

Der Neubau des Königlichen Joachimsthalschen Gymnasiums in Templin (Uckermark).

(Mit Abbildungen auf Blatt 39 bis 43 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Am 7. November v. J. fand in Gegenwart des Prinzen August Wilhelm von Preußen die feierliche Einweihung der Neubauten des Kgl. Joachimsthalschen Gymnasiums statt. — Durch den Kurfürsten Joachim Friedrich war die Anstalt am 24. August 1607 in Joachimsthal in der Uckermark gegründet worden, mit dem besonderen Zweck, der Universität Frankfurt a. d. O. durch Begründung einer höheren Lehranstalt wohl vorbereitete Studierende zuführen zu können. So räumte der Kurfürst den Lehrern und Schülern sein eigenes Jagdschloß in Joachimsthal ein, bemühte sich in jeder Beziehung für das körperliche Wohl, für Ernährung und Kleidung der Schüler und sorgte für eine angelegentliche Pflege des Glaubens und einen vielseitigen Unterricht in Wissenschaften und Künsten. In der Stille der herrlichen Wälder konnte sich so unter ihm und seinem Nachfolger, Kurfürst Johann Sigismund, die Anstalt in aller Ruhe entwickeln. Neben den Wissenschaften wurde mit besonderer Sorgfalt Gesangskunst und instrumentale Musik gepflegt; die Übung dieser

Künste ist auch bis auf den heutigen Tag eine Vorliebe der Schüler geblieben. Dem glänzenden Aufschwung der Schule wurde jedoch durch den Ausbruch des dreißigjährigen Krieges ein jähes Ende bereitet. Kursächsische Soldaten setzten im Januar 1636 die Anstalt in Flammen; nur die Kirche blieb erhalten. Das weitere Bestehen der Schule, deren Lehrer und Schüler in alle Winde zerstreut waren, wäre unmöglich gewesen, wenn sich nicht der Große Kurfürst ihrer angenommen hätte. Indes konnte er bei der allgemeinen Not des Landes ihr die Mittel zu einem neuen,

selbständigen Dasein nicht verschaffen. So wurden zunächst die Trümmer der Fürstenschule mit der Köllnisch-Reformierten Schule vereinigt, bis sie nach ihrem neuen Erblühen im Jahre 1650 vom Kurfürsten in sein eigenes Schloß über-

nommen wurde. Friedrich Wilhelm I. errichtete dann in den Jahren 1715 bis 1717 ein eigenes neues Gebäude in der Burgstraße, in dem nun auch wieder die Alumnen eigene Wohnung erhielten. Ein neuer Lehrplan für die wissenschaftliche Erziehung wurde von Sulzer aufgestellt, von Friedrich dem Großen genehmigt und von dem hochbegabten Rektor Meierotto in die Tat umgesetzt. Die Schwester Friedrichs des Großen, Prinzessin Amalie, vermachte dann weiterhin, als besonderes Zeichen fürstlicher Huld, der Anstalt ihre eigene Bibliothek, die im wesentlichen aus einer reichen Sammlung seltener Handschriften und Drucke musikalischen Inhaltes besteht. König Friedrich Wilhelm II. schenkte dem Gymnasium einen Turnplatz. Unter Friedrich Wilhelm III. und Friedrich Wilhelm IV. nahm dann die Schule unter dem



Abb. 1. Mittleres Doppelwohnhaus III/IV.

Rektor August Meineke einen neuen bedeutenden Aufschwung, besonders in der Pflege pädagogischer Kunst. So wurde allmählich dringend eine Vergrößerung der Schule notwendig und, da ein Um- und Erweiterungsbau in der Burgstraße nicht möglich war, fand im Jahre 1880 die Verlegung nach Wilmersdorf statt (Jahrg. 1878, S. 476 d. Zeitschr.). Das dort errichtete neue, prächtige Gebäude wurde am 22. Oktober 1880 durch Kaiser Wilhelm I. feierlichst eingeweiht. Se. Majestät ergriff dabei sogar selbst das Wort. Aber nur 32 Jahre lang war der Schule hier ein Bestehen möglich; sie hatte sich durch die

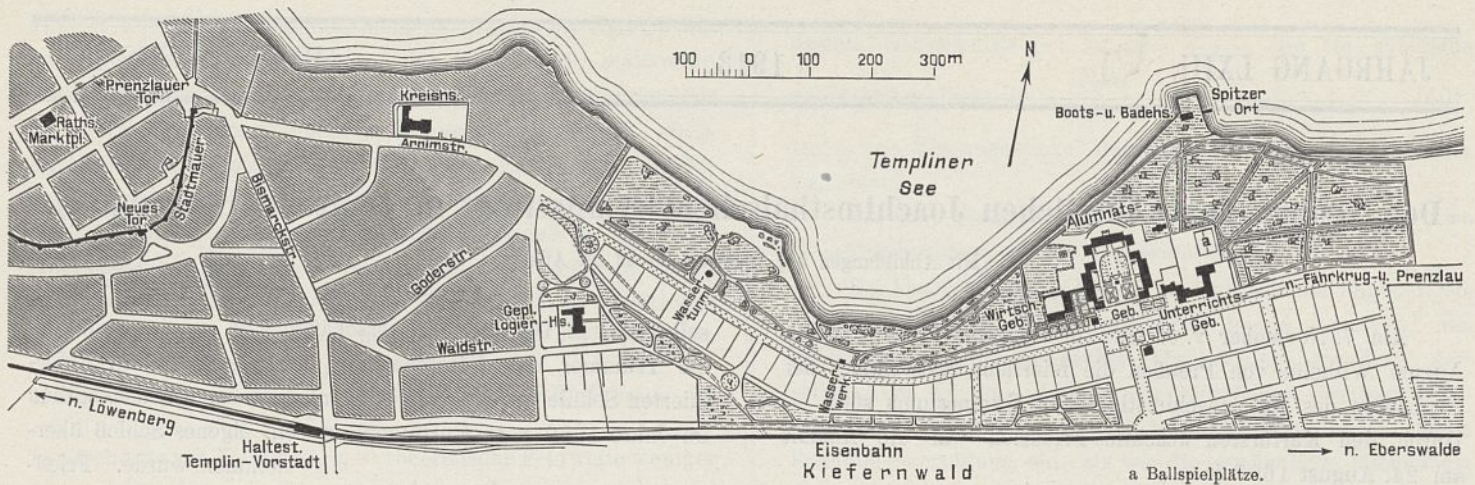


Abb. 2. Lageplan.

Bauten usw. nach und nach in eine schwere Schuldenlast gestürzt, die von Jahr zu Jahr andauernd wuchs. So mußte die alte Hohenzollernstiftung wiederum verlegt werden. Das Grundstück mit allen Gebäuden wurde an die Gemeinde von Deutsch-Wilmersdorf verkauft. Die Anstalt selbst aber kehrte, nachdem sie 2 $\frac{1}{2}$ Jahrhunderte lang ihre Wirkungsstätte in Berlin gehabt hatte, wieder in ihre alte Heimat, die Uckermark, zurück. Hier war es die Stadt Templin, die unter den Bewerbern das günstigste Angebot abgegeben hatte. Sie stellte nicht nur einen 14 ha großen Bauplatz an der schönsten Stelle des Templiner Sees gelegen zur Verfügung, sondern gab auch noch einen baren Zuschuß von 100 000 Mark zu den Baukosten.

Nur wenige Meilen von ihrer Heimatstätte entfernt, erheben sich nun die neuen Gebäude, die den Zwecken des Unterrichtes und des Alumnates dienen. Bei dem Bau und der Einrichtung der Anstalt, der jüngsten dieser Art, sind alle neuzeitlichen Erfahrungen auf pädagogischem Gebiete verwertet worden. — Die ganze Anlage (Text-Abb. 2 u. Abb. 6 Bl. 41) gliedert sich, entsprechend den besonderen Anforderungen, in drei große Gebäudegruppen, deren Formgebung der traulichen, märkischen Wald- und Seenlandschaft angepaßt ist. Die einzelnen Baugruppen entsprechen den drei Erfordernissen des Unterrichtes (Klassengebäude), des Wohnens und Arbeitens der Schüler (Alumnatsgebäude) und der Verpflegung der Schüler (Wirtschaftsgebäude mit Beamtenwohnhaus). Aus Zweckmäßigkeitsgründen sind die Wirtschaftsgebäude nach der Stadt Templin zu angeordnet. Ihnen schließen sich, um einen großen Gartenhof gruppiert, die Wohnhäuser der hier ständig untergebrachten 150 Alumnatschüler mit den Oberlehrerwohnungen an. Dann folgt das eigentliche Unterrichtsgebäude mit seinem großen Turm und dem vorgelagerten Direktorwohnhaus.

In dem Klassengebäude werden außer den 150 Alumnatsschülern noch 60 weitere Schüler, die in der Stadt wohnen, unterrichtet. Der Unterricht beginnt mit dem Lehrplan der Tertia. Es sind daher sechs Klassen und zwar für je 30 bis 40 Schüler vorgesehen. Bei dem Alumnatshof und dem Direktorhaus vorbei gelangt man nach Überschreitung einer platzartigen Erweiterung der Landstraße (Abb. 2 Bl. 39) zu dem Haupteingang der Schule, der sich unter den großen Fenstern des Aulafügels befindet. Im

Erdgeschoß (Abb. 8 Bl. 42) liegt hier zunächst auf der einen Seite Kasse und Registratur, auf der anderen Seite die Schuldienervohnung, welche in zwei Geschossen drei Wohnräume mit Zubehör und ein Dienstzimmer des Schuldieners enthält. An der einen Längsseite der sich an den Haupteingang anschließenden Wandelhalle führt zwischen starken Pfeilern die Haupttreppe zu den oberen Geschossen hinauf. An dem längs der Landstraße angeordneten Erdgeschoßflur liegt das Lehrerzimmer, die Schülerbücherei und eine Seminarklasse. Dann folgt die Nebentreppe, und man gelangt, bei der Gesangs- und einer Reserveklasse vorbei, zu dem Flügel der Büchereien. Hier befindet sich zunächst die sogen. Amalienbibliothek, in welcher die eingangs erwähnte Stiftung der Schwester Friedrichs des Großen untergebracht ist. In Weiß und Gold gehaltene Schränke enthalten die prächtig eingebundenen musikalischen Werke. Alte Ölbilder, schöne alte Stühle, neue Vorhänge und Beleuchtungskörper erhöhen den vornehmen Eindruck dieses Raumes, der gleichzeitig auch als Lesezimmer für die Lehrer dienen soll. Durch einen für den Bibliothekar bestimmten Raum gelangt man alsdann zu der in fünf Geschossen aufgestellten großen Lehrerbücherei, die für 80 000 Bände Raum bietet und deren jetziger Bestand bereits 60 000 Bände beträgt.

Im Klassenflügel des ersten Stockwerkes (Abb. 9 Bl. 42) liegen weitere sechs Klassen und einige Nebenräume. Von der Haupttreppe gelangt man durch eine Wandelhalle in die durch zwei Geschosse gehende Aula. Die Wandelhalle ist mit figürlichem Schmuck ausgestattet und enthält unter anderem auch die Gedenktafeln für die in den Kriegen seit 1813 gefallenen Schüler der Anstalt. Dieser im wesentlichen dunkel-violett gefärbte Raum bildet die Vorhalle zu der im Gegensatz dazu in zartem Grün gehaltenen und mit 6 m hohen Fenstern versehenen Aula, deren festliche Stimmung durch eine Reihe prächtiger alter Ölgemälde gehoben wird. Mächtige weiß gehaltene dorische Säulen gliedern die den Fenstern gegenüber liegende Längswand, die mit ornamentalem in Gold auf dunkelblauem Grunde aufgetragenem Schmuck versehen ist. Eine schlichte Kassettendecke mit goldenen Sternen auf dunkelblauem Grund bildet den oberen Abschluß (Text-Abb. 3 u. 4). Für 300 Personen bietet die Aula Raum. Da in der Anstalt besonderer Wert auf die musikalische Betätigung der Schüler in den Freistunden



Abb. 3. Aulawand mit Empore.



Abb. 4. Aula.

gelegt wird, ist die Aula mit einer Orgel, einem großen Flügel und einem Klavier ausgestattet. — Außer der für die häufigen Vorstellungen bestimmten eigentlichen Bühne ist noch eine in den Aularaum vortretende Vorbühne angeordnet.

