwinden und die Brücke zuerst zum Stillstand und demnächst zur Bewegung in der entgegengesetzten Richtung zu bringen. Also auch in diesem Falle sind schädliche Einwirkungen des Windstofses auf die Drehvorrichtungen nicht zu befürchten. Anders liegt es aber, wenn der Windstofs in der Bewegungsrichtung der Brücke wirkt und somit die Brückenbewegung zu beschleunigen sucht. Tritt der Windstofs ein, während die Brücke sich einer ihrer beiden Endstellungen nähert, dann liegt die Gefahr vor, daß die Brücke gegen die Buffer geworfen wird und nicht nur diese zertrümmert, sondern auch selbst beschädigt wird. Um dieser Gefahr entgegenzuwirken, stehen dem die Brücke bedienenden Maschinisten zwei Maßnahmen zur Verfügung. Die eine dieser Maßnahmen verringert die Kraft, mit der die Brücke bewegt wird, die andere verstärkt den Widerstand gegen die Bewegung. Die erste Maßnahme besteht darin, daß der Maschinist durch entsprechende Einstellung der später zu beschreibenden Steuerung den Zufluß des Druckwassers in den zu dem treibenden Kolben der Drehvorrichtung gehörigen Cylinder aufhebt. Da sich der Kolben trotzdem aus dem Cylinder herausbewegt, weil er durch das die beiden Kolben verbindende Seil dazu gezwungen wird, muß dabei dem Abwasser ein Weg in das Cylinderinnere offen stehen. Dieser Weg wird ebenfalls bei der Erörterung der Steuervorrichtungen beschrieben werden. Die zweite Maßnahme betrifft den Cylinder, in den der Kolben durch die jeweilige Brückenbewegung hineingeschoben wird. Dieser Cylinder steht bei gewöhnlichem Betriebe mit dem Abwasser in Verbindung, und diese Verbindung wird, wieder durch entsprechende Einstellung der Steuerung, aufgehoben. Es steigert sich dann der Druck in dem Cylinder sehr rasch, und dementsprechend leistet der Kolben der Bewegung der Brücke Widerstand. Um den Druck in dem Cylinder und

der Rohrleitung zwischen dem Cylinder und der Steuerung nicht zu groß werden zu lassen, ist in diese Leitung ein später noch zu erwähnendes Abspritzventil eingebaut, das sich unter einer Pressung von 85 Atmosphären öffnet. Der Widerstand des Kolbens ist bei diesem Druck gerade so groß, daß er unter Zurechnung der im Flaschenzug und in den Seilen auftretenden Bewegungswiderstände dem Winddruckmoment entspricht, also, wenn der Maschinist den Widerstand zeitig genug hergestellt hat, unter allen Umständen ausreichend ist, um die Brücke auch bei den heftigsten Windstößen in der Gewalt zu behalten. Da von den beiden Drehcylindern bald der eine bald der andere dieselben Verrichtungen zu erfüllen hat, so mußte für beide Cylinder sowohl eine Abwasser-Nachsaugvorrichtung als auch ein Abspritzventil vorgesehen werden. Die Anordnung derselben führt übrigens für den gewöhnlichen Betrieb die große Annehmlichkeit herbei, daß bei unzeitigem Schließen der Steuerungen Schäden an den Drehvorrichtungen nicht eintreten können.

Die Drehcylinder sind aus Stahlformguß hergestellt und mit Stahlguß-Stopfbuchsen sowie Rothgußfuttern und Grundbuchsen aus Rothguß versehen. Der Boden des Cylinders, der Lagerkörper für die hinteren Seilrollen und der Anschlußkörper der Drahtseile bilden ein kräftiges Gußstück, das mit dem eisernen Ueberbau sorgfältig verschraubt ist. Der Tauchkolben besteht ebenso wie der mit ihm verbundene Lagerkörper für die vorderen Seilrollen aus Gußeisen, der letztere gleitet während der Bewegung des Kolbens zwischen zu diesem Zweck an dem Grundrahmen der Drehvorrichtungen vorgesehenen Führungen. Das vordere Ende der Drehcylinder ist auf dem zugehörigen Grundrahmen derartig gelagert, daß sich die Drehcylinder in ihrer Längsrichtung ausdehnen können. Sämtliche Seilrollen sind aus Gußeisen, die zugehörigen Bolzen aus Stahl angefertigt. Das Verbindungsdrahtseil zwischen den beiden Drehcylindern ist an die Lagerkörper für die vorderen Seilrollen angeschlossen und über eine Kehrrolle geführt, die von einer Plattenfeder zurückgezogen wird und dadurch das Seil stets straff erhält. Infolge dessen sind die beiden Kolben der Drehvorrichtung zwangläufig mit einander geführt. Die Drehcylinder sind mit einem aus Wellblech hergestellten Häuschen umgeben worden, um sie gegen die Einflüsse der Witterung zu schützen. Dieses Häuschen ist auf Blatt 32 und 33 nicht dargestellt. Die beiden Drahtseile der umgekehrten Flaschenzüge bestehen aus Patent-Gußstahldrähten. Sie sind an dem Ende, an dem sie mit dem Drehpfeiler verbunden sind, mit Kauschen versehen und durch Eisenbolzen an die Ankerstangen angeschlossen. Die Verbindung der anderen Seilenden mit dem eisernen Ueberbau oder, wie oben bereits erwähnt wurde, vielmehr mit dem zugleich den Boden der Drehcylinder bildenden Gußstück ist in der aus der Abb. 8 auf Blatt 32 und 33 ersichtlichen Weise erfolgt. Die in der Text-Abb. 307 besonders dargestellte, aus Gußstahl angefertigte Seilbirne bildet das Verbindungsglied zwischen je einem der beiden Seile und dem zugehörigen Schraubenanker. Die Befestigung der Seile in den Birnen erfolgte erst auf der Baustelle. Die Birne wurde dabei über das Seil geschoben, dann das Seilende vollständig aufgespleist, jeder einzelne Draht auf etwa 40 cm Länge umgebogen und das so gebildete Drahtbüschel

in die Birne hineingezogen. Der in der Birne noch verbleibende Raum wurde dann mit einer aus Blei, Zink und Zinn zusammengesetzten Metallmasse — sogenannte Composition — bis zur Linie AB ausgegossen und hierauf die Seilbirne mit dem Schraubenanker verbunden. Es sei hier vorweg bemerkt,

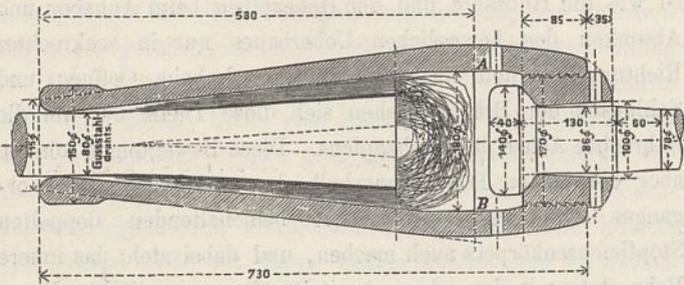


Abb. 307. Seilbirne. 1:10.

dafs sich die Drahtseile anfänglich sehr stark reckten und deshalb während der Probewebungen der Brücken ein Kürzen der Seile um etwa 1 m nothwendig wurde. Das Recken der Seile betrug bei Beginn der Probewebungen etwa 120 mm bei je 100 Drehversuchen, verminderte sich jedoch allmählich immer mehr und mehr. Um indessen den Zeitpunkt, an dem ein erneutes Kürzen der Seile nothwendig werden mußte, möglichst hinauszuschieben, wurden die ursprünglich beschafften Schraubenanker durch solche mit 80 cm längerem Gewinde ersetzt.

Die Rohrleitungen und die Steuervorrichtungen der Brücken. Der Cylinder der Hubvorrichtung stützt sich auf den Drehpfeiler, er behält also bei allen Lagen des beweglichen Ueberbaues dieselbe Stellung zum Drehpfeiler und ebenso auch zu der für die Erzeugung der Prefsflüssigkeit hergestellten Maschinenanlage bei. Anders ist es mit den Drehcylindern. Diese sind zwischen die Hauptträger des Ueberbaues eingebaut, machen alle Bewegungen desselben mit und ändern somit während der Bewegung der Brücke ihre Lage zum Drehpfeiler. Deshalb mußten Einrichtungen getroffen werden, die es ermöglichen, die in der Maschinenanlage hergestellte Prefsflüssigkeit bei allen Stellungen der Brücke nach den Drehcylindern zu leiten und, da ein ziemlich theures Gemisch von Wasser und Glycerin zu der Prefsflüssigkeit verwandt werden muß, auch die gebrauchte Flüssigkeit zu erneuter Benutzung nach der Maschinenanlage zurück zu leiten. War diese Einrichtung einmal vorhanden, dann lag es sehr nahe, auch die für die Hebevorrichtung benötigte Flüssigkeit zunächst auf den beweglichen Ueberbau zu leiten und dann erst dem Hebecylinder zuzuführen, zumal Aenderungen an der Vorrichtung nicht zu machen waren, da die Hub- und die Drehvorrichtung niemals gleichzeitig in Gebrauch genommen werden dürfen und auch die Menge an Prefsflüssigkeit, die beim Anheben oder Absenken in der Zeiteinheit auf die Brücke hinauf bzw. von der Brücke herab zu leiten ist, kleiner ist als die für das Drehen erforderliche Menge. Es war also nicht nothwendig, der Vorrichtung aus diesem Grunde etwa größere Leitungsquerschnitte zu geben. Andererseits ermöglichte es die Einführung der gesamten zum Betriebe der beweglichen Ueberbauten erforderlichen Flüssigkeitsmengen, die Vorrichtungen, durch die das Innere der Hub- und Drehcylinder abwechselnd mit der Druckwasserzuleitung und der Abwasserleitung in Verbindung gesetzt wird, auf der Brücke an einem Punkte zu

vereinigen, sodafs sie dort von einem einzigen Manne bedient werden können. Der Aufstellungsort der Vorrichtungen auf der Brücke konnte überdies so gewählt werden, dafs der jeweilig im Dienst befindliche Mann sowohl die benachbarten Theile der Canallinie als auch die an die Brücke anstossenden Eisenbahnstrecken mit ihren Signalen übersehen kann, und somit wurde nach Möglichkeit dafür Vorsorge getroffen, dafs die Bedienungsmannschaft der Brücke die jeweilig vorliegenden Verhältnisse jederzeit übersehen und ihre Mafsnahmen danach

treffen kann. Alle diese Erwägungen veranlafsten den Entschluß, die gesamte, für die Bewegung der Brücken erforderliche Flüssigkeitsmenge auf die Brücke heraufzuleiten und die Vorrichtungen zu ihrer Vertheilung und Rückleitung an einem Punkte zu vereinigen.

Die Vorrichtung zum Einführen der Prefsflüssigkeit und zum Zurückleiten der gebrauchten Flüssigkeit mußte so ausgebildet werden, dafs die Brücke über dem Drehzapfen um 16 cm gehoben, um denselben um 70° gedreht werden kann und ausserdem die beim Anheben und Absenken der Brücke eintretende, allerdings verhältnismäßig kleine Kippbewegung machen kann. Die Ausbildung der Vorrichtung ist aus den Abb. 5 bis 7 auf Bl. 32 u. 33 und der Text-

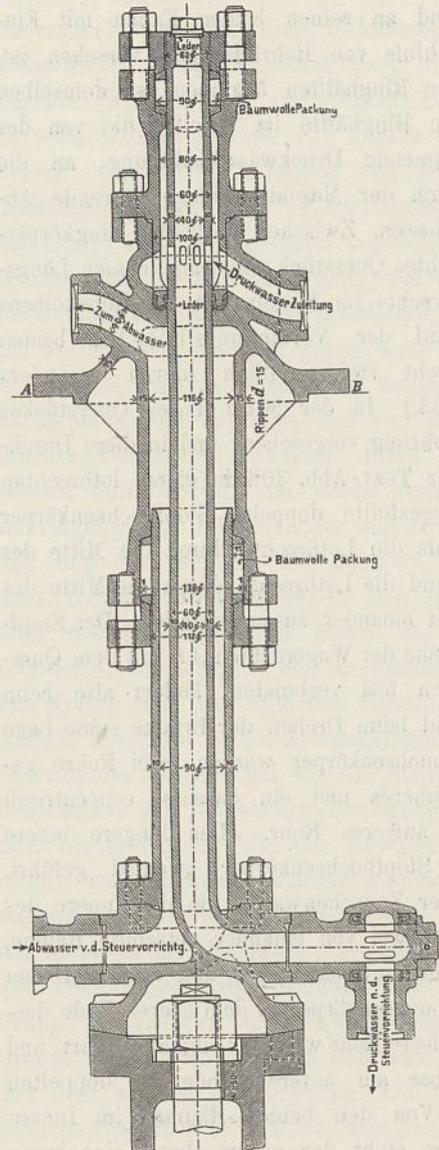


Abb. 308. Lothrechter Schnitt durch die Vorrichtung zum Hinaufführen des Druckwassers auf die Brücke und zum Herableiten des Abwassers. 1:10.

Abb. 308 zu ersehen. Auf dem kastenförmigen Ringe, in den das obere Lager der Hubsäule eingebaut ist, sind zwei Ständer aufgestellt, die zur Unterstützung eines aus zwei gleich grossen Theilen bestehenden, wagerecht angeordneten Ringkörpers dienen. Die Lage der Ständer ist so gewählt, dafs sie die Drehung der Brücke nicht behindern, die Mitte des Ringes liegt in der durch die Mitte des Hebekolbens gehenden Lothrechten. Die Ständer sind ausserhalb des Doppelquerträgers, der das Gewicht der Brücke auf den Drehzapfen überträgt, aufgestellt, ihre Höhe ist so gross gewählt, dafs der Ringkörper etwas über der halben Höhe des Doppelquerträgers liegt. Da er die Stehbleche des Doppelquerträgers durch-

dringt, so mußten in denselben Oeffnungen angelegt werden. Der Ringkörper ist auf dem Tragewerk der Hebevorrichtung abgestützt, behält also stets dieselbe Höhenlage bei, während der Querträger mit der Brücke gehoben und gesenkt wird. Deshalb mußten die Aussparungen in den Stehblechen des Querträgers solche Höhe erhalten, daß weder bei angehobener noch bei abgesenkter Brücke eine Berührung zwischen dem Ringkörper und dem Querträger stattfinden kann. Im Innern der beiden halben Ringkörper ist je ein Canal mit kreisrundem Querschnitt ausgespart, der die halbe Länge der Körper durchzieht und an seinen beiden Enden mit Einrichtungen zum Anschluß von Rohrleitungen versehen ist. Die Canäle der beiden Ringhälften beginnen bei demselben Ständer, an die eine Ringhälfte ist daselbst die von der Maschinenanlage kommende Druckwasserzuleitung, an die andere Hälfte die nach der Maschinenanlage führende Abwasserleitung angeschlossen. Zwischen die beiden Ringkörperhälften ist ein wagerechtes Querstück eingebaut, dessen Längsachse durch die Lothrechte im Mittelpunkt des Hebekolbens hindurchgeht und auf der Verbindungslinie der beiden Ständermitten senkrecht steht. (Sieh hierzu besonders Abb. 7 auf Bl. 32 u. 33.) In der Mitte dieses Querstückes ist eine große Durchbohrung vorgesehen, und in diese Durchbohrung ist der in der Text-Abb. 308 in einem lothrechten Schnitt gesondert dargestellte doppelte Stopfbuchsenkörper derartig eingesetzt, daß die Lothrechte durch die Mitte des Stopfbuchsenkörpers und die Lothrechte durch die Mitte des Hebekolbens genau mit einander zusammenfallen. Der Stopfbuchsenkörper ist in Höhe der Wagerechten *AB* mit dem Querstücke durch Schrauben fest verbunden, ändert also beim Heben und Senken und beim Drehen der Brücke seine Lage nicht. In dem Stopfbuchsenkörper werden zwei Rohre geführt, ein längeres inneres und ein dasselbe concentrisch umgebendes kürzeres äußeres Rohr. Das längere innere Rohr wird in dem Stopfbuchsenkörper zweimal geführt, nämlich einmal in einer Zwischenwand, die das Innere des Stopfbuchsenkörpers in zwei von einander getrennte Räume, einen oberen und einen unteren theilt, und dann bei dem Austritt aus dem Stopfbuchsenkörper an dem oberen Ende desselben. Das kürzere äußere Rohr wird nur einmal geführt, und zwar in der Stopfbuchse am unteren Ende des doppelten Stopfbuchsenkörpers. Von den beiden Räumen im Innern des Stopfbuchsenkörpers steht der untere durch eine kurze Rohrleitung mit demjenigen Canal des oben beschriebenen Ringkörpers in stets offener Verbindung, an den die Abwasserleitung angeschlossen ist; der obere Raum ist in gleicher Weise mit dem Druckwasser enthaltenden Canal des Ringkörpers verbunden. Das innere Rohr ist an seinem oberen Ende durch eine Verschraubung geschlossen, seine Wandung ist jedoch an einer Stelle, die beim Heben und Senken der Brücke stets innerhalb des oberen Raumes des Stopfbuchsenkörper-Innere verbleibt, mit Schlitz versehen, so daß das in diesem Raume befindliche Druckwasser in das innere Rohr hineingelangen kann. Der zwischen dem äußeren und dem inneren Rohr befindliche ringförmige Raum steht mit dem unteren Raum des Stopfbuchsenkörper-Innere in stets offener Verbindung, enthält also Abwasser. Beide Rohre sind unten in einem Fuß zusammengeführt, der für jedes Rohr mit einem Anschluß für die auf die Brücke führenden Leitungen

versehen ist und auf einer Säule aufruht, die durch die Mitte des Drehzapfens hindurchgeht und mit dem unteren Theil des Kippagers fest verbunden ist, während sie durch den Kippbolzen und den oberen Lagerkörper mit Spielraum hindurchgeht. Der untere Theil des Lagerkörpers wird eben so wie die Hubsäule und der Hebekolben beim Anheben und Absenken des beweglichen Ueberbaues nur in senkrechter Richtung auf und nieder bewegt, und beim Oeffnen und Schließen der Brücke drehen sich diese Theile nur um die lothrechte Achse des Drehzapfens. Diese Bewegungen können aber die beiden Rohre innerhalb des während dieses Vorganges seine Lage unverändert beibehaltenden doppelten Stopfbuchsenkörpers auch machen, und dabei steht das innere Rohr stets mit dem oberen, mit Druckwasser gefüllten Raum im Inneren des Stopfbuchsenkörpers in offener Verbindung, während der ringförmige Schlitz, der sich zwischen dem äußeren Umfang des inneren Rohres und der inneren Fläche des äußeren Rohres befindet, stets mit Abwasser gefüllt ist. Es sind somit zwei der Bedingungen, denen die Vorrichtung zur Verbindung der auf der Brücke befindlichen Druckwasser- und Abwasserleitungen mit den entsprechenden Leitungen auf dem Drehpfeiler und weiter nach der Maschinenanlage genügen muß, erfüllt, und es war nur noch Vorsorge zu treffen, daß den Kippbewegungen der Brücke entsprechend zwischen die Druckwasserleitung und die Abwasserleitung auf der Brücke einerseits und die Anschlüsse an dem Fuß des Doppelrohrkörpers andererseits bewegliche Rohrverbindungen eingebaut wurden. Jede dieser beiden Verbindungen besteht aus zwei Rohrstücken, die an dem einen Ende gelenkartig mit einander verbunden sind, während das andere Ende des ersten Rohres an den Fuß des Doppelrohrkörpers und das andere Ende des zweiten Rohres an einen Gußkörper drehbar angeschlossen ist, der den Beginn der auf der Brücke liegenden, zu den Steuervorrichtungen führenden Leitungen bildet und je mit einem der beiden Hauptquerträger verschraubt ist. Die Anordnung der Rohrverbindungen ist aus den Abb. 5 u. 6 Bl. 32 u. 33 zu ersehen, die Einzelausbildung der drehbaren Anschlüsse und des Gelenkes ist aus der Text-Abb. 308 zu entnehmen, in der der drehbare Anschluß der Druckwasserleitung an den Fuß des Doppelrohres dargestellt ist.

Von den beiden an den Hauptquerträgern angebrachten Rohrgußstücken sind die Druckwasser- und die Abwasserleitung auf dem kürzesten Wege nach dem besonders gut aus Abb. 5 auf Bl. 32 u. 33 ersichtlichen Steuerhäuschen geführt, in dem beide Leitungen oberhalb des Fußbodens und gleichlaufend mit demselben liegen und je an drei in einer Reihe stehende Steuervorrichtungen angeschlossen sind. Vor dem Anschluß ist in jede der beiden Leitungen ein Absperrventil eingebaut, so daß die Steuervorrichtungen von der Druck- und der Abwasserleitung abgetrennt werden können, wenn dieses zur Ausführung von Instandhaltungsarbeiten an ihnen nothwendig wird und diese Leitungen nicht von Wasser entleert werden sollen. Die Druckwasserleitung liegt über der Abwasserleitung.

Die drei Steuervorrichtungen sind auf einer gemeinschaftlichen Grundplatte aufgestellt und stimmen in ihrer Einzelausbildung fast vollständig mit einander überein. Durch die mittelste Vorrichtung strömt das Wasser zu dem Hebe-

cylinder oder von demselben nach dem Behälter im Accumulatorenthurm, die in der Abb. 5 Bl. 32 u. 33 links dargestellte Vorrichtung gehört zu dem Drehcylinder, der das Öffnen der Brücke bewirkt, die rechte zu dem Cylinder für das Schließen der Brücke. In der linken Hälfte der Abb. 3 Bl. 34 ist ein lothrechter, rechtwinklig zur Brückenlängsachse geführter Schnitt durch die Steuerungsvorrichtung des Hebecylinders dargestellt und in der rechten Hälfte theils ein Schnitt, theils eine Ansicht der zum Cylinder für das Schließen der Brücke gehörigen Steuervorrichtung. Die Abb. 4 Bl. 34 zeigt einen gleichlaufend mit der Brückenlängsachse geführten lothrechten Schnitt durch die letztere Vorrichtung. Wie aus diesen beiden Abbildungen zu ersehen ist, besteht jede der drei Steuervorrichtungen aus einem Gehäuse nebst eingesetztem Führungsring und einem durch Drehung eines Handrades und damit einer Schraubenspindel auf und nieder zu bewegenden Kolben. Jedes Gehäuse besteht aus drei Theilen, dem Gehäusekörper, der unteren Abschlusscheibe und dem oberen Kopfstück, das zugleich als Mutter der Schraubenspindel zum Bewegen des Kolbens dient. Der Gehäusekörper der zum Hebecylinder gehörigen Steuerung hat fünf Rohransätze; davon dienen zwei zum Anschluß der Druckwasserleitung und zwei zum Anschluß der Abwasserleitung, wie aus der Abb. 5 auf Bl. 32 u. 33 zu ersehen ist, der fünfte Rohransatz ist in der Abbildung nicht sichtbar, weil er auf der Rückseite der Steuerung liegt. Dieser Ansatz befindet sich in der halben Höhe zwischen den Anschlüssen für das Druckwasser und das Abwasser und dient zum Anschluß für die nach dem Hebecylinder führende Leitung. Die Gehäusekörper für die zu den beiden Drehcylindern gehörigen Steuerungen haben diese fünf Rohransätze ebenfalls, außerdem aber und zwar auf der Vorderseite der Abb. 5 Bl. 32 u. 33, daselbst jedoch nicht dargestellt, wohl aber aus der Abb. 4 Bl. 34 ersichtlich, zwei weitere, über einander befindliche und mit einander verbundene Ansätze. Der untere Ansatz liegt in der Höhe der Abwasserleitung, der obere in der Höhe des Ansatzes für die nach dem Drehcylinder führende Leitung und ihm gerade gegenüber. Die Verbindung zwischen den beiden Rohransätzen ist unter gewöhnlichen Betriebsverhältnissen durch ein Rückschlagventil geschlossen, sie wird nur in den Ausnahmefällen und dann selbstthätig hergestellt, wenn während der Bewegung der Brücke der Zufluß von Druckwasser zu dem den treibenden Kolben beherbergenden Cylinder abgesperrt und somit zur Verhütung von Luftleere in diesem Cylinder dem Abwasser ein Weg in denselben geöffnet werden muß. Wann solche Fälle eintreten, ist oben bereits erörtert worden.

Der in den Gehäusekörper eingelegte Führungsring ist bei allen drei Steuerungen genau gleich ausgebildet. Er besteht aus vier ringförmigen Theilen, von denen der unterste mit einem Boden, mit dem er auf der unteren Abschlusscheibe des Gehäusekörpers aufruhrt, versehen ist. Die drei unteren Theile sind in der Höhe, in der sich die Rohransätze an dem Gehäusekörper befinden, von je sechs Schlitzen durchbrochen und an den Stellen, wo die einzelnen Ringe gegen einander stoßen, verstärkt. Der oberste Ring hat die größere Stärke auf seiner ganzen Höhe. Zwischen die vier Ringtheile sind drei Ledermanschetten eingelegt, die einer-

seits gegen die Wandungen des Gehäusekörpers, andererseits gegen den Kolben abdichten.

Der 60 mm im Durchmesser starke und 440 mm lange Kolben besteht ebenso wie die Führungsringe aus Phosphorbronze, während die Gehäuse aus Rothguß bestehen. Er ist in seinem unteren Theile hohl, im mittleren voll und oben mit dem, 80 mm Hub gestattenden Gewinde für die zu seiner Bewegung dienende, in ihn eingreifende Schraubenspindel versehen. Der untere hohle Theil des Kolbens ist durch einen Bodenpfropf geschlossen, sodafs von unten her kein Wasser in den Kolbeninnenraum hineindringen kann, die lothrechten Wandungen dieses Kolbentheiles sind jedoch durch zwei, in verschiedenen Höhen liegende Gruppen von wagerechten Löchern durchbrochen. Zu jeder Gruppe gehören 120 Löcher von je 4 mm Durchmesser. Die beiden Gruppen von Löchern haben solche Höhenlage erhalten, dafs bei der tiefsten Stellung des Kolbens das Innere des zu demselben gehörigen Dreh- oder Hebecylinders mit der Abwasserleitung, bei der höchsten Stellung des Kolbens mit der Druckwasserleitung in Verbindung steht und bei mittlerer Stellung gegen beide Leitungen abgesperrt ist. Bei der tiefsten Stellung des Kolbens, die in der Abb. 3 Bl. 34 dargestellt ist, fließt das von dem Dreh- oder Hebecylinder kommende Abwasser durch die sechs, in dem zweiten Führungsring von unten vorgesehenen Schlitze in den ringförmigen Hohlraum, der sich zwischen dem Führungsring und dem Steuerkolben befindet, von hier durch die obere Gruppe von Löchern in den Hohlraum im unteren Theil des Kolbens, dann durch die untere Gruppe von Löchern wieder heraus in den ringförmigen Hohlraum zwischen dem Kolben und dem untersten Führungsring und durch die Schlitze desselben in die Abwasserleitung. Bei der höchsten Stellung des Kolbens hat das die Steuerung durchströmende Druckwasser die umgekehrte Bewegungsrichtung wie in dem eben beschriebenen Falle das Abwasser. Das Druckwasser strömt, von der Maschinenanlage kommend, durch die Druckwasserleitung und die Schlitze in dem dritten Führungsringe von unten in den Hohlraum, der sich zwischen dem Kolben und dem Führungsringe befindet, von hier durch die obere Gruppe von Löchern in das Kolben-Innere, durch die untere Gruppe wieder heraus in den Hohlraum zwischen dem Kolben und dem zweiten Führungsring von unten und durch die Schlitze desselben in die zu dem betreffenden Dreh- oder Hebecylinder führende Rohrleitung. Wenn der Kolben die mittlere Höhenlage einnimmt, dann befinden sich beide Gruppen der zu dem Kolbenhohlraum führenden Löcher in der Höhenlage zwischen der ersten und zweiten Ledermanschette von unten, und somit steht die nach dem zugehörigen Hebe- oder Drehcylinder führende Leitung weder mit der Druckwasserleitung noch mit der Abwasserleitung in Verbindung. In diesem Falle gestatten jedoch bei den beiden zu den Drehcylindern gehörigen Steuerungen der sechste und siebente Rohransatz oder vielmehr das an der Verbindungsstelle der beiden Ansätze vorgesehene, oben bereits erwähnte Rückschlagventil das Nachsaugen von Abwasser in die Drehcylinder, wie das bei den früher dargelegten Betriebsvorkommnissen nothwendig wird. Infolge der im Drehcylinder und somit in der Verbindungsleitung zwischen diesem Cylinder und der zugehörigen Steuerung dann eintretenden Druckverminderung hebt sich der Ventil-

teller, und von der Abwasserleitung her strömt Wasser durch den unteren vom Steuerkolben frei gelassenen Raum im Steuerungsgehäuse in den sechsten Rohransatz, durch den Ventilspalt in den siebenten Rohransatz und von hier durch die Schlitzlöcher in dem zweiten Führungsring um den Steuerkolben herum in die nach dem betreffenden Drehcylinder führende Leitung.