Im II. Stockwerk liegt neben der an der Längsseite der Aula befindlichen Empore ein besonderer Raum für die Unterbringung der Musikinstrumente und der Noten des Schülerorchesters. Der zwischen den beiden Treppen mittels Glastüren abgeschlossene Teil des Klassenflügels nimmt hier eine hervorragende — früher im Privatbesitz befindliche — Sammlung des Herrn Professor Schmalz auf, und zwar sind in einem Raum musikgeschichtliche Werke untergebracht, während zwei weitere Räume eine naturgeschichtliche, hauptsächlich aus Konchylien bestehende Sammlung aufnehmen. Unter der Bedingung, daß hierfür die geeigneten Räume geschaffen würden, ist die Sammlung der Schule gestiftet worden. — Der Nebentreppe zunächst liegt, außer dem Räume für die Naturaliensammlung, die mit ansteigenden Sitzplätzen versehene Physikklasse, ein dazu gehöriges Apparate- und Vorbereitungszimmer und ein Raum für den Unterricht in der Chemie und Biologie mit Dunkelkammer.

Im Dachgeschoß befindet sich der mit fünf großen Fenstern ausgestattete Zeichensaal, der eine sehr schöne Aussicht auf Wald und See gewährt. Die schönste Aussicht bietet aber der 40 m hohe Turm, das Wahrzeichen der Schule.

Eine etwa in zwei Drittel seiner Höhe angeordnete Plattform soll für astronomische Beobachtungen dienen. Die obere Kuppel des Turmes ist mit Kupfer abgedeckt und wird von einem in Bronze getriebenen Adler, der eben seine Schwingen zum Auf-fliegen ausbreitet, gekrönt. — Erwäh-nenswert sind noch im Kellergeschoß angeordnete Handfertigkeitsräume für Tischler- und Buchbinderarbeiten.

Der Schulhof, der von zwei Flügeln des Klassengebäudes begrenzt wird, ist reichlich mit Turngeräten, Rundlauf, Leitern usw. ausgestattet. An ihm liegt auch die Turnhalle, welche durch einen überdeckten, aber seitlich offenen Bogengang mit dem Klassengebäude verbunden ist (Abb. 3 Bl. 40). Von dem Vorraum gelangt man zu einer inneren Turnhallenempore und zu einer nach außen offenen, überdeckten Halle, die bei den Schauturnen im Freien eine bequeme Besichtigung der Darbietungen

auf dem Schulplatz gewähren soll. Eine geräumige Kleiderablage und ein Zimmer für den Turnlehrer vervollständigen die den Leibesübungen gewidmete Anlage. Auf der nach dem See hin sich erstreckenden Verbreiterung dieses Platzes sind zwei große Ballspielplätze angelegt (Abb. 6 Bl. 41).

Mit dem Klassengebäude ist das Direktorwohnhaus im Erdgeschoß durch ein Vorzimmer und das sich anschließende Amtszimmer des Direktors verbunden. Im Erdgeschoß des Wohnhauses sind um eine langgestreckte Treppendiele (Text-Abb. 6) vier Zimmer, Kleiderablage, Küche und Zubehör angeordnet. An der Südseite bietet eine offene Loggia, an der Nordseite eine von Säulen getragene Veranda reichliche Sitzgelegenheit. — Im Obergeschoß liegen weitere fünf Zimmer, Bad und Mädchenkammer (Abb. 8 u. 9 Bl. 42).

An der nördlichen Langseite der platzartigen Erweiterung der Landstraße öffnet sich der große Alumnathof mit der zweiten Baugruppe (Abb. 6 Bl. 41). Der Hof ist an drei Seiten von je einem Doppelwohnhaus für die Aufnahme von je zweimal 25 Alumnen eingeschlossen. Zusammen sind also 150 Alumnen, die dauernd hier wohnen, arbeiten und schlafen, untergebracht. An den Schmalseiten jedes Doppelhauses schließt sich je ein Wohnhaus für einen verheirateten Oberlehrer an, welches im Erdgeschoß drei Zimmer, Küche, Zubehör und einen offenen Sitzplatz enthält. Von der geräumigen Diele führt die Treppe zu dem ersten Stockwerk mit vier weiteren Zimmern, Bad und Zubehör. Ferner liegt hier, in gleicher Höhe mit den Arbeitsräumen der Alumnen, das Arbeitszimmer des Oberlehrers, wodurch ihm die Oberaufsicht über seine Gruppe von 25 Alumnen erleichtert wird. Zur beständigen Aufsicht sind außerdem bei jeder Gruppe ein Adjunkt und eine Hausdame angestellt. Diese sind insbesondere verpflichtet, allen Mahlzeiten der Schüler beizuwohnen und sich in den Freistunden mit ihnen zu beschäftigen. Die Hausdame, der natürlich auch das Dienstpersonal untersteht, soll den Schülern bis zu einem gewissen Grade die Stelle einer Mutter ersetzen. Nach den bisher gemachten guten Erfahrungen dürfte dieser neuartige Versuch auch in anderen Alumnaten nachgeahmt werden. Für jedes einzelne Alumnatenwohnhaus ergab sich nun aus alledem folgende Raumanordnung (Abb. 1 bis 6 Bl. 41): Im Erdgeschoß liegt mit der Aussicht nach dem Gartenhofe ein großer gemeinsamer Speisesaal, mit dem durch Schiebetüren ein Vorzimmer, das gleichzeitig Musikzimmer (Text-Abb. 5) ist, in Verbindung steht. Beide Räume sind in würdiger Weise dekorativ bemalt. Holzpaneele, Sitzgelegenheiten an den Fenstern, Schrankeinbauten für Porzellan und Wäsche erhöhen zusammen mit farbigen Vorhängen, Bildern, Steindrucken und gefälligen Beleuchtungskörpern den traulich-wohnlichen Eindruck des Speisesaals. Jedes Musikzimmer hat sein Klavier, so daß in den Freistunden fast ununterbrochen fröhliche Weisen erklingen. An den Speisesaal schließt sich eine Teeküche an. Diese ist mit Spülvorrichtung für „Warm“- und „Kalt“-Wasser und einem Wärmeschrank ausgestattet. Er dient zur Aufnahme der Speisen, welche mittels Speisewagen von der Hauptküche des Wirtschaftsgebäudes hierher befördert werden. An dem sich anschließenden Flur liegt, durch einen besonderen Vorraum zugänglich, ein Mädchenzimmer, ein Abort und ein Krankenzimmer. Letzteres wiederum ist von der aus Wohn- und Schlafzimmer bestehenden Wohnung der Hausdame aus unmittelbar zu erreichen. Der



Abb. 5. Musikzimmer für die Schüler (Alumnat VI).

sich dielenartig erweiternde, mit Bänken ausgestattete Flur steht wiederum mit der Oberlehrerwohnung durch einen Vorflur in Verbindung. Andererseits führt von hier aus die Treppe zu dem oberen Geschoß. Dort liegen vier größere und zwei

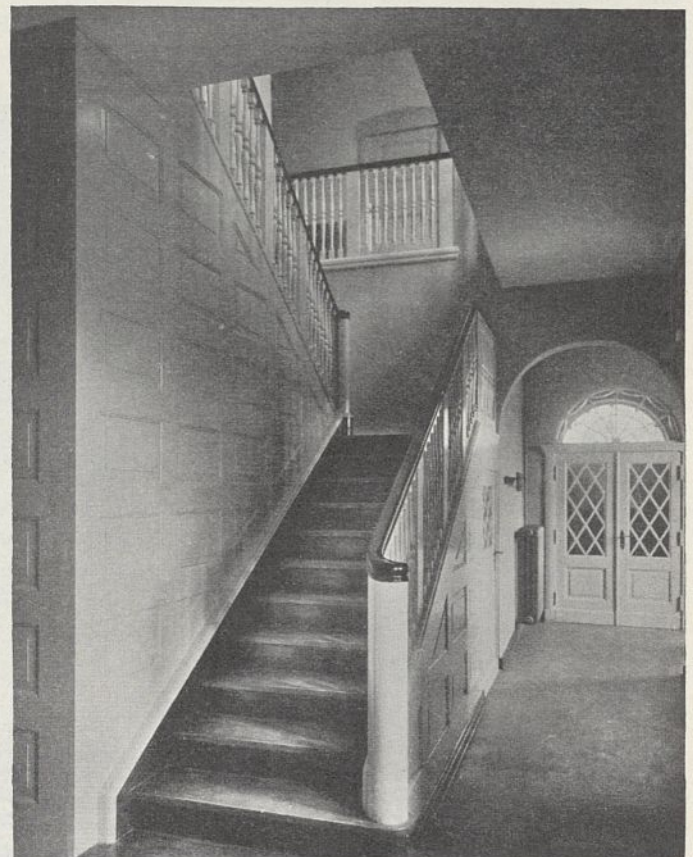


Abb. 6. Diele im Direktorwohnhaus.



Abb. 7. Pavillon beim Wohnhaus III.

kleinere Wohn- und Arbeitsräume der Schüler; die letzteren sind für je zwei Abiturienten, die ersteren für je 4 bis 6 Schüler bestimmt, welche stets verschiedenen Klassen angehören. Zunächst der Treppe liegt das Wohnzimmer des Adjunkten, ein Abort und eine Kleiderablage. Auch hier ist der Flur wieder durch Erweiterung zu einem freundlichen Sitzplatz ausgestaltet und mit Bildschmuck versehen. Teils auf dem Flur, teils in einem besonderen Schrankzimmer ist ein eigener Kleiderschrank für jeden Schüler aufgestellt; außerdem hat jeder von ihnen in seinem Arbeitsraum ein verschließbares, mit vielen Fächern versehenes, schrankartiges Arbeitspult erhalten.

Die Schlafräume liegen im ausgebauten Dachgeschoß, und zwar befinden sich in jeder Wohnhaus-Abteilung vier Schlafräume für je 6 und 7 Schüler und ein Schlafzimmer für den Adjunkten. Im Anschluß daran sind zwei gemeinsame Waschräume für 12 und 13 Schüler angeordnet. Diese Räume sind mit den neuesten Anforderungen entsprechenden Waschanlagen, mit gläsernen Ablegegestellen für die Reinigungsgegenstände usw. ausgestattet. Die Wände haben farbigen Heliolithputz erhalten. In einem besonderen Raum für das Reinigen des Schuhzeuges hat jeder Schüler sein eigenes Ablegegestell für die Stiefel und für seine schmutzige Wäsche. Schließlich ist noch ein Reserve-Schlafraum dort vorhanden. Im Keller jedes Doppelwohnhauses liegt die aus einer Stube, zwei Kammern, Küche und Nebengelaß bestehende Wohnung des Hausdieners, der unter anderem auch die dort eingebaute Kesselanlage der Sammelheizung und die aus einem Brausebad, zwei Wannensäubern und einem Auskleideraum bestehende Badeanlage zu bedienen hat. — Durch jedes Doppelwohnhaus führt im Erdgeschoß in der Hauptquerachse ein offener, gewölbter Gang. In diesen fahren die von der Hauptküche

kommenden, oben schon erwähnten Wagen mit den Speisen, die dann in die an den Gang stoßenden, auch als Anrichte dienenden Teeküchen abgegeben werden. Der Bogen-gang durch das mittlere Doppelwohnhaus ist durch eine reiche Säulenstellung noch besonders ausgezeichnet (Text-Abb. 1). Von hier aus hat man nach der einen Seite einen überraschend schönen Blick über den Alumnathof und die Landstraße hinweg auf den Wald. Ein noch schönerer Blick öffnet sich auf der anderen Seite auf die fein gezeichneten Umrisse der Stadt, die unten an den schönen Ufern des Sees liegt, zu dem von hier aus Wege und Terrassenanlagen hinabführen. Über dem Säulengang ist auf dem Dach ein zierliches Uhrtürmchen angeordnet, das auch die schön abgestimmten Glocken für den Stundenschlag aufnimmt.