Bei allen drei Steuerungen sind an dem Rohransatz für die Leitungen nach dem Hebecylinder und den Drehcylindern Verschraubungen zum Anschluß von kleinen Kupferrohren angebracht. Jedes dieser Kupferrohre führt zu einem an der einen Längswand des Brückenhäuschens in zweckentsprechender Höhe über dem Fußboden befestigten Manometer. An den drei Manometern kann der dienstthuende Maschinist erkennen, wie groß der Druck in jedem der drei zu den Bewegungsvorrichtungen der Brücke gehörigen Cylindern jeweilig ist. Ebenso sind überall die notwendigen Entlüftungsventile vorgesehen, so insbesondere oberhalb der Rückschlagventile an den Steuerungen für die Drehcylinder.

Mit den drei Steuerungen ist auch die Verriegelung der Brücke in Verbindung gebracht. Die Verriegelung der Brücke erfolgt am kurzen Arm und zwar mit Hilfe eines Gestänges, das an das freie Ende des untersten Armes eines dreiarmligen Hebels angeschlossen ist (Abb. 4 Bl. 34). Der Drehpunkt dieses Hebels befindet sich an der der Brücke zugekehrten Schmalseite des Grundkörpers, auf dem die Gehäuse der drei Steuervorrichtungen aufgestellt sind. Der längste Arm des Hebels ist mit einem Handgriff versehen, er kann zwischen den beiden Wangen eines Führungsbogens bewegt und in seinen beiden Endstellungen durch eine Einklinkvorrichtung festgelegt werden. An den die Verlängerung des ersten Armes bildenden Arm ist das Gestänge der Brückenverriegelung angeschlossen. Der dritte Arm steht senkrecht zur Längsachse der beiden anderen Arme. An sein freies Ende ist eine lothrecht nach oben führende Stange drehbar angeschlossen, die mit ihrem oberen Ende an einen einarmigen Hebel angreift. Dieser Hebel ist auf einer wagerechten Welle festgekeilt, die in den Kopfstücken der Gehäuse der drei Steuervorrichtungen gelagert ist. Infolge dieser Anordnung wird die wagerechte Welle jedesmal gedreht, wenn die Brücke entriegelt oder verriegelt wird. Diese Drehung ist aber nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich.

Es ist Betriebsvorschrift, daß die Steuervorrichtungen das Innere der Hebe- und Drehcylinder mit dem Abwasser in Verbindung setzen, wenn die Brücke nicht bewegt wird. Im Ruhezustande der Brücke sollen sich also alle drei Steuerkolben in ihrer untersten Stellung befinden. Haben die Kolben diese Stellung, dann kann die Brücke durch Umlegen des Handhebels verriegelt werden, bei allen anderen Stellungen der Kolben oder eines der Kolben aber nicht. Die oben erwähnte wagerechte Welle greift nämlich bei ihrer der Verriegelung der Brücke entsprechenden Lage in die Kolben, die zu diesem Zweck mit einer Aussparung versehen sind, ein und läßt sich infolge dessen durch Umlegen des die Brückenverriegelung herbeiführenden Hebels erst drehen, wenn die Steuerkolben vorschriftsmäßig eingestellt sind. Andererseits sind durch die Verriegelung der Brücke auch die Steuerkolben festgelegt, sie können nur bewegt

werden, wenn die Brücke entriegelt und dadurch die wagerechte Welle so gedreht ist, daß an ihr hergestellte Ausschnitte das Heben der Steuerkolben gestatten. Die Verriegelung der Brücke ist übrigens derartig mit den Eisenbahnsignalen in Verbindung gebracht, daß diese Signale nicht eher auf freie Fahrt gestellt werden können, als bis die Brücke verriegelt ist, und andererseits auf Halt gestellt sein müssen, ehe die Brücke entriegelt werden kann.

Ebenso ist Vorsorge getroffen, daß die Canalsignale nicht eher auf „Fahrt“ gestellt werden können, ehe die ausgeschwenkte Brücke nicht gesenkt ist und die Steuerkolben in ihre unterste Stellung gebracht und in dieser durch Umlegen des Handhebels — genau wie bei der Verriegelung der geschlossenen Brücke — festgelegt sind. Soll die Brücke wieder eingefahren werden, dann müssen zuvor die Canalsignale auf „Halt“ eingestellt werden.

Diese Abhängigkeit zwischen den Eisenbahn- und Canalsignalen und den Bewegungsvorrichtungen der Brücke ist theils durch Hebelgestänge, theils durch Drahtzüge, theils endlich durch elektrisch betriebene Blockapparate herbeigeführt. Auf die Einzelheiten dieser Anlage, die dadurch besonders verwickelt worden ist, daß jede der beiden Osterröndfelder Eisenbahnbrücken sowohl nur in einer Zugrichtung als auch in beiden Richtungen befahren werden kann, soll hier nicht näher eingegangen werden.

Die von der mittelsten Steuervorrichtung nach dem Hebecylinder führende, 38 mm im Lichten weite Leitung hat bei dem Uebergang von der Brücke nach dem Hebecylinder die aus den Abb. 5 u. 6 Blatt 32 u. 33 ersichtliche Anordnung erhalten. Sie ist mit dem Hebekolben und der Hubsäule fest verbunden und mündet in den Hebecylinder an einer Stelle ein, die auch nach dem vollständigen Anheben der Brücke noch unterhalb der Dichtung am Austritt des Kolbens aus dem Cylinder bleibt. Der mit dem Kolben und der Säule verbundene Theil der Leitung macht wie diese die Hebung und die Drehung des Brückenüberbaues mit, dagegen nicht wie die auf dem Ueberbau verlegten Theile der Rohrleitung die Kippbewegung der Brücke. Es mußte deshalb in gleicher Weise, wie es bei der Leitung des Druckwassers auf die Brücke und bei der Abführung des Abwassers von der Brücke geschehen ist, durch Einschaltung eines Gelenkes zwischen die beiderseitigen Leitungstheile dafür gesorgt werden, daß bei den Bewegungen des Ueberbaues um das Kipplager hier kein Hindernis auftritt.

In den mit dem Hebekolben verbundenen Theil der Leitung ist fernerhin noch ein Absperrventil eingebaut, das gegen Ende des Brückenhubes durch ein Hebelgestänge allmählich geschlossen wird und so auch bei grober Unachtsamkeit des Brückenwärters verhütet, daß die Brücke zu hoch gehoben wird. Das Absperrventil ist im wesentlichen ebenso ausgebildet wie das später zu erörternde Ventil in der Zuleitung zu den Drehcylindern, das Hebelgestänge ist in Abb. 5 Bl. 34 dargestellt. Beide Theile sind auf dem unteren Gufskörper des Kipplagers aufgestellt und machen deshalb die Hebung und die Drehung des Hebekolbens mit. Der in der Abb. 5 Bl. 34 mit *A* bezeichnete Arm des Kniehebels *AB* greift mit einem in der Abbildung nicht dargestellten, an seinem freien Ende befindlichen Körper über eine wagerechte, nach einem Kreisbogen, dessen Mittelpunkt

in der Lothrechten durch die Hebelkolben-Mitte liegt, gekrümmte Flacheisenschiene — in Abb. 6 Blatt 32 u. 33 mit *C* bezeichnet —, die von zwei auf dem Grundring des Hebelkolben-Halslagers aufgestellten Säulen getragen wird. Diese Flacheisenschiene ist so lang gemacht und die Lage der Säulen ist so gewählt, daß der am Hebel *A* angebrachte Körper während der Drehung der Brücke auf dem Flacheisen entlang gleiten kann. Die Flacheisenschiene behält ihre Höhenlage jederzeit bei, der Drehpunkt des Kniehebels *AB* dagegen geht in die Höhe, sobald die Brücke angehoben wird. Die Folge hiervon ist, daß sich der Kniehebel *AB* beim Anheben der Brücke um seinen Drehpunkt drehen muß. Während des größten Theiles des Brückenhubes übt die Drehung des Kniehebels *AB* eine Wirkung nicht aus, ist aber der Hub nahezu vollendet, dann stößt das untere Ende des Hebelarmes *B* an das untere Ende des Armes *C* des Doppelhebels *CD* und setzt auch diesen in Bewegung, wobei die Spannkraft einer Feder, deren Zweck sogleich erläutert werden wird, zu überwinden ist. An das äußere Ende des Armes *D* des Doppelhebels *CD* ist eine Schubstange angeschlossen, die den zu dem Absperrventil gehörigen Schieber bei fortschreitender Hebung der Brücke so lange verschiebt, bis der in dem Schieberspiegel angeordnete, nach dem Hebecylinder führende Canal vollständig überdeckt ist, sodafs kein Druckwasser mehr in den Hebecylinder gelangen kann und die Brücke nicht mehr weiter gehoben wird. Der Arm *D* des Doppelhebels *CD* ist erheblich länger als der Arm *C*, und deshalb geht auch die Bewegung des Schiebers im Absperrventil verhältnismäßig schnell vor sich. Dadurch wurde es möglich, die allmähliche Absperrung des Schiebercanals erst während des letzten, sehr kurz gewählten Theiles des Brückenhubes eintreten zu lassen, sodafs sich die Brücke verhältnismäßig schnell hebt.

Soll die angehobene Brücke nach vollendeter Drehung wieder auf ihre Auflager abgesenkt werden, so wird dazu die von der Steuervorrichtung im Brückenhäuschen nach dem Hebecylinder führende Leitung durch Verschiebung des zu dieser Vorrichtung gehörigen Steuerkolbens mit der von der Steuervorrichtung nach dem Behälter im Accumulatorenthurm führenden Abwasserleitung in Verbindung gesetzt. Das im Hebecylinder enthaltene Druckwasser kann dann aber noch nicht abfließen, weil der Schieber des Absperrventils über dem im Schieberspiegel des Ventils ausgesparten Canal steht und diese Stellung erst verläßt, wenn sich die Brücke zu senken beginnt. Damit die Senkung der Brücke trotz dieser Stellung des Schiebers eingeleitet werden kann, ist dieser mit einem kleinen Rückschlagventil ausgestattet, das sich öffnet, sobald der Druck im Schieberkasten kleiner wird als im Hebecylinder, aber geschlossen ist, solange der umgekehrte Zustand besteht. Wird die Steuervorrichtung im Brückenhäuschen auf Senken der Brücke eingestellt, dann öffnet sich das kleine Rückschlagventil, der Inhalt des Hebecylinders läuft im ersten Augenblick allein durch das Rückschlagventil, sofort nach Beginn des Senkens aber auch durch den allmählich immer weiter geöffneten Canal im Schieberspiegel nach dem Behälter im Accumulatorenthurm ab, und nach Maßgabe der Entleerung des Hebecylinders senkt sich die Brücke. Der Senkung der Brücke entsprechend muß sich auch der Winkelhebel *AB* des den Absperrschieber be-

wegenden Hebelgestänges um seinen Drehpunkt drehen, eine Bewegung des Schiebers tritt dabei jedoch nicht ein, da der Winkelhebel *AB* nur das Schließen des Schiebers bewirkt. Zum Oeffnen desselben dient die oben bereits erwähnte Feder, die an dem Arm *C* des Doppelhebels *CD* angreift und diesen in Bewegung setzt, sobald das Zurückgehen des Winkelhebels *AB* diese Bewegung zuläßt. Die Feder ist so stark bemessen, daß die Drehung des Doppelhebels *CD* und damit auch das Oeffnen des Absperrventils in demselben Augenblick beginnt wie das Senken der Brücke. Die Feder ist an die eine der beiden Flanschenschrauben, die zur Verbindung der nach dem Hebecylinder führenden Leitung mit dem Absperrventil dienen, angeschlossen. Durch die Einfügung des Absperrventils in die Leitung zwischen dem Hebecylinder und der zugehörigen Steuervorrichtung, ist es möglich geworden, die Steuerung während der Bewegung der Brücke so stehen zu lassen, daß jederzeit Druckwasser in den Hebecylinder nachströmen kann. Dadurch ist eine gewisse Sicherheit dafür geschaffen, daß während des Oeffnens und Schließens der Brücke ein Absinken derselben, das durch Undichtigkeiten der Hebevorrichtung veranlaßt werden könnte, nicht stattfinden kann. Sobald nämlich eine solche Senkung eintritt, wird das Absperrventil geöffnet, und es tritt — sofern die Steuervorrichtung im Brückenhäuschen vorschriftsmäßig gestellt ist — neues Druckwasser in den Hebecylinder ein, sodafs die Brücke wieder in ihre richtige Höhenlage kommt. Hierauf war besonderer Werth zu legen, weil sonst der Ueberbau gegen das Ende seiner Bewegung mit der ihm dann noch innewohnenden lebendigen Kraft gegen die Auflager stoßen und entweder diese beschädigen oder selbst Schaden nehmen könnte.

Um übrigens dem auf der Brücke dienstthuenden Maschinenisten jederzeit die Höhenlage der Brücke anzuzeigen, ist in dem Brückenhäuschen ein durch einen Drahtzug getriebener Hubzeiger angeordnet, und außerdem ist eine Alarmglocke vorgesehen, die solange ertönt, als die Brücke sich außerhalb ihrer beiden End-Höhenlagen befindet.

Die Alarmglocke wird elektrisch getrieben. Zwei durch eine Leitung, in die ein Trockenelement und die Glocke eingeschaltet ist, verbundene Contactstifte gleiten sowohl während der Hebung als auch während der Drehung der Brücke entweder auf einer Isolirplatte oder auf Platinstreifen. Solange sich die Brücke in der richtigen Höhenlage befindet, stoßen die Contactstifte gegen die Isolirplatte, und die Leitung ist unterbrochen; verläßt die Brücke diese Lage, so gleiten die Stifte auf die Platinstreifen, diese stellen eine leitende Verbindung zwischen den Stiften her und die Glocke kommt zum Ertönen. Die Contactstifte sind auf dem unteren Gufkörper des Kipplagers aufgestellt, bewegen sich also mit der Brücke; die aus Guttapercha bestehenden Isolirplatten und die Platinstreifen stehen fest, sie sind an dem Grundring des Hebelkolben-Halslagers angebracht.

Die beiden Leitungen zur Verbindung der beiden Drehcylinder mit den zugehörigen Steuervorrichtungen im Brückenhäuschen konnten in ihrer ganzen Länge mit dem Brückenüberbau verbunden werden, da ihre Lage zu den Cylindern unveränderlich ist; infolge dessen brauchten auch Gelenke in diese Leitungen nicht eingebaut zu werden. Dagegen sind ebenso wie bei der Leitung nach dem Hebecylinder Absperrventile vorgesehen, die gegen Ende der Brückenbewegung

durch Hebelgestänge, die von den großen Drehkolben bewegt werden, geschlossen werden. Die Abb. 7 Bl. 34 zeigt die Gesamtanordnung des Ventils und des Hebelgestänges sowie die Verbindung beider Theile mit dem Grundrahmen, der zur Auflagerung des Drehzylinders auf dem Brückenüberbau und zur Führung des Rollenkopfes am vorderen Ende jedes Drehkolbens dient. Danach bewegt ein in der Achse des Rollenkopfes befestigter Bolzen während der letzten 500 mm des Kolbenweges einen einarmigen Hebel *A* um seinen Drehzapfen *B*. An dem Hebel *A* ist die Schubstange des zum Absperrventil gehörigen Schiebers drehbar befestigt, und zwar in einer so kleinen Entfernung von dem Drehmittelpunkt des Hebels, daß die Bewegung des Schiebers nur 40 mm beträgt. Der Hub der Drehkolben beträgt, wie früher angegeben worden ist, 2,67 m, die Bewegung des Absperrschiebers beginnt erst 0,50 m vor dem Ende des Kolbenweges, es ist also während mehr als vier Fünftel des Brückenweges der Zutritt des Druckwassers zum Drehkolben ganz unbehindert, und erst dann tritt eine allmähliche Schließung des Absperrventils ein. Das in der Abb. 6 Bl. 34 in einem lothrechten Längsschnitt dargestellte Absperrventil ist im wesentlichen ebenso ausgebildet wie das Ventil in der Leitung zum Hebecylinder, insbesondere ist auch hier wieder der Schieber mit einem kleinen Rückschlagventil versehen, um das Abfließen des Wassers aus dem Drehcylinder bei Beginn des Kolbenrückganges zu ermöglichen. In einer Beziehung zeigen die Absperrventile der Drehcylinder jedoch eine Abweichung von dem zum Hebecylinder gehörigen Ventile, sie sind nämlich mit einer Abspritzvorrichtung versehen, die im gewöhnlichen Betriebe durch eine kräftige Spiralfeder geschlossen gehalten wird und nur in dem oben näher erläuterten Falle, wenn die bewegte Brücke in der Nähe ihrer Endlage von einem in ihrer Bewegungsrichtung wirkenden starken Windstofs getroffen wird und zur Verhütung eines Unfalles mit den beiden Drehkolben gebremst werden muß, in Thätigkeit tritt. Die Spiralfeder ist für 85 Atmosphären Druck im Ventilkörper bemessen.

Bei den Probewebungen der Brücken stellte sich heraus, daß die Brücken kurz vor dem Erreichen der Endlage einige Zeit stehen blieben und dann die letzte Strecke ganz langsam zurücklegten. Auf diesem Theil des Weges ist der

Widerstand der oben schon erwähnten und später näher zu erörternden Buffer zu überwinden und beim Einschwenken der Brücke auch der Pendelschlitten am Ende des kurzen Brückenarmes in die richtige Lage zu bringen. Diese Widerstände waren groß genug, um die Brücke in ihrer Bewegung zu hemmen, und da das Absperrventil in der Zuleitung zu den Drehzylindern bereits nahezu geschlossen war, konnte das Druckwasser nur noch langsam in den den treibenden Kolben enthaltenden Drehcylinder einströmen, um die Brücke von neuem in Bewegung zu setzen und darin zu erhalten. Um diesem Uebelstande, der das Öffnen und Schließen der Brücke erheblich verzögerte, abzuhelfen, wurden in den Schieberspiegel des Absperrventils einige Schlitze von zusammen 7,5 qmm Querschnitt eingefeuert, und damit ist ein voller Erfolg erzielt worden.

Die Buffer sind so angeordnet worden, daß sich die Brücken genau in einer ihrer beiden Endlagen befinden, wenn der zugehörige Bufferkolben vollständig zurückgedrückt ist. Sie können dann gesenkt werden und setzen sich dabei nicht nur auf ihre Auflager auf, sondern, wenn die Brücken eingeschwenkt wurden, steht auch ein an dem langen Brückenarm angebrachter Riegel genau über einer Klinke an der kleinen festen Brücke, sodaß der lange Brückenarm beim Absenken der Brücke selbstthätig verriegelt wird. Daß diese Stellung erreicht ist, wird dem dienstthuenden Maschinisten wieder durch das Ertönen einer Glocke angezeigt, die übrigens zum Unterschied von der während des Hebens und Senkens der Brücke ertönenden, mit tiefem Klang versehenen Glocke ganz hell läutet. Auch diese Glocke wird elektrisch betrieben und kommt dadurch in Wirksamkeit, daß zwei an dem Brückenüberbau angebrachte Contactstifte durch einen an dem Bufferkörper angebrachten Platinstreifen leitend mit einander verbunden werden und dadurch einen Stromkreis schließen, in den die Glocke und ein Element eingeschaltet sind. Außerdem kann der Brückenmaschinist die jeweilige Stellung der Brücke auch an einem mechanisch betriebenen Drehzeiger, der sich seinem Standort vor den Steuervorrichtungen gerade gegenüber befindet, jederzeit erkennen. Der Drehzeiger bewegt sich an einem mit Mafseintheilung versehenen Bogenstück entlang.

(Fortsetzung folgt.)

Vereinfachte Berechnung der Monatsmittel der nach Fußmafs beobachteten Wasserstände.

Von Dr. Karl Fischer in Berlin.

(Alle Rechte vorbehalten.)

Bei der Bearbeitung der noch nach altem Mafse beobachteten Wasserstände ist die Berechnung der Monatsmittel, wenn man sie in der gewöhnlichen Weise vornimmt, etwas umständlich. Denn selbst unter Benutzung eigens dazu geschaffener Zahlentafeln kostet es auf die Dauer einige Zeit, die oft recht hohen Monatssummen erst in neues Maf zu verwandeln und dann noch durch die Zahl der Beobachtungen zu theilen; noch unvortheilhafter aber dürfte es sein, beide Rechnungsvorgänge in umgekehrter Folge an einander zu reihen. Beachtet man nun aber, daß ein Fuß bei den gebräuchlichsten der früheren Mafse ungefähr 30

oder 31 cm lang ist, so bietet sich sofort ein Weg, auf dem sich jene beiden zunächst von einander unabhängigen Rechnungsvorgänge in einfachster Weise mit einander verbinden lassen. Denn sobald die zu Grunde liegenden Messungen, wie dies bei der überwiegenden Mehrzahl der Pegelablesungen der Fall war, nur einmal täglich angestellt sind, steuert jeder Fuß der Monatssumme zum Monatsmittel ungefähr einen Centimeter bei; eine Monatssumme von f Fußsen ergibt also ein Monatsmittel von annähernd f cm, und zur genaueren Bestimmung des letzteren bedarf es nur noch eines verhältnißmäfsig kleinen Zuschlagsgliedes, das, sobald

es sich um häufige Rechnungen dieser Art handelt, die Aufstellung besonderer Tafeln sehr wohl verlohnt.

Der Vereinfachung halber werde vorausgesetzt, dafs die Beobachtungen nur in Fufsen und ganzen Zollen erfolgt seien oder doch ein Grad der Genauigkeit genüge, der die Abrundung der Monatssumme auf Fufse und ganze Zolle gestattet. Bei altem preussischem Mafse (1 Fufs = 0,3138535 m), für das jenes Zuschlagsglied stets positiv ist, bleibt der durch eine solche Abrundung hervorgerufene Fehler des Monatsmittels stets unter $\frac{1}{2}$ mm. Ferner werde nach Zulassung jener Abrundung das Monatsmittel nur in ganzen Centimetern verlangt; es werde also in einen neuen Fehler, jetzt aber im Betrage bis zu $\frac{1}{2}$ cm gewilligt. Dann lassen sich die Tafeln für das Zuschlagsglied am zweckmäfsigsten wohl in der umstehend angegebenen Weise anordnen.

Zur Erläuterung dieser Tafeln diene beispielsweise der Fall, dafs es sich um einen 31tägigen Monat handle und die Monatssumme, die immer ohne Rücksicht auf das Vorzeichen betrachtet sei, aus einer gewissen Anzahl von Fufsen und 2 Zollen bestehe. Die mit 2" überschriebene Spalte der Tafel a) besagt alsdann in Verbindung mit deren linker Randspalte folgendes: So lange die Anzahl der Fufse nicht gröfser als 26 ist, beträgt das Monatsmittel nur ebensoviele Centimeter, als die Summe Fufse enthält. Bewegt sich die Zahl der Fufse in letzterer dagegen zwischen 27 und 107, beide Grenzen mit eingeschlossen, so ist zum Zwecke der Bildung des Mittels die Zahl 1 zur Zahl der Fufse hinzuzuschlagen, sodafs z. B. einer Monatssumme von 100' 2" ein Monatsmittel von 101 cm entspricht. Bis einschliesslich 187 Fufs macht der Zuschlag alsdann 2 cm aus u. s. f., und in dieser Weise tragen die 12 Spalten der Tafeln den 12 Fällen Rechnung, dafs die Monatssumme mit 0,1...11 Zollen endet. Der Zuschlag erscheint also, was für die Rechnung besonders angenehm ist, immer als ein solcher zu der vollen Fufszahl, und hierbei braucht nicht erst geprüft zu werden, ob die gegebene Zahl von Fufsen näher an diesem oder jenem Werthe der Tafel liegt, sondern letztere enthält unmittelbar die Beträge, bei deren Ueberschreitung das Zuschlagsglied einen Sprung ausführt.

Es seien noch folgende Beispiele herausgegriffen:

Monatssumme:	300'9"	300'10"	300'7"	300'8"	300'2"	300'3"
Zahl der Tage:	31	31	30	30	28	28
Monatsmittel (cm):	304	305	314	315	336	337

Herzustellen sind die Tafeln in folgender Weise: Die Monatssumme belaufe sich auf f Fufse und z Zolle oder also $(f + \frac{z}{12})$ Fufs; der betreffende Monat umfasse $(31 - t)$ Tage. Es seien also f, z und t positive ganze Zahlen einschliesslich der Null, unter denen jedoch z nie gröfser als 11, t nie gröfser als 3 sei. Das Monatsmittel kann alsdann gleich $(f + d)$ cm gesetzt werden, wo d von f, z und t abhängig ist, hier aber nur in seiner Abhängigkeit von f betrachtet und demgemäfs mit $d(f)$ bezeichnet werden möge; die folgende Darstellung soll sich also auf bestimmte, wenn auch beliebige Werthe von z und t beziehen und nur f in ihr als veränderlich gelten. Ist ein Fufs des zu Grunde liegenden Mafses nun $(31 + \alpha)$ cm lang, so entspricht der oben angenommenen Monatssumme folgendes Monatsmittel (in cm):

$$(1) \frac{(f + \frac{z}{12})(31 + \alpha)}{31 - t} = \frac{(f + \frac{z}{12})[(31 - t) + (t + \alpha)]}{31 - t} = f + \delta(f),$$

wo

$$(2) \delta(f) = \frac{z}{12} + (f + \frac{z}{12}) \frac{t + \alpha}{31 - t} = f \cdot \frac{t + \alpha}{31 - t} + \frac{z}{12} \cdot \frac{31 + \alpha}{31 - t}$$

ist. Das Zuschlagsglied ist hierbei noch nicht mit $d(f)$, sondern vorerst mit $\delta(f)$ bezeichnet, da es zunächst eine gebrochene Gröfse bildet, während d eine ganze Zahl sein soll. Der Zusammenhang zwischen beiden Gröfsen besteht darin, dafs

d	an der Stelle von 0 auf 1 wächst, wo	$\delta = \frac{1}{2}$,
d	" " " " 1 " 2 " " "	$\delta = \frac{2}{3}$
d	" " " " n " $n + 1$ " " "	$\delta = n + \frac{1}{2}$

ist. Das letztere tritt aber ein für

$$(3) f = (n + \frac{1}{2} - \frac{z}{12}) \frac{31 - t}{t + \alpha} - \frac{z}{12} = (n + \frac{1}{2}) \frac{31 - t}{t + \alpha} - \frac{z}{12} \cdot \frac{31 + \alpha}{t + \alpha}$$

Wird der so bestimmte Werth von f mit $f_{n+\frac{1}{2}}$ bezeichnet, so ist

$$f_{n+\frac{1}{2}} - f_{n-\frac{1}{2}} = \frac{31 - t}{t + \alpha};$$

bei positivem α , wie z. B. bei früherem preussischem Mafse ($\alpha = 0,38535$) ist also $f_{n+\frac{1}{2}}$ stets gröfser als $f_{n-\frac{1}{2}}$, während sonst bei entsprechenden Werthen von t der Nenner $t + \alpha$ negativ werden kann und der Zuschlag dann bei festem z mit wachsendem f ständig abnimmt. So lange nur positive Monatssummen betrachtet werden, hat der nicht abgerundete Zuschlag δ seinen Höchstwerth im algebraischen Sinne alsdann für $f = 0$. Der Betrag desselben:

$$\delta(0) = \frac{z}{12} \cdot \frac{31 + \alpha}{31 - t}$$

ist leicht abzuschätzen, da er stets kleiner ist, als wenn man in ihm das negative α durch 0, t durch seinen Höchstwerth 3 und z durch seinen Höchstbetrag 11 ersetzt, was $\frac{11}{12} \cdot \frac{31}{28}$ oder $1\frac{5}{336}$ ergibt. Der abgerundete Zuschlag d kann also nie über 1 wachsen und auch diesen Werth nur dann annehmen, wenn z gröfser als 6 ist. Denn noch für $f = 0, z = 6$ ist

$$\delta = \frac{1}{2} \cdot \frac{31 + \alpha}{31 - t} = \frac{1}{2} \left\{ \frac{31 - t}{31 - t} + \frac{t + \alpha}{31 - t} \right\} = \frac{1}{2} \left\{ 1 + \frac{t + \alpha}{31 - t} \right\},$$

also kleiner als $\frac{1}{2}$, da ja $t + \alpha$ negativ sein soll, und eine Vergrößerung von f oder Verringerung von z würde δ noch weiter vermindern. Bei einem negativen Werthe von $t + \alpha$ wird also die Tafel am zweckmäfsigsten in der Weise anzuordnen sein, dafs sie mit der Zeile beginnt, bis zu der d noch gleich 1 ist, während dann entsprechend die Zeilen für $d = 0, -1, -2 \dots$ folgen.

Da sich die Zahlen $f_{n \pm \frac{1}{2}}$ bei gegebener Mafsart und Monatslänge immer um feststehende Beträge von einander unterscheiden und zu dem nur die grössten Ganzen gebraucht werden, die in ihnen enthalten sind, so ist für ihre Ermittlung die Rechenmaschine wie geschaffen, und man kann mit ihrer Hülfe die Tafeln, von deren Verwendbarkeit ich mich Jahre lang (auch für altes Wiener Mafs, wo $\alpha = 0,61$ ist) unter vielem Zeitgewinn überzeugt habe, fast mühelos

Altes preussisches Maß (1 Fuß = 0,3138535 m)

a) 31tägige Monate.

Der Zuschlag beträgt cm:	0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	11"	
0	bis 40'	33'	26'	19'	13'	6"							
1	"	120	113	107	100	93	86	79'	73'	66'	59'	52'	46'
2	"	201	194	187	180	173	167	160	153	146	140	133	126
3	"	281	274	267	261	254	247	240	234	227	220	213	206
4	"	362	355	348	341	334	328	321	314	307	300	294	287
5	"	442	435	428	422	415	408	401	394	388	381	374	367
6	"	522	516	509	502	495	488	482	475	468	461	455	448
7	"	603	596	589	582	576	569	562	555	549	542	535	528
8	"	683	677	670	663	656	649	643	636	629	622	615	609
9	"	764	757	750	743	737	730	723	716	709	703	696	689
10	"	844	837	831	824	817	810	803	797	790	783	776	770

b) 30tägige Monate.

Zuschlag (cm):	0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	11"	
0	bis 10'	8'	7'	5'	3'	1"							
1	"	32	30	28	26	24	23	21'	19'	17'	15'	13'	11'
2	"	54	52	50	48	46	44	42	40	39	37	35	33
3	"	75	73	72	70	68	66	64	62	60	58	56	55
4	"	97	95	93	91	89	88	86	84	82	80	78	76
5	"	119	117	115	113	111	109	107	105	104	102	100	98
6	"	140	138	136	135	133	131	129	127	125	123	121	119
7	"	162	160	158	156	154	152	151	149	147	145	143	141
8	"	184	182	180	178	176	174	172	170	168	167	165	163
9	"	205	203	201	200	198	196	194	192	190	188	186	184
10	"	227	225	223	221	219	217	216	214	212	210	208	206
11	"	249	247	245	243	241	239	237	235	233	232	230	228
12	"	270	268	266	265	263	261	259	257	255	253	251	249
13	"	292	290	288	286	284	282	281	279	277	275	273	271
14	"	314	312	310	308	306	304	302	300	298	297	295	293
15	"	335	333	331	329	328	326	324	322	320	318	316	314
16	"	357	355	353	351	349	347	345	344	342	340	338	336
17	"	378	377	375	373	371	369	367	365	363	361	360	358
18	"	400	398	396	394	393	391	389	387	385	383	381	379
19	"	422	420	418	416	414	412	410	409	407	405	403	401
20	"	443	442	440	438	436	434	432	430	428	426	425	423
21	"	465	463	461	459	458	456	454	452	450	448	446	444
22	"	487	485	483	481	479	477	475	474	472	470	468	466
23	"	508	507	505	503	501	499	497	495	493	491	490	488
24	"	530	528	526	524	523	521	519	517	515	513	511	509
25	"	552	550	548	546	544	542	540	538	537	535	533	531

c) 29tägige Monate.

Zuschlag (cm):	0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	11"	
0	bis 6'	4'	3'	2'	1'								
1	"	18	17	16	14	13	12'	11'	10'	9'	8'	7'	6'
2	"	30	29	28	27	26	24	23	22	21	20	19	18
3	"	42	41	40	39	38	37	35	34	33	32	31	30
4	"	54	53	52	51	50	49	48	47	45	44	43	42
5	"	66	65	64	63	62	61	60	59	58	56	55	54
6	"	79	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	66
7	"	91	90	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79
8	"	103	102	101	100	98	97	96	95	94	93	92	91
9	"	115	114	113	112	111	110	108	107	106	105	104	103
10	"	127	126	125	124	123	122	121	119	118	117	116	115
11	"	139	138	137	136	135	134	133	132	131	129	128	127
12	"	151	150	149	148	147	146	145	144	143	142	141	139
13	"	164	163	161	160	159	158	157	156	155	154	153	152
14	"	176	175	174	172	171	170	169	168	167	166	165	164
15	"	188	187	186	185	184	182	181	180	179	178	177	176
16	"	200	199	198	197	196	195	194	192	191	190	189	188
17	"	212	211	210	209	208	207	206	205	203	202	201	200
18	"	224	223	222	221	220	219	218	217	216	215	213	212
19	"	237	235	234	233	232	231	230	229	228	227	226	225
20	"	249	248	247	245	244	243	242	241	240	239	238	237
21	"	261	260	259	258	257	255	254	253	252	251	250	249
22	"	273	272	271	270	269	268	266	265	264	263	262	261
23	"	285	284	283	282	281	280	279	278	276	275	274	273
24	"	297	296	295	294	293	292	291	290	289	287	286	285
25	"	310	308	307	306	305	304	303	302	301	300	299	297
26	"	322	321	319	318	317	316	315	314	313	312	311	310
27	"	334	333	332	331	329	328	327	326	325	324	323	322
28	"	346	345	344	343	342	341	339	338	337	336	335	334
29	"	358	357	356	355	354	353	352	350	349	348	347	346
30	"	370	369	368	367	366	365	364	363	362	360	359	358

29tägige Monate (Fortsetzung).

Zuschlag (cm):	0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	11"	
31	bis 382'	381'	380'	379'	378'	377'	376'	375'	374'	373'	371'	370'	
32	"	395	394	392	391	390	389	388	387	386	385	384	383
33	"	407	406	405	403	402	401	400	399	398	397	396	395
34	"	419	418	417	416	415	413	412	411	410	409	408	407
35	"	431	430	429	428	427	426	425	423	422	421	420	419
36	"	443	442	441	440	439	438	437	436	434	433	432	431
37	"	455	454	453	452	451	450	449	448	447	446	444	443
38	"	468	466	465	464	463	462	461	460	459	458	457	456
39	"	480	479	478	476	475	474	473	472	471	470	469	468
40	"	492	491	490	489	487	486	485	484	483	482	481	480
41	"	504	503	502	501	500	499	497	496	495	494	493	492
42	"	516	515	514	513	512	511	510	509	507	506	505	504
43	"	528	527	526	525	524	523	522	521	520	518	517	516
44	"	541	539	538	537	536	535	534	533	532	531	530	528
45	"	553	552	550	549	548	547	546	545	544	543	542	541

d) 28tägige Monate.

Zuschlag (cm):	0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	11"	
0	bis 4'	3'	2'	1'	1'								
1	"	12	11	10	10	9	8'	7'	6'	6'	5'	4'	3'
2	"	20	19	19	18	17	16	15	14	13	12	12	
3	"	28	28	27	26	25	25	24	23	22	21	21	20
4	"	37	36	35	34	34	33	32	31	31	30	29	28
5	"	45	44	43	43	42	41	40	40	39	38	37	36
6	"	53	52	52	51	50	49	49	48	47	46	46	45
7	"	62	61	60	59	58	58	57	56	55	55	54	53
8	"	70											

zusammenstellen. Für die Richtigkeit der Rechnung bieten sich dabei mancherlei Proben, unter denen besonders die folgende hervorgehoben sei: Die Geltung der angewandten Formeln ist naturgemäß durchaus nicht an die Einschränkungen gebunden, die den Gröfsen f und z bisher auferlegt sind. So kann z. B. z auch sehr wohl gröfser als 11 sein, und wenn man in der Gleichung (3) für diese Gröfse der Reihe nach die Zahlen 12, 13 . . . 23 einsetzt, so erhält man im wesentlichen dieselben Werthe von f , wie für $z = 0,1 . . . 11$, nur sämtlich um 1 vermindert und auferdem gehört das neue $(f-1)$, wenn f vorher zu $\delta = n + \frac{1}{2}$ gehörte, jetzt mit $\delta = n + \frac{3}{2}$ zusammen. Die oben mitgetheilten Tafeln sind dieser Nachprüfung unterzogen worden, und man darf hierin wohl eine gewisse Gewähr dafür sehen, dafs die Abrundungen, die zum Zwecke der wirklichen Ausrechnung bei den einzelnen Coefficienten nothwendig vorgenommen werden mußten, sich nicht zu Fehlerquellen summirt haben.

Nützlich ist vielleicht noch der Hinweis, dafs die Tafeln leicht auch über ihren Umfang hinaus benutzt werden können, wenn man die Fehlergrenze für das Ergebnifs nur ein wenig weiter bemifst. Man braucht ja eine Monatssumme, die sich selbst in der Tafel nicht mehr vorfindet, nur so in einzelne Bestandtheile zu zerlegen, dafs diese wieder der Tafel angehören. Zweckmäßiger Weise wird man dies in der Weise ausführen, dafs die Tafel bei möglichst vielen Theilsummen, nämlich bei allen mit Ausnahme der dann nicht mehr willkürlich wählbaren letzten, ein möglichst genaues Ergebnifs liefert. Dies ist aber bei denjenigen Monatssummen der Fall, die zwischen zwei senkrecht auf einander folgenden Tafelwerthen entweder genau in der Mitte oder aber um $\frac{1}{2}$ oder 1 über derselben liegen, und zwar läfst sich zeigen, dafs bei derartigen Monatssummen der Fehler des Monatsmittels höchstens $(t + \alpha) : (31 - t)$ cm beträgt. Wäre also

z. B. für einen 31 tägigen Monat eine Monatssumme von 750 preussischen Fufs gegeben, die Tafel aber nur bis auf 500 Fufs berechnet, so könnte man jene Summe etwa in 402 (Mitte zwischen 362 und 442) und 348 Fufs zerlegen und so das Mittel im Betrage von $750 + (5 + 4) = 759$ cm finden, der sich auch bei unmittelbarer Benutzung der Tafel ergibt.

Die obigen Ausführungen sind gerade der Bearbeitung der Wasserstände und einer hierfür angemessenen Fehlergrenze angepafst. Ist letztere enger zu wählen, so wird zuweilen schon die Einschaltung von Bruchtheilen des Centimeters zwischen den Zeilen und von Bruchtheilen des Zolles zwischen den Spalten der Tafeln zum Ziele führen. Eine noch gründlichere Abhilfe kann man sonst in der Weise schaffen, dafs man die in der Monatssumme auftretenden Zolle und Bruchtheile eines Zolles zunächst in Decimaltheile eines Fusses umrechnet. Die Tabelle für das Zuschlagsglied kann man dann etwa von Millimeter zu Millimeter fortschreiten lassen. So beträgt z. B. bei altem preussischen Mafse für einen 31 tägigen Monat der Zuschlag 0 mm, solange die Monatssumme nicht über 4,022 Fufs hinausgeht, dann 1 mm bis zu 12,066 Fufs, 2 mm bis 20,111 Fufs und z. B. 100 mm von 800,442 bis zu 808,485 Fufs, so dafs einer Monatssumme im Betrag von 803 Fufs und $5\frac{3}{4}$ Zollen oder also 803,479 Fufs ein Mittel im Betrage von $(803,5 + 10,0)$ cm oder also 8,135 m entspricht, wobei die 5 in der dritten Stelle aber als erhöht zu betrachten ist. Der Zuschlag erscheint also jetzt als ein solcher zu der ganzen in Fufs ausgedrückten Monatssumme, die im allgemeinen eine gebrochene Gröfse ist. Die neue Tafel für das Zuschlagsglied würde dagegen den Vortheil bieten, ähnlich wie eine Logarithmentafel nur in einfacher Richtung fortzuschreiten und nicht mehr eine Trennung nach der verschiedenen Anzahl von Zollen nöthig zu machen.

Der krumme Balken.

Vom Baurath Adolf Francke in Herzberg a. Harz.

(Alle Rechte vorbehalten.)

Es möge ein Balken betrachtet werden, dessen Längsachse eine stetig gebogene, in ein und derselben Ebene liegende Linie bildet und der lediglich in dieser Ebene liegende Kräfte aufzunehmen hat, dessen elastische Verbiegung mithin eine ebene Curve bildet.

Diese Linie der elastischen Verbiegung werde bezogen auf die Achse des unverbogenen Balkens, indem der zu betrachtende Punkt durch die von einem festen Ursprung ab gemessene Länge s der Balkenachse bestimmt wird und die Durchbiegung z lothrecht zur Achse, also in der jeweiligen Richtung des Krümmungshalbmessers gemessen wird. Der Querschnitt F des Balkens, lothrecht zur Achse genommen, sei symmetrisch zur Biegungebene. Es bezeichne E das Elasticitätsmafs des Balkenmaterials, J das Trägheitsmoment des Querschnitts in Bezug auf die neutrale Achse der Biegung, r den Krümmungshalbmesser des krummen, jedoch elastisch noch unverbogenen, ρ den Krümmungs-

halbmesser des elastisch verbogenen Balkens. Alsdann gilt die bekannte Gleichung: $EJ \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{r} \right) = \pm M$, wenn M das innere Biegungsmoment bedeutet.

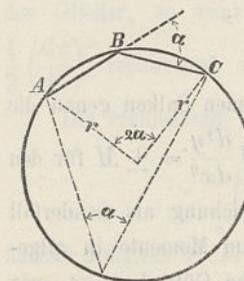


Abb. 1.

Weil ein Kreis (Abb. 1) eindeutig bestimmt ist durch drei Punkte A, B, C , die Gröfse des Halbmessers r aber gegeben ist durch die Bogenlänge $\widehat{ABC} = a$ und durch den Winkel α der beiden Sehnen AB und BC in der Beziehung: $2\alpha r = a$, so führt ein Vergleich des Balkenelements AC oder $2ds$ des elastisch nicht gespannten krummen Balkens mit dem entsprechenden Element $A_1B_1C_1$ des elastisch gespannten Balkens (Abb. 2) zu folgender einfachen Beziehung:

$$2\alpha r = \text{Bogenlänge } \widehat{ABC} = 2ds,$$

$$2\alpha_1 \rho = \text{Bogenlänge } \widehat{A_1B_1C_1}.$$

Für Fälle der Praxis sind die elastischen Verschiebungen als kleine Größen gegen die entsprechenden Größen des elastisch unverschobenen Balkens anzusehen.

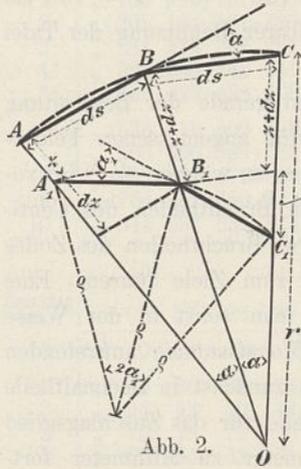


Abb. 2.

Insbesondere sei $\frac{dx}{ds}$ stets eine gegen die Einheit verschwindende Zahl und dementsprechend auch x verschwindend gegen r . — Unter dieser Voraussetzung ist, für genügend kleine Werthe ds , das Verhältniß der Curvenlänge ABC (Abb. 2) zur Curvenlänge $A_1B_1C_1$ von der Einheit rechnerisch nicht verschieden. Indem die Neigung der Geraden

A_1B_1 gegen die Gerade AB den Werth $\frac{dx}{ds} \left(\frac{r-x}{r} \right) = \frac{dx}{ds}$,

die Neigung der Geraden B_1C_1 gegen die Gerade BC den Werth $\frac{dx + d^2x}{ds}$ hat, so ist:

$$\frac{A_1B_1 + B_1C_1}{ds} = \left(\frac{r-x}{r} \right) \left[\left(1 + \left(\frac{dx}{ds} \right)^2 \right)^{1/2} + \left(1 + \left(\frac{dx + d^2x}{ds} \right)^2 \right)^{1/2} \right]$$

$$= \left(1 - \frac{x}{r} \right) \left[2 + \frac{1}{2} \left(\frac{dx}{ds} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{dx + d^2x}{ds} \right)^2 \right]$$

vom Werthe 2 und mithin von $\frac{AB + BC}{ds}$ nicht verschieden.

Also ist, für genügend kleinen Werth ds :

$$\frac{\widehat{ABC}}{\widehat{A_1B_1C_1}} = 1, \frac{\alpha r}{\alpha_1 \rho} = 1$$

und also $\alpha r = \alpha_1 \rho = ds$.

Nun ist $\alpha_1 = \alpha + \frac{d^2x}{ds}$, indem für die kleinen Werthe $\frac{dx}{ds}, \frac{d^2x}{ds}$, die Werthe des Sinus, der Tangente, des Winkels

vertauschbare Zahlen sind und A_1B_1 gegen AB um $\frac{dx}{ds}$, B_1C_1 gegen BC um $\frac{dx}{ds} + \frac{d^2x}{ds}$ im gleichen Sinne gedreht ist. Also

$$\text{ist } \frac{1}{r} = \frac{\alpha}{ds}, \frac{1}{\rho} = \frac{\alpha + \frac{d^2x}{ds}}{ds}, \text{ woraus folgt: } \frac{1}{\rho} - \frac{1}{r} = \frac{d^2x}{ds^2}, \text{ und}$$

hieraus folgt die Grundgleichung der elastischen Verbiegung des krummen Balkens:

$$I. \quad EJ \frac{d^2x}{ds^2} = \pm M.$$

Diese Gleichung I. hat für den krummen Balken genau die gleiche Bedeutung, wie die Gleichung $EJ \frac{d^2y}{dx^2} = \pm M$ für den geraden Balken, sie umfaßt letztere Gleichung als Sonderfall und stellt die Beziehung der Biegung zum Momente in allgemeinerer Bedeutung dar. Die rechnerische Gültigkeit ist, wie bei dem geraden, so bei dem krummen Balken, geknüpft an die Bedingung des Verschwindens der elastischen Drehung $\frac{dy}{dx}$,

$\frac{dx}{ds}$ gegen die Einheit. Denn die zweite Bedingung des Verschwindens der Größe der Durchbiegung gegen den Krümmungshalbmesser ist, wenigstens für gewöhnliche, praktisch-technische Fälle stets erfüllt, sobald als die erstere Bedingung erfüllt ist.

Eine besondere Beachtung und Betrachtung würden in dieser Beziehung lediglich Federwerke, namentlich Spiralfedern erfordern, indem für derartige elastisch beanspruchte Körper häufig weder die Bedingung des Verschwindens von $\frac{dx}{ds}$, noch von $\frac{x}{r}$ gegen die Einheit mit genügender Genauigkeit stattfindet.

Der Zahlenwerth J fällt für die meisten praktischen Fälle rechnerungsmäßig genau mit dem Zahlenwerth des auf die Schwerpunktsachse bezogenen Trägheitsmomentes zusammen. Im übrigen steht nichts im Wege, die Rechnung namentlich für den praktisch fast ausschließlich, oder doch bei weitem vorwiegend in Betrachtung kommenden Fall des nach einem Kreisbogen gekrümmten Balkens nach der mathematisch genauen Anschauung der der Krümmung entsprechend verschobenen neutralen Biegungsachse des Querschnitts durchzuführen.

Man kann die Grundgleichung: $EJ \frac{d^2x}{ds^2} = \pm M$, wie bei dem geraden, so bei dem krummen Balken nicht nur anwenden zur Aufstellung der Formeln für die elastischen Verschiebungen bereits in ihren Beanspruchungen statisch bestimmter Träger, sondern ebensowohl in Umkehrung des Ermittlungsweges dieselbe als Grundlage für die noch anzustellenden Berechnungen der noch unbekanntenen Beanspruchungen wählen.

Wählen wir in obiger Gleichung für M das Zeichen —, setzen wir also:

$$EJ \frac{d^2x}{ds^2} = -M,$$

so drücken wir damit aus, daß dasjenige Biegemoment als positiven Sinnes angesehen werden soll, welches den positiven Werth $\frac{dx}{ds}$ zu vermindern trachtet. Wird x in Richtung nach dem Krümmungsmittelpunkt als positiv bezeichnet, so erscheint damit für den krummen Balken dasjenige Moment als positiv,

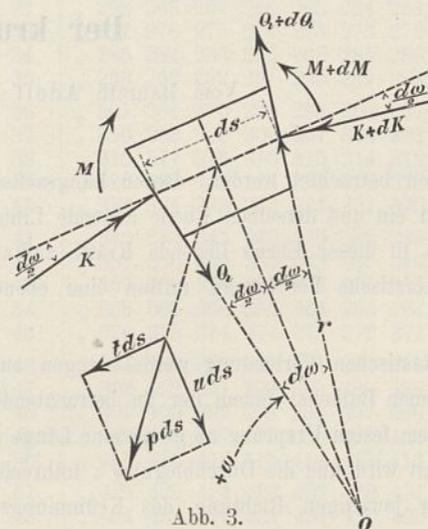


Abb. 3.

welches die vorhandene Krümmung vermindert, also den Krümmungshalbmesser vergrößert.

Ist J unverändert, so folgt aus

$$EJ \frac{d^2x}{ds^2} = -M$$

durch Bildung der Ableiteten nach s :

$$EJ \frac{d^3x}{ds^3} = - \frac{dM}{ds}$$

Nach Maßgabe der Bezeichnungen der Abb. 3 ergibt sich,

indem man die Momentengleichung in Bezug auf die Mitte der Bogenlinie ds aufstellt:

$$dM + (2Q + dQ) \frac{ds}{2} \cos \frac{d\omega}{2} + (K + dK - K) \frac{ds}{2} \sin \frac{d\omega}{2} = 0$$

und der Einfluss unendlich kleiner Größen zweiter Ordnung

in Fortfall kommt: $dM + Q ds = 0$, und also ist für unveränderliches J :

$$1) \quad EJ \frac{d^3 \kappa}{ds^3} = + Q,$$

worin Q die innere Querkraft, lothrecht zur Balkenachse, also in Richtung des Krümmungshalbmessers wirkend, bedeutet und Q als positiv zu nehmen ist, wenn die Richtung am — im Sinne des Wachsens der Coordinaten s, ω — positiven Endquerschnitt des Balkenstückes vom Krümmungsmittelpunkt abgewandt ist.

Bezeichnet K die Längskraft des Balkens, also den lothrecht zu Querschnitt und Krümmungshalbmesser stehenden Druck, u die lothrechte, also in Richtung des Krümmungshalbmessers wirkende Belastung auf die Einheit der Balkenachse, t die entsprechende Tangentialbelastung, so gelten, indem man alle Kräfte in Richtung der Mittellinie und der Senkrechten zu dieser zerlegt, ferner die Differentialgleichungen:

$$dQ \cos \frac{d\omega}{2} - u ds + 2K \sin \frac{d\omega}{2} = 0,$$

$$t ds + dK \cos \frac{d\omega}{2} - 2Q \sin \frac{d\omega}{2} = 0$$

und, indem $ds = r d\omega$, ergibt sich daher:

$$2) \quad K = ur - \frac{dQ}{d\omega},$$

$$3) \quad Q = tr + \frac{dK}{d\omega}.$$

Wir betrachten zunächst den für die Praxis vorzugsweise wichtigen, kreisförmig gleichmäßig gekrümmten Balken mit zwei Widerlagern, indem wir also r als unveränderlichen Werth annehmen.

Allgemeine Darstellung des Ganges der Berechnung der elastischen Verhältnisse und der inneren Kräfte des beliebig belasteten Kreisbogenträgers.

Ist r unveränderlich, so folgt aus der Differentialgleichung 1):

$\frac{EJ d^3 \kappa}{r^3 d\omega^3} = Q$ die abgeleitete Gleichung: $\frac{EJ d^4 \kappa}{r^3 d\omega^4} = \frac{dQ}{d\omega}$ und daher aus 2) und 3):

$$4) \quad K = ur - \frac{EJ d^4 \kappa}{r^3 d\omega^4},$$

$$5) \quad Q = r \left[t + \frac{du}{d\omega} \right] - \frac{EJ d^5 \kappa}{r^3 d\omega^5},$$

und mithin lautet die Grundgleichung der elastischen Durchbiegung κ :

$$II. \quad \frac{EJ}{r^4} \left(\frac{d^3 \kappa}{d\omega^3} + \frac{d^5 \kappa}{d\omega^5} \right) = t + \frac{du}{d\omega}.$$

Das allgemeine Integral κ dieser Differentialgleichung II. stellt mithin allgemein die Durchbiegung κ des Kreisbogen-

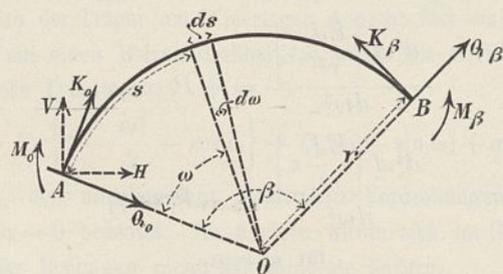


Abb. 4.

trägers dar. Es enthält allgemein fünf zunächst unbekannte Integrationsfestwerthe, entsprechend der fünffachen Integration.

Zur Bestimmung dieser fünf Unbekannten ergeben sich aber stets aus der Natur der Aufgabe fünf Bedingungsgleichungen. Ist das Gesetz der Vertheilung der Belastungen t, u , wie wir hier zunächst lediglich einer einfachen Ausdrucksweise zu Liebe annehmen wollen, über die ganze Ausdehnung A, B des Bogens AB (Abb. 4) gleichmäßig gültig, so erhalten wir eine einzige für die ganze Ausdehnung des Bogens gültige Gleichung. Wählen wir etwa das linksseitige Widerlager A als Ursprung, ist etwa der Träger an beiden Widerlagern fest eingemauert, so gelten die vier Gleichungen, für $\omega = 0$, für $\omega = \beta$ ist $\kappa = 0, \frac{d\kappa}{d\omega} = 0$.