Durch den mittleren Gang des westlich gelegenen Doppelwohnhauses gelangt man nun zu der dritten und letzten Baugruppe, und zwar zunächst in die Anrichte und von dort in die große Küche mit Spülküche und Vorratsraum des Wirtschaftsgebäudes (Abb. 2 u. 5 Bl. 42). In der Küche sind außer einem großen Herd, welcher für die Zubereitung der Braten dient, fünf große Kessel für die Gemüse-, Fleisch-, Kartoffel-, Milch- und Kaffeebereitung aufgestellt. Sie sind alle für Dampfheizung eingerichtet. In dem für das Spülen bestimmten Teil der Küche steht ein großer Gemüse- und Geschirrwaschtrog, mit Warm- und Kaltwasserzuführung versehen. Die hier täglich für rund 180 Personen zubereiteten Speisen gelangen zunächst in einen großen Dampfwarmschrank, der in die Öffnung zwischen Küche und Anrichte eingebaut ist. Auf eins der selbsttätig eingestellten Klingelzeichen befördern dann die Hausdiener mittels Speisewagen die Speisen zu den Teeküchen der einzelnen Alumnate (s. oben). — Von der Küche gelangt man durch den Annahmeraum in einen Treppenflur und von dort aus auf den Wirtschaftshof. Auf der anderen Seite des Treppenflures liegt die aus vier Räumen bestehende Wäschereianlage. Die Waschküche ist mit einer elektrisch angetriebenen Dampfwaschmaschine nebst Schleuder ausgestattet. Sie steht mit der Roll- und Plättstube und dem Trockenraum in unmittelbarer Verbindung. — Im oberen Geschoß liegen vier Dienstkammern und zwei Baderäume, von denen einer für die Dienboten und einer für die Hausdamen bestimmt ist. An der dem See zugekehrten Seite befindet sich ferner hier, von einer besonderen Treppe aus zugänglich, das aus einem Billard- und einem Kneipraum bestehende Schülerkasino. Eine beiden Räumen vorgelagerte, von Säulen getragene Loggia bietet einen schönen Aufenthalt mit wunderbarem Blick auf den See. Mit dem Eingang der Kasinotreppe verbunden liegt im Erdgeschoß eine geräumige Kegelstube, an die sich eine Sommer- und Winterkegelbahn anschließt (Abb. 6 Bl. 41). Umschließen so die Kegelbahn und der eigentliche Wirtschaftsflügel zwei Seiten des Wirtschaftshofes, so liegt an dessen dritter Seite, und zwar an der Landstraße ein Beamtenwohnhaus, in dem zwei mittlere und zwei untere Beamte und die Wirtschaftsdame Wohnungen erhalten haben. Im Erdgeschoß (Abb. 2 Bl. 42) befindet sich hier auf der einen Seite des Haupteinganges die Wohnung des Musiklehrers, der gleichzeitig den Zeichen- und Turnunterricht gibt, rechts die Wohnung des Krankenpflegers. Darüber liegen oben die Wohnungen des Hausinspektors und des Oberheizers. Jede Wohnung hat drei



Abb. 8. Boots- und Badehaus.

bis vier Stuben, Küche und das erforderliche Nebengelaß. Die Wohnung der Wirtschaftsdame, die ebenfalls im oberen Geschöß untergebracht ist, besteht aus zwei Stuben. Von hier führt eine besondere Treppe in eine überdeckte Durchfahrt, welche die Verbindung mit dem Wirtschaftsgebäude, dessen ganzer Betrieb der Wirtschaftsdame unterstellt ist, bildet. — An der Landstraße, dem Wirtschaftsgebäude vorgelagert, liegt ein kleines Pfortnerhäuschen (Abb. 1 Bl. 42).

Besonderer Wert ist bei der ganzen Anlage auf die Gesamtgruppierung und die Stellung der einzelnen Gebäude zueinander gelegt werden. Ebenso steigert sich die Höhenentwicklung der Gebäude, wenn man von der Stadt her der Anstalt sich nähert (Abb. 2 Bl. 39). Der große Turm des Klassengebäudes gibt der Anlage seinen bedeutungsvollen Abschluß. Überall zeigen sich geschlossene Bilder, indem die einzelnen Bauteile durch Mauern mit Türen und Toren oder durch Zäune miteinander verbunden sind. Von dem dunkeln Grün des Kiefernwaldes heben sich leuchtend die gelben Fassaden mit ihren roten Ziegeldächern ab. Die Haustüren sind grün, sämtliche Zäune weiß gestrichen.

Im Einklang mit dem gesamten architektonischen Aufbau sind die gärtnerischen Anlagen hergestellt. Die platzartige Erweiterung an der Landstraße und der Alumnathof sind mit Bäumen reich besetzt. Etwa in der Mitte des Alumnathofes erhebt sich aus grünem Rasen und Blumenflächen das vom Bildhauer Bendorff geschaffene Denkmal des Stifters der Anstalt, des Kurfürsten Joachim Friedrich. Zu jedem Alumnatswohnhaus nebst Oberlehrervilla gehört ein besonderer Garten mit eigener Laube. Der Garten, welcher dem See und der Stadt zunächst liegt, und die schönste Aussicht von dem sogenannten „Tempelherrenblick“ über den See hin bietet, ist durch einen zierlich gemauerten Pavillon ausgezeichnet (Text-Abb. 7). Durch das große Waldgelände, welches zur Schule gehört, ist eine Reihe Wege angelegt, die einen malerischen Blick auf die Stadt oder auf die Gebäudegruppen gewähren. Durch reichliche Anpflanzungen mit Unterholz wird die Schönheit des Waldes hier wesentlich gehoben.

An der offenen Längsseite des Schulhofes liegt ein Gewächshaus, welches ein Kalt- und ein Warmhaus enthält. Hier und in den dazugehörigen Mistbeetanlagen werden die Blumen für die Anstalt gepflegt und gezogen, während der hinter dem Unterrichtsgebäude angelegte botanische Garten die Pflanzen für den Unterricht in der Botanik liefern soll. Alle eigenartigen Pflanzen der Hochlands-, Hügel-, Wiesen-, Dünen-, Moor- und Teichflora sind hier vertreten.

Für die körperliche Pflege der Schüler ist am Ufer des Sees ein Boots- und Badehaus errichtet, welches zu ebener Erde Raum für vier Sportsboote und eine reichliche Anzahl Ruderboote bietet (Text-Abb. 8). Drei breite Treppen führen zu den obengelegenen

Auskleideräumen. Vor dem Bootshaus ist Raum für Licht- und Luftbäder; Badestege mit einem Sprungturm und Ruderstege sind vorhanden.

Die Heizung erfolgt überall, mit Ausnahme des Pfortnerwohnhauses, durch Sammelanlagen, im Schulgebäude mit Niederdruckdampfheizung, in sämtlichen Wohnhäusern mit Warmwasserheizung. Da die Stadt Templin keine Gasanstalt hat, ist überall elektrische Beleuchtung eingerichtet. Für die Versorgung mit Gas in dem Übungsraum für den Unterricht in Physik und Chemie ist ein eigener Gaserzeugungsapparat in einem Kellerraum der Schule eingebaut.

Eine am Nordabhang des Geländes in der Nähe des Sees angelegte Kläranlage dient zur biologischen Reinigung der Abwässer.

Die Gesamtkosten aller Neubauten betragen rund 1 580 000 Mark. Hiervon entfallen auf die Alumnatsgebäude 692 000 Mark, auf das Klassengebäude mit Direktorhaus rund 350 000 Mark und auf das Wirtschaftsgebäude rund 138 000 Mark.

Die Nebenanlagen mit Bootshaus, Pfortnerhaus und Gewächshaus haben rund 215 000 Mark gekostet. Die gesamte innere Einrichtung, bei der allerdings zahlreiche Stücke aus der Wilmersdorfer Anstalt wieder Verwendung gefunden haben, hat noch etwa 130 000 Mark erfordert. Die Bauleitungskosten betragen 45 000 Mark.

Mit den eigentlichen Bauarbeiten wurde Ende Juni 1910 begonnen. Die letzten Arbeiten am Klassengebäude wurden bis Ende Oktober 1912 fertiggestellt.

Die Anlage wurde im Ministerium der öffentlichen Arbeiten unter Leitung des Geheimen Oberbaurats Delius und des Regierungs- und Baurats Bueck durch den Regierungsbaumeister Bräuning entworfen. Unter der Oberleitung des Regierungs- und Geheimen Baurats Professor Krüger in Potsdam lag die örtliche Bauleitung bis zu seinem Ausscheiden aus dem Staatsdienste dem Regierungsbaumeister Bräuning ob, während die Vollendung der Anlage dem Regierungsbaumeister Kurt Otto zufiel.

Der neue Kopenhagener Hauptpersonenbahnhof.

(Mit Abbildungen auf Blatt 44 bis 48 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Die in den Nummern 43 u. 45 des Jahrganges 1906 des Zentralblattes der Bauverwaltung besprochene zeitgemäße Umgestaltung der dänischen Staatsbahnhöfe hat nunmehr in der großzügigen Neuordnung der bis dahin recht unzulänglichen Bahnhofsverhältnisse der Haupt- und Residenzstadt des Nachbarstaates ihre Bekrönung erhalten.

Bislang brachte der erste Eindruck, den der Besucher dieser schönen nordischen Hauptstadt bei der Einfahrt empfing, eine starke Enttäuschung: an einer langen Reihe von kümmerlichen, melancholischen, ungepflegten und wie ziel- und planlos angelegten Empfangsgebäuden vorbeierollend, gelangte man schließlich in die dunkle, rauchgeschwärzte Halle des Hauptbahnhofs, der mit seinen Nebenanlagen wenig harmonisch zu seinen Umgebungen stimmte und namentlich hart stieß gegen die Vesterbrogade, die Hauptverkehrsader der Stadt. Die genannte Bahnhofsgruppe, bestehend aus vier Einzelbahnhöfen, welche

dem Orts- und Fernverkehr zu dienen hatten, standen in derartig mangelhafter Verbindung miteinander, daß man, um von dem einen zum andern zu gelangen, beträchtliche Strecken auf offener Straße zurückzulegen hatte; erwägt man ferner, daß eine gleichgroße Anzahl Vorstadtbahnhöfe nebst dem Seebahnhof Österbro bestanden, welche eine noch ungünstigere Verbindung untereinander, wie mit der erstgenannten Bahnhofsgruppe besaßen, so wird man begreiflich finden, daß die Unzulänglichkeit dieser Verhältnisse längst drückend empfunden wurde.

In der Tat war man schon vor etwa 35 Jahren dem Gedanken einer zeitgemäßen Umgestaltung der Bahnhofsanlagen nähergetreten; allein auch hier erwiesen sich, äh-

lich wie s. Z. in Hamburg, die Verhältnisse von so schwieriger Natur, daß es endloser Beratungen und zahlloser Versuche zur Lösung der Aufgabe bedurfte, bis endlich die Sache zur Ausführung herangereift war, was jedoch den Vorteil im Gefolge hatte, daß die inzwischen bei der Umgestaltung der

Hamburger Bahnhofsanlagen gesammelten Erfahrungen in weitgehendem Maße nutzbringend verwertet werden konnten. Eine Schilderung der sämtlichen Ingenieur- und Hochbauarbeiten, die hierbei zur Ausführung gelangt sind, würde belehrend und nicht ohne Reiz sein, allein in Ermanglung der erforderlichen Unterlagen muß hiervon Abstand genommen, und es soll daher nur die Anlage des Hauptpersonenbahnhofs besprochen werden, welche den hervorragendsten Teil der Ausführungen darstellt. Im übrigen sei nur angedeutet, daß die oben erwähnte Bahnhofsgruppe durch das vorbezeichnete Empfangsgebäude ersetzt und daß die mit Ausnahme des Seebahnhofs verlegten oder noch



Abb. 1. Mittelbau an der Vesterbrogade.

zu verlegenden Vorstadtbahnhöfe, ebenso wie der südlich belegene Güterbahnhof, mit diesem und untereinander durch eine Ringbahn in Verbindung gebracht wurden (Text-Abb. 2).