Ist das Träger-Ende A eingemauert, das Ende B um einen festen Bolzen drehbar, so gelten die vier Bedingungen:

$$\kappa_0 = \kappa_\beta = 0; \quad \frac{d\kappa}{d\omega_0} = 0, \quad \frac{d^2 \kappa}{d\omega^2_\beta} = 0.$$

In allen Fällen kommt als fünfte Bedingung noch die Unverschieblichkeit der Bogen-Enden in Richtung der Tangente, also in Bogen s selbst, hinzu. Man kann dieser Bedingung die einfache Form geben:

$$\int_0^\beta \kappa d\omega = \int_0^\beta \frac{K ds}{FE} = \frac{r}{EF} \int_0^\beta K d\omega$$

d. h. die durch K veranlasste elastische Zusammenpressung der Bogenachse ist gleich der infolge der Durchbiegung κ entstehenden Verkürzung der Curvenlänge. Die Richtigkeit dieser Be-

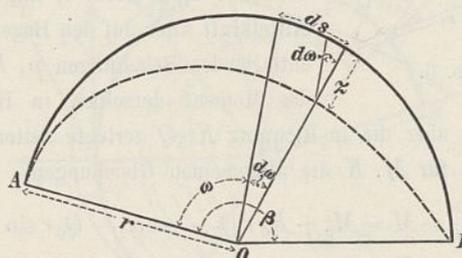


Abb. 5.

dingungsgleichung zeigt ein Blick auf Abbildung 5. Analytisch kann man dieselbe ableiten durch Vergleichung der beiden, um elastische Größen unterschiedenen Längen AB und $A_1 B_1$ der Abbildung 2:

$$A_1 B_1 = AB \left(1 - \frac{\kappa}{r} \right) \left(1 + \frac{1}{2} \left(\frac{d\kappa}{ds} \right)^2 \right) = ds \left(1 - \frac{\kappa}{r} + \frac{1}{2} \left(\frac{d\kappa}{ds} \right)^2 - \frac{1}{2} \frac{\kappa}{r} \left(\frac{d\kappa}{ds} \right)^2 \right)$$

$$\Sigma [AB - A_1 B_1] = \Sigma ds \left[\frac{\kappa}{r} - \frac{1}{2} \left(\frac{d\kappa}{ds} \right)^2 + \frac{1}{2} \frac{\kappa}{r} \left(\frac{d\kappa}{ds} \right)^2 \right].$$

In dieser Summenformel ist nun der Einfluss des ersten Gliedes $\frac{\kappa}{r}$ vollständig überwiegend gegen den Einfluss der folgenden Glieder, so zwar, dass für praktische Fälle die Werthe $\frac{1}{2} \left(\frac{d\kappa}{ds} \right)^2$ rechnerisch ohne Einfluss sind.

Die rechnerische Genauigkeit der Gleichung

$$\int_0^\beta \kappa d\omega = \frac{r}{EF} \int_0^\beta K d\omega$$

kommt lediglich in Frage für sehr flach gewölbte Bogenträger. Solche erfordern aber an und für sich ein gesondertes Rechenverfahren, weil, sobald die Durchbiegung κ gegen die auf die Sehne bezogene Pfeilhöhe rechnerisch nicht mehr verschwindet, eine Vertauschung der elastisch veränderten und der elastisch

unveränderten Gebilde in Bezug auf die Kräftevertheilung nicht mehr zulässig ist, daher für solche Fälle, bei Auftreten einer Längskraft S, K , weder das Gesetz algebraischen Summirens der einzelnen Wirkungen, noch überhaupt die Rechnung einfacher Biegung gültig bleibt, vielmehr der wenig gekrümmte, wie der gerade Balken für solche Fälle auf Grund der Rechnung der Zug- bzw. Druckbiegung behandelt werden muß. Wir schließen daher für die folgenden Betrachtungen sehr flachgewölbte Bogen ausdrücklich aus.

Für Fälle der Praxis ist es häufig rechnerisch einfacher, nicht von der Differentialgleichung II. auszugehen, sondern einen die noch unbekanntten Kräfte des Widerlagers und die bekannten Kräfte der Belastung enthaltenden analytischen Ausdruck für das allgemeine Moment M und die Längskraft K unvermittelt nach dem jeweilig vorliegenden Bilde der Kräfte aufzustellen und alsdann aus diesen beiden Ausdrücken heraus die elastischen Veränderungen, sowie die Beanspruchungen des Balkens abzuleiten. Gehen wir wieder (Abb. 4) von einem Widerlager A

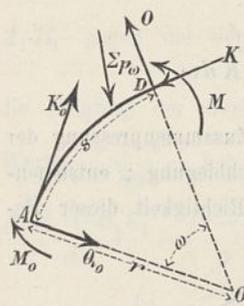


Abb. 6.

als Ursprung aus, stellen wir die in A einwirkenden Widerlagerkräfte allgemein durch die Wahl dreier bestimmter mathematischer Zeichen fest, wählen wir hierfür beispielsweise die drei Werthe der Längskraft K_0 , der Querkraft Q_0 , des Momentes M_0 , angreifend in A , bezeichne Σp_ω (Abb. 6) allgemein die Mittelkraft aller auf den Bogen $s = r\omega$ entfallenden Belastungen p, P , sei M_p das Moment derselben in Bezug auf

D , K_p, Q_p aber die in Richtung K, Q zerlegte Seitenkraft, so erhalten wir für M, K die allgemeinen Gleichungen:

$$-\frac{EJ}{r^2} \frac{d^2 \alpha}{d\omega^2} = M = M_0 + K_0 r (1 - \cos \omega) - Q_0 r \sin \omega - M_p,$$

$$K = Q_0 \sin \omega + K_0 \cos \omega - K_p,$$

und nach zweimaliger Integration der ersteren Gleichung erhalten wir wiederum die allgemeine Gleichung für α mit den Unbekannten M_0, K_0, Q_0 und den beiden der zweifachen Integration entsprechenden Festwerthen, welche fünf unbekanntten Werthe wiederum durch die fünf aus der Natur der Sache sich ergebenden Bedingungen bestimmt sind.

Der durch Einzelkräfte belastete Bogenträger.

Für den durch beliebig gerichtete Einzelkräfte belasteten Bogenträger ist $t = u = 0$ zu setzen, und es gelten die Differentialgleichungen:

$$M = -\frac{EJ}{r^2} \frac{d^2 \alpha}{d\omega^2}; \quad Q = \frac{EJ}{r^3} \frac{d^3 \alpha}{d\omega^3} = -\frac{EJ}{r^3} \frac{d^5 \alpha}{d\omega^5}$$

$$K = -\frac{EJ}{r^3} \frac{d^4 \alpha}{d\omega^4}, \quad \frac{d^3 \alpha}{d\omega^3} + \frac{d^5 \alpha}{d\omega^5} = 0$$

mit dem allgemeinen Integral:

$$\alpha = A + B\omega + C\omega^2 + D \sin \omega + G \cos \omega,$$

wenn A, B, C, D, G die fünf willkürlichen Integrationsfestwerthe bedeuten. Wir wollen die allgemeine Function $F(\omega) = A + B\omega + C\omega^2 + D \sin \omega + G \cos \omega$ kurz allgemein mit Ω bezeichnen.

In Abb. 7 stellen wir einen durch beliebige Kräfte P belasteten Kreisbogenträger dar.

Ist nun $\alpha_1 = A_1 + B_1\omega + C_1\omega^2 + D_1 \sin \omega + G_1 \cos \omega$ die Gleichung der Durchbiegung α auf der ersten Strecke I, von $\omega = 0$ bis $\omega = \alpha_1$, so sind A_1, B_1, C_1, D_1, G_1 für feste Ein-

mauerung der Träger-Enden gebunden an die Bedingung: für $\omega = 0, \alpha = 0, \frac{d\alpha}{d\omega} = 0$, und wir erhalten mithin die Gleichung:

$$\alpha_1 = G_1 (\cos \omega - 1) + D_1 (\sin \omega - \omega) + C_1 \omega^2$$

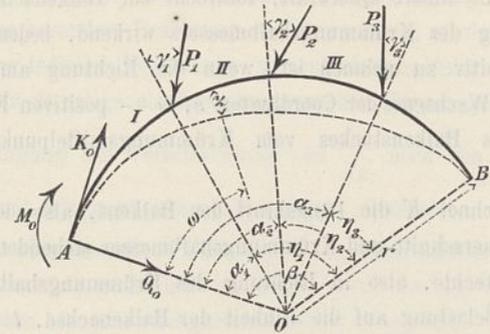


Abb. 7.

oder, wenn wir etwa die zur Bestimmung der Auflagerwirkung in A angenommenen drei Festwerthe Q_0, K_0, M_0 augenscheinlich erscheinen lassen wollen:

$$\frac{EJ}{r^3} \alpha_1 = K_0 \left\{ 1 - \frac{\omega^2}{2} - \cos \omega \right\} + Q_0 \{ \omega - \sin \omega \} - \frac{M_0}{r} \frac{\omega^2}{2}.$$

Greift nun im Winkelpunkt α_1 eine neue Einzellast P_1 an der Bogenachse an, deren Richtungslinie mit dem Fahrstrahl daselbst den Winkel γ_1 bilden möge, so können wir die für die Strecke II gültige Gleichung α schreiben in der Form:

$$\frac{EJ}{r^3} \alpha_{II} = \frac{EJ}{r^3} \alpha_1 + P_1 \cos \gamma_1 \{ \omega - \alpha_1 - \sin (\omega - \alpha_1) \}$$

$$- P_1 \sin \gamma_1 \left\{ 1 - \frac{(\omega - \alpha_1)^2}{2} - \cos (\omega - \alpha_1) \right\},$$

weil an der Bogenstelle α_1 die Querkraft Q einen Sprung um $+ P_1 \cos \gamma_1$, die Längskraft K einen Sprung um $- P_1 \sin \gamma_1$ macht, die beiden verschiedenen Gleichungen

$$\frac{EJ}{r^3} \alpha_I = \Omega_I, \quad \frac{EJ}{r^3} \alpha_{II} = \Omega_{II}$$

aber durch die Bedingung aneinander gebunden sind, daß an dem gemeinsamen Punkte $\omega = \alpha_1$ ihrer Gültigkeit die aus ihnen fließenden Werthe $\alpha, \frac{d\alpha}{d\omega}, \frac{d^2\alpha}{d\omega^2}$ die gleichen sein müssen,

während $\frac{EJ}{r^3} \frac{d^3\alpha}{d\omega^3}, \frac{EJ}{r^3} \frac{d^4\alpha}{d\omega^4}$ eben den un stetigen Sprung $+ P_1 \cos \gamma_1, + P_1 \sin \gamma_1$ machen müssen. Der Gleichungsunterschied:

$$\Delta \left[\frac{EJ}{r^3} \alpha \right] = \frac{EJ}{r^3} \alpha_{II} - \frac{EJ}{r^3} \alpha_I$$

muß mithin den Bedingungen entsprechen:

$$\Delta \left[\frac{EJ}{r^3} \alpha \right] = \frac{d \Delta \left[\frac{EJ}{r^3} \alpha \right]}{d\omega} = \frac{d^2 \Delta \left[\frac{EJ}{r^3} \alpha \right]}{d\omega^2} = 0,$$

$$\frac{d^3 \Delta \left[\frac{EJ}{r^3} \alpha \right]}{d\omega^3} = + P_1 \cos \gamma_1$$

$$\frac{d^4 \Delta \left[\frac{EJ}{r^3} \alpha \right]}{d\omega^4} = + P_1 \sin \gamma_1$$

für $\omega = \alpha_1$.

Durch diese fünf Bedingungen ist die Function

$$\Delta \left[\frac{EJ}{r^3} \alpha \right] = \Omega \text{ eindeutig bestimmt, und man erhält:}$$

$$\Delta \left[\frac{EJ}{r^3} z \right] = P_1 \left[\cos \gamma_1 \{ \omega - \alpha_1 - \sin(\omega - \alpha_1) \} - \sin \gamma_1 \left(1 - \frac{(\omega - \alpha_1)^2}{2} - \cos(\omega - \alpha_1) \right) \right].$$

Mithin können wir die Gesamtheit aller verschiedenen einzelnen Gleichungen für die Strecken I, II . . . , bezogen auf den gleichen Ursprung *A*, schreiben:

$$\frac{EJ}{r^2} z = K_0 \left(1 - \frac{\omega^2}{2} - \cos \omega \right) + Q_0 (\omega - \sin \omega) - \frac{M_0 \omega^2}{r} + \Sigma \left[P \cos \gamma \{ \omega - \alpha - \sin(\omega - \alpha) \} - P \sin \gamma \left(1 - \frac{(\omega - \alpha)^2}{2} - \cos(\omega - \alpha) \right) \right]$$

wo in Σ für die betreffende Strecke stets bei dem betreffenden Gliede abzubrechen ist. Die Zahlenwerthe K_0, Q_0, M_0 aber sind bestimmt durch die Bedingungen:

$$\frac{EJ}{r^3} z_{\beta} = 0; \quad \frac{EJ}{r^3} \frac{dx}{d\omega_{\beta}} = 0; \quad \Sigma \int z d\omega = \frac{r}{EF} \Sigma \int K d\omega.$$

In der letzteren Gleichung hat sich die Integration über sämtliche einzelne Strecken zu erstrecken. Mit Bezug auf die Beziehung: $\int K d\omega = -\frac{EJ}{r^3} \frac{d^3 z}{d\omega^3} = -Q$ kann man dieselbe schreiben:

$$\Sigma \int z d\omega = \frac{J}{Fr^2} [Q_0 + \Sigma P \cos \gamma - Q_{\beta}].$$

Indem $-Q_{\beta}$ die am Endquerschnitt wirkende, nach dem Krümmungsmittelpunkt zu gerichtete Querkraft vorstellt, umfaßt der Ausdruck $[Q_0 + \Sigma P \cos \gamma - Q_{\beta}]$ die Summe aller einzelnen an dem Träger in Richtung des Halbmessers wirkenden Kräfte.

Eine Ausführung der drei Bedingungsgleichungen ergibt:

$$\begin{aligned} K_0 \left(1 - \frac{\beta^2}{2} - \cos \beta \right) + Q_0 (\beta - \sin \beta) - \frac{M_0 \beta^2}{r} \\ = \Sigma P \sin \gamma \left(1 - \frac{\eta^2}{2} - \cos \eta \right) - \Sigma P \cos \gamma (\eta - \sin \eta), \\ K_0 (\sin \beta - \beta) + Q_0 (1 - \cos \beta) - \frac{M_0}{r} \beta \\ = \Sigma P \sin \gamma (\sin \eta - \eta) - \Sigma P \cos \gamma (1 - \cos \eta), \\ K_0 \left\{ \beta - \frac{\beta^3}{6} - \left(1 + \frac{J}{Fr^2} \right) \sin \beta \right\} + Q_0 \left\{ \frac{\beta^2}{2} - (1 - \cos \beta) \left(1 + \frac{J}{Fr^2} \right) \right\} \\ - \frac{M_0 \beta^3}{r} = \Sigma P \sin \gamma \left\{ \eta - \frac{\eta^3}{6} - \left(1 + \frac{J}{Fr^2} \right) \sin \eta \right\} \\ - \Sigma P \cos \gamma \left\{ \frac{\eta^2}{2} - \left(1 + \frac{J}{Fr^2} \right) (1 - \cos \eta) \right\}. \end{aligned}$$

Wäre der Träger am Ende *B* nicht eingemauert, sondern um einen Bolzen drehbar, so würden die drei Gleichungen zur Bestimmung von K_0, Q_0, M_0 lauten:

$$\frac{EJ}{r^3} z_{\beta} = 0; \quad \frac{EJ}{r^3} \frac{d^2 z}{d\omega_{\beta}^2} = 0; \quad \Sigma \int z d\omega = \frac{r}{EF} \Sigma \int K d\omega.$$

Wäre der Träger am Widerlager *A* nicht fest eingemauert, sondern um einen Bolzen drehbar, so würde die Gleichung auf der Strecke I lauten:

$$\frac{EJ}{r^3} z = K_0 \left\{ 1 - \frac{\omega^2}{2} - \cos \omega \right\} + Q_0 (\omega - \sin \omega) + \varphi_0 \frac{EJ}{r^2} \omega,$$

wenn φ_0 den unbekanntten, elastischen Verdrehungswinkel im Punkte $\omega = 0$ bedeutet. Im übrigen würde sich im Gange und Wesen der Rechnung nicht das mindeste ändern.

Wäre der Träger im Punkte *A* nicht unveränderlich in Bezug auf elastische Drehung, setzte er daselbst einer Drehung lediglich einen federartigen Widerstand entgegen, so würde weder

M_0 noch $\varphi_0 = 0$ zu setzen sein, und die Gleichung auf der Strecke I würde lauten:

$$\frac{EJ}{r^3} z = K_0 \left(1 - \frac{\omega^2}{2} - \cos \omega \right) + Q_0 (\omega - \sin \omega) - \frac{M_0 \omega^2}{r^2} + \frac{\varphi_0 EJ \omega}{r^2}.$$

Die Werthe M_0, φ_0 aber würden verbunden sein durch eine einfache lineare Gleichung $M_0 = -W \varphi_0$, wenn W der dem Drehungswinkel 1 entsprechende Momentenwiderstand des elastisch gegen Drehung gebundenen Trägers ist.

Die hier gegebene Darstellung gilt allgemein, nicht also etwa lediglich für einen im Sinne eines Gewölbes belasteten Bogenträger, sondern für jeden an zwei Punkte angeschlossenen kreisförmigen Balken, für positive oder negative Werthe K, P . — Griffe in irgend einem Punkte $\omega = \lambda$ an den Balken ein äußeres Drehmoment M an, so würde der Gleichungsfolge $\frac{EJ}{r^3} z = \Omega$ das Gleichungsglied $\pm \frac{M(\omega - \lambda)^2}{2r}$ an der betreffenden Stelle, mit dem dem Drehungssinn von M entsprechenden Vorzeichen einzufügen sein.

Ist (Abb. 8) das eine Ende *A* eines durch beliebige Einzelwirkungen belasteten Kreisbogenträgers fest eingemauert, das

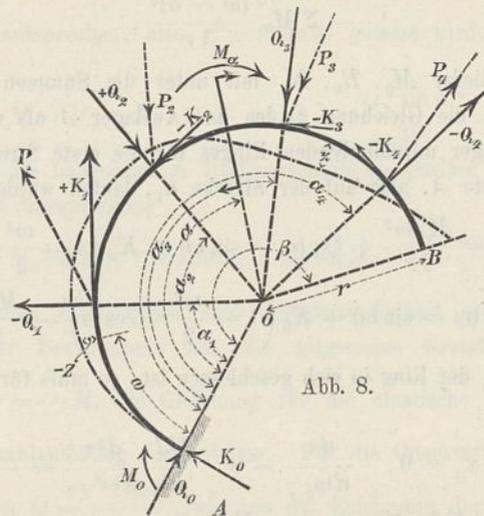


Abb. 8.

zweite Ende *B* aber völlig frei, so entsprechen in der Gleichungsfolge der elastischen Durchbiegung z :

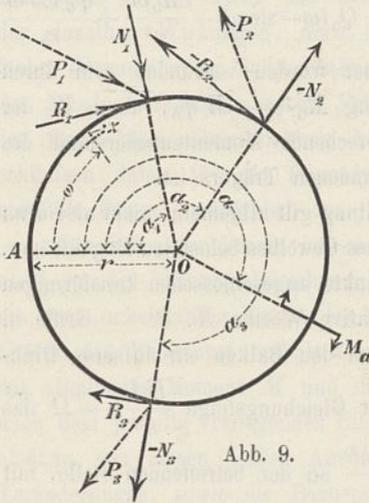
$$\begin{aligned} \frac{EJ}{r^3} z = K_0 \left(1 - \frac{\omega^2}{2} - \cos \omega \right) + Q_0 (\omega - \sin \omega) - \frac{M_0 \omega^2}{2r} + \Sigma K \left\{ 1 - \frac{(\omega - \alpha)^2}{2} - \cos(\omega - \alpha) \right\} \\ + \Sigma Q [(\omega - \alpha) - \sin(\omega - \alpha)] - \Sigma M_{\alpha} \frac{(\omega - \alpha)^2}{2r}, \end{aligned}$$

die selbstverständlich auch sofort durch einfache unvermittelte Kräftezerlegung bestimmten Werthe K_0, Q_0, M_0 den drei Bedingungen

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 z}{d\omega_{\beta}^2} &= 0, & \text{Moment} \\ \frac{d^3 z}{d\omega_{\beta}^3} &= 0, & \text{Querkraft} \\ \frac{d^4 z}{d\omega_{\beta}^4} &= 0, & \text{Längskraft} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{am unbelasteten} \\ \text{Ende} = 0. \end{array}$$

Für $r = \infty, \omega = 0, r\omega = x, K = 0, M_0 = 0, r^3(\omega - \sin \omega) = \frac{r^3 \omega^3}{3!}$ ist diese Gleichung von der gewöhnlichen Biegunsgleichung des durch lothrechte Lasten Q belasteten geraden Balkens nicht verschieden.

Die Darstellung gilt für jeden beliebigen Werth β , insbesondere auch für $\beta = 2\pi$, also für den ringförmigen Balken.



Sei beispielsweise A der einzige feste Auflagerungspunkt eines (Abb. 9) beliebig belasteten Ringes, sei A als Ursprung gewählt, bezeichne M_A, Q_A, K_A die inneren Kräfte im Ringe dicht vor A, M_0, K_0, N_0 aber die durch das Auflager A übertragenen Kräfte, so kann die Gleichungsfolge z aller Strecken geschrieben werden:

$$\frac{EJ}{r^3} z = -\frac{M_A \omega^2}{2r} + Q_A (\omega - \sin \omega) + K_A \left(1 - \frac{\omega^2}{2} - \cos \omega\right) + \sum N \{ \omega - \alpha - \sin(\omega - \alpha) \} + \sum K \left\{ 1 - \frac{(\omega - \alpha)^2}{2} - \cos(\omega - \alpha) \right\} - \sum M_\alpha \frac{(\omega - \alpha)^2}{1r},$$

wo die Glieder M_0, R_0, N_0 mit unter die Summen bezogen sind, also die Gleichung z des das Auflager A als kontinuierlicher Träger durchlaufenden Ringes für die erste Strecke nach dem Punkte A , also auf der Strecke α_1 , lauten würde:

$$\frac{EJ}{r^3} z = -\frac{M_A \omega^2}{2r} + Q_A (\omega - \sin \omega) + K_A \left(1 - \frac{\omega^2}{2} - \cos \omega\right) + N_0 (\omega - \sin \omega) + K_0 \left(1 - \frac{\omega^2}{2} - \cos \omega\right) - \frac{M_0 \omega^2}{2r}.$$

Weil der Ring in sich geschlossen ist, so muß für $\omega = 2\pi$ stattfinden:

$$z_{2\pi} = z_A = 0, \quad \frac{dz}{d\omega}_{2\pi} = 0, \quad \frac{EJ}{r^2} \frac{d^2 z}{d\omega^2}_{2\pi} = -M_A, \\ \frac{EJ}{r^3} \frac{d^3 z}{d\omega^3} = Q_A; \quad \frac{EJ}{r^3} \frac{d^4 z}{d\omega^4} = -K_A.$$

Eine Ausführung der letzteren drei Bedingungen liefert keine Beziehung zwischen Q_A, K_A, M_A , vielmehr die Bedingung des Gleichgewichts sämtlicher äußerer Kräfte, also die statisch leicht bestimmbareren Werthe M_0, K_0, Q_0 .

Die Zahlenwerthe M_A, Q_A, K_A der inneren Kräfte des Balkens unmittelbar vor A sind aber bestimmt durch die Gleichungen:

$$z_{2\pi} = 0; \quad \frac{dz}{d\omega}_{2\pi} = 0; \quad \sum \int z d\omega = \sum \int \frac{rKd\omega}{EF}.$$

Der Bogenträger unter dem Einfluss der Belastung durch sein Eigengewicht.

Wirken (Abb. 10) auf einen Bogenträger stetig und gleichmäßig über die Bogenlänge s vertheilte, gleichgerichtete Kräfte p auf die Bogeneinheit, wird der veränderliche Bogenwinkel ω von der Geraden OA ab gemessen, welche zur Senkrechten auf p den Winkel $+\epsilon$, im positiven Drehsinne der Ebene, einschließt, so ist zu setzen:

$$t = p \cos(\omega + \epsilon), \quad u = p \sin(\omega + \epsilon),$$

wo die Richtungen von t, u im Sinne der Abb. 3 genommen sind.

Man erhält mithin aus: $\frac{EJ}{r^4} \left\{ \frac{d^3 z}{d\omega^3} + \frac{d^5 z}{d\omega^5} \right\} = t + \frac{du}{d\omega}$ für diesen Fall die Differentialgleichung:

$$\frac{EJ}{r^4} \left[\frac{d^3 z}{d\omega^3} + \frac{d^5 z}{d\omega^5} \right] = 2p \cos(\omega + \epsilon)$$

mit dem allgemeinen Integral:

$$z = A + B\omega + C \frac{\omega^2}{2} + D \sin \omega + H \cos \omega + \frac{pr^4}{EJ} \omega \cos(\omega + \epsilon)$$

oder kürzer geschrieben:

$$z = \Omega + \frac{pr^4}{EJ} \omega \cos(\omega + \epsilon),$$

worin Ω wieder die vorhin angegebene Functionsbedeutung hat, A, B, C, D, H fünf willkürliche Festwerthe bedeuten.

Durch Bildung der Abgeleiteten folgt:

$$\frac{dz}{d\omega} = B + C\omega + D \cos \omega - H \sin \omega + \frac{pr^4}{EJ} [\cos(\omega + \epsilon) - \omega \sin(\omega + \epsilon)] \\ \frac{d^2 z}{d\omega^2} = C - D \sin \omega - H \cos \omega + \frac{pr^4}{EJ} [-2 \sin(\omega + \epsilon) - \omega \cos(\omega + \epsilon)] \\ \frac{d^3 z}{d\omega^3} = -D \cos \omega + H \sin \omega + \frac{pr^4}{EJ} [-3 \cos(\omega + \epsilon) + \omega \sin(\omega + \epsilon)] \\ \frac{d^4 z}{d\omega^4} = D \sin \omega + H \cos \omega + \frac{pr^4}{EJ} [4 \sin(\omega + \epsilon) + \omega \cos(\omega + \epsilon)] \\ \frac{d^5 z}{d\omega^5} = D \cos \omega - H \sin \omega + \frac{pr^4}{EJ} [5 \cos(\omega + \epsilon) - \omega \sin(\omega + \epsilon)]$$

und in dem Ausdruck:

$$\left[-D \cos \omega + H \sin \omega + \frac{pr^4}{EJ} (-3 \cos(\omega + \epsilon) + \omega \sin(\omega + \epsilon)) \right] \\ + \left[D \cos \omega - H \sin \omega + \frac{pr^4}{EJ} (5 \cos(\omega + \epsilon) - \omega \sin(\omega + \epsilon)) \right] \\ = \frac{2pr^4}{EJ} \cos(\omega + \epsilon)$$

ist mithin die gegebene Differentialgleichung:

$$\frac{d^3 z}{d\omega^3} + \frac{d^5 z}{d\omega^5} = \frac{2pr^4}{EJ} \cos(\omega + \epsilon)$$

allgemein, bei willkürlicher Wahl der Werthe A, B, C, D, H erfüllt.

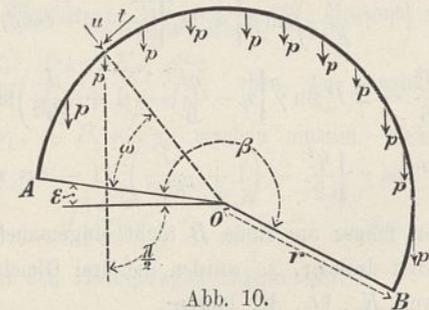


Abb. 10.