Wenn alle diese, wie die weiter oben angedeuteten Arbeiten und Ausführungen, die in ihrer Gesamtheit wohl die größten neuzeitigen technischen Aufgaben des Nachbarstaates ausmachten, so flott, so reibungslos und mit so gutem Erfolge haben vollendet werden können, so ist das in erster Linie dem unternehmenden Geist und der Tatkraft des trotz seiner Jahre rührigen Generaldirektors Amt zu verdanken, der seit dem Jahre 1902 an die Spitze der dänischen Staatseisenbahnen gestellt ist und welchem bei der

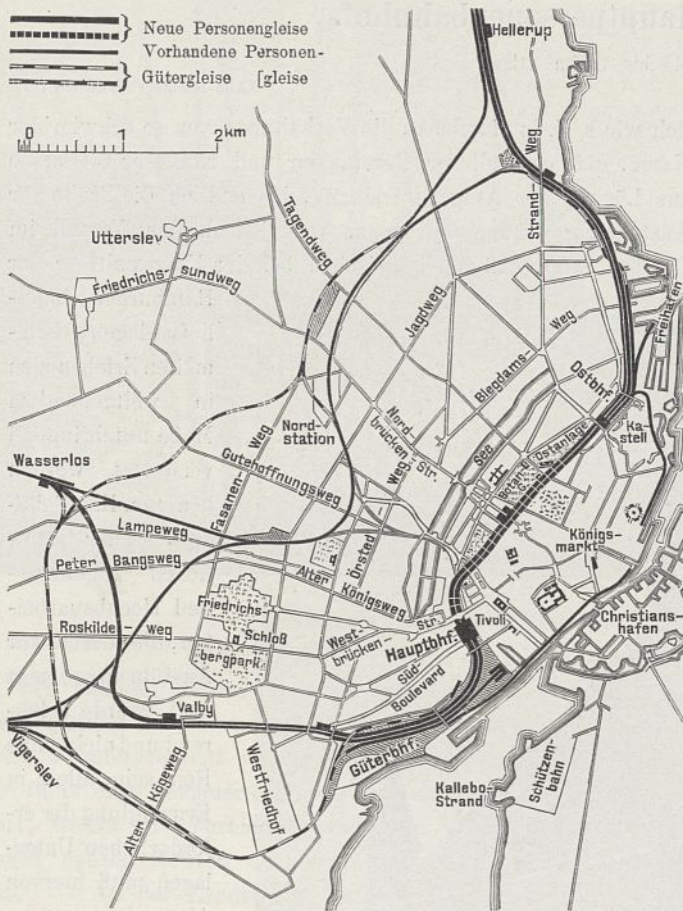


Abb. 2. Kopenhagen mit der nächsten Umgebung.

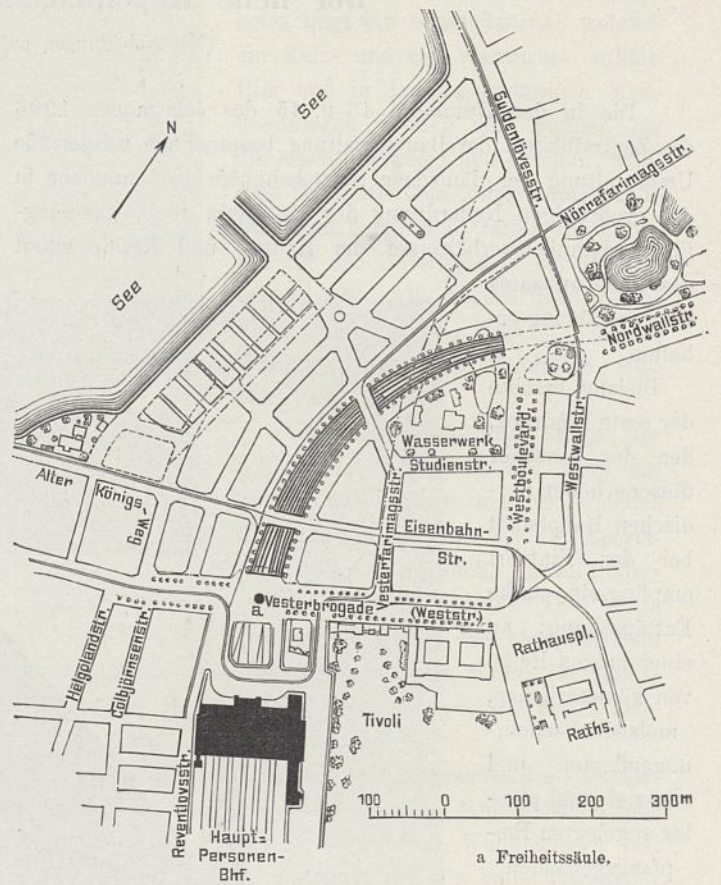


Abb. 3. Lageplan des Hauptpersonenbahnhofs.

in Rede stehenden großen Aufgabe für die Ingenieurarbeiten der Eisenbahningenieur Ernst zur Seite stand.

Schon in dem Vorschlage des Ausschusses vom Jahre 1886 war die Stelle neben der weltbekannten Vergnügungsanstalt Tivoli, südlich der obengenannten Vesterbrogade (Westbrückenstraße), an welcher der neue Hauptbahnhof nunmehr tatsächlich errichtet worden ist, als der geeignetste Punkt für diesen Zweck bezeichnet worden; diese Stelle war mit großem Geschicke gewählt: der unmittelbare Anschluß an die Hauptverkehrsader der Stadt, den übrigens der alte Hauptbahnhof ebenfalls, wenn auch in weniger geschickter Weise, gesucht hatte, bot die größten Vorteile, denn das zu erbauende Empfangsgebäude besaß bequemste Verbindung mit dem südlich bereits vorhandenen, aber bedeutend zu erweiternden Güterbahnhof, während die Anlage für den Eilgutverkehr in unmittelbarer Nähe Platz finden konnte; ferner ließ sich von jener Stelle aus leicht die einzig mögliche Verbindung mit dem Seebahnhof Österbro herstellen, die für den Verkehr nach Schweden über Malmö von größter Wichtigkeit ist, und endlich wurde für die Errichtung eines monumentalen, der Stadt würdigen Empfangsgebäudes ein beinahe idealer Bau- platz gewonnen (Text-Abb. 3). Die Baustelle besaß bei reichlicher Tiefe vollkommen ausreichende Breite für die Entwicklung der erforderlichen Gleise und Bahnsteige und gestattete, die der Vesterbrogade zugekehrte Hauptfassade weit zurückzuschieben, was dem Verkehr vor dem Bahnhofs, wie der Übersichtlichkeit der Gesamtanlage sehr zugute kam, und endlich boten die zur Seite liegenden Straßenzüge eine wirksame Flankierung des Bauwerks; nur die etwas schwierige Gleisführung südlich des Empfangsgebäudes war der einzige

nicht eben schwer empfundene Mangel, der dieser Anlage anhaftete. — Plangemäß mußte der Bahnhof für 12 Gleise



Abb. 4. Teil der östlichen Hallenwand an der Bernstorffsgade.

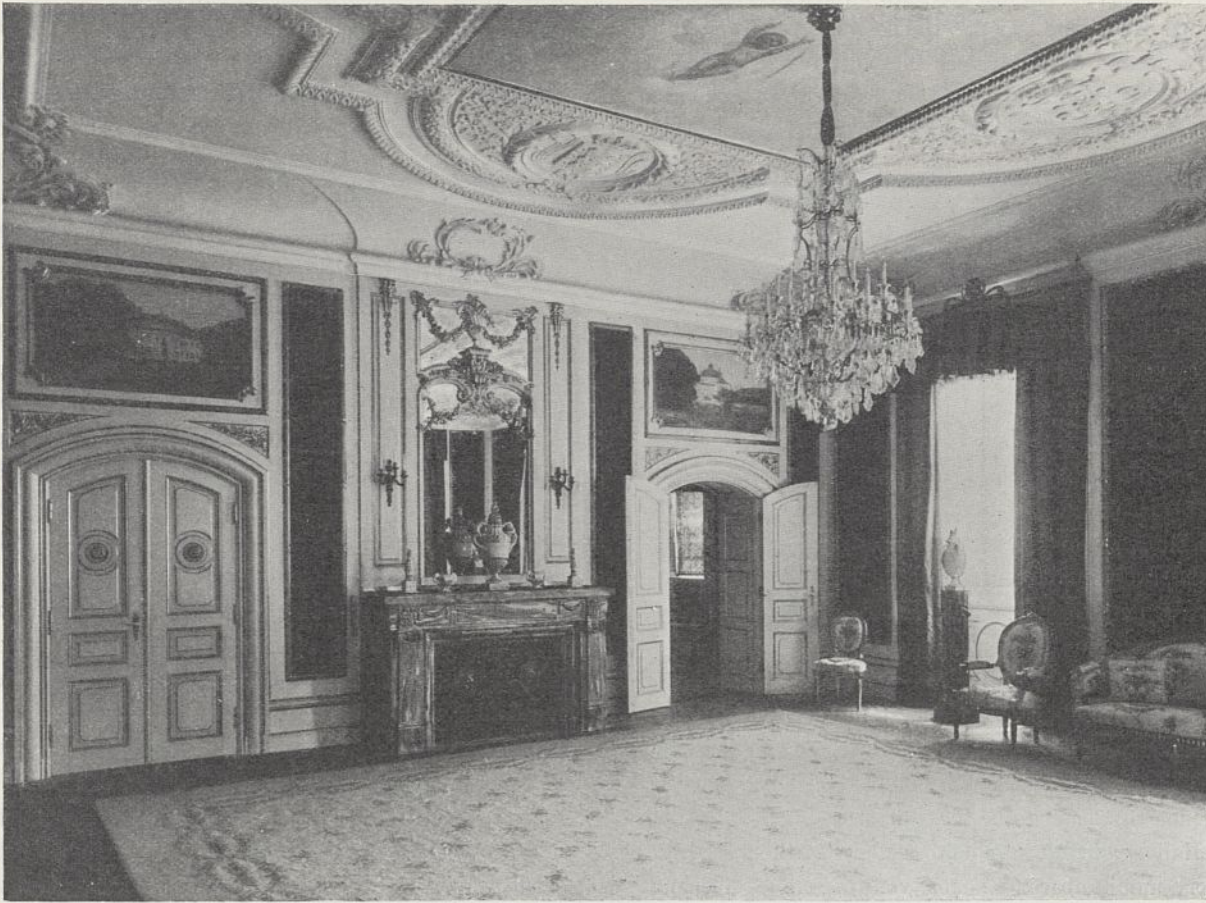


Abb. 5. Wartesaal für den König.

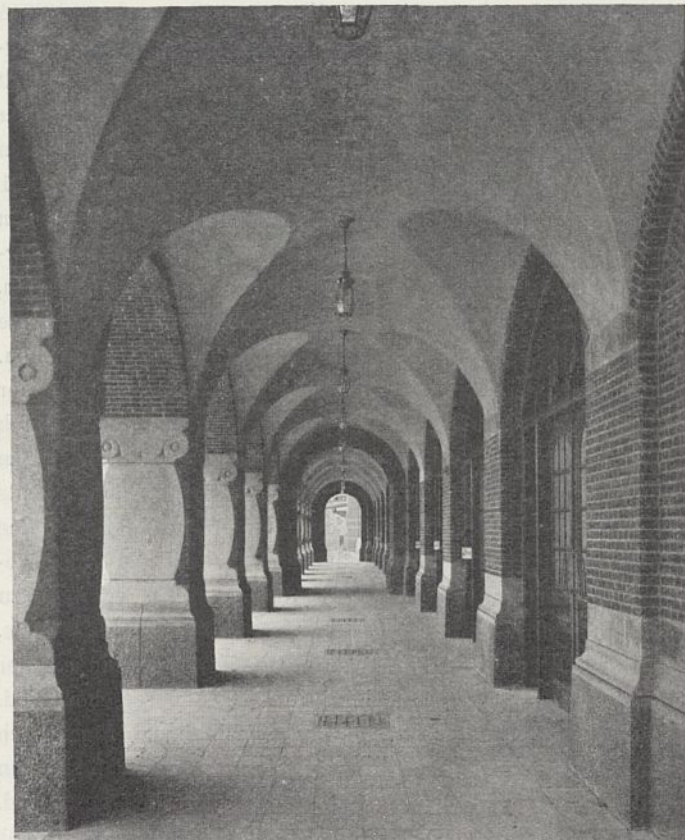
Abb. 6. Offene Vorhalle vor der Eingangshalle
an der Vesterbrogade.

Abb. 7. Offene Vorhalle an der Bernstorffsgade.

eingerichtet werden, so daß das Bauwerk zu den größten seiner Art in Europa zu zählen ist; die Gleise waren aus Verkehrsrücksichten mitsamt dem Durchfahrtsprofil unter die Straßenkrone einzusenken, woraus sich, ähnlich wie in Hamburg, die Gestaltung des Empfangsgebäudes in Reiterform ergeben hat; dieses gliedert sich in die hochgeführte Zu- und Abgangshalle nebst den zugehörigen Räumlichkeiten und die südlich davon angeordnete niedrigere Bahnsteighalle, welche Anlagen durch Treppensteige in bequemster Weise miteinander verbunden sind (Abb. 1 Bl. 46).