Diese Integrationswerthe A, B, C, D, H bestimmen sich aber wiederum aus der Natur der Sache für den je vorliegenden Einzelfall. Ist beispielsweise der Bogen am Auflager A fest eingemauert, so folgt aus $\omega = 0, z = 0, \frac{dz}{d\omega} = 0$ die Gleichung

$$z = D (\sin \omega - \omega) \\ + H (\cos \omega - 1) + \frac{C\omega^2}{2} + \frac{pr^4}{EJ} \omega [\cos(\omega + \epsilon) - \cos \epsilon].$$

Ist nun etwa der Bogenträger auch bei B unveränderlich eingemauert, so sind die Werthe D, H, C bestimmt durch die drei Gleichungen:

$$z_\beta = 0, \quad \frac{dz}{d\omega}_\beta = 0,$$

$$\int_0^\beta z d\omega = \frac{r}{EF} \int_0^\beta K d\omega = \frac{r}{EF} \left[Q_0 + r \int_0^\beta u d\omega - Q_\beta \right],$$

während außerdem die Beziehungen gelten:

$$M = -\frac{EJ}{r^2} \frac{d^2 z}{d\omega^2}, \quad Q = +\frac{EJ}{r^3} \frac{d^3 z}{d\omega^3},$$

$$K = \mu r - \frac{EJ}{r^3} \frac{d^4 z}{d\omega^4} = pr \sin(\omega + \epsilon) - \frac{EJ}{r^3} \frac{d^4 z}{d\omega^4}.$$

Der durch sein Eigengewicht, sowie durch beliebige Einzelkräfte belastete Bogenträger.

Ist ein Bogenträger durch die stetige gleichgerichtete Last p auf die Bogeneinheit belastet, greifen außerdem noch beliebige

Einzellasten P und Einzelmomente M den Bogen in beliebigen Punkten α an, so können wir, wenn Abb. 11 wiederum das linksseitige Widerlager A als Ursprung gewählt wird, die für die erste Strecke α_1 gültige Gleichung z_1 genau wie im Beispiel der Abb. 10, ableiten und dieselbe,

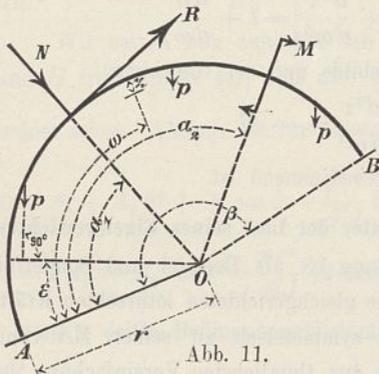


Abb. 11.

sofern der Bogen bei A fest eingemauert ist, schreiben:

$$z_1 = D (\sin \omega - \omega) + H (\cos \omega - 1) + \frac{C\omega^2}{2} + \frac{pr^4}{EJ} \omega [\cos \omega - \epsilon] - \cos \epsilon].$$

Hierin erscheint in $\omega \cos(\omega - \epsilon)$ der negative Werth ϵ entsprechend der negativen Drehung der Geraden OA gegen die Senkrechte zur Richtung p .

Zerlegen wir die Einzellasten P in ihrem Angriffspunkt α in die Seitenkräfte N lothrecht zur Kreislinie, R lothrecht zum Halbmesser, so können wir die Gesamtheit aller Gleichungen wiederum zusammenfassen in der Gleichungsfolge:

$$z = z_1 + \frac{r^3}{EJ} \left\{ \sum N [\omega - \alpha - \sin(\omega - \alpha)] + \sum R \left[1 - \frac{(\omega - \alpha)^2}{2} - \cos(\omega - \alpha) \right] - \sum M_\alpha \frac{(\omega - \alpha)^2}{2r} \right\},$$

wo in Σ stets bei dem betreffenden Gliede abzubrechen ist für je die betreffende Strecke, denn das vordem bezüglich des durch die Einzelwirkungen P, M verursachten Gleichungsunterschiedes $\Delta[z] = z_{II} - z_I$ Gesagte gilt auch hier und würde hier wörtlich wiederholt werden können.

Zu demselben Ergebniss gelangt man auch sofort durch die Betrachtung des algebraischen Zusammenfassens der Einzelwirkungen. Die Zahlenwerthe D, H, C aber sind auch hier, wenn der Träger in B als fest eingemauert zu betrachten ist, bestimmt durch die Bedingungen:

$$z_\beta = 0; \quad \frac{dz}{d\omega_\beta} = 0;$$

$$\Sigma \int z d\omega = \frac{r}{EF} \Sigma \int K d\omega = \frac{r}{EF} \left[Q_0 + \Sigma N + \int_0^\beta ur d\omega - Q_\beta \right].$$

Ableitung der analytischen Gleichungen für die Durchbiegung z aus dem Kräftebilde.

Abb. 12 stelle einen Bogenträger dar, der die lothrechten Kräfte q zu tragen hat, die sich stetig über die Wagerechte x

vertheilen mögen. q werde als beliebige Function von x gedacht, lediglich der Kürze des Ausdrucks wegen wählen wir für q

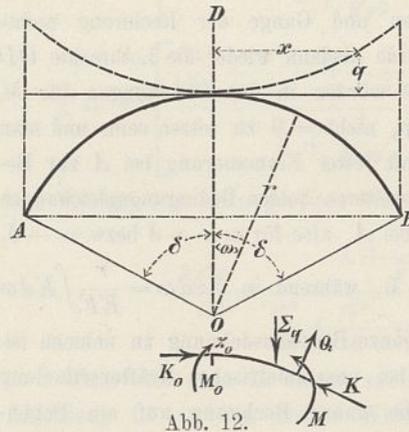


Abb. 12.

die auf OD als Ursprung bezogene symmetrische Function $q = ax^4$ und setzen den Bogen als symmetrisch zu OD voraus. Wir wählen den Symmetriepunkt D als Ursprung. In demselben ist die Querkraft $= 0$, es wirken daselbst lediglich die inneren Kräfte K_0, M_0 . Die auf eine Länge x entfallende Be-

lastung ist $\Sigma q = \frac{ax^5}{5}$, das Moment in Bezug auf das Ende einer Strecke ist $= \frac{ax^6}{30}$. Mithin ist das Moment im Querschnitt ω :

$M = M_0 + K_0 r (1 - \cos \omega) - \frac{ax^6}{30}$, wenn die Werthe x und ω einander entsprechen, also $x = r \sin \omega$ gesetzt wird, und wir erhalten:

$$M = M_0 + K_0 r (1 - \cos \omega) - \frac{ar^6 \sin^6 \omega}{30}.$$

Für die Längskraft K im Querschnitt ω erhalten wir durch einfache Kräftezerlegung

$$K = K_0 \cos \omega + (\Sigma q) \sin \omega = K_0 \cos \omega + \frac{ar^5 \sin^6 \omega}{5}.$$

Diese beiden Gleichungen sind hinreichend und erforderlich, um, unter Bezugnahme auf die allgemeine Grundgleichung $\frac{EJ}{r^2} \frac{d^2 z}{d\omega^2} = -M$, die Gleichung für die elastische Durchbiegung z zahlenmäßig festzustellen. Für die Querkraft Q folgt sowohl aus $Q = -\frac{dM}{rd\omega}$ wie aus der Zeichnung der Werth:

$$Q = -K_0 \sin \omega + \frac{ar^5 \sin^5 \omega \cos \omega}{5}.$$

Aus $\frac{EJ}{r^3} \frac{d^2 z}{d\omega^2} = -\frac{M}{r}$ folgt

$$\frac{EJ}{r^3} \frac{d^2 z}{d\omega^2} = -\frac{M_0}{r} + K_0 (\cos \omega - 1) + \frac{ar^5 \sin^6 \omega}{30}$$

und daraus, indem berücksichtigt wird, dafs für $\omega = 0, \frac{dz}{d\omega} = 0$ ist:

$$\frac{EJ}{r^3} \frac{dz}{d\omega} = -\frac{M_0 \omega}{r} + K_0 (\sin \omega - \omega) + \frac{ar^5}{30} \left[\frac{3 \cdot 5 \omega}{2 \cdot 4 \cdot 6} - \cos \omega \left(\frac{3 \cdot 5 \sin \omega}{2 \cdot 4 \cdot 6} + \frac{5}{4 \cdot 6} \sin \omega^3 + \frac{\sin \omega^5}{6} \right) \right],$$

und hieraus weiter, indem die elastische Durchbiegung im Symmetriepunkte mit z_0 bezeichnet wird:

$$\frac{EJ}{r^3} z = -\frac{M_0 \omega^2}{2r} + K_0 \left(1 - \cos \omega - \frac{\omega^2}{2} \right) + \frac{EJ}{r^3} z_0 + \frac{ar^5}{30} \left[\frac{3 \cdot 5 \cdot \omega^2}{4 \cdot 4 \cdot 6} - \frac{3 \cdot 5 \sin^2 \omega}{4 \cdot 4 \cdot 6} - \frac{5 \sin \omega^4}{4 \cdot 4 \cdot 6} - \frac{\sin \omega^6}{6 \cdot 6} \right].$$

Die drei Unbekannten z_0, M_0, K_0 der Gleichung sind aber bestimmt durch die drei Bedingungsgleichungen:

$$z_\delta = 0; \quad \frac{dz}{d\omega_\delta} = 0; \quad \int_0^\delta z d\omega = \frac{r}{EF} \int_0^\delta K d\omega.$$

Wäre die als Beispiel gewählte Belastung q nicht symmetrisch zu der durch O gezogenen Lothrechten OD , oder wäre der Bogen überhaupt nicht symmetrisch zur Belastungsrichtung, so würde sich im Wesen und Gange der Rechnung nichts Wesentliches ändern. Würde alsdann wieder die Lothrechte OD als Ursprung gewählt, so würden in den Gleichungen für M , K usw. die Werthe Q_0, q_0 nicht $= 0$ zu setzen sein, und man würde für einen Bogen mit fester Einmauerung bei A zur Bestimmung von Q_0, q_0 die weiteren beiden Bedingungsgleichungen erhalten, dafs eben auch bei A , also für $\omega = -\delta$ bzw. $= -\delta_1$ stattfindet: $\alpha = 0, \frac{d\alpha}{d\omega} = 0$, während in $\int \alpha d\omega = \frac{r}{EF} \int K d\omega$ die Integration über die ganze Bogenausdehnung zu nehmen ist. Im übrigen würde man bei unsymmetrischer Kräftevertheilung zweckmäfsig überhaupt die ganze Rechnung auf ein Bogenende, nicht die Bogenmitte, als Ursprung beziehen.

Selbstverständlich gelangt man zu dem genau gleichen Ergebnifs, wenn man sich nicht auf die Kräftezerlegung im zeichnerischen Bilde stützt, sondern unvermittelt die Differentialgleichung:

$$\frac{EJ}{r^4} \left(\frac{d^3 \alpha}{d\omega^3} + \frac{d^5 \alpha}{d\omega^5} \right) = t + \frac{du}{d\omega}$$

zu Grunde legt, die für das vorliegend gewählte Beispiel lautet, indem zu setzen ist $u = ar^4 \sin \omega^4 \cos \omega^2, t = -ar^4 \sin \omega^5 \cos \omega$:

$$\frac{EJ}{r^4} \left(\frac{d^3 \alpha}{d\omega^3} + \frac{d^5 \alpha}{d\omega^5} \right) = ar^4 \{ 4 \sin \omega^3 - 7 \sin \omega^5 \} \cos \omega$$

mit dem allgemeinen Integral:

$$\frac{EJ}{r^3} \alpha = A_1 + A_2 \omega + A_3 \omega^2 + A_4 \cos \omega + A_5 \sin \omega - ar^5 \left[\frac{\sin^2 \omega}{2 \cdot 4^2 \cdot 6} + \frac{\sin \omega^4}{4^2 \cdot 6^2} + \frac{\sin \omega^6}{5 \cdot 6^3} \right].$$

Durch Bildung der Abgeleiteten folgt:

$$\frac{EJ}{r^3} \frac{d\alpha}{d\omega} = A_2 + 2A_3 \omega - A_4 \sin \omega + A_5 \cos \omega - ar^5 \left[\frac{\sin \omega}{4^2 \cdot 6} + \frac{\sin \omega^3}{4 \cdot 6^2} + \frac{\sin \omega^5}{5 \cdot 6^2} \right] \cos \omega,$$

$$\frac{EJ}{r^3} \frac{d^2 \alpha}{d\omega^2} = 2A_3 - A_4 \cos \omega - A_5 \sin \omega - ar^5 \left[\frac{1}{4^2 \cdot 6} - \frac{\sin \omega^6}{5 \cdot 6} \right],$$

$$\frac{EJ}{r^3} \frac{d^3 \alpha}{d\omega^3} = A_4 \sin \omega - A_5 \cos \omega + ar^5 \left[\frac{\sin \omega^5 \cdot \cos \omega}{5} \right],$$

$$\frac{EJ}{r^3} \frac{d^4 \alpha}{d\omega^4} = A_4 \cos \omega + A_5 \sin \omega + ar^5 \left[\sin \omega^4 - \frac{6}{5} \sin \omega^6 \right],$$

$$\frac{EJ}{r^3} \frac{d^5 \alpha}{d\omega^5} = -A_4 \sin \omega + A_5 \cos \omega + ar^5 \left[4 \sin \omega^3 \cos \omega - \frac{6^2}{5} \sin \omega^5 \cos \omega \right],$$

woraus folgt

$$\frac{EJ}{r^3} \left[\frac{d^3 \alpha}{d\omega^3} + \frac{d^5 \alpha}{d\omega^5} \right] = ar^5 [4 \sin \omega^3 - 7 \sin \omega^5] \cos \omega,$$

wie die Erfüllung der allgemeinen Differentialgleichung

$$\frac{EJ}{r^3} \left[\frac{d^3 \alpha}{d\omega^3} + \frac{d^5 \alpha}{d\omega^5} \right] = t + \frac{du}{d\omega}$$

vorschreibt.

Drückt man nun die Integrationsfestwerthe A_1, A_2, \dots in den Werthen $\alpha_0, \frac{d\alpha}{d\omega} = 0, M_0, Q_0 = 0, K_0$ des Symmetrieschnittes OD aus, so erhält man für $\omega = 0$:

$$\frac{EJ}{r^3} \alpha_0 = A_1 + A_4; 0 = A_2 + A_5; -\frac{M_0}{r} = 2A_3 - A_4 - \frac{ar^5}{4^2 \cdot 6}$$

$$0 = A_5, K_0 = ur_0 - \frac{EJ}{r^3} \frac{d^4 \alpha}{d\omega^4} = -A_4 \text{ und daher}$$

$$A_1 = K_0 + \frac{EJ}{r^3} \alpha_0, A_3 = \frac{K_0}{2} - \frac{M_0}{2r} + \frac{ar^5}{2 \cdot 4^2 \cdot 6},$$

und wir erhalten nach Einsetzung dieser Werthe die Gleichung:

$$\frac{EJ}{r^3} \alpha = \frac{EJ}{r^3} \alpha_0 + K_0 \left[1 - \frac{\omega^2}{2} - \cos \omega \right] - \frac{M_0 \omega^2}{2r} + \frac{ar^5 \omega^2}{2 \cdot 4^2 \cdot 6} - ar^5 \left[\frac{\sin^2 \omega}{2 \cdot 4^2 \cdot 6} + \frac{\sin \omega^4}{4^2 \cdot 6^2} + \frac{\sin \omega^6}{5 \cdot 6^3} \right],$$

welche Gleichung mit der ersteren, ohne Bezugnahme auf die Beziehung:

$$\frac{EJ}{r^4} \left[\frac{d^3 \alpha}{d\omega^3} + \frac{d^5 \alpha}{d\omega^5} \right] = t + \frac{du}{d\omega}$$

unvermittelt aus dem Kräftebilde und der Gleichung:

$$\frac{EJ}{r^2} \frac{d^2 \alpha}{d\omega^2} = -M$$

aufgestellten Gleichung übereinstimmend ist.

Der symmetrische Bogen unter der Last seines Eigengewichtes.

Wir betrachten Abbildung 13 als Beispiel und Sonderfall den symmetrischen, durch die gleichgerichteten lothrechten Kräfte $p ds$ seines Eigengewichtes symmetrisch zu seiner Mittellinie belasteten Bogen, indem wir zur thunlichsten Vereinfachung der

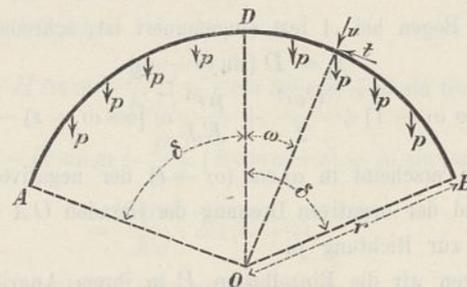


Abb. 13.

Rechnung die Symmetrieachse OD als Ursprung der Coordinaten ω wählen. Wir rechnen ω nach rechts als $+$, nach links als $-$ und erhalten:

$$u = p \cos \omega, t = -p \sin \omega, \frac{du}{d\omega} = -p \sin \omega,$$

$$\frac{EJ}{r^4} \left(\frac{d^3 \alpha}{d\omega^3} + \frac{d^5 \alpha}{d\omega^5} \right) = t + \frac{du}{d\omega}$$

und daher:

$$\frac{d^3 \alpha}{d\omega^3} + \frac{d^5 \alpha}{d\omega^5} = -\frac{2pr^4}{EJ} \sin \omega.$$

Daraus folgt das allgemeine Integral:

$$\alpha = \Omega - \frac{pr^4}{EJ} \omega \cdot \sin \omega$$

oder ausgeschrieben:

$$\alpha = A_1 + A_2 \omega + A_3 \omega^2 + A_4 \cos \omega + A_5 \sin \omega - \frac{pr^4 \omega}{EJ} \sin \omega.$$

Durch Bildung der Abgeleiteten folgt:

$$\frac{d\alpha}{d\omega} = A_2 + 2A_3 \omega - A_4 \sin \omega + A_5 \cos \omega - \frac{pr^4}{EJ} [\sin \omega + \omega \cos \omega],$$

$$\frac{d^2 \alpha}{d\omega^2} = 2A_3 - A_4 \cos \omega - A_5 \sin \omega - \frac{pr^4}{EJ} [2 \cos \omega - \omega \sin \omega],$$

$$\frac{d^3 \alpha}{d\omega^3} = A_4 \sin \omega - A_5 \cos \omega - \frac{pr^4}{EJ} [-3 \sin \omega - \omega \cos \omega],$$

$$\frac{d^4 \alpha}{d\omega^4} = A_4 \cos \omega + A_5 \sin \omega - \frac{pr^4}{EJ} [-4 \cos \omega + \omega \sin \omega],$$

$$\frac{d^5 \alpha}{d\omega^5} = -A_4 \sin \omega + A_5 \cos \omega - \frac{pr^4}{EJ} [5 \sin \omega + \omega \cos \omega].$$

Weil im Symmetrieschnitt, für $\omega = 0$, stattfindet $\frac{dz}{d\omega} = 0$, $Q = 0$, so ist $A_2 = 0$, $A_5 = 0$, und wir erhalten die Gleichung:

$$z = A_1 + A_3 \omega^2 + A_4 \cos \omega - \frac{pr^4}{EJ} \omega \sin \omega,$$

$$\frac{dz}{d\omega} = 2A_3 \omega - A_4 \sin \omega - \frac{pr^4}{EJ} [\sin \omega + \omega \cos \omega],$$

$$\frac{d^2z}{d\omega^2} = 2A_3 - A_4 \cos \omega - \frac{pr^4}{EJ} [2 \cos \omega - \omega \sin \omega],$$

$$\frac{d^3z}{d\omega^3} = A_4 \sin \omega - \frac{pr^4}{EJ} [-3 \sin \omega - \omega \cos \omega],$$

$$\frac{d^4z}{d\omega^4} = A_4 \cos \omega - \frac{pr^4}{EJ} [-4 \cos \omega + \omega \sin \omega].$$

Wir setzen nun zunächst den Fall, dass der Bogen in A und B frei drehbar sei, dass also etwa daselbst Charniere angeordnet seien. Alsdann ist für $\omega = \pm \delta$, $z = 0$, $\frac{d^2z}{d\omega^2} = 0$ also:

$$0 = A_1 + A_3 \delta^2 + A_4 \cos \delta - \frac{pr^4}{EJ} \delta \sin \delta,$$

$$0 = 2A_3 - A_4 \cos \delta - \frac{pr^4}{EJ} [2 \cos \delta - \delta \sin \delta].$$

Als dritte Bedingungsgleichung erhalten wir aus:

$$K = ur - \frac{EJ}{r^3} \frac{d^4z}{d\omega^4}; \int_0^\delta z d\omega = \frac{r}{EF} \int_0^\delta K d\omega,$$

$$\left[A_1 \omega + A_3 \frac{\omega^3}{3} + A_4 \sin \omega + \frac{pr^4}{EJ} (\omega \cos \omega - \sin \omega) \right]_0^\delta$$

$$= \frac{r}{EF} \left[pr \sin \omega - \frac{EJ}{r^3} \left(A_4 \sin \omega + \frac{pr^4}{EJ} (3 \sin \omega + \omega \cos \omega) \right) \right]_0^\delta,$$

$$A_1 \delta + A_3 \frac{\delta^3}{3} + A_4 \sin \delta \left(1 + \frac{J}{Fr^2} \right)$$

$$= \frac{pr^4}{EJ} [\sin \delta - \delta \cos \delta] - \frac{pr^2}{EF} [2 \sin \delta + \delta \cos \delta]$$

$$= \frac{pr^4}{EJ} \left[\sin \delta - \delta \cos \delta - \frac{J}{Fr^2} (2 \sin \delta + \delta \cos \delta) \right],$$

wodurch die Werthe A_1, A_3, A_4 für jeden beliebigen Werth δ zahlenmäÙig bestimmt sind. Beispielsweise ergibt sich für einen Halbkreis

$$A_1 = \frac{pr^4}{EJ} \left[\frac{\pi}{2} + \frac{\pi^3}{16} \right]; \quad A_3 = -\frac{pr^4 \cdot \pi}{4 EJ},$$

$$A_4 = \frac{pr^4}{EJ} \left[\frac{1 - \frac{2J}{Fr^2} - \frac{\pi^2}{4} - \frac{\pi^4}{48}}{1 + \frac{J}{Fr^2}} \right]$$

und daher die Zahlengleichung für die Durchbiegung:

$$z = \frac{pr^4}{EJ} \left[\frac{\pi}{2} + \frac{\pi^3}{16} - \frac{\pi \omega^2}{4} + \frac{\left(1 - \frac{2J}{Fr^2} - \frac{\pi^2}{4} - \frac{\pi^4}{48} \right) \cos \omega}{1 + \frac{J}{Fr^2}} - \omega \sin \omega \right],$$

sowie beispielsweise die Zahlengleichungen für Moment, Querkraft, Längskraft:

$$M = pr^2 \left[\frac{\pi}{2} + \frac{\left(3 - \frac{\pi^2}{4} - \frac{\pi^4}{48} \right) \cos \omega}{1 + \frac{J}{Fr^2}} - \omega \sin \omega \right],$$

$$Q = pr \left[\frac{\left(4 + \frac{J}{Fr^2} - \frac{\pi^2}{4} - \frac{\pi^4}{48} \right) \sin \omega}{1 + \frac{J}{Fr^2}} + \omega \cos \omega \right],$$

$$K = pr \left[\frac{\left(\frac{\pi^4}{48} + \frac{\pi^2}{4} - 4 - \frac{J}{Fr^2} \right) \cos \omega}{1 + \frac{J}{Fr^2}} + \omega \sin \omega \right].$$

Das Moment hat einen größten Werth für:

$$\frac{\text{tg } \omega}{\omega} = \frac{1 + \frac{J}{Fr^2}}{\frac{\pi^4}{48} + \frac{\pi^2}{4} - 4 - \frac{J}{Fr^2}}.$$

Wäre nun etwa in einem anderen Falle der Bogen der Abbildung 13 an den beiden Widerlagern fest eingemauert, im Symmetriepunkt D aber mit einem Charnier versehen, so würden in der allgemeinen Gleichung:

$$z = \Omega - \frac{pr^4}{EJ} \omega \sin \omega$$

die fünf willkürlichen Festwerthe zu binden sein an die Bedingungen:

Für $\omega = 0$, $z = z_0$, $\frac{dz}{d\omega} = r \cdot \varphi_0$, $\frac{d^2z}{d\omega^2} = 0$; $\frac{d^3z}{d\omega^3} = 0$,
 $K_0 = pr - \frac{EJ}{r^3} \frac{d^4z}{d\omega^4}$, wenn z_0, φ_0, K_0 die Festwerthe der elastischen Senkung, Neigung, und der Längskraft in Symmetriepunkt $\omega = 0$ bedeuten, und wir erhalten die Gleichung:

$$z = z_0 + r \varphi_0 \omega + \frac{K_0 r^3}{EJ} \left(1 - \cos \omega - \frac{\omega^2}{2} \right) + \frac{pr^4}{EJ} \left[3(1 - \cos \omega) - \frac{\omega^2}{2} - \omega \sin \omega \right],$$

woraus durch Bildung der Abgeleiteten folgt:

$$\frac{dz}{d\omega} = r \cdot \varphi_0 + \frac{K_0 r^3}{EJ} [\sin \omega - \omega] + \frac{pr^4}{EJ} [2 \sin \omega - \omega - \omega \cos \omega],$$

$$\frac{d^2z}{d\omega^2} = \frac{K_0 r^3}{EJ} [\cos \omega - 1] + \frac{pr^4}{EJ} [\cos \omega - 1 + \omega \sin \omega],$$

$$\frac{d^3z}{d\omega^3} = -\frac{K_0 r^3}{EJ} \sin \omega + \frac{pr^4}{EJ} \omega \cos \omega,$$

$$\frac{d^4z}{d\omega^4} = -\frac{K_0 r^3}{EJ} \cos \omega + \frac{pr^4}{EJ} [\cos \omega - \omega \sin \omega].$$

Die drei Werthe z_0, φ_0, K_0 aber sind bestimmt durch die Bedingungen:

Für $\omega = \delta$ ist $z = 0$, $\frac{d^2z}{d\omega^2} = 0$ und es ist $\int_0^\delta z d\omega = \frac{r}{EF} \int_0^\delta K d\omega$.

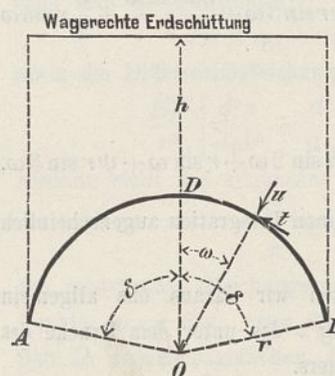


Abb. 14.

Der symmetrische Bogen, Tunnel, unter dem Drucke der Erde bei wagerechter Oberfläche.

Abbildung 14 stelle einen symmetrisch zu der durch den Kreismittelpunkt gezogenen Lothrechten OD liegenden Kreisbogenträger dar, der durch einen Erdkörper mit wagerechter Oberfläche belastet sei. Wir wählen die Symmetrieachse OD als Ursprungsgerade der Winkel ω . — Setzen wir einen Erdkörper ohne Cohäsion voraus nehmen wir also etwa reinen Sand ohne

Bindekraft an, bezeichnen wir mit φ den Reibungswinkel des Sandes und setzen wir:

$$\psi = 1 - \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right),$$

so ist, für den natürlichen Zustand des thätigen Erddruckes, der lothrecht auf den Bogen wirkende Druck auf die Einheit gegeben in dem Ausdruck:

$$u = g(1 - \psi \sin^2 \omega) y = g(1 - \psi \sin^2 \omega)(h - r \cos \omega),$$

worin g das Gewicht der Erdeinheit, h die Höhe der Oberfläche über dem Mittelpunkt O des Kreisbogenträgers bedeutet, und es ist, unter Berücksichtigung des Vorzeichens:

$$t = -g\psi \sin \omega \cos \omega (h - r \cos \omega).$$

Wir erhalten mithin aus:

$$\frac{EJ}{r^4} \left[\frac{d^3 x}{d\omega^3} + \frac{d^5 x}{d\omega^5} \right] = t + \frac{du}{d\omega}$$

die Differentialgleichung:

$$\frac{EJ}{gr^4} \left[\frac{d^3 x}{d\omega^3} + \frac{d^5 x}{d\omega^5} \right] = -3h\psi \sin \omega \cos \omega + r[\sin \omega + 3\psi \sin \omega \cos^2 \omega - \psi \sin \omega^3],$$

oder anderes geschrieben unter Einsetzung von

$$\sin \omega^3 = \frac{3 \sin \omega - \sin 3\omega}{4},$$

$$\frac{EJ}{gr^4} \left[\frac{d^3 x}{d\omega^3} + \frac{d^5 x}{d\omega^5} \right] = -\frac{3\psi h \sin 2\omega}{2} + r \sin \omega + r\psi \sin 3\omega,$$

mit dem allgemeinen Integral:

$$\frac{EJ}{gr^4} x = \frac{\psi h \cos 2\omega}{16} - \frac{\psi r \cos 3\omega}{216} + \frac{r\omega \sin \omega}{2} + A_1 + A_2 \omega + A_3 \frac{\omega^2}{2} + A_4 \cos \omega + A_5 \sin \omega.$$

Durch Bildung der Abgeleiteten folgt:

$$\frac{EJ}{gr^4} \frac{dx}{d\omega} = -\frac{\psi h \sin 2\omega}{8} + \frac{\psi r \sin 3\omega}{72} + \frac{r\omega \cos \omega}{2} + \frac{r \sin \omega}{2} + A_2 + A_3 \omega - A_4 \sin \omega + A_5 \cos \omega,$$

$$\frac{EJ}{gr^4} \frac{d^2 x}{d\omega^2} = -\frac{\psi h \cos 2\omega}{4} + \frac{\psi r \cos 3\omega}{24} - \frac{r\omega \sin \omega}{2} + r \cos \omega + A_3 - A_4 \cos \omega - A_5 \sin \omega,$$

$$\frac{EJ}{gr^4} \frac{d^3 x}{d\omega^3} = \frac{\psi h \sin 2\omega}{2} - \frac{\psi r \sin 3\omega}{8} - \frac{r\omega \cos \omega}{2} - \frac{3r}{2} \sin \omega + A_4 \sin \omega - A_5 \cos \omega,$$

$$\frac{EJ}{gr^4} \frac{d^4 x}{d\omega^4} = \psi h \cos 2\omega - \frac{3\psi r \cos 3\omega}{8} + \frac{r\omega \sin \omega}{2} - 2r \cos \omega + A_4 \cos \omega + A_5 \sin \omega,$$

$$\frac{EJ}{gr^4} \frac{d^5 x}{d\omega^5} = -2\psi h \sin 2\omega + \frac{9}{8} \psi r \sin 3\omega + \frac{r\omega \cos \omega}{2} + \frac{5}{2} r \sin \omega - A_4 \sin \omega + A_5 \cos \omega$$

und es folgt weiter:

$$\frac{EJ}{gr^4} \frac{d^3 x}{d\omega^3} + \frac{EJ}{gr^4} \frac{d^5 x}{d\omega^5} = -\frac{3}{2} \psi h \sin 2\omega + r \sin \omega + \psi r \sin 3\omega,$$

womit die Richtigkeit der allgemeinen Integration augenscheinlich erwiesen ist.

Für $\varphi = 0$, $\psi = 0$ erhalten wir daraus das allgemein gültige Integral der Durchbiegung x des unter dem Drucke des Wassers stehenden Kreisbogenträgers.

Für den vorliegenden Fall ist für den Symmetriepunkt, $\omega = 0$, $\frac{dx}{d\omega} = 0$, $\frac{d^3 x}{d\omega^3} = 0$ und also $A_5 = 0$, $A_2 = 0$, und wir erhalten die Gleichung:

$$\frac{EJ}{gr^4} x = \frac{\psi h \cos 2\omega}{16} - \frac{\psi r \cos 3\omega}{216} + \frac{r\omega \sin \omega}{2} + A_1 + A_3 \frac{\omega^2}{2} + A_4 \cos \omega.$$

Die drei Werthe A_1 , A_3 , A_4 aber sind für einen Bogen, der an den Auflagern, etwa in Charnieren, frei drehbar ist, bestimmt durch die drei Bedingungsgleichungen:

$$x_\delta = 0, \quad \frac{d^2 x}{d\omega^2} = 0, \quad \int_0^\delta x d\omega = \frac{r}{EF} \int_0^\delta K d\omega,$$

worin $K = ur - \frac{EJ}{r^3} \frac{d^4 x}{d\omega^4}$ zu setzen ist.

Der Kreisbogentunnel unter dem Druck des Gebirges.

Ist Abbildung 14 die Tiefe h überwiegend groß gegen den Halbmesser r , vernachlässigen wir daher den Einfluss des Werthes r gegenüber dem als sehr groß gedachten Werthe h und verstehen wir unter gh die in der Tiefe der Erde wirkende lothrechte Pressung auf die wagerechte Fläche, so betrachten wir damit den für die Praxis hochwichtigen Fall der elastischen Beanspruchung des Kreisbogentunnels bei der Pressung $gh = p$ des von ihm durchfahrenen Gebirges.

Ist r verschwindend gegen h , so ist zu setzen

$$u = gh(1 - \psi \sin^2 \omega) = p(1 - \psi \sin^2 \omega),$$

worin wieder $\psi = 1 - \operatorname{tg}^2 \left[45 - \frac{\varphi}{2} \right]$, φ aber der Reibungswinkel der von dem Tunnel durchfahrenen Sandschicht ist, und für t ist zu setzen: $t = -p\psi \sin \omega \cos \omega = -\frac{p\psi \sin 2\omega}{2}$.

Wir erhalten mithin aus:

$$\frac{EJ}{r^4} \left[\frac{d^3 x}{d\omega^3} + \frac{d^5 x}{d\omega^5} \right] = -\frac{3p\psi}{2} \sin 2\omega,$$

das allgemeine Integral:

$$\frac{EJ}{r^4} x = \frac{p\psi \cos 2\omega}{16} + A_1 + A_2 \omega + A_3 \frac{\omega^2}{2} + A_4 \cos \omega + A_5 \sin \omega,$$

worin für den Fall der Symmetrie und bei Wahl der Symmetrieachse OD als Ursprung zu setzen ist $A_2 = 0$, $A_5 = 0$, und wir erhalten mithin die Gleichung:

$$\frac{EJ}{r^4} x = \frac{p\psi \cos 2\omega}{16} + A_1 + A_3 \frac{\omega^2}{2} + A_4 \cos \omega,$$

$$\frac{EJ}{r^4} \frac{dx}{d\omega} = -\frac{p\psi \sin 2\omega}{8} + A_3 \omega - A_4 \sin \omega,$$

$$\frac{EJ}{r^4} \frac{d^2 x}{d\omega^2} = -\frac{p\psi \cos 2\omega}{4} + A_3 - A_4 \cos \omega,$$

$$\frac{EJ}{r^4} \frac{d^3 x}{d\omega^3} = \frac{p\psi \sin 2\omega}{2} + A_4 \sin \omega.$$

Setzen wir nun voraus, dass der Kreisbogenträger unter dem ein eiserner Bogen verstanden werden kann, an den Punkten A und B nicht besonders gegen Drehung gesichert ist, so würde die Bedingung gelten: $\frac{d^2 x}{d\omega^2} = 0$.

Würde der Bogen ferner gegen elastische Verschiebung auf den festen Auflagerflächen OA , OB nicht gesichert sein, würde vielmehr ein freies Gleiten auf diesen Flächen anzunehmen sein, so würde die Bedingung hinzutreten $\frac{d^3 x}{d\omega^3} = 0$.

Diese beiden Bedingungen würden hinreichen, um sämtliche inneren Kräfte, keineswegs aber die Durchbiegung x selbst

zahlenmäßig festzustellen. Man findet aus den beiden Bedingungen die Werthe:

$$A_4 = -p\psi \cos \delta; A_3 = p\psi \left[\frac{\cos 2\delta}{4} - \cos \delta^2 \right] = -\frac{p\psi}{2} \left[1 + \frac{\cos 2\delta}{2} \right]$$

und daraus beispielsweise für das Moment:

$$M = p\psi r^2 \left[\frac{\cos 2\omega - \cos 2\delta}{4} + \cos \delta (\cos \delta - \cos \omega) \right].$$

Um aber auch für diesen Fall die Größe der elastischen Durchbiegung x berechnen zu können, würden wir A_1 aus der Gleichung

$$\int_0^\delta x d\omega = \frac{r}{EF} \int_0^\delta K d\omega$$

zu bestimmen haben.

Wir wollen nun annehmen, der eiserne Bogen sei durch ein mächtiges massives Sohlengewölbe gebunden, sodass die Punkte A, B als unverschiebbar zu betrachten sind, während eine elastische Drehung ungehindert ausgeführt werden kann. Als dann gelten die drei Bedingungsgleichungen:

$$x_\delta = 0; \frac{d^2 x}{d\omega^2 \delta} = 0; \int_0^\delta x d\omega = \frac{r}{EF} \int_0^\delta K d\omega,$$

oder nach Ausführung:

$$A_1 + A_3 \frac{\delta^2}{2} + A_4 \cos \delta = -p\psi \frac{\cos 2\delta}{16},$$

$$A_3 - A_4 \cos \delta = p\psi \frac{\cos 2\delta}{4},$$

$$A_1 \delta + A_3 \frac{\delta^3}{6} + A_4 \left(1 + \frac{J}{r^2 F} \right) \sin \delta = \frac{J}{r^2 F} p \left(1 - \frac{\psi}{2} \right) \delta - p\psi \left(\frac{1}{32} + \frac{J}{4FR^2} \right) \sin 2\delta.$$

Für den Halbkreis erhält man daraus beispielsweise die Zahlen:

$$A_3 = -\frac{p\psi}{4}, A_1 = p\psi \left[\frac{2 + \pi^2}{32} \right],$$

$$A_4 = p \frac{\left[\frac{J}{r^2 F} \left(1 - \frac{\psi}{2} \right) \frac{\pi}{2} - \psi \left(\frac{\pi}{32} + \frac{\pi^3}{96} \right) \right]}{\left(1 + \frac{J}{r^2 F} \right)}$$

Die inneren Kräfte aber sind bestimmt durch die Gleichungen

$$M = -\frac{EJ}{r^3} \frac{d^2 x}{d\omega^2} = \frac{pr^2 \psi \cos 2\omega}{4} - A_3 r^2 - A_4 r^2 \cos \omega,$$

$$Q = \frac{EJ}{r^3} \frac{d^3 x}{d\omega^3} = pr\psi \frac{\sin 2\omega}{2} + A_4 r \sin \omega,$$

$$K = ur - \frac{EJ}{r^3} \frac{d^4 x}{d\omega^4} = pr \left(1 - \frac{\psi}{2} \right) - \frac{pr\psi \cos 2\omega}{2} - A_4 r \cos \omega = pr (1 - \psi \cos^2 \omega) - A_4 r \cos \omega.$$

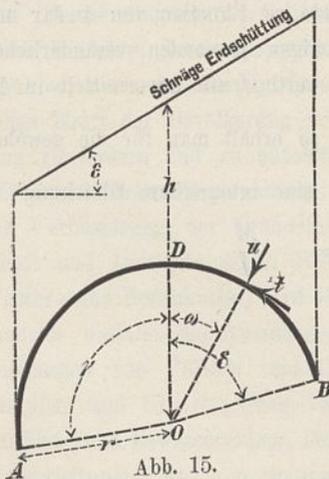


Abb. 15.

Der Kreisbogenträger unter dem Drucke der Erdschüttung mit geneigter Oberfläche.

Ist (Abb. 15) die Neigung der den Kreisbogenträger belastenden Erdschüttung unter dem unveränderlichen Winkel ϵ gegen die Wagerechte gerichtet, so ist, wenn wieder die Winkel ω von der Lotrechten OD abgemessen werden:

$$u = g [\cos^2 \omega + k^2 \sin^2 (\omega + \epsilon)] \cdot [h - r \cos \omega + r \sin \omega \operatorname{tg} \epsilon],$$

$$= g [\cos^2 \omega + k^2 \sin^2 (\omega + \epsilon)] \cdot \left[h - \frac{r \cdot \cos (\omega + \epsilon)}{\cos \epsilon} \right],$$

$$t = \frac{g}{2} [k^2 \sin (2\omega + 2\epsilon) - \sin 2\omega] \cdot \left[h - \frac{r \cos (\omega + \epsilon)}{\cos \epsilon} \right],$$

wenn $k = \frac{\cos \epsilon - \sqrt{\cos^2 \epsilon - \cos^2 \varphi}}{\cos \varphi}$ gesetzt wird. Mithin ist

$$t + \frac{du}{d\omega} = \frac{3g}{2} [k^2 \sin (2\omega + 2\epsilon) - \sin 2\omega] \cdot \left[h - \frac{r \cos (\omega + \epsilon)}{\cos \epsilon} \right]$$

$$+ gr [\cos^2 \omega + k^2 \sin^2 (\omega + \epsilon)] \frac{\sin (\omega + \epsilon)}{\cos \epsilon},$$

oder anders geschrieben:

$$t + \frac{du}{d\omega} = \frac{3gh}{2} [k^2 \sin (2\omega + 2\epsilon) - \sin 2\omega]$$

$$+ \frac{gr}{\cos \epsilon} \left[\frac{\sin (\omega - \epsilon) + \sin (\omega + \epsilon)}{2} + \sin (3\omega + \epsilon) - k^2 \sin (3\omega + 3\epsilon) \right].$$

Wir erhalten mithin die Differentialgleichung:

$$\frac{EJ}{r^4} \left[\frac{d^3 x}{d\omega^3} + \frac{d^5 x}{d\omega^5} \right] = \frac{3gh}{2} [k^2 \sin (2\omega + 2\epsilon) - \sin 2\omega]$$

$$+ \frac{gr}{\cos \epsilon} \left[\frac{\sin (\omega - \epsilon) + \sin (\omega + \epsilon)}{2} + \sin (3\omega + \epsilon) - k^2 \sin (3\omega + 3\epsilon) \right]$$

mit dem allgemeinen Integral:

$$x \frac{EJ}{r^4} = \frac{gh}{16} [\cos 2\omega - k^2 \cos (2\omega + 2\epsilon)]$$

$$+ \frac{gr}{\cos \epsilon} \left[\frac{\omega [\sin (\omega - \epsilon) + \sin (\omega + \epsilon)]}{4} - \frac{\cos (3\omega + \epsilon)}{216} + \frac{k^2 \cos (3\omega + 3\epsilon)}{216} \right]$$

$$+ A_1 + A_2 \omega + A_3 \omega^2 + A_4 \cos \omega + A_5 \sin \omega.$$

Die fünf willkürlichen Integrationsfestwerthe A aber sind für einen Bogen mit unverrückbaren und elastisch undrehbaren Widerlagern bestimmt durch die fünf Bedingungen:

$$x_\delta = 0, \frac{dx}{d\omega \delta} = 0, x_{-\gamma} = 0, \frac{dx}{d\omega_{-\gamma}} = 0, \int_{-\gamma}^\delta x d\omega = \frac{r}{EF} \int_{-\gamma}^\delta K d\omega,$$

während für die inneren Kräfte die Gleichungen gelten:

$$M = -\frac{EJ}{r^2} \frac{d^2 x}{d\omega^2}, \quad Q = +\frac{EJ}{r^3} \frac{d^3 x}{d\omega^3},$$

$$K = -ur - \frac{EJ}{r^3} \frac{d^4 x}{d\omega^4}.$$

Der unstetige Sprung der analytischen Gleichung der elastischen Verbiegung x des Kreisbogenträgers bei unstetigem Sprung der beliebigen, die Bogenbelastung darstellenden Functionen u, t .

Stellt u_I, t_I die Bogenbelastung auf einer bestimmten Strecke I dar, ändern sich diese Belastungen unstetig im Bogenpunkte $\omega = \alpha$, stellen demgemäß u_{II}, t_{II} die Bogenbelastungen auf der dem Bogenpunkte $\omega = \alpha$ folgenden Strecke II dar, so bilde man die Functionen:

$$\Delta u = u_{II} - u_I, \quad \Delta t = t_{II} - t_I$$

sowie die Differentialgleichung:

$$\frac{EJ}{r^4} \left[\frac{d^3 x}{d\omega^3} + \frac{d^5 x}{d\omega^5} \right] = \Delta u + \frac{d\Delta t}{d\omega}.$$

Als dann stellt das allgemeine Integral dieser Gleichung:

$$\frac{EJ}{r^4} x = f(\omega) + \Omega$$

den analytischen Gleichungssprung der elastischen Verbiegung im Punkte $\omega = \alpha$ dar, wenn die fünf willkürlichen, in der Function Ω zusammengefassten Integrationsfestwerthe so bestimmt werden, dass den folgenden fünf Bedingungen Genüge geschieht:

$$x = 0, \frac{dx}{d\omega} = 0, \frac{d^2 x}{d\omega^2} = 0, \frac{d^3 x}{d\omega^3} = 0, \Delta u - \frac{EJ}{r^4} \frac{d^4 x}{d\omega^4} = 0$$

für den Werth $\omega = \alpha$.

Wird beispielsweise der für praktische Fälle hochbedeutende Fall treppenförmig springender, gleichmäßig vertheilter, gleichgerichteter Belastung betrachtet, wie er sich durch die Bewegung der Verkehrslast über den Träger darstellt, messen wir die Winkel ω von der Lothrechten, und möge also im Punkte $\omega = \alpha$ die über die Wagerechte gleichmäßig vertheilte Streckenlast einen unstetigen Sprung um das Maß $+q$ machen, so macht u den Sprung $\mathcal{A}u = +q \cos^2 \omega$, t den Sprung $\mathcal{A}t = -q \cos \omega \sin \omega$, und die allgemeine Differentialgleichung macht dementsprechend den analytischen Sprung:

$$\frac{EJ}{r^4} \left[\frac{d^3 \pi}{d\omega^3} + \frac{d^5 \pi}{d\omega^5} \right] = -\frac{3}{2} q \sin 2\omega$$

mit dem allgemeinen Integral:

$$\frac{EJ}{r^4} \pi = q \frac{\cos 2\omega}{16} + \Omega$$

oder anders geschrieben:

$$\frac{EJ}{r^4} \pi = q \frac{\cos 2\omega}{16} + C_1 + C_2 (\omega - \alpha) + C_3 \frac{(\omega - \alpha)^2}{2} + C_4 \cos \omega + C_5 \sin \omega$$

also ist, alle Gleichungen bezogen auf die durch den Kreismittelpunkt gezogenen Lothrechten, der für die Strecke vor dem Punkte $\omega = \alpha$ gültigen Gleichung das analytische Gleichungsglied:

$$\Delta \left[\frac{EJ}{r^4} \pi \right] = q \left[\frac{\cos 2\omega - \cos 2\alpha}{16} + \sin \alpha (\sin \omega - \sin \alpha) + \left(\frac{2 - \cos 2\alpha}{8} (\omega - \alpha)^2 - \frac{3 \sin 2\alpha}{8} (\omega - \alpha) \right) \right]$$

auf der rechten Seite zuzusetzen, um die für die dem Punkte $\omega = \alpha$ folgende Strecke gültige Gleichung zu erhalten, weil eben die Werthe C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 eindeutig durch die Bedingung bestimmt wurden, daß die aus beiden verschiedenen Gleichungen fließenden Werthe der Durchbiegung, der elastischen Neigung, des Momentes, der Querkraft, der Längskraft für den gemeinsamen Punkt $\omega = \alpha$ die gleichen sein müssen.

Der Bogenträger mit sprungweise veränderlichem Trägheitsmoment.

Macht das Trägheitsmoment J_1 des Bogenquerschnitts an der Stelle $\omega = \alpha$ einen Sprung um das Maß $\mathcal{A} = J_2 - J_1$, so ändert sich die auf der Strecke vor dem Punkte $\omega = \alpha$ gültige analytische Gleichung $\pi = \pi_I$ unstetig sprungweise in die nach dem Punkte $\omega = \alpha$ gültige Gleichung $\pi = \pi_{II}$.

Schreibt man die Gleichung für π_I in der Form $J_1 \pi = f(\omega)$, so kann man die Gleichung für π_{II} schreiben in der Form:

$$J_2 \pi = f(\omega) + \mathcal{A} \left[\pi_\alpha + \frac{d\pi_\alpha}{d\omega_\alpha} (\omega - \alpha) \right]$$

wenn π_α und $\frac{d\pi_\alpha}{d\omega_\alpha}$ die Werthe für Senkung und Drehung an der betreffenden Stelle $\omega = \alpha$ bezeichnen.

Die Stetigkeitsunterbrechung der analytischen Gleichungen durch Charniere.

Wird eine Unstetigkeit im Bogenträger durch Anlage eines Charniers im Punkte $\omega = \alpha$ hervorgerufen, so erleidet aus

diesem Grunde auch die analytische Gleichung der Verbiegung π eine unstetige Aenderung. Will man für diesen Fall unvermittelt von der auf der Strecke vor dem Charnier gültigen Gleichung $\pi = \pi_I$ zu der für die Strecke nach dem Charnier gültigen Gleichung übergehen, so kann man der Gleichung $\pi_I = F(\omega)$ auf der rechten Seite das Gleichungsglied $\mu (\omega - \alpha)$ hinzufügen, um in $\pi_{II} = F(\omega) + \mu (\omega - \alpha)$ diese für die dem Punkte α nachfolgende Strecke gültige Gleichung zu erhalten. Hierin bedeutet μ eine unveränderliche, aber zunächst unbekannte Zahl, welche dem im Punkte des Charniers auftretendem unstetigen Sprunge der elastischen Drehung entspricht.

Fallen in einem Punkte verschiedene durch Kräfte oder Constructionsänderungen veranlasste Stetigkeitsänderungen zusammen, so ist jede derselben für sich und je die eine nach der andern zu behandeln. Die Reihenfolge, in welcher dieses geschieht, ist an sich willkürlich.

Bogenträger mit stetig veränderlichem Trägheitsmoment.

Weil Balken und namentlich auch Bogenträger mit stetig veränderlichem Trägheitsmoment überhaupt analytisch-mathematisch meist nicht in vollkommener Weise behandelt werden können, indem die genau mathematische Darstellung zu unlösbaren Differentialgleichungen führt, so pflegt in den meisten Lehrbüchern über Berechnung der Bogenträger die Lehre gegeben zu werden, daß Bogenträger mit stetig veränderlichem Trägheitsmoment unter Annahme eines mittleren Trägheitsmomentes zu berechnen sind. Die Annahme eines unveränderlichen mittleren Trägheitsmomentes für veränderlichen Bogenquerschnitt führt nun zwar zu vergleichsweise hoher Vereinfachung der Rechnung, aber auf der anderen Seite auch zu vergleichsweise hoher Ungenauigkeit der Rechnungsergebnisse, weil die Zahlenwerthe der Trägheitsmomente unter einander ungleich verschiedener ausfallen, als die Zahlenwerthe der zugehörigen Querschnitte.

Zum Zwecke der Herbeiführung praktisch durchführbarer und dabei nicht allzu ungenauer Rechnungsformen empfiehlt es sich, für solche Fälle der Veränderlichkeit des Trägheitsmomentes J , den Zahlenwerth J durch eine einfache, in die vorliegende Integralrechnung hineinpassende, sich der vorliegenden Thatsächlichkeit möglichst anpassende Annäherungsformel auszudrücken, also etwa zu setzen:

$$J = \frac{J_0}{1 + a\omega}, \quad \frac{J_0}{1 + a\omega^2}, \quad \frac{J_0}{a + b \sin \omega} \text{ usw.}$$

Stellt man alsdann das Moment M und die Längskraft K unvermittelt nach dem Kräftebilde als Function von ω dar und setzt man alsdann einen derartigen passenden veränderlichen Functionswerth als Annäherungswerth J ein unvermittelt in die Gleichung $\frac{EJ}{r^2} \frac{d^2 \pi}{d\omega^2} = -M$, so erhält man für die gewöhnlich vorkommenden Belastungen eine integrirbare Gleichung

$$\frac{E}{r^2} \frac{d^2 \pi}{d\omega^2} = -\frac{M}{J}.$$

Das Meliorationswesen in Elsass-Lothringen.

Von H. Fecht, Ministerialrath in Straßburg i. E.

(Alle Rechte vorbehalten.)

Im Jahrgang 1887 des Centralblattes der Bauverwaltung ist ein Aufsatz des Unterzeichneten über das Meliorationswesen in Elsass-Lothringen erschienen, in dem die Entwicklung der Organisation dieses Dienstzweiges unter deutscher Verwaltung in den Jahren 1876 bis 1887 besprochen und gleichzeitig einige Gesichtspunkte dargelegt wurden, die nach der volkswirtschaftlichen sowohl, als nach der technischen Seite hin für die Thätigkeit der Verwaltung auf diesem Gebiete maßgebend waren.

Seit dem Jahre 1887 ist nun mit Erfolg weiter gearbeitet worden, und da heute der Geschäftsumfang der Meliorationsbauverwaltung ein bedeutender geworden ist, so wird es vielleicht von Interesse sein, wenn an dieser Stelle nochmals eine zusammenfassende Darlegung des gesetzlichen und organisatorischen Aufbaues des Dienstzweiges und der Leistungen desselben von seiner Entstehung an bis zum Jahre 1898 gegeben wird.

Allgemeines. Das Meliorationswesen als Verwaltungszweig umfaßt in Elsass-Lothringen die ganze Thätigkeit der Verwaltung auf dem Gebiete der Wassernutzung und des Wasserschutzes an allen Wasserläufen des Landes, mit Ausnahme des Rheines, der Mosel, der Saar und der Ill von Straßburg bis in den Rhein, sowie auf dem Gebiete der Wasserversorgung und der Flurbereinigung.

Diese Thätigkeit erfolgt in zweifacher Richtung. Einerseits hat die Verwaltung als Vertreterin der Interessen der Gesamtheit alle Unternehmungen an öffentlichen Wasserläufen, schiffbaren und nicht schiffbaren, welche die Ausnutzung des Wassers oder den Schutz gegen das Wasser zum Zwecke haben, einschließlic der hierzu gehörigen baulichen Anlagen, mit Rücksicht auf ihre Wirkung auf die Abflußverhältnisse des Wasserlaufs und auf die Nutzungen der übrigen Berechtigten zu genehmigen und dauernd zu überwachen. Hierher gehören namentlich alle Triebwerke, Stauanlagen für Wässerungen und Wasseransammlungen, Wasserableitungen, Wassereinführungen, Uferbauten, Einbauten, Ueberbauungen oder Ueberbrückungen von Wasserläufen. Ferner hat die Verwaltung von Amts wegen durch besondere Verordnungen die Instandhaltung der Wasserläufe zu regeln und die Ausführung der hierzu erforderlichen Arbeiten zu veranlassen und zu überwachen. Diese Seite der Thätigkeit der Meliorationsverwaltung wird als **wasserpolizeilicher Dienst** bezeichnet.

Andererseits hat sodann die Meliorationsbauverwaltung die Aufgabe, solche auf Wassernutzung, Wasserschutz, Wasserversorgung oder Flurbereinigung bezüglichen Unternehmungen, seien sie durch Einzelne, durch Corporationen oder durch den Staat auszuführen, deren Ausführung für die Vermehrung der wirtschaftlichen Kraft der Bevölkerung von Bedeutung ist, in jeder Richtung zu fördern und zu unterstützen. Diese Seite der Thätigkeit der Meliorationsverwaltung, also die schöpferische Arbeit zur Verbesserung der Productionsbedingungen der Landwirtschaft und Industrie durch Erleichterung der Ausnutzung der Wasser- und Bodenkräfte, wird als **Landesculturdienst** bezeichnet. Derselbe umfaßt die Ausführung von Regulierungen und Eindeichungen von Flüssen und Bächen, die Trockenlegung von Sümpfen und Urbarmachung von Ländereien, die Ausführung von Ent- und Bewässerungen, Drainagen und Canalisationen, von Wasserleitungen und von Stauweihern zum Zwecke der Verstär-

kung der Niederwasserstände der Flüsse und die Instandhaltung dieser vielfachen baulichen Anlagen. Außerdem umfaßt der Landesculturdienst noch die Ausführung und Unterhaltung der Feldwegeanlagen und die Güterzusammenlegungen.

Grundlagen der Organisation. Die Organisation des technischen Dienstes mußte so angelegt werden, daß sie der Art und dem Umfange der Thätigkeit der Verwaltung auf den genannten beiden Gebieten entsprach und im Verlauf der Jahre je nach der Entwicklung dieser Dienstzweige erweitert werden konnte.