Den Kern des Empfangsgebäudes bildet die durch ihre riesigen Abmessungen (rd. 60×150 m) überwältigende Zu- und Abgangshalle, um welche sich die zugehörigen Räumlichkeiten in klarer und übersichtlicher Anordnung gruppieren. Die Halle, mit ihrer Längsseite der Vesterbrogade zugekehrt (Bl. 44 u. 45), ist durch eine Pfeilerstellung in ihrer Mitte der Länge nach für den vollständig getrennt stattfindenden Zu- und Abgangsverkehr aufgeteilt, und der ebenerdig vor sich gehende Verkehr wird derartig geleitet, daß der Zugangsverkehr von der vorgenannten Straße her der Hauptsache nach in der Hallenmitte stattfindet, während der Abgangsverkehr an der östlichen Kopfseite der Halle vor sich geht, und für den Zu- und Abgangsverkehr durch Treppenanlagen an der westlichen Kopfseite je noch eine Verbindung mit dem dortigen tiefer belegenen Straßenzuge bewerkstelligt ist. Endlich ist am westlichen Hallenende ein nur bei besonders starkem Andrang zu öffnender, unmittelbarer Zugang von diesem Straßenzuge her vorgesehen (Abb. 1 u. 2 Bl. 46).

Die Aufgabe der Regelung des Zugangsverkehrs ist bei dieser Anlage in ausgezeichneter Weise gelöst: durch eine offene, der Hallenmitte vorgelagerte Vorhalle betritt man die geviertförmige, mit mächtigem Sterngewölbe überspannte und äußerlich durch hohen Aufbau betonte Eingangshalle, zu deren beiden Seiten in tiefen Nischen und in reichlicher Anzahl die Fahrkartenschalter angeordnet sind (Abb. 2 Bl. 47); hieran schließt sich unmittelbar die Zugangshalle an mit ihren sechs in langer Reihe übersichtlich angeordneten Bahnsteigtreppe, zwischen denen die Gepäckschalter und -tische eingebaut sind (Abb. 1 Bl. 48). Der Reisende kann also, gänzlich ungestört durch den an anderer Stelle stattfindenden Gegenstrom des Abgangsverkehrs und fast ohne einen Schritt vergeblich tun zu müssen, seine Fahrkarte lösen, sein Gepäck abfertigen lassen und die seinem Reiseziel entsprechende Bahnsteigtreppe aufsuchen. Die Gepäckabfertigung für den Zu- und Abgang nimmt fast der ganzen Länge nach die Hallenmitte ein und läßt, durch Aufzüge mit den einzelnen Gepäckbahnsteigen verbunden, an Geräumigkeit, Bequemlichkeit und Übersichtlichkeit nichts zu wünschen übrig. In der Mitte dieser Anlage ist je eine Aufbewahrungsstelle für Handgepäck für den Zu- und Abgangsverkehr angeordnet; auch verdient noch erwähnt zu werden, daß die Auskunftsstellen für ankommende Fremde, wie auch der Dienstraum für den Gepäckträgerverein auf der Ankunftsseite in leicht kenntlicher Weise vorgesehen sind. Alle diese Einbauten sind derart behandelt und fügen sich dem großen Hallenrahmen derart harmonisch ein, daß sie, den weiten Raum rhythmisch belebend und gemütlich gestaltend, gleichsam dessen Ausmöblierung darstellen (Abb. 1 u. 2 Bl. 48). Endlich sind an der Abgangsseite links die erforderlichen Räumlichkeiten für die etwa hier vorzunehmenden Zollrevisionen

eingebaut, während an der entgegengesetzten Kopfseite die Diensträume für Polizei und Post nebst dem Fernschreiber- und Sprechzimmer angeordnet sind, und selbstverständlich auch alle jene Gelegenheiten zur Körperpflege geboten sind, welche bei den großen neuzeitlichen Bahnhofsbauten nicht fehlen dürfen. Wird diesen Ausführungen hinzugefügt, daß der gewaltige Raum ringsum wohl umschlossen ist, Sitzgelegenheiten bietet und mit Verkaufshäuschen ausgestattet ist usw., so sieht man, daß der Reisende eine großartige, mit allen Bequemlichkeiten ausgestattete Wandelhalle vor sich hat, die mit ihrem bunten und vielgestaltigen Leben und Treiben geeignet erscheint, ihm die etwaige Wartezeit aufs angenehmste zu kürzen. Die große Weiträumigkeit der Anlage aber läßt keinen Zweifel darüber aufkommen, daß auch der gewaltigste Verkehrsandrang sich darin spielend abwickeln wird. Demgemäß konnten auch die Wartesäle, die in neuerer Zeit ohnehin erheblich an Bedeutung eingebüßt haben, als mehr untergeordneter Zubehör aufgefaßt und behandelt werden; sie sind der Haupthalle vorgelagert und reihen sich mit den reichlich bemessenen Abortanlagen zur Seite der Eingangshalle auf. Die westlich angeordnete Gruppe ist mehr für den Ortsverkehr bestimmt und hat ihre Bedeutung hauptsächlich für die Zeiten großen Ortsverkehrs; die östlich vorgesehenen Hauptsäle stehen in unmittelbarer Verbindung mit der Bewirtungsanlage, welche ihre geschickt gewählte, mit hübschen Vorplätzen für den Betrieb der Sommerwirtschaft versehene Stelle in dem östlichen Flügelbau erhalten hat. Dieser enthält an der Kopfseite noch das Rundreisebureau und in seinem oberen Teile weitere Bureau Räume; jenseit der Haupthalle setzt sich dieser Flügel fort und birgt dort die Stationsbureaus usw., während die Kopfseite den Wartesaal usw. für den König und Königlichen Hof aufweist.

Die Reisenden, welche sich von der Eingangshalle her zu ihren Bahnsteigtreppe in der großen Haupthalle begeben haben, gelangen auf diesen zu geräumigen, in Gleichhöhe liegenden Fluren, deren Ausgangstüren unmittelbar auf die anstoßenden Bahnsteige münden. In diesen Fluren kann man, vor Wind und Wetter geschützt, die Einfahrt seines Zuges in aller Bequemlichkeit abwarten, um dann erst den Bahnsteig zu betreten und seinen Platz im Zuge einzunehmen; bei geeigneter Handhabung kann diese Anordnung zu Zeiten großen Andranges beträchtlich dazu beitragen, etwaige Schwierigkeiten des Verkehrs zu beheben oder doch wesentlich zu vermindern; in der Tat sprechen denn auch alle bisherigen Erfahrungen für die Güte und Zweckmäßigkeit der hier getroffenen Einrichtungen. — Die an beiden Stirnseiten offene, ziemlich niedrig gehaltene Bahnsteighalle (Text-Abb. 8 und Abb. 2 Bl. 47) schließt sich an die Flurausgänge an, und die ankommenden Reisenden gelangen vermittelt doppelarmiger Treppenanlagen, welche die vorgenannten Flurausgänge gabelförmig umfassen, zur Ankunftshalle. Für diejenigen Reisenden aber, welche westlichen und nördlichen Stadtteilen auf kürzestem Wege zustreben, ist ein besonderer Ausgang von der Bahnsteighalle nach dem westlichen Straßenzuge vorgesehen, der durch Tunnel nebst Treppenanlagen mit den einzelnen Bahnsteigen in Verbindung steht (Abb. 2 Bl. 46).

Den Außenansichten darf das Lob gespendet werden, daß bei ihnen das kennzeichnende Bahnhofsgespräge vorzüglich getroffen ist (Text-Abb. 1 und Bl. 44 u. 45); man mag das

Empfangsgebäude beschauen, woher man will, überall wird man sofort erkennen, daß man eine dem großen Verkehr dienende Anstalt vor sich hat. Die Formgebung ist, dem nordischen Kunstempfinden angemessen, maßvoll und einfach, jedoch, abgesehen von kleinen Härten, auch voll Anmut,

Innenarchitektur der Eingangshalle und der Zu- und Abgangshalle noch bunte Farben hinzu; dieser Eindruck erfährt bei letzterer eine höchste Steigerung durch die weitgehende Verwendung des Holzes an Stelle des Eisens für das Tragwerk des großen Zwillingshallendaches (Text-Abb. 4 und Bl. 48).



Abb. 8. Bahnsteighallen.

Zierlichkeit und Feinheit. Die Einzelformen haben — in freierem Sinne gedacht — nordisches Gepräge mit einem Hauch italienischer Anmut; der sparsam aufgewandte Schmuck ist auf die Hauptansicht als diejenige Stelle zusammengedrängt, wo er auch wirklich am Platze ist und mit Behagen genossen werden kann. Besonders erwähnenswert sind hiervon die niedlichen Verkörperungen eigenartiger Volkstrachten, welche, die Stiftung eines hochherzigen Kunstfreundes, die Zwickel zwischen den großen Bogenfenstern der Seitenflügel der Hauptansicht reizvoll beleben. Angemessen und durchaus richtig empfunden ist auch die Behandlung der Seitenansichten, die von den seitlichen, verhältnismäßig schmalen Straßenzügen her im zusammengedrängten Schaubild nur oberflächlich erfaßt zu werden vermögen und daher ganz einfach behandelt sind (Abb. 2 Bl. 44). Im übrigen stimmt das Gesamtgepräge des Bauwerks harmonisch zum Stadtbild, welches neben Nyrops Rathaus (vgl. S. 11 Jahrg. 1906 d. Zeitschr.) und sonstigen bedeutenderen Bauwerken der Neuzeit wie der Vergangenheit auch bei den Privatbauten vielfache Anklänge findet; auch das mächtige, nahe dem Bahnhof errichtete neue Postgebäude, ein Werk des Schöpfers des in Rede stehenden Bauwerks, ist hier zu nennen.

Während die Außenansichten in Ziegelrohbau mit Putzflächen unter sparsamer Verwendung von Werksteinen hergestellt sind, treten, den Eindruck verstärkend, bei der

Diese Halle erfreut das Auge des Beschauers nicht nur durch ihre wohl abgewogene, Kraft mit Kühnheit paarende Holzkonstruktion, sondern ganz besonders auch durch ihren feinfühligem und anmutigen Farbensmuck. Der Entwicklungsgang auf dem weiten Gebiete der Baukonstruktionen ist bislang derart gewesen, daß das Holz vom Eisen aus seiner vorherrschenden Stellung verdrängt worden ist, was die Ästhetiker im allgemeinen wohl zu beklagen haben; es ist daher zu begrüßen, daß man im vorliegenden Falle den Wagemut besessen hat, den altbewährten Baustoff wieder zu Ehren zu bringen. Groß ist das Wagnis wohl kaum zu nennen, denn das einzige dem Holze entgegenstehende Bedenken, die Feuergefährlichkeit, dürfte hier um so weniger Gewicht haben, als sich diese Bauweise bei den früher so zahlreichen und zum Teil noch bestehenden hölzernen Bahnhofshallen derart bewährt hat, daß Brände kaum je vorgekommen sind. Man ist daher noch einen Schritt weiter gegangen und hat auch die Hallendächer des Bahnsteigs ganz in Holz hergestellt und die tragenden Stützen in Eisenfachwerk ausgeführt (Text-Abb. 8).

Das Bauwerk ist eine Schöpfung des Professors H. Wenck in Charlottenlund bei Kopenhagen, dem auch die eingangs erwähnten Eisenbahnhochbauten zu verdanken sind, dessen Name also mit der Neugestaltung der dänischen Bahnhofsanlagen eng verknüpft ist.

Wiesbaden.

de Bruyn.

Die nördliche Sakristei der Sebalduskirche in Nürnberg.

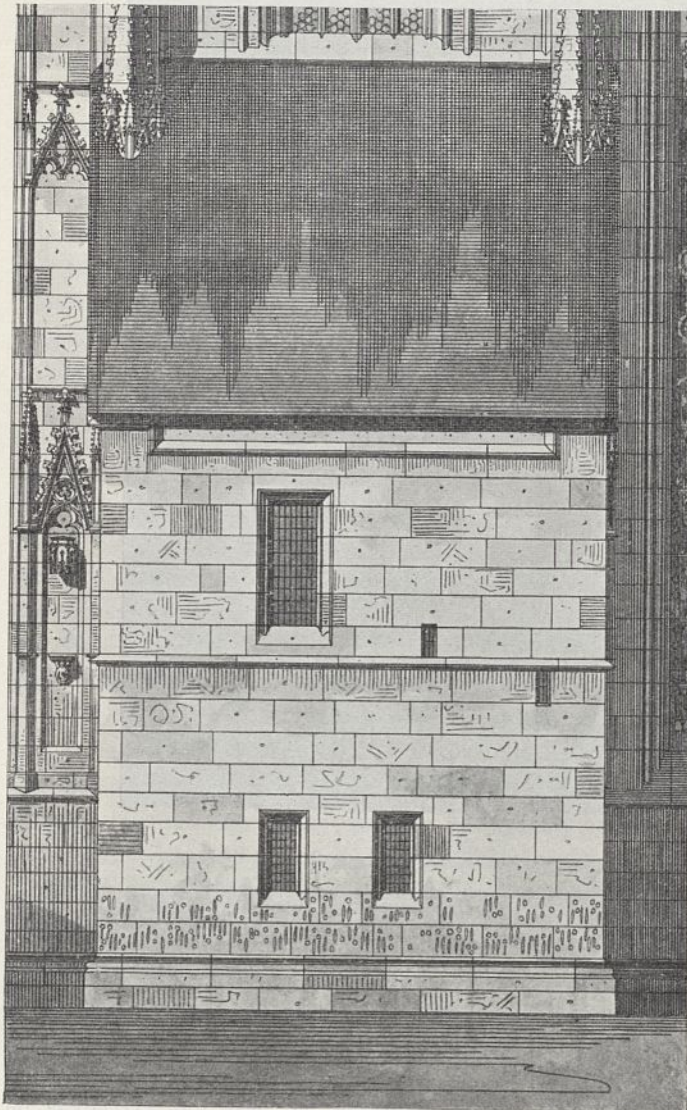
(Mit Abbildungen auf Blatt 49 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Die heute an mittelalterlichen Kirchen vorhandenen Sakristeien sind vielfach An- und Einbauten aus jüngerer Zeit. Weniger häufig, meistens dem späteren Mittelalter angehörend,

sind die gleichzeitig mit dem übrigen Kirchenbau ausgeführten Sakristeien.¹⁾ Als Aufenthaltsort für die Geistlichkeit und als Aufbewahrungsort für kirchliche Gewänder, Geräte und Schätze dienend, liegen sie in der Nähe des Chores entweder auf der Nord- oder der Südseite der in der Regel geosteten Kirchen. An größeren Kirchen finden sich vereinzelt auch mehrere Sakristeien.

Die Sebalduskirche in Nürnberg²⁾, deren Hallenchor an Stelle eines romanischen Chores und Querschiffes in den Jahren 1361 bis 1379 erbaut wurde, besitzt auf der Süd- wie auf der Nordseite eine Sakristei. Während die erstere nur geringe Abmessungen zeigt und weder im Äußeren noch im Inneren Besonderheiten aufweist, verdient die nördliche Sakristei der Gesamtanlage wie ihrer Einzelheiten wegen besondere Würdigung. Sie ist so recht ein kleiner mittelalterlicher Wohnbau, dessen Einrichtung im Gegensatz zu der Monumentalität des großartigen Hallenchors steht und der an die Bauart einer mittelalterlichen Burg erinnert (Text-Abb. 1 bis 3 u. Bl. 49). Zwischen die Strebepfeiler des zweiten Chorjoches eingefügt, bildet sie einen zweigeschossigen Bau, dessen Untergeschoß der eigentliche Sakristeiraum einnimmt. Der Eingang zu diesem erfolgt nur vom Chor aus durch eine mit geprägten Blechtafeln verkleidete und rautenförmig mit Eisenbändern beschlagene Tür. Zwei verhältnismäßig kleine, stark vergitterte Fenster in der Nordwand geben dem Raume spärliches Licht. Die hier und an der Türe getroffenen Sicherungsvorrichtungen erinnern daran, daß in den damaligen unruhigen Zeiten Schutz gegen gewaltsames Eindringen Unberufener vonnöten war. In ihren Größenverhältnissen und durch ihre architektonischen Einzelheiten macht die Sakristei im Inneren einen ungemein wohnlichen Ein-

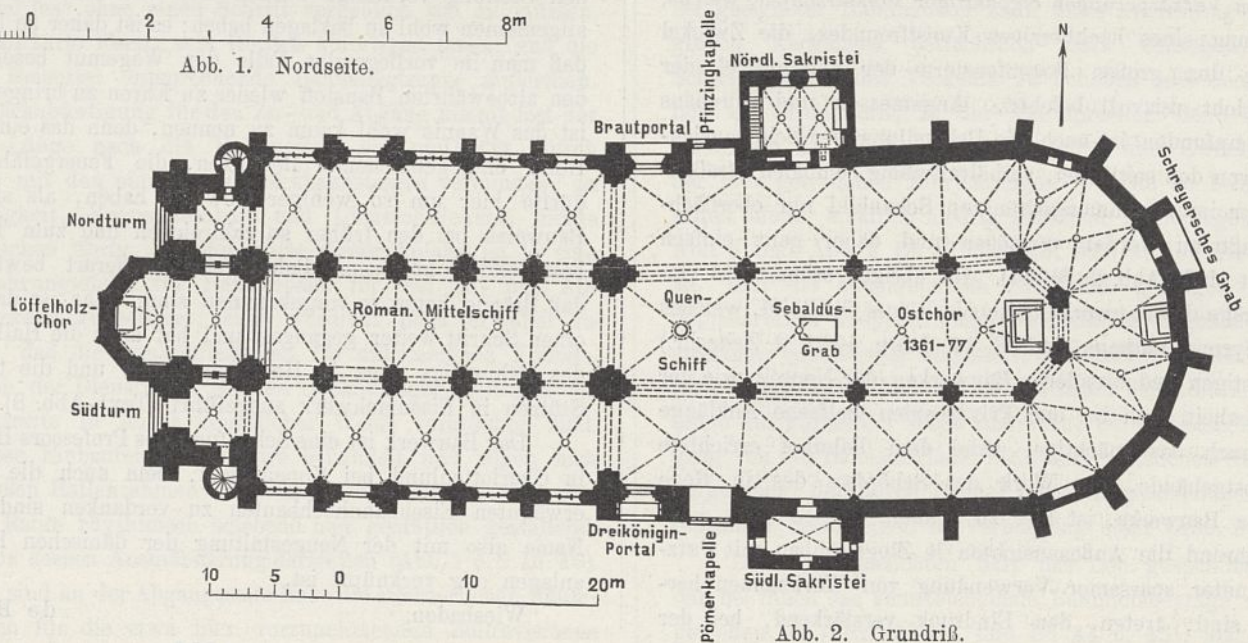


1 0 2 4 6 8m

Abb. 1. Nordseite.

1) S. Otte, Handbuch der kirchlichen Kunst-Archäologie. Bd. I, S. 104.

2) Die Sebalduskirche in Nürnberg. Herausgegeben vom Verein für Geschichte der Stadt Nürnberg. 1912.



10 5 0 10 20m

Abb. 2. Grundriß.

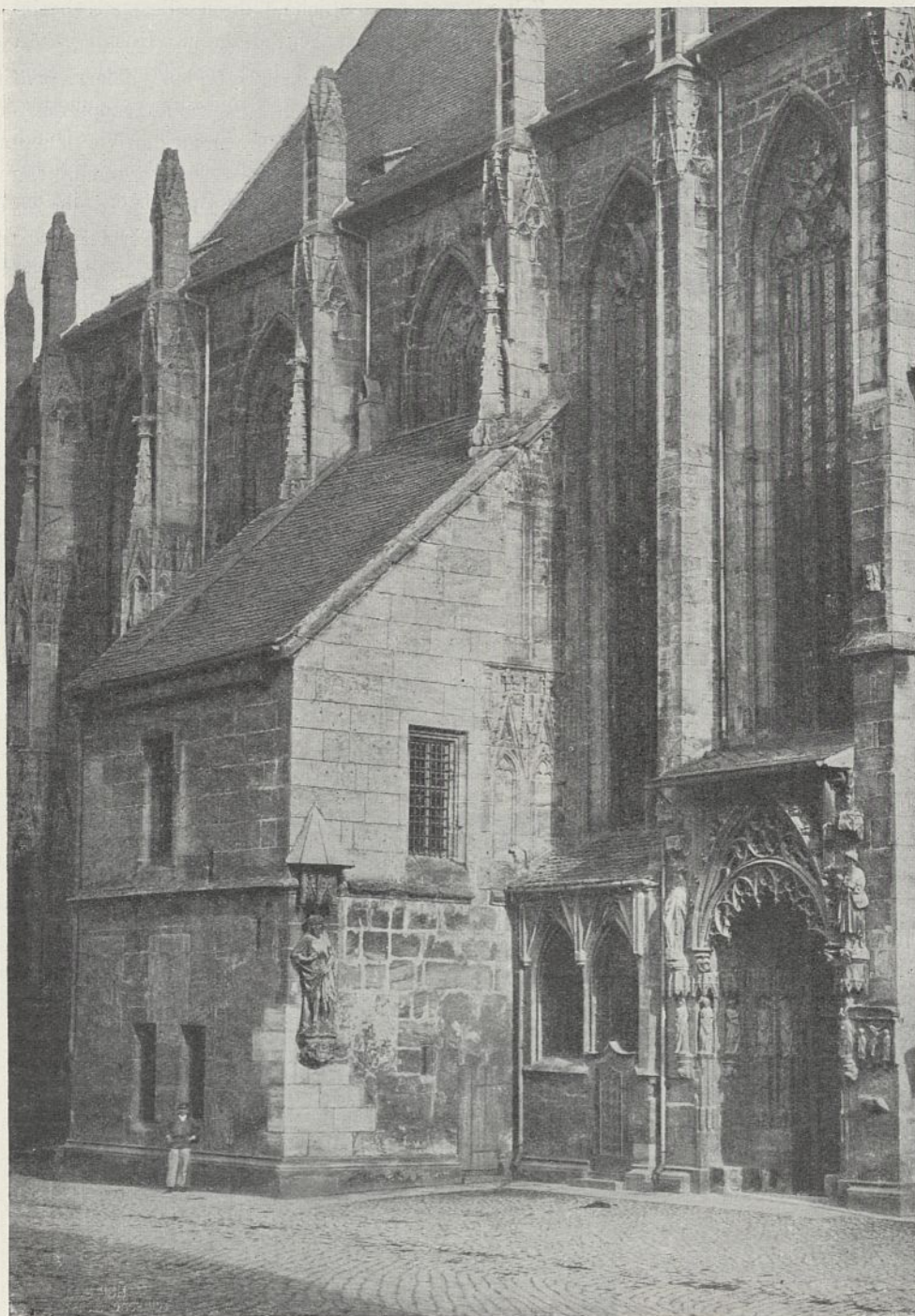


Abb. 3. Außenansicht (vor der Wiederherstellung).

druck. Die Wände sind durch Nischen und Öffnungen abwechslungsreich ausgebildet. In einer dieser Nischen mit einem zierlichen baldachinartigen oberen Abschluß steht der Altar, neben ihm dient eine Aussparung in der Wand als Feuerstelle. Sowohl von der Sakristei, wie auch vom Chore aus benutzbar, ist in die Chorumfassung eine Piscina (Text-Abb. 5) eingebaut, deren Sickergrube sich unter dem Fußboden vorfindet.³⁾ Eine weitere Nische hat zur Aufnahme eines hölzernen Wandschränkchens gedient.⁴⁾

Der Sakristeiraum wird von zwei durch eine Gurtrippe getrennten, ziemlich flachen Kreuzgewölben überdeckt, deren

3) An der Sebalduskirche konnte nur diese eine Piscina festgestellt werden, während in der benachbarten Klosterkirche Heilsbrunn eine auffallend große Anzahl noch vorhanden ist.

4) Das Wandschränkchen befindet sich jetzt in der Pömerkapelle.

Hausteinrippen auf Konsolen endigen und im Scheitel Schlußsteine tragen. An einem der letzteren ist ein kleines Standbild des Schutzpatrones der Kirche, St. Sebald, angebracht. Die Schlußsteine sind farbig gefaßt, während die hellgetönten Rippen wie im Chor in einfachen Farben aufgemalte Strichmuster zeigen.

Durch eine mit Öffnungen versehene dünne Steinwand vom Sakristeiraume getrennt, führt eine massive Treppe zum Obergeschoß (Abb. 2 bis 5 Bl. 49). Sie erhält ihr Licht zum Teil durch die Öffnungen aus der Sakristei, zum Teil durch schmale Schlitze in den Außenwänden. Im Gegensatz zum unteren Raume ist das Obergeschoß durch große Fensteröffnungen in den drei Umfassungen reichlich erhellt. Gegen die Kirche öffnet es sich außerdem in einem in der blinden Chorfensternische vorspringenden, im Achteck angelegten Ausbau, dem sog. Kaiserchörlein, das vornehmen Personen Gelegenheit zur unauffälligen Beiwohnung des Gottesdienstes bot⁵⁾ (Abb. 4 u. 6 Bl. 49). Chörlein wie Hauptraum sind überwölbt, letzterer mit Rippen und einem Schlußstein versehen, der ein in Ornament übergehendes Gesicht zeigt. Die starken Vergitterungen, die sich auch hier an den Fenstern finden, dann die eisernen Verschlüsse und Türen am Chörlein und an der Wandnische daneben lassen vermuten, daß das Obergeschoß des Sakristeibaues zur Aufbewahrung der ehemals reichen Kirchenschätze gedient hat. Heute noch findet sich hier, fast nicht beachtet, eine Anzahl wertvoller alter Bücher, darunter mehrere Rechnungsbücher Sebald Schreyers⁶⁾, aus denen noch mancherlei für die Kunstgeschichte wertvolle Aufschlüsse zu entnehmen sein dürften. Aus dem alten

Kirchenschätze sind nur noch wenige Geräte, dagegen eine größere Anzahl prächtiger Wandteppiche vorhanden.⁷⁾

5) Die Bezeichnung Kaiserchörlein wird im Anschluß an einen der wiederholt in Nürnberg zu verzeichnenden Kaiserbesuche entstanden sein.