Als der Unterzeichnete im Jahre 1877 mit der Einrichtung dieses Dienstes betraut wurde, waren hierfür insofern günstige Vorbedingungen gegeben, als sie angeschlossen werden konnte an die gesetzlich noch bestehende, wenn auch thatsächlich damals noch nicht wieder ins Leben gerufene Organisation des französischen *service hydraulique*. Der *service hydraulique* hatte die beiden Gebiete des heutigen Meliorationswesens, d. h. die Wasserpolizei und das Landesculturwesen umfaßt, und zwar war der wasserpolizeiliche Dienst im wesentlichen auf der Grundlage eingerichtet gewesen, die er heute wieder hat. Ich werde weiter unten zeigen, in welcher Weise durch die spätere Gesetzgebung die Thätigkeit der Verwaltung in dieser Richtung vereinfacht und erleichtert worden ist; eine grundsätzliche Aenderung in der Organisation ist hierdurch nicht eingetreten.

Anders verhält es sich mit der Einrichtung des Landesculturdienstes. Auch dieser Dienstzweig, jedoch nur, soweit er sich auf die Wassernutzung und den Wasserschutz bezog, war seiner Zeit dem *service hydraulique* überwiesen; die bei der Ausübung desselben für die Verwaltung maßgebenden Grundsätze aber waren wesentlich andere, als die, welche heute Anwendung finden.

Der leitende Grundsatz der französischen Verwaltung war der gewesen, daß alle genossenschaftlichen Unternehmungen zur Verbesserung der landwirtschaftlichen oder gewerblichen Ausnutzung des Wassers durch freie Vereinbarung aller Beteiligten ohne unmittelbare Mitwirkung der Verwaltung durchzuführen seien. Hierzu gehörten also namentlich solche genossenschaftliche Meliorations-Unternehmungen, deren Zweck es ist, den Wohlstand der Beteiligten durch Verbesserung der Productionsbedingungen zu vermehren, und deren Vortheile ausschließlich diesen Beteiligten zugute kommen, also Wässerungsgenossenschaften, Drainagegenossenschaften usw. Eine Mitwirkung der technischen Organe der Verwaltung, also der Ingenieure und deren Untersonnen, bei dem Entwerfen und der Ausführung der baulichen Anlagen trat hier nur insoweit ein, als es von den Beteiligten ausdrücklich beantragt worden war, und die technische Leistung wurde hierbei als Privatarbeit angesehen und vergütet. Das Verfahren hatte sich in der Weise ausgebildet, daß in der Regel die Entwürfe durch das Personal des *service hydraulique* aufgestellt, die Ausführungen aber in die Hände von Privattechnikern aller Art gelegt wurden, und es ist erklärlich, daß die Erfolge hierbei nur geringe sein konnten.

Von Amts wegen befafste sich die Verwaltung nur mit solchen Meliorations-Unternehmungen, die auf dem Gebiete des Wasserschutzes lagen und den Charakter eines öffentlichen Interesses hatten, mit Unternehmungen also, bei denen es sich

um Beseitigung eines öffentlichen Mifsstandes oder um Schutz gegen eine öffentliche Gefahr handelte. Hierher gehörten namentlich Anlagen zur Entsumpfung ungesunder Ländereien und Bauten zum Schutze gegen Ueberschwemmungen oder Hochwasserzerstörungen aller Art.

Solche Unternehmungen konnten in Ausnahmefällen durch die Verwaltung unmittelbar angeordnet werden. Meines Wissens aber ist von dieser Berechtigung in Elsass-Lothringen niemals Gebrauch gemacht worden. Die Regel war vielmehr die, dafs man einem sogenannten Syndicate die Ermächtigung ertheilte, die Arbeiten auf Kosten der Betheiligten auszuführen. In der Regel erfolgte dann eine Mitwirkung staatlicher Techniker beim Entwerfen und bei der Ausführung der Arbeiten nur auf Antrag des Syndicats. Da, wo es sich um dringende Arbeiten handelte, konnte ausnahmsweise das Entwerfen und die Ausführung den Ingenieuren des *service hydraulique* von Amts wegen auf Kosten der Betheiligten übertragen werden, sofern dies durch die Concessionsbedingungen ausdrücklich vorgesehen war.

Eine amtliche Ueberwachung irgend welcher Arbeiten, auch solcher, die ein öffentliches Interesse darstellten, war nur dann zulässig, wenn sie in der Genehmigungsverfügung bestimmt und wenn die Bauleitung nicht durch die Corporation einem staatlich angestellten Ingenieur übertragen war.

Die Thätigkeit der Verwaltung auf dem ganzen Gebiete des Landesculturwesens beschränkte sich also mit Ausnahme der seltenen Fälle, in welchen eine unmittelbare öffentliche Gefahr vorlag, auf eine Unterstützung der genossenschaftlichen Unternehmungen der Bevölkerung in der Richtung, dafs auf Antrag derselben die Mitwirkung des technischen Personals des *service hydraulique* gestattet wurde. Irgend eine amtliche Controle zur Sicherung des Erfolges dieser Mitwirkung war nicht vorgesehen; letztere war daher von der Leistungsfähigkeit des betreffenden Technikers bedingt, also immer unsicher und im ganzen planlos.

Dieser Standpunkt wurde nun bei Einrichtung des Meliorationswesens im Jahre 1877 vollkommen verlassen. An seine Stelle ist der Grundsatz getreten, dafs die amtliche Mitwirkung der technischen Verwaltung in der gleichen Weise wie beim wasserpolizeilichen Dienste auch bei allen genossenschaftlichen Meliorations-Unternehmungen zu erfolgen hat, bei denen von Staats wegen ein Zwang zur Theilnahme entweder unmittelbar ausgeübt oder durch Ermächtigung einer Mehrheit von Betheiligten der Minderheit gegenüber zugelassen wird. Hierbei ist die Anschauung maßgebend, dafs die Verwaltung da, wo sie einen Zwang ausübt oder zuläfst, auch die Verpflichtung übernimmt, von Amts wegen die Interessen der Minderheit zu wahren, d. h. Sorge zu tragen, dafs die Arbeiten nach einem richtigen Entwurfe richtig und vollständig ausgeführt werden. Für corporative Unternehmungen ohne Zwang (freie Genossenschaften) und für Unternehmungen Einzelner ist daher die Mitwirkung der technischen Verwaltung des Meliorationsdienstes nicht erforderlich; sie kann aber auf Antrag gestattet werden und erfolgt dann unter den gleichen Bedingungen wie die amtliche Mitwirkung.

Einrichtung des technischen Dienstes. Der technische Dienst der Meliorationsbauverwaltung gehört zum Geschäftsbereich der Abtheilung für Finanzen und Domänen des Ministeriums. Die Organe sind die Meliorationsbauinspectoren, deren jedem mehrere Wiesenbaumeister für die einzelnen Kreise innerhalb ihres Dienst-Bezirks, meist mit dem Sitz in den betreffenden

Kreishauptstädten, als ständige Beamte beigegeben sind. Die Thätigkeit der Meliorationsbauinspectoren umfaßt im einzelnen:

1. Den ganzen wasserpolizeilichen Dienst an allen Wasserläufen des Landes mit Ausnahme der oben genannten. Hierbei fällt ihnen namentlich zu die Vorbereitung und Durchführung aller Verordnungen über die Anlage und die Ausnutzung der Triebwerke und Stau Einrichtungen aller Art, über die Wasservertheilung zwischen Industrie und Landwirthschaft und über die Instandhaltung der Wasserläufe.

2. Den Wasserbau an den unter 1 genannten Wasserläufen, sowie die regelmäfsige Unterhaltung derselben.

3. Die Entwurfbearbeitung und Ausführung von Ent- und Bewässerungsanlagen für Verbände, ermächtigte Genossenschaften oder Gemeinden.

4. Die Entwurfbearbeitung und Ausführung von Wasserleitungen für Gemeinden, bei welchen ein landwirthschaftliches Interesse in Frage kommt.

5. Die Anlage von Stauweihern zum Zwecke der Verstärkung der Niederwasser in den zu landwirthschaftlichen und gewerblichen Zwecken ausgenutzten Flüssen.

6. Die Entwurfbearbeitung und die Ausführung von Feldwegenanlagen und Flurbereinigungen für ermächtigte Genossenschaften.

Die Meliorationsbauinspectoren müssen die volle akademische Ausbildung besitzen, in einem deutschen Staate durch Ablegung der Staatsprüfung (Baumeisterprüfung) die Berechtigung für die Anstellung im höheren technischen Dienste erworben haben und im Landesdienst von Elsass-Lothringen eine Reihe von Jahren thätig gewesen sein. Sie sind den Wasserbau-, Wegebau- und Hochbauinspectoren gleichgestellt. Die Bedingung, dafs die Meliorationsbauinspectoren die volle Ausbildung als höhere Techniker haben müssen, wurde von vornherein bei der Organisation des Dienstes als wesentlich festgesetzt; sie ist mit Rücksicht auf die dienstliche Thätigkeit dieser Beamten, die an die Stelle der französischen Ingenieure des *service hydraulique* getreten sind, unerläßlich, und es ist zweifellos, dafs die seitherige Entwicklung des Meliorationsdienstes, durch welche demselben nicht nur bedeutende technische Aufgaben gestellt, sondern auch eine Reihe wichtiger Verwaltungsgeschäfte zugewiesen wurden, nicht möglich gewesen wäre ohne diese Bestimmung.

Die Meliorationsbauinspectoren sind in der Regel den Bezirkspräsidenten dienstlich unterstellt, die technische Leitung des gesamten Dienstes erfolgt aber im Ministerium, soweit erforderlich in unmittelbarem Verkehr mit den technischen Beamten. Dem Ministerium ist zu diesem Zweck ein technischer Referent mit mehreren Hilfsarbeitern (Bauinspectoren) beigegeben.

Der Genehmigung im Ministerium unterliegen folgende Entwürfe bezw. Ausführungen:

1. Alle Entwürfe, die durch den Staat als Bauherr oder mit einem Zuschufs aus Landesmitteln ausgeführt werden.

2. Alle Entwürfe, die einen Kostenaufwand von mehr als 8000 Mark erfordern.

3. Alle Entwürfe, mit welchen Bauten an einem der gröfseren Binnenflüsse des Landes verbunden sind. Diese Binnenflüsse sind: Ill, Doller, Larg, Thur, Lauch, Fecht, Giefsen, Blind, Zembs, Krafft, Andlau, Ehn, Breusch, Weifs, Leber, Krummer Rhein, Suffel, Zorn, Moder, Selzbach, Zinsel, Lauter, Saar, Eichel, Grofse Seille, Kleine Seille, Deutsche Nied, Französische Nied, Rossel, Kanner, Orne, Rose, Schwalbe, Albe und Blies.

4. Die Entwürfe zu genossenschaftlichen Flurbereinigungs- und Feldweegeanlagen, welche eine Fläche von mehr als 100 Hektaren umfassen.

Zur Zeit bestehen sieben Meliorationsbaubezirke, deren jedem ein Meliorationsbauinspector vorsteht, dem, soweit erforderlich, ein technischer Assistent (Regierungsbaumeister) und das nöthige Hilfspersonal überwiesen und für die Besorgung der vermessungstechnischen Arbeiten ein Feldmesser zugetheilt ist. Außerdem werden zwei Meliorationsbauinspectoren als technische Revisionsbeamte im Ministerium beschäftigt, sodafs die Gesamtzahl dieser Beamten neun beträgt.

Die Anzahl der Wiesenbaumeisterbezirke beträgt 22, die von je einem Wiesenbaumeister versehen werden, dem in der Regel ein Aufseher als Gehülfe zugetheilt ist. Die Wiesenbaumeister erhalten ihre Ausbildung an der technischen Schule zu Strafsburg, deren vier Halbjahre umfassenden Lehrgang für Tiefbau sie in der Weise durchgemacht haben müssen, dafs zwischen dem dritten und vierten Halbjahre anderthalbjährige praktische Thätigkeit eingeschoben wird. Nach erfolgreichem Besuche des vierten Lehrganges werden die Schüler als Cultur-aufseher beschäftigt und sind als solche in die Liste der Anwärter für die Wiesenbaumeisterstellen aufgenommen. Die Wiesenbaumeister sind den Dammeistern, Brückenmeistern, Canalaufsehern und Wegemeistern gleichgestellt. Sie sind, wie das übrige Meliorationspersonal, dem Meliorationsbauinspector unmittelbar unterstellt und haben von diesem ihre dienstlichen Aufträge zu erhalten.

Das ganze z. Zt. im Meliorationswesen beschäftigte technische Personal besteht aus:

- 9 Meliorationsbauinspectoren,
- 6 Regierungsbaumeistern,
- 12 Feldmessern,
- 22 Wiesenbaumeistern,
- 30 Aufsehern und sonstigen Technikern (im Vorbereitungs-dienst usw.),
- 8 Bauschreibern, Hülfschreibern usw.

Art der Bezahlung des Personals. Nach den oben dargelegten Grundsätzen erfolgt die Thätigkeit des Meliorationspersonals für den Landesculturdienst ebenso wie für den wasserpolizeilichen Dienst von Amts wegen, und es konnte daher auch die Bezahlung dieses Personals aus Landesmitteln und bezw. auf Kosten der Beteiligten für den ganzen Dienst nach einheitlichen Gesichtspunkten geregelt werden.

Aus Landesmitteln werden bezahlt die Gehälter und Bureauentschädigungen aller etatmäfsig angestellten Beamten und die Remunerationen bezw. Tagesgebühren für Bureauarbeiten der nicht etatmäfsig angestellten Beamten. In gleicher Weise werden aus Landesmitteln bezahlt alle Reisevergütungen der Meliorationsbauinspectoren. Hierbei war die Erwägung maßgebend, dafs der Meliorationsbauinspector mit Rücksicht auf die Art seiner dienstlichen Thätigkeit eine weitergehende Freiheit hinsichtlich der Eintheilung seiner auswärtigen Geschäfte haben mufs, als dies bei technischen Localbeamten in der Regel der Fall ist. Er hat die Interessen sowohl der Landwirtschaft als der Industrie an der Wassernutzung und dem Wasserschutz zu vertreten und alle Maßregeln, die ihm in dieser Hinsicht zweckmäfsig und wünschenswerth erscheinen, selbständig zu fördern und zu unterstützen. Er mufs ferner in der Lage sein, Anregungen zu Einzelverbesserungen, die einem gemeinsamen Interessenkreis angehören, in der Weise zu behandeln, dafs er sie

in gröfsere genossenschaftliche Unternehmungen überleitet, und mufs deshalb die hierfür nöthigen auswärtigen Erhebungen, Verhandlungen, Aufnahmen usw. vornehmen können, ohne an den unmittelbaren Zweck bestimmter bei ihm gestellter Anträge gebunden zu sein. Der Meliorationsbauinspector mufs mit einem Worte hinsichtlich der Kosten seiner Dienstreisen von den Beteiligten, in deren Interesse er thätig ist, vollständig unabhängig sein und darf deshalb keinerlei Reisevergütungen von Privaten, Genossenschaften oder irgend welchen Beteiligten zu empfangen haben.

Anders liegen die Verhältnisse hinsichtlich der Bezahlung der technischen Unterbeamten; denn diese erhalten ihre dienstlichen Aufträge nur durch den Meliorationsbauinspector, und die Art und der Umfang ihrer auswärtigen Thätigkeit werden ausschließlich durch diese Aufträge bestimmt. Hier gelten nun folgende Vorschriften.

Die Gebühren und Reisekosten für die technischen Unterbeamten werden bezahlt:

a) endgültig aus Landesmitteln: für alle auswärtigen Geschäfte, die im wasserpolizeilichen Dienste von Amts wegen vorgenommen werden; für auswärtige Geschäfte, die durch Vorarbeiten und Entwurfsarbeiten von genossenschaftlichen Meliorations- oder Flurbereinigungs-Unternehmungen oder von Gemeindewasserleitungen erwachsen.

b) aus Landesmitteln gegen Rückerhebung von den Beteiligten: die Reisegebühren für auswärtige Geschäfte zum Zwecke von Aufnahmen im wasserpolizeilichen Dienste, die infolge eines Antrages der Beteiligten nothwendig werden, und für die auswärtige Thätigkeit zur Leitung bezw. Ueberwachung von Bauten aller Art, die durch Gemeinden oder Corporationen ausgeführt werden.

Die Auszahlung dieser Vergütungen erfolgt in der gleichen Weise aus der Landeskasse, wie die der endgültig auf die Landeskasse entfallenden Kosten, und die Rückerhebung von den zahlungspflichtigen Beteiligten wird alsdann nach den geltenden Bestimmungen ohne Mitwirkung des betr. technischen Beamten bewirkt; dieser hat also in keinem Falle irgend eine Vergütung von seiten der Zahlungspflichtigen zu beziehen.

Die Uebernahme der sämtlichen Bureaukosten und eines so erheblichen Theiles der auswärtigen Gebühren des Meliorationspersonals, die hauptsächlich erwachsen durch die Vorarbeiten und Entwurfsarbeiten von gröfsere Meliorations-Unternehmungen, stellen eine erhebliche mittelbare Unterstützung der Landwirtschaft dar.

In folgendem soll nunmehr die Thätigkeit der Meliorationsbauverwaltung, wie sie sich bisher gestaltet hat, und die Ergebnisse dieser Thätigkeit näher besprochen werden.

A. Wasserpolizeilicher Dienst.

Die Wassernutzung jeder Art, sei es zu landwirtschaftlichen, gewerblichen oder hygienischen Zwecken, sei es an schiffbaren oder nicht schiffbaren Flüssen, dauernd oder vorübergehend, ist an eine Genehmigung seitens der Verwaltung gebunden. In gleicher Weise bedürfen einer Genehmigung solche Arbeiten oder Bauten, die zum Schutze gegen das Wasser an oder in dem Wasserlaufe ausgeführt werden. Ferner hat die Verwaltung unmittelbare Vorschriften über die Instandhaltung der Wasserläufe und über die gemeinsame Wassernutzung durch Industrie und Landwirtschaft zu erlassen und die Ausführung dieser Vorschriften von Amts wegen zu überwachen.

Alle diese Genehmigungen und Verordnungen haben die Durchführung von Vorprüfungsverfahren zur Voraussetzung, durch welche festgestellt werden muß, ob die beabsichtigten Anlagen bezw. Verordnungen dem öffentlichen Interesse entsprechen und wie weit die Interessen Dritter durch dieselben berührt werden.

Die Gesetze und Verordnungen aus französischer Zeit, durch welche dieser Dienstzweig geregelt war, waren nun in hohem Grade unübersichtlich. Sie waren zersplittert in eine Reihe von Einzelbestimmungen, die theilweise bis auf das 17. Jahrhundert zurückgingen, schwer zugänglich, oft noch schwerer verständlich waren und zu mancherlei Zweifeln Anlaß gaben. Außerdem aber war die Gesetzgebung über die Wassernutzung und den Wasserschutz an nicht schiff- und flößbaren Wasserläufen ganz unvollständig. Hier hatte die Meliorationsbauverwaltung, gedrängt durch die Erfordernisse einer immer zunehmenden und immer vielseitiger sich gestaltenden Thätigkeit, eine Reihe von technischen und Verwaltungsgrundsätzen durch die Praxis festgelegt, die sich allmählich in das Verständniß der Bevölkerung eingelebt hatten und deren fernere Geltung deshalb von hervorragender Wichtigkeit für Industrie und Landwirthschaft geworden war. Soweit diese Praxis der formalen gesetzlichen Grundlage ermangelte, hatte man sich in dringenden Fällen damit geholfen, daß die fehlenden Bestimmungen durch Polizeiverordnungen ersetzt wurden; in der Regel aber blieb es einfach bei der durch die Praxis geschaffenen Ueberlieferung.

Ein solcher Zustand konnte nicht dauern, denn gerade dieses Gebiet der Verwaltungsthätigkeit, das die täglichen Verrichtungen einer großen Anzahl von Personen berührt und sehr wichtige Interessen der Landwirthschaft, der Industrie und des Handels einschließt, bedarf einer gesetzlichen Grundlage, die übersichtlich und Jedermann zugänglich ist, sodaß die Rechtsgültigkeit der im allgemeinen Interesse ergriffenen Mafsregeln auch dem Laien verständlich wird; das öffentliche Wasserrecht mußte daher neu geregelt, d. h. gesetzmäßig festgestellt und ergänzt werden. Hierbei wurde der Grundsatz festgehalten, daß in der Hauptsache nicht neues Recht geschaffen, sondern das geltende Recht übersichtlich zusammengefaßt und durch tatsächlich anerkannte, den Anschauungen und Gewohnheiten der Bevölkerung entsprechende Bestimmungen ergänzt werden mußte, die zum Theil von alters her geübt, zum Theil in den letzten zwei Jahrzehnten neu eingelebt waren.

Das Gesetz für Elsass-Lothringen betreffend Wasserbenutzung und Wasserschutz ist am 2. Juli 1891 in Kraft getreten, und auf Grund dieses Gesetzes hat sich nun der wasserpolizeiliche Dienst in folgender Weise gestaltet.

Genehmigungen der Bezirkspräsidenten.

Das Gesetz bestimmt in § 1, daß der Genehmigung der Verwaltung alle Veranstaltungen bedürfen, welche geeignet sind, den Lauf des Wassers zu verändern, zu stauen, zu hemmen oder zu beschleunigen. Also ist an eine solche Genehmigung in gleicher Weise, wie dies durch die Gewerbeordnung für das Deutsche Reich hinsichtlich der Wassertriebwerke bestimmt ist, gebunden die Errichtung, Beseitigung oder Abänderung:

- a) von Stauanlagen für Wässerungen und Wasseransammlungen,
- b) von Anlagen für Wasserableitungen und Wasserentnahmen jeder Art und
- c) von Anlagen zu Wassereinführungen in einen Wasserlauf.

Nach der früheren Gesetzgebung war für dauernde Wassernutzungen an schiffbaren und flößbaren Wasserläufen eine Ermächtigung des Staatsoberhauptes erforderlich gewesen, die den Charakter einer stets widerruflichen Verleihung (*concession*) hatte, während für vorübergehende Nutzungen an schiffbaren Wasserläufen und für alle Nutzungen an nicht schiffbaren Wasserläufen eine einfache Genehmigung (*autorisation*) seitens der Verwaltung, d. h. des Bezirkspräsidenten (Präfecten), genügte. Für die praktische Anwendung war diese Regelung der Zuständigkeiten in mehrfacher Hinsicht nicht zweckmäßig. Zunächst hatte die Vorschrift, daß alle dauernden Nutzungen an schiffbaren Wasserläufen, also namentlich Wasserentnahmen für Triebwerke und Wässerungen, einer Ermächtigung des Staatsoberhauptes bedurften, zur Folge, daß das Vorverfahren für solche Unternehmungen, das alle zuständigen Behörden durchlaufen mußte, umständlich und zeitraubend wurde. Außerdem aber war eine spätere Aenderung von in so feierlicher Form erteilten Urkunden mit Schwierigkeiten verbunden, die bei der unausgesetzten Vermehrung solcher Unternehmungen, welche häufig Ergänzungen oder Abänderungen erteilter Ermächtigungen zur Folge hatte, störend empfunden wurden. Im Interesse einer raschen Erledigung dieser Geschäfte war also eine Vereinfachung der betr. Vorschriften erwünscht.

Andererseits konnte ein grundsätzliches Bedenken dagegen, die Verwaltungsbehörde allgemein mit der Genehmigung von Nutzungen auch an schiffbaren Wasserläufen zu betrauen und der Form nach das Verfahren für alle Wasserläufe gleich zu machen, nicht bestehen, da ja weder eine Ermächtigungs- noch eine Genehmigungsurkunde ein Recht schafft, sondern beide nur aussprechen, daß gegen die beabsichtigte Anlage in der durch die Urkunde festgesetzten Form wasserpolizeiliche Bedenken oder Bedenken öffentlich rechtlicher Art nicht geltend gemacht werden. Die durch die Verschiedenheit der Rechtsansprüche privater Ausnutzung des Wassers an schiffbaren und nicht schiffbaren Flüssen und durch die Rechte des Staates an ersteren sich ergebenden Folgen werden durch die Form der Genehmigungsurkunde berücksichtigt und sind im übrigen im Gesetze besonders geregelt. Auf Grund dieser Erwägungen wurden daher durch das neue Gesetz alle Genehmigungen bezw. Verfügungen über Wassernutzung usw. der Verwaltungsbehörde (dem Bezirkspräsidenten) überwiesen.

Das Vorverfahren für Genehmigungen betr. Wassernutzung und Wasserschutz ist im wesentlichen so geregelt, daß der von dem Meliorationsbauinspector auf Grund der örtlichen Erhebungen und Vermessungen aufgestellte Entwurf zunächst einem Offenlegungsverfahren (Enquete) unterzogen wird, in dem die sämtlichen Beteiligten zur Abgabe ihrer Erklärungen Gelegenheit haben. Nach Abschluß der Offenlegung werden in einer durch den Kreisdirector und den Meliorationsbauinspector gemeinschaftlich geleiteten Verhandlung mit den sämtlichen Beteiligten und den Widersprechenden alle erhobenen Einwendungen erörtert und, soweit dies möglich ist, erledigt. Der hiernach festgesetzte Entwurf wird sodann dem Bezirkspräsidenten zur Genehmigung vorgelegt.

Für einfachere Unternehmungen ist ein abgekürztes Verfahren vorgesehen, immer aber der Grundsatz festgehalten, daß da, wo überhaupt die Möglichkeit der Schädigung von Interessen Dritter durch die Anlage vorliegt, ein Offenlegungsverfahren angeordnet werden muß.

Die Entscheidung des Bezirkspräsidenten erfolgt selbstständig. Nur für zwei Arten von Anlagen hat vor der Entscheidung des Bezirkspräsidenten eine technische Prüfung der Verordnungsentwürfe im Ministerium stattzufinden. Zunächst für Anlagen zur Wassernutzung usw. am unteren Laufe der vorstehend (S. 336) genannten größeren Wasserläufe des Landes. Die Prüfung erstreckt sich darauf, ob die beabsichtigte Anlage einen Einfluss auf den Wasserablauf des Flusses und damit auf die von der Verwaltung für die Verbesserung desselben etwa in Aussicht genommenen Mafsregeln haben kann.

Sodann hat eine vorherige technische Prüfung im Ministerium stattzufinden für die Verordnungsentwürfe zur Genehmigung von Stauwerken für Sammelteiche zu gewerblichen- oder Fischereizwecken (Fabrikweiher, Fischweiher). Bei diesen Bauten ist eine besonders sorgfältige Prüfung der Anträge erforderlich, weil das öffentliche Interesse nicht nur, wie das bei gewöhnlichen Stauanlagen der Fall ist, in der Richtung in Frage kommt, daß der regelmässige Ablauf des Wassers gesichert werden muß, sondern auch noch in der Richtung, daß durch die Bauart und die Abmessungen des Stauwerks eine thunlichste Sicherheit gegen Dammbüche gewährleistet werden soll. Deshalb sind auch hier die technischen Bestimmungen der Genehmigungsurkunde weitergehend als bei gewöhnlichen Stauwerken. Während es sich bei letzteren nur um vermittelte Zeichnungen und Höhenplänen genau klar zu stellende Vorschriften über die bewilligten Stauhöhen und die Abmessungen, Höhenlagen und Lichtweiten aller für den Wasserbetrieb wesentlichen Bauwerke (Einlässe, Betriebsschützen, Leerläufe, Ueberfälle usw.) handelt, so sind bei ersteren mit Rücksicht auf die öffentliche Sicherheit außerdem noch allgemeine Vorschriften hinsichtlich der Abmessungen des Bauwerkes selbst und hinsichtlich der Bauausführung erforderlich. Es ist deshalb neuerdings (1897) bestimmt worden, daß bei Ausführung der Einzelzeichnungen, bzw. bei Aufstellung der Entwürfe zu Genehmigungsurkunden, für Stauanlagen, die zur Speisung von Sammelteichen dienen, besondere auf die Sicherheit bezügliche Vorschriften zu geben sind. Namentlich sind die Sammelteiche stets mit selbst wirkenden, freien Ueberfällen von solchen Abmessungen zu versehen, daß bei Hochwasser der grösste Zufluss des Regengebiets des Teiches durch diese Ueberfälle allein abgeleitet wird, ohne daß hierbei das Wasser über einen gewissen Stand unter der Krone der Staudämme bzw. Staumauern ansteigen kann. Dieser Stand ist verschieden anzunehmen je nach der Grösse des Teiches, muß aber mindestens 0,3 m unter der Krone des Abschlufwerks bleiben. Sodann ist vorzuschreiben, daß zur Herstellung der Staumauern und Staudämme nur Material von bester Beschaffenheit verwandt werden darf und die Gründung der Bauwerke in durchaus sicherer Weise zu erfolgen hat. In dieser Hinsicht sind je nach dem Falle Einzelvorschriften zu geben. Grundsätzlich gilt, daß die Herstellung von Staumauern nur bei felsigem Untergrund erfolgen darf und der Mauerkörper dann in gutem Verband mit dem Felsen, im Fundament sowohl als an den beiderseitigen Flanken des Thales, hergestellt werden muß.