6) Sebald Schreyer, Kirchenmeister an S. Sebald 1482—1503, Stifter des Adam Kraftschen Grabmales am Chore von S. Sebald.

7) Von den hervorragenden Geistlichen, die in der Sakristei von S. Sebald amtiert haben, mögen Propst Melchior Pfinzing 1512 bis 1535, der Verfasser des Theuerdanks, dann der eifrige Reformator Veit Dietrich 1536—1549 erwähnt werden. Auch dürfte von Interesse sein, daß im protestantischen Nürnberg noch lange Zeit die vom katholischen Gottesdienste stammenden Zeremonien erhalten blieben, und daß bis zum Anfang des 19. Jahrhunderts seitens der Geistlichkeit an die casula erinnernde Gewänder getragen wurden. — Vgl. Max Herold, Alt-Nürnberg in seinen Gottesdiensten.

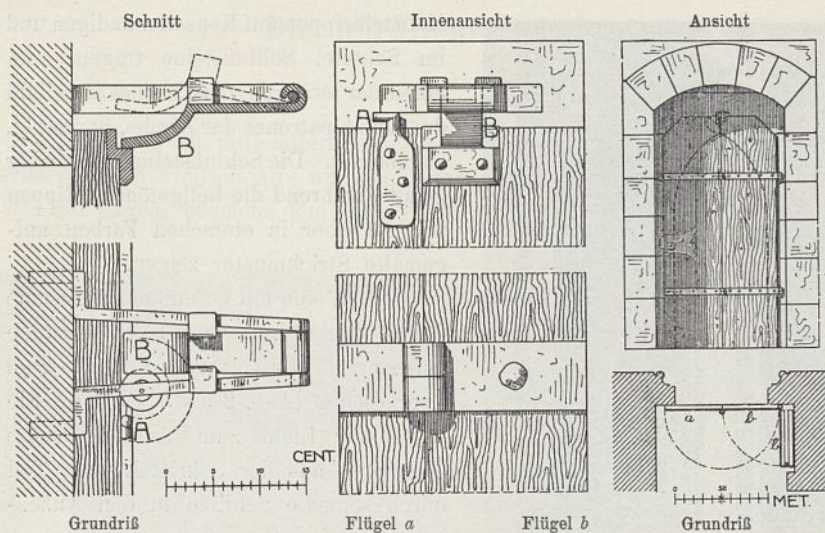


Abb. 4. Verschuß der Sakristeitür.

Beim vollständigen Öffnen des Flügels *a* hebt der Haken *A* die Falle *B* aus, die den Flügel *b* festgehalten hatte. Beim Schließen des Flügels *a* fällt die Falle *B* zurück und sperrt Flügel *b*.

Von den Einzelheiten, die sich in der Sakristei finden, verdient ein sinnreicher geschmiedeter Verschuß der zwei-flügeligen Eingangstür (Text-Abb. 4) der Erwähnung, der nach dem Öffnen des zunächst aufgehenden Flügels einen am oberen Teile des anderen Flügels angebrachten Hebelverschluss selbsttätig auslöst und beim Schließen dieses Flügels gleichfalls selbsttätig wieder sperrt. Unter dem Fußboden des Obergeschosses liegt eine durch den Gewölbeschlussstein führende Öffnung (Abb. 2 u. 5 Bl. 49), durch welche eine Verständigung zwischen den beiden Sakristeiräumen möglich war, ähnlich wie dies in alten Nürnberger Häusern heute noch manchmal anzutreffen ist. Während die Innenräume des Sakristeibaues architektonisch eine reizvolle Ausbildung erhalten haben, sind die Außenseiten, wie schon angedeutet, außerordentlich schlicht gestaltet (Text-Abb. 1 u. 3). Sie stehen in einem auffallenden Gegensatz zu der reichen und zierlichen Architektur des Chores, obwohl sich aus dem baulichen Zusammenhang, aus dem Steinschnitt und aus den Einzelformen ergibt, daß der Anbau gleichzeitig mit dem Hallenchore entstanden ist. Die in Nürnberger Sandstein ausgeführten, nur von den einfach profilierten Fenstern unterbrochenen und durch ein Stockwerkgesims geteilten Wände tragen ein einfaches Pultdach, dessen seitliche Giebel unvermittelt in die Chorstrebe Pfeiler einschneiden. Diese äußere Schlichtheit erweckt fast den Anschein, als ob dadurch die Aufmerksamkeit von dem Sakristeibau mit seinen Schätzen abgelenkt und demselben das Aussehen eines nebensächlichen Anbaues gegeben werden sollte.

Etwas zur Belebung der äußeren Wände trugen die früher vorhandenen Wandmalereien bei, deren Spuren noch feststellbar sind, außerdem die am westlichen Eck angebrachte und von einem Baldachin bekrönte Statue „Thomas Christus“, eine Stiftung der Familie Rieter. Auffallend ist die große Anzahl der in den über dem Sockelgesimse liegenden Schichten eingegrabenen Wetzrillen und Rundmarken, für deren Entstehung sich auch hier eine völlig einwandfreie Erklärung nicht ergeben hat.

Die Sakristei ist leider nicht in ihrem ursprünglichen Zustande erhalten geblieben, sie hat vielmehr im Laufe der

Zeiten verschiedentliche, ihren Bestand beeinträchtigende Änderungen erfahren. Hierzu gehört zunächst der Ausbruch einer vom Treppenaufgang ins Freie führenden Türe und die Vermauerung der Öffnungen in der inneren Treppenwand. Durch die Vergrößerung der unteren Fenster in der Nordwand und den Ausbruch eines Fensters in der Altarnische ist sodann die Raumstimmung wesentlich verändert worden. Auch der Umbau der Piscina in einen Ofen hat der Sakristei nicht zum Vorteile gereicht.

Die in den Jahren 1888 bis 1906 unter der Leitung von G. v. Hauberrisser und J. Schmitz erfolgte Wiederherstellung der Sebalduskirche beschränkte sich bei der Sakristei hauptsächlich auf die Behebung der baulichen Schäden. Sodann wurde der Sakristeiraum, der unter verschiedentlichen oberflächlichen Instandsetzungen jüngerer Zeit viel an seinem Reize und seinem wohnlichen Charakter eingebüßt hatte, durch Entfernung der entstellenden Tünchungen und Anstriche und Aufdeckung der alten Gewölbebemalung wieder hergerichtet, ohne daß dabei in der Raumgestaltung oder an architektonischen Einzelheiten Änderungen erfolgten.

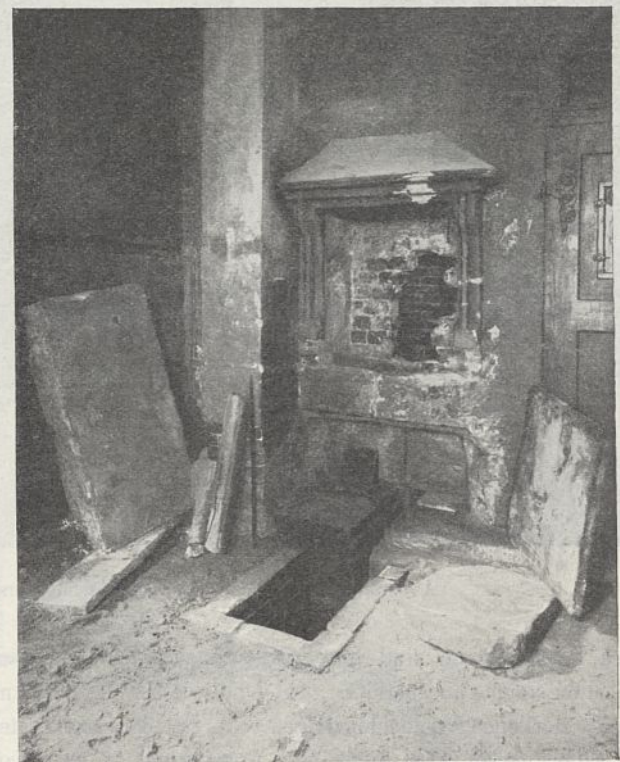


Abb. 5. Piscina.

Die dem Chor zugekehrten Wandflächen der Sakristei wurden im Zusammenhang mit der übrigen Kircheninstandsetzung gleichfalls von den zahlreichen Tünchungen befreit.

Hierbei fand sich eine reiche Bemalung des Chörleins und über ihm die Darstellung eines von Engeln⁸⁾ gehaltenen

8) Die aus dem 15. Jahrhundert stammenden Engel wurden bei der Restaurierung 1657 in die Figuren Petrus und Paulus umgeändert.



Abb. 6. Ansicht gegen den Chor der Kirche
(vor der Wiederherstellung).

hölzernen Zwiebelhaube (Text-Abb. 6) verdeckt war, wurde diese, kaum zum Nachteil für die Gesamterscheinung, entfernt. Das Obergeschoß der Sakristei dient seither zur Auf-

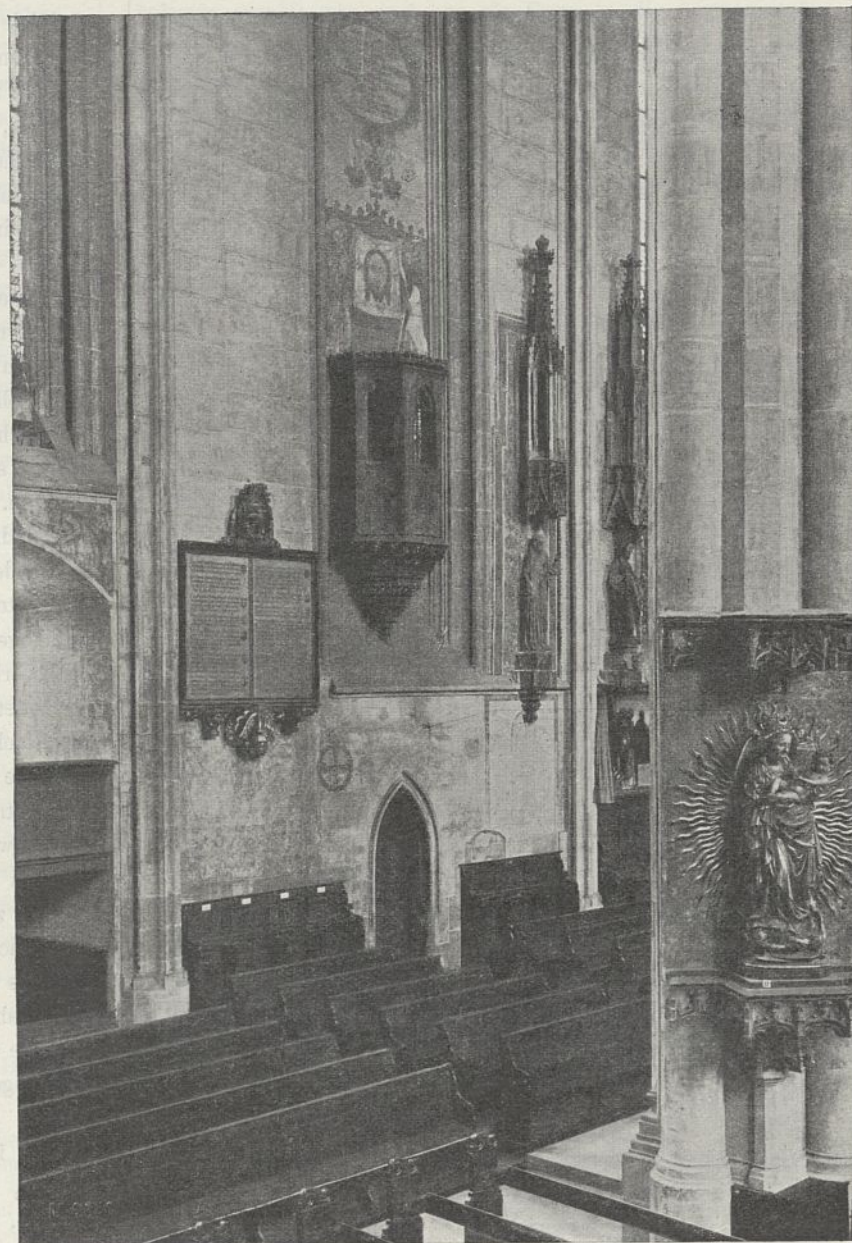


Abb. 7. Ansicht gegen den Chor der Kirche
(nach der Wiederherstellung).

bewahrung der im Laufe der Instandsetzungsarbeiten angelegten Sammlungen von Zeichnungen und Modellen.
Nürnberg, im Januar 1913. Otto Schulz.