Bei Ausführung von Staudämmen muß das Schüttmaterial der Dämme aus sandigem Lehm bestehen, der mindestens 35—40 v. H. lehmige Bestandtheile enthält und frostfrei in Lagen einzubringen und festzustampfen ist. Hier braucht kein felsiger, wohl aber muß ein wasserdichter Untergrund

vorhanden sein, und der Dammkörper ist in jedem Falle bis zu der undurchlässigen Schicht hinabzuführen.

Unter diesen Voraussetzungen sind dann die baulich wichtigen Hauptabmessungen der Stauwerke, d. h. bei Mauern die obere Mauerstärke und der landseitige Anlauf, bei Dämmen die Kronenbreite und die beiderseitigen Böschungsanlagen festzusetzen.

In der Genehmigungsurkunde ist ferner auszusprechen, daß die Beamten der Meliorationsbauverwaltung jederzeit berechtigt sind, die Bauausführung an Ort und Stelle zu überwachen und zu diesem Zwecke die Baustelle zu betreten, und daß ihnen hierbei seitens des Unternehmers jeder gewünschte Aufschluss zu geben ist.

Sofern ein Beamter der Meliorationsbauverwaltung die Beobachtung macht, daß der Unternehmer bei Ausführung des Baues den gegebenen Vorschriften zuwider handelt, hat der Meliorationsbauinspector die Zurückziehung der baupolizeilichen Genehmigung zu beantragen. Da indessen eine geregelte Ueberwachung solcher Privatbauten durch die Meliorationsbaubeamten nicht ausgeübt werden kann, so ist in der Genehmigungsurkunde ausdrücklich auszusprechen, daß der Unternehmer alle Verantwortung für die durch schlechte oder vorschriftswidrige Ausführung des Bauwerks entstehenden Beschädigungen allein zu tragen hat.

Die erforderliche Uebereinstimmung des Verfahrens in den drei Bezirken des Reichslandes bei Genehmigungen für Wassernutzungen usw., welche die Bezirkspräsidenten in eigener Zuständigkeit zu erteilen haben, wird dadurch erreicht, daß dem Ministerium halbjährlich aus jedem Bezirke ein Verzeichniß der in diesem Zeitraum erlassenen Verordnungen vorgelegt wird. Aus diesen Verzeichnissen werden dann einzelne Unternehmungen ausgewählt, für welche das ganze Vorverfahren auf Grund der dem Ministerium einzusendenden Acten und Pläne geprüft wird. Diese Nachprüfung genügt erfahrungsgemäß zur Sicherung der Einheitlichkeit in der Behandlung des Gegenstandes.

Genehmigungen der Meliorationsbauinspektoren.

Eine Genehmigung, bzw. Erlaubniß der Verwaltungsbehörde ist nach dem Gesetz vom 2. Juli 1891 ferner erforderlich:

a) an schiffbaren Wasserläufen für jede Benutzung des Wassers oder des Bettes, mit der eine besondere Vorrichtung verbunden ist, zum Betrieb von Fähren, zum Abführen von Sand, Kies usw. und zur Eisnutzung.

b) an nicht schiffbaren Wasserläufen für die Vornahme von Uferbauten und sonstigen Bauten am Ufer eines Wasserlaufs, von Einbauten in das Bett eines Wasserlaufs, von Ueberbauungen und Ueberbrückungen eines Wasserlaufs, sowie zum Ablagern von Steinen, Sand usw. und zur Ausführung von Anpflanzungen im Bette eines Wasserlaufs;

c) an allen Wasserläufen zu Aenderungen, Erneuerungen oder Ausbesserungen des Eichzeichens.

Auch für diese Verwaltungsthätigkeit ist durch die Ausführungsbestimmungen zum Gesetze eine wesentliche Vereinfachung des Verfahrens erreicht worden, indem dieselbe, die bisher ausschließlich der höheren Stelle, d. h. dem Bezirkspräsidenten zugestanden hatte, jetzt der Zuständigkeit der Bauinspektoren überwiesen wurde.

Mit dieser Bestimmung ist der Grundsatz, daß der technische Localbeamte in eigener Zuständigkeit eine Verwaltungsentscheidung in wasserpöizeilichen Fragen zu treffen hat, in

das Verfahren eingeführt, und es läßt sich heute nach den erzielten Ergebnissen sagen, daß sich dieser Grundsatz bewährt hat. Die Erfahrung hat gezeigt, daß der Meliorationsbauinspector, der ja zweifellos durch seine technische Ausbildung zur selbständigen Beurtheilung solcher Fragen vollkommen befähigt ist, infolge seiner vielfach in das Gebiet der Verwaltung eingreifenden dienstlichen Thätigkeit, in kurzer Zeit die Schulung in diesen Verwaltungsgeschäften erlangt, die ihn in den Stand setzt, eine allen Gesichtspunkten Rechnung tragende Entscheidung zu treffen. Die Berufung gegen den Beschluss des Bauinspectors geht an das Ministerium.

Der Geschäftsgang des Meliorationsdienstes ist durch diese Aenderung erheblich erleichtert worden, denn gerade diese einfachen, häufig vorkommenden Unternehmungen hatten früher eine Menge unnöthigen Schreibwerks verursacht.

Prüfung der Brücken- und Strafsenbaupläne.

Aus dem Gebiete der Wegebauverwaltung unterliegen ferner einer Prüfung im Ministerium von dem Gesichtspunkte der Interessen der Landescultur aus solche Brücken- und Strafsenbauten, die auf den Hochwasserablauf der wichtigeren Binnenflüsse von Einfluß sein können.

Es ist bekannt, wie durch den Bau neuer oder durch den Umbau bestehender, fester Brücken, welche in der Folge unveränderliche Punkte eines Flußlaufes bilden, spätere Correctionen und damit oft dringend nöthige Culturverbesserungen erschwert oder ganz unmöglich gemacht werden können, wenn bei Bestimmung der Richtung der Brückenachse, sowie der Weite, Form und Höhenlage des Durchflußquerschnittes die in Betracht kommenden Fragen des Meliorationswesens nicht genügend berücksichtigt werden. Um daher das wichtige Interesse der Landescultur in dieser Richtung sicher zu stellen, ist im Jahre 1878 verfügt worden, daß die Bezirkspräsidenten, ehe sie mit der Ausarbeitung von Entwürfen für Neubauten oder Umbauten von festen Brücken an den obengenannten größeren Wasserläufen beginnen, dem Ministerium einen Lageplan des Wasserlaufes in der Nähe der neu zu bauenden Brücke, einen Höhenplan der Flußsohle oberhalb und unterhalb der Baustelle, sowie eine Zeichnung des in Vorschlag gebrachten Durchflußquerschnittes einzusenden haben. Auf Grund dieser Zeichnungen und eines Gutachtens des Meliorationsbauinspectors erfolgt dann die Prüfung des Entwurfes im Ministerium nach den obenerwähnten Gesichtspunkten.

In gleicher Weise ist es von Bedeutung, daß bei der Ausführung von Neubauten, sowie von Erhöhungen oder Verlegungen von Strafsen, die das Ueberschwemmungsgebiet eines der größeren Flüsse durchschneiden, Rücksicht genommen wird auf die Sicherstellung des Hochwasserabflusses und der für die Erhaltung der Cultur des Landes so außerordentlich wichtigen regelmäßigen Ueberschwemmungen. Zu diesem Zwecke ist im Jahre 1885 bestimmt worden, daß alle Entwürfe über Neubauten, Verlegungen oder Umbauten von Strafsen, soweit diese Bauten das Ueberschwemmungsgebiet eines der genannten größeren Flüsse und zwar bis zur Grenze des größten Hochwassers desselben durchschneiden oder berühren, ehe die Genehmigung zur Ausführung des Baues ertheilt wird, dem Ministerium zur technischen Prüfung mit Rücksicht auf die Interessen der Landescultur vorgelegt werden. Auch dieser Vorlage ist jeweilig ein Gutachten des Meliorationsbauinspectors beizufügen.

Wasservertheilung.

Ein weiteres unter den hiesigen Verhältnissen für die Thätigkeit der Meliorationsbauverwaltung wichtiges Gebiet ist die Wasservertheilung im öffentlichen Interesse zwischen den verschiedenen, in einem Flußgebiete ansässigen Gruppen von Nutzungsberechtigten.

Die bedeutende Entwicklung der Industrie auf der elsässischen Seite der Vogesen und in der angrenzenden Rheinebene hat in immer steigendem Maße eine starke gewerbliche Ausnutzung des Wassers zur Folge gehabt. Hierbei kam nicht nur seine Verwendung als Triebkraft, sondern in noch höherem Maße die Verwendung für eine Reihe von anderen gewerblichen Zwecken (zur Färberei, Wäscherei, Bleicherei, Gerberei usw.) oder zur Kesselspeisung in Frage, für welche Ausnutzung auch kleinere Wassermengen werthvoll sind, sofern nur das Wasser die erforderliche chemische Beschaffenheit hat.

Andererseits ist auch die Landwirthschaft mehr und mehr vom extensiven zum intensiven Betriebe übergegangen. Sie strebt mit allen Mitteln nach einer stärkeren Ausnutzung des Wassers zu Wässerungszwecken und wird in dieser Richtung mit fortschreitender Verbesserung ihrer Wirthschaftsweisen durch die natürlichen Bedingungen gefördert, die in Hinsicht sowohl auf das Klima als auf die Bodenbeschaffenheit für die Bewässerung sehr günstig sind.

Unter diesen Umständen ist es begreiflich, daß die zum Theil Jahrhunderte alten Verordnungen und Ortsgebräuche, durch welche die Nutzungsrechte dieser beiden wirthschaftlichen Gruppen geregelt waren, nicht mehr ausreichten. Es war in der That allmählich dahin gekommen, daß die thatsächlich geltend gemachten Nutzungsansprüche entweder der gesetzlichen Grundlage entbehrten oder, sofern sie eine solche hatten, entgegenstehenden, später entstandenen Nutzungen gegenüber, praktisch nicht mehr durchführbar waren. So hatte man sich vielfach daran gewöhnt, daß sich jeder auf Kosten des andern aneignete, was er konnte, ein Zustand der zur Folge hatte, daß jeden Augenblick da oder dort der offene Streit um den Besitz des Wassers ausbrach.

Nun ist es aber begreiflich, daß gerade in dieser Richtung die Rechte klar und übersichtlich geregelt und den thatsächlichen Bedürfnissen der Volkswirthschaft thunlichst angepaßt sein müssen, wenn die Verwaltung imstande sein soll, die stets neu auftretenden Einzelunternehmungen der Bevölkerung zum Zwecke der besseren Ausnutzung des Wassers zu fördern.

Es war deshalb von vornherein das Streben der Meliorationsbauverwaltung, die öffentlichen Wasserrechte für die größeren und wichtigeren Flußgebiete in der Weise neu zu ordnen, daß sie der heutigen Vertheilung der wirthschaftlichen Interessen entsprechen und gleichzeitig für die tägliche Anwendung klar und übersichtlich sind. Diese Neuordnungen, die seiner Zeit durch kaiserliche Erlasse eingeführt werden mußten, erfolgen jetzt auf Grund des neuen Wassergesetzes durch Verordnungen des Statthalters, nach vorhergegangenem Untersuchungsverfahren. Das letztere ist durch die Ausführungsbestimmungen neu geregelt und bietet die volle Sicherheit, daß in demselben alle Ansprüche geltend gemacht und berücksichtigt werden können.

Bei diesen Verordnungen, die in den meisten Fällen neues Recht schaffen und daher in die Existenzbedingungen großer Bevölkerungsgruppen entscheidend eingreifen, ist es die wichtige Aufgabe der technischen Beamten des Meliorationswesens,

die Grundlagen für die Beurtheilung der ganzen Frage zu schaffen, indem sie, zum Theil durch örtliche Erhebungen, zum Theil durch Verhandlungen mit den Beteiligten, die tatsächlich bestehenden Rechte und Ortsgebräuche ermitteln, den Umfang der Bedürfnisse der einzelnen Gewerbszweige sowohl als der landwirthschaftlichen Bevölkerung erheben und hiernach die Grundzüge feststellen, nach welchen die neue Regelung erfolgen kann. Hierbei werden die Verhandlungen mit den Beteiligten in der Regel durch die Meliorationsbauinspectoren, in wichtigen Fällen aber durch den technischen Referenten des Ministeriums geführt.

Bei der Voruntersuchung, die dem Erlafs derartiger Verordnungen vorauszugehen hat, wird der im Ministerium aufgestellte Entwurf in der Regel mehreren Offenlegungsverfahren (Enquêtes) unterzogen, weil es sich meistens um die Regelung so schwieriger Verhältnisse handelt, dafs der erstmalige Entwurf infolge der in den Enquêtes beigebrachten Rechtstitel, Nachweise, Erklärungen wiederholt umgearbeitet werden mufs. Wenn schliesslich alle durch das Verfahren zu Tage geförderten Anträge und Einwendungen geprüft und, soweit möglich, erledigt sind, so wird noch eine Commission von 21 Mitgliedern, aus den hauptsächlichsten Vertretern der beteiligten Bevölkerungskreise bestehend, zusammenberufen, die sich über den Verordnungsentwurf im einzelnen gutachtlich zu äufsern und seine Annahme oder Ablehnung vorzuschlagen hat. Erst nach dieser Aeuferung der Sachverständigen-Commission wird der Entwurf endgültig festgestellt.

Es ist begreiflich, dafs derartige Verhandlungen eine lange Zeit, in der Regel für eine einzelne Verordnung mehrere Jahre in Anspruch nehmen; die Tragweite der Mafsregel ist aber so grofs, dafs sie nicht sorgfältig genug vorbereitet werden kann. Hier sei bemerkt, dafs bis heute solche Verordnungen erlassen worden sind für die Flussgebiete fast aller gröfsern und wichtigeren Binnenflüsse des Elsass, nämlich für die Flussgebiete der Ill, der Doller, der Thur, des Thurcanals, der Lauch, der Fecht, der Weifs, der Leber und der Breusch.

In Vorbereitung befinden sich solche für die Flussgebiete der Andlau, des Giefsen, der Ehn, der Zorn und der Moder.

Hinsichtlich der Erfahrungen, die man mit der bestehenden Organisation bei der wasserpolizeilichen Thätigkeit auf dem Gebiete der Wassernutzung gemacht hat, sei bemerkt, dafs sich die Vereinigung der ganzen Wasserpolizei in einer einzigen technischen Verwaltung als zweckmäfsig erwiesen hat. Der Meliorationsbautechniker in Elsass-Lothringen, der die Aufgabe hat, die berechtigten Ansprüche aller Interessentengruppen, also nicht nur der Landwirtschaft, sondern auch der Industrie zu berücksichtigen und geltend zu machen, ist durch diese Stellung selbst der Versuchung einer Voreingenommenheit nach einer Richtung thunlichst entrückt, und all die Reibungen im Geschäftsgange der Verwaltung, die durch eine Theilung der Vertretung solcher entgegenstehenden Interessen unter verschiedene technische Behörden entstehen, sind vermieden.

Unterhaltung der Wasserläufe.

Der wichtigste Theil des wasserpolizeilichen Dienstes auf dem Gebiete des Wasserschutzes umfaßt die Fürsorge für die Instandhaltung der Wasserläufe im öffentlichen Interesse, d. h. soweit als sie erforderlich ist für die Erhaltung der Cultur des anliegenden Landes und der thatsächlich bestehenden Ausnutzung des Wasserlaufs. Diese Mafsregeln sind je nach den örtlichen Verhältnissen sehr verschieden.

Bei kleineren und mittleren Wasserläufen genügt in der Regel eine einfache Auskrautung oder Ausräumung des Flussbettes auf normale Breite und Tiefe. Auch bei gröfseren Wasserläufen sind diese Mafsregeln häufig hinreichend, namentlich da, wo der Wasserlauf ein verhältnismäfsig geringes Gefälle hat und sich infolge starker wirthschaftlicher Ausnutzung in relativ geordnetem Zustande befindet. Nicht ausreichend aber sind die Mafsregeln bei gröfseren Wasserläufen mit stärkerem Gefälle, und namentlich bei solchen, die eine erhebliche Geschiebeführung haben. In diesen Fällen ist die kostspielige Ausräumung auf Normalquerschnitt unter Beibehaltung der Richtung des Flusslaufs für die Instandhaltung des letzteren von verhältnismäfsig geringem Werthe, und es wird meistens nothwendig, eine Verlegung des Flussbettes, Uferbauten usw. vorzunehmen.

Diesen verschiedenen Voraussetzungen entsprechend sind auch für die Regelung der Unterhaltung verschiedene technische Mafsregeln und infolge davon verschiedene administrative Verfahren erforderlich. Entscheidend für das Verfahren ist in erster Linie die Frage: „Wer ist unterhaltungspflichtig?“ — Nach der bis zum Jahre 1891 in Anwendung gekommenen französischen Gesetzgebung waren zur Instandhaltung der nicht schiffbaren Wasserläufe diejenigen Personen verpflichtet, die ein Interesse an derselben haben. Bei schiffbaren Wasserläufen hatte der Staat die Unterhaltungspflicht, konnte aber die Kosten der Unterhaltungsarbeiten soweit auf die Beteiligten umlegen, als sie nicht durch die Interessen der Schifffahrt bedingt waren.

Dieser Grundsatz nun, in den sich zufolge vielfacher praktischer Anwendung die Bevölkerung eingelebt hatte und für dessen Durchführung namentlich seit Einrichtung des Meliorationsdienstes bestimmte Formen gefunden waren, ist bei Erlafs des Wassergesetzes beibehalten worden. Hierfür sprachen neben dem Umstande, dafs sich ein Bedürfnifs nach dem Uebergange zu einem anderen Grundsatz nicht herausgestellt hatte, noch einige Erwägungen allgemeiner Art.

An Stelle der Interessenten hätte die Gemeinde als unterhaltungspflichtig, wenn auch mit dem Rechte der Umlage auf die unmittelbar Beteiligten, in Frage kommen können, wie das in verschiedenen deutschen Staaten durchgeführt ist. Hiergegen sprach die Erwägung, dafs das Gemeindeleben, die Selbstthätigkeit der Gemeinden in Elsass-Lothringen, wenig entwickelt war, im allgemeinen weniger, als in den angrenzenden deutschen Staaten. Da nun das Interesse der oft ganz vereinzelter Feldlagen, die bei den Räumungen beteiligt sind, unter Umständen gar keine unmittelbare Vertretung in der Körperschaft der Gemeindeverwaltung findet, so würden hier die Schwierigkeiten, die dadurch entstehen, dafs man einer Körperschaft eine Verpflichtung oder Berechtigung zu Arbeiten überträgt, an welchen sie nicht beteiligt ist, doppelt störend werden. Für gröfsere Wasserläufe, an denen mehrere Gemeinden gleichzeitig beteiligt sind und bei welchen eingreifende Unterhaltungsarbeiten nöthig werden, die unter Umständen auf unterhalb liegende Flussstrecken Einwirkung haben, konnte selbstverständlich noch weniger Erfolg von einer Uebertragung der Unterhaltungspflicht oder -Last auf die einzelnen Gemeinden erwartet werden.

Auf Grund dieser Erwägungen hat man das Verfahren für die Unterhaltung der Wasserläufe in folgender Weise geregelt:

Instandhaltung kleiner Wasserläufe.

Die Kosten der Ausräumung von kleinen Wasserläufen, Gräben und Bächen, werden vertheilt auf die Eigenthümer der

am Wasserlauf angrenzenden Grundstücke und umgelegt nach Maßgabe der Uferlänge. Dieser Grundsatz entspricht dem Ortsgebrauch, der in Elsass-Lothringen seit langer Zeit für die kleinen Wasserläufe als geltend angesehen wurde. Sofern ausnahmsweise ein anderer Ortsgebrauch mit besonderen Bestimmungen besteht, werden diese Anwendung finden.

Andernfalls wird jedes Gesuch um eine Bachräumung einem Offenlegungsverfahren (Enquete) von zwanzig Tagen in der oder den beteiligten Gemeinden unterzogen. Bei dieser Offenlegung können die Beteiligten ihre Bemerkungen abgeben. Gleichzeitig haben sich die Gemeindevertretungen über den Nutzen der Räumung und über die Abmessungen, welche dem Bette des Wasserlaufes zu geben sind, zu äußern und anzugeben, ob ein Localgebrauch oder alte Verordnungen vorhanden sind, die bisher in der Gemeinde für die Räumungsarbeiten bestimmend waren. Ergiebt diese Vorprüfung, daß der Nutzen des Unternehmens überwiegend anerkannt ist, so wird durch den Meliorationsbeamten ein Entwurf über die auszuführenden Arbeiten mit Kostenvoranschlag und gleichzeitig ein Entwurf zur Räumungsordnung ausgearbeitet. Dieser Entwurf kann eine einmalige Räumung vorschlagen oder, was in Elsass-Lothringen die Regel bildet, eine sog. permanente Räumungsordnung enthalten, in der die Abmessungen des Wasserlaufes festgestellt und die Zeitabschnitte von vornherein bestimmt sind, innerhalb deren die Arbeiten wiederholt werden müssen. Der ganze Entwurf wird sodann einer Offenlegung unterzogen und hiernach der Räumungsbeschluss in Form einer Räumungsordnung durch den Bezirkspräsidenten erlassen.

Die Ueberwachung der Ausführung, sowie die Controle der regelmäßigen Wiederholungen der Räumungen, werden durch den Meliorationsbauinspector bzw. seine Organe ausgeübt. Die Arbeiten selbst werden in der Regel durch die unterhaltungspflichtigen Uferangrenzer persönlich ausgeführt, sofern nicht in der Räumungsordnung anders bestimmt ist.

Nach Verlauf der zur Ausführung bestimmten Zeit nimmt der betreffende Meliorationsbeamte (der Wiesenbaumeister) den Stand der Arbeiten auf und vergiebt an einen Unternehmer alle noch rückständigen Räumungsstrecken auf Kosten der betreffenden Uferangrenzer.

Soweit es sich um kleinere regulirte Wasserläufe handelt, ist die Verpflichtung zur Instandhaltung immer Sache der Person oder Corporation, welche die Regulirung ausgeführt hat. Hier sind besondere Verordnungen nicht erforderlich, weil als Corporation nur eine ermächtigte Genossenschaft oder eine Gemeinde in Frage kommen kann, deren Thätigkeit der Ueberwachung der Verwaltung ohnedies unterliegt und die in dieser Beziehung meist durch die Genossenschaftssatzungen oder die Genehmigungsurkunde geregelt ist. Bei solchen Wasserläufen umfaßt die Instandhaltung selbstverständlich auch alle erforderlichen Arbeiten an Dämmen und Kunstbauten.

Die Instandhaltung der künstlichen Wasserläufe (Gewerbecanäle, Wässerungscanäle) ist Sache der Person oder Corporation, die als Eigenthümer anzusehen ist. Auch hier sind die einzelnen Vorschriften für die Instandhaltung, soweit bei derselben Interessen Dritter in Frage kommen, in der Regel in der Genehmigungsurkunde gegeben. Soweit dies nicht der Fall ist, können sie durch eine Verordnung des Ministeriums geregelt werden, die auch eine anderweite Vertheilung der Räumungspflicht bestimmen kann.

Was nun die technische Seite des Verfahrens bei diesen kleineren Wasserläufen betrifft, so ist hierbei in erster Reihe von Wichtigkeit die Ermittlung der Normalquerschnitte und die Festsetzung der thatsächlich bestehenden Uferlinie.

Die Normalquerschnitte, welche dem Wasserlauf durch die Räumung als Mindestabmessungen zu geben sind, müssen bestimmt werden aus den hydrographischen Verhältnissen des Flusgebietes unter Vergleichung mit den bestehenden Flusquerschnitten, Brückenbreiten usw., und unter Benutzung der bei früheren Räumungen ermittelten Maße. Die Uferlinie, d. h. die Grenze zwischen dem Flussbett und dem anliegenden Land, wird gebildet durch die Wasserlinie bei bordvollem Flusse und ist daher einem fortgesetzten Wechsel unterworfen. Aus ihr und dem Normalquerschnitt des Wasserlaufes wird die zu Recht bestehende Uferlinie bestimmt.

Hierbei kommt nicht in Frage, inwieweit die Uferlinie, die zugleich die Eigenthumsgrenze gegenüber den Anliegern bildet, sich mit der in einem früheren Zeitpunkte vorhanden gewesenen Linie deckt, denn auch diese Eigenthumsgrenze unterliegt der Natur der Sache nach fortwährenden Veränderungen. Das Räumungsverfahren, das die zu Recht bestehende Uferlinie aus den Normalquerschnitten einerseits und der thatsächlich vorhandenen Lage des Flussbettes andererseits ermittelt, bewirkt dadurch nicht einen Eigenthumswechsel, schafft nicht eine neue Grenze, sondern stellt nur die von selbst im Laufe der Zeit durch die Gewalt des Wassers eingetretene Grenzveränderung fest.

Von diesem Gesichtspunkte aus hat der Meliorationsbauinspector die Uferlinie zu ermitteln, die sodann durch den Beschluss des Bezirkspräsidenten festgestellt wird. Gegen diesen Beschluss ist kein Rechtsweg, wohl aber Beschwerde an das Ministerium zulässig. Die Erfahrung hat ergeben, daß im Vergleich zu der außerordentlich großen Zahl solcher Arbeiten sehr selten Einsprüche gegen die Feststellung der Uferlinie durch das Meliorationspersonal vorkommen.

Die Vergütungen, welche die Beteiligten für die auswärtige Thätigkeit des Meliorationspersonals bei diesen Arbeiten an die Landeskasse zu erstatten haben, sind unabhängig von der Höhe der im einzelnen Falle thatsächlich entstandenen Kosten für Tagegelder und Reiseauslagen und werden berechnet nach einem Tarife, der für die verschiedenen Arten von Arbeiten (Vorarbeiten, Absteckungen, Ausführungen und Abnahmen) unter Zugrundelegung der Länge des zu räumenden Wasserlaufes ermittelt ist. Hierdurch werden die Ungleichheiten in der Belastung der Räumungspflichtigen vermieden, die andernfalls durch die Verschiedenheit der Entfernung des zu räumenden Wasserlaufes von dem Wohnorte des mit der Aufsicht betrauten Beamten und durch die Verschiedenheit der Gehaltsbezüge dieser Beamten nothwendig entstehen müßten.

Das ganze vorstehend geschilderte Verfahren hat sich in der Anwendung als zweckmäßig bewährt. Die durch dasselbe gesicherte regelmäßige Räumung der kleinen Wasserläufe ist eine namentlich für die Landwirthschaft segensreiche Maßregel und nimmt einen erheblichen Theil der Thätigkeit der Unterbeamten der Meliorationsbauverwaltung in Anspruch.

Es sei in dieser Hinsicht erwähnt, daß seit Errichtung des Meliorationsdienstes solche Arbeiten im Gesamtbetrage von 2 601 000 *M* ausgeführt worden sind.

(Schluß folgt.)