Die Entstehung der gotischen Kunst.

Vom Professor F. Ostendorf in Karlsruhe.

(Schluß.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Kommen wir nach dieser Abschweifung zu den früheren Bauten der Normandie zurück, so finden wir unmittelbar hinter der von Bernay die große jetzt zerstörte Kirche von Jumièges. Vor dem gotischen Umbau des Chores hatte sie — das ist durch neuere Ausgrabungen festgestellt wor-

den²⁹⁾ — wie alle anderen der Gruppe angehörenden Bauten den Kluniazensergrundriß in der besonderen Fassung, wie er auch in Cérisy-la-Forêt und Mont-St.-Michel sich findet,

²⁹⁾ Bulletin monumental 1909 p. 32. Martin du Gard L'abbaye de Jumièges 1910.

ohne irgendwelche absidialen Bildungen an den Chorseiten-schiffen. Wie oben davon schon gesprochen wurde, zeigt der Westbau in der Grundrißanlage die allergrößte Ähnlichkeit mit der Benediktinerkirche in Hersfeld. Zwischen zwei breite Treppen enthaltenden Türmen liegt da ein mittlerer nach Westen vorspringender Bauteil, der im Erdgeschoß eine tonnengewölbte Vorhalle mit einer großen Öffnung im Westen und je einer kleineren im Norden und Süden, in zwei Obergeschossen je eine Empore enthält. Mittelschiff und Kreuzschiff trugen ein sichtbares Dachwerk. Der Westgiebel zeigt noch heute über der Höhe des Hauptgesimses zwei Fenster, die zwar kleiner und schmaler sind als die anderen Schiffenster, aber genau von derselben Art und Anlage, nämlich — wie bei all diesen Bauten gebräuchlich — ohne Vorrichtung für eine Verglasung mit dem sich nach innen erweiternden Gewände. Die Seitenschiffe und die über ihnen angeordneten Emporen sind mit römischen Kreuzgewölben zwischen Gurten eingewölbt. Über dem Seitenschiffdach — für das keine Öffnungen nach dem Mittelschiff vorhanden sind — liegen in der 1,4 m starken Hochschiffwand die Fenster. Seitenschiffe und Hochschiff sind außen mit ziemlich starken Lisenen bewehrt. Vom Vierungsturm sind Reste erhalten. Die westliche Kreuzschiffwand zeigt in der Höhe des Seitenschiffdaches — genau so gebildet wie in Bernay — den loggienartigen Gang.

Anders als in Bernay zeigt nun aber die Kirche von Jumièges den Stützenwechsel: zwischen je zwei stärkeren Bündelpfeilern steht eine Säule; diese nimmt zwei Scheidebogen und einen Seitenschiffgurt auf. Der Bündelpfeiler hat vier starke Dienste: zwei für je zwei Scheidebogen, einen für den Seitenschiffgurt; der vierte nach dem Mittelschiff zu gewendete ist bei der Ausführung der gotischen Einwölbung des Schiffes verändert worden; er lief ehemals entweder bis zum Dachansatz durch und trug dann einen Ankerbalken³⁰⁾ wie die Dienste in der Kirche des Mont-St.-Michel oder aber er trug einen Transversalbogen.³¹⁾

Der Bau von Jumièges wurde 1040 begonnen; der Chor war wohl schon 1052, der ganze Bau 1067 vollendet.

Über die Kirche des Mont-St.-Michel³²⁾ haben wir ausreichende historische Nachrichten. Nach der 1154—86 niedergeschriebenen Chronik des Abtes Robert de Torigni ist sie 1023 begonnen worden. Chor und Kreuzschiff waren 1058 vollendet. 1084 war auch das Schiff fertig. 1103 stürzte infolge ungenügender Untermauerung die nördliche Hälfte des Schiffes, Pfeiler und Seitenschiffmauer, ein. Da nun diese nördliche Hälfte, gegenüber der südlichen, bei im ganzen gleicher Bildung, im einzelnen bemerkenswerte Abweichungen zeigt — insbesondere tritt an den Gurtbogen ausgesprochen, an den Scheidebogen kaum angedeutet, der Spitzbogen auf —, so muß sie wohl nach 1103, und zwar, da es sich um die Kirche einer reichen Abtei handelte, ziemlich bald nach 1103 wieder aufgebaut worden sein, und

30) Dieser Zusammenhang von Dienst- und Ankerbalken ist im südlichen Kreuzschiff der Kathedrale von Winchester, wo das ursprüngliche Dachwerk erhalten geblieben, noch nachzuweisen (Ostendorf l. c. p. 103).

31) wie sie in den Kirchen von Cérisy-la-Forêt, St. Vigor in Bayeux und auch wohl in St. Georges in Boscherville ehemals vorhanden waren.

32) Gout Le Mont-St.-Michel. 2 vol. Paris 1910.

so wird man für die Vollendung des Schiffes in ursprünglicher Gestalt auch das Jahr 1084, für die des Chores das Jahr 1058 gelten lassen müssen.

Der wieder nach kluniazensischem Grundriß, aber ohne absidiale Bildungen an den Chor Nebenschiffen errichtete Bau, von dem der Chor durch einen gotischen Neubau ersetzt worden ist, und dessen drei westliche Schiffsjoche zerstört wurden, zeigt in den Kreuzschiffügeln — was für den Zusammenhang der normannischen Kunst mit Burgund (siehe oben) sehr bemerkenswert ist — rundbogige Tonnengewölbe. Diese sind — wie das ähnlich an burgundischen Bauten vorkommt — im äußeren Teil niedriger als in dem schmalen, der Seitenschiffbreite entsprechenden neben der Vierung, und über dem trennenden Bogen liegen so dicht drei Rundfenster — auch diese Anordnung ist in der Architektur Burgunds sehr geläufig —, daß über dem Tonnengewölbe unmittelbar das Dach gelegen haben muß, wie es denn in Südfrankreich überall so üblich war. Vom Vierungsturm sind Reste nicht erhalten. Im Schiff finden wir gleichgebildete Bündelpfeiler — quadratischer Kern mit vier halbrunden Diensten —, wie sie wieder in der burgundischen Kunst sehr gebräuchlich sind. Die Seitenschiffe sind mit römischen Kreuzgewölben zwischen Gurtbogen eingewölbt. Das Mittelschiff trug ein sichtbares Dachwerk, bis unter dessen Ankerbalken die nach dieser Seite gewendeten Dienste heraufgeführt worden sind. Dem Seitenschiffdachraum wird vom Mittelschiff aus durch je zwei gekuppelte Fenster in jedem Joch Licht zugeführt. Bequeme Wendeltreppen vermittelten den Zugang nach oben.

Etwas später als die Kirche des Mont-St.-Michel und etwa in die 90 er Jahre des XI. Jahrh. ist wohl St. Nicolas in Caen³³⁾ zu setzen. Diese Kirche ist in einem verhältnismäßig vorzüglich erhaltenen Zustande auf uns gekommen und so ziemlich aus einem Guß von der Abtei St. Etienne im Laufe etwa eines Jahrzehntes als Pfarrkirche erbaut. Auch hier wieder derselbe Grundriß. Wie an der Kirche St. Georges in Boscherville zeigen die Chorseiten-schiffe außen glatten, innen absidialen Schluß. In den Kreuzschiffügeln liegen Emporen und im Westen im Erdgeschoß eine Vorhalle zwischen zwei Treppentürmen, im Obergeschoß eine nach dem Schiff geöffnete Empore, wie sie so häufig auch deutsche Benediktinerkirchen und Stiftskirchen haben (Abb. 5 stellt die Westfront dar). Die Pfeiler sind alle von gleichem Grundriß; der aber ist etwas reicher angelegt als in der Kirche des Mont-St.-Michel, mit vier stärkeren und vier schwächeren Diensten, welche letzteren, wie auch in anderen normannischen Bauten — St. Etienne in Caen, St. Georges de Boscherville — nicht unter 45°, sondern parallel den Scheidebogendiensten angeordnet sind. Über den Scheidebogen liegen die Öffnungen zum Seitenschiffdachraum, wie in St. Georges de Boscherville in einer Blendgalerie von je vier Bögen untergebracht. Die Seitenschiffe sind mit römischen Kreuzgewölben eingewölbt, Mittelschiff und Kreuzschiff trugen sichtbares Dachwerk, für dessen Ankerbalken auch hier wieder die nach dem Mittelschiff zu gelegenen Dienste bis zum Hauptgesims hinaufgeführt worden sind. Der Chor³⁴⁾ ist genau so wie in St. Georges de

33) Die Formen sind dieselben wie die am Westbau von St. Etienne in Caen, der im letzten Viertel des XI. Jahrh. fertig geworden ist.

34) Es ist auch in Deutschland nichts Ungewöhnliches, daß bei einer sonst mit flacher Decke versehenen Kirche der Chor

Boscherville mit zwei von einem Gurt getrennten rechteckigen Kreuzgewölben gewölbt. Das ist eine Neuerung, die bemerkenswert genug erscheint, um eine kurze Abschweifung zu rechtfertigen.

Das quadratische sog. römische Kreuzgewölbe war überall auf dem Gebiete der abendländischen Baukunst des Mittelalters schon in frühester Zeit als eine von den Römern übernommene Erbschaft bekannt, das entschieden rechteckige dagegen ist erst später und aus der Übung mit dem quadratischen Gewölbe heraus entwickelt worden. In St. Nicolas sowohl als in St. Georges de Boscherville hätte passender ein großes quadratisches Gewölbe an Stelle der zwei rechteckigen zur Ausführung kommen können, da für jenes die Widerlagsmassen in genügender Stärke vorhanden waren, für diese aber dort, wo sie zusammen auf den Pfeiler treffen, eigentlich nicht. Quadratische Mittelschiffgewölbe sind aber — anders als in Deutschland — in der Normandie nie zur Ausführung gekommen, obwohl der Stützenwechsel da so bekannt war wie bei uns; doch wohl deshalb nicht, weil das rechteckige Kreuzgewölbe als eine, wenn auch nicht der Konstruktion, so doch der Erscheinung nach fertige Form übernommen wurde, und zwar konnte es — wie so viele andere Dinge — nur aus der burgundischen Kunst entnommen werden. Da war ja der Grundriß des Mittelschiffes für die wenigstens seit dem X. Jahrh. nachweisbare Tonnenwölbung desselben in rechteckige Felder aufgeteilt, und das für die Tonnenwölbung ausgebildete System eignete sich ohne weiteres auch für eine Einwölbung mit rechteckigen Kreuzgewölben, die dann auch bald ausgeführt wurde. Man wird in solchem Zusammenhange zunächst an die Kluniazenserkirche in Vezelay denken, woher sich ohne Zweifel die sonst auch in Deutschland vor dem Jahre 1200 seltenen und jedenfalls immer in besonderer Weise bedingten, rechteckigen Kreuzgewölbe der Kirche des Benediktinerklosters in Laach schreiben, das mit Cluny in Verbindung stand.³⁵⁾ Es ist nun die Erbauungs-

gewölbt wird. Noch viel später findet sich für die Bauten der Bettelmönche die Vorschrift, daß das Schiff flach gedeckt sein dürfe, der Chor aber gewölbt sein solle.

35) Günther, Codex diplomaticus rheno-mosellanus: Bestätigungsurkunde von 1138: . . . ut ordo monasticus in eodem loco secundum beati Benedicti regulam et normam Cluniacensis monasterii . . . Die Ähnlichkeit des Konstruktionssystems hier und dort ist sehr groß. Es kommt hinzu, daß im Innern der Laacher Kirche genau so wie in Vezelay graue und schwarze Steine verwendet worden sind in etwas willkürlichem Wechsel. In welcher Zeit das Schiff von Laach erbaut worden ist, ist bisher noch nicht ausgemacht. Wir wissen (Geier-Görz, Denkmale romanischer Baukunst am Rhein), daß 1093 der Bau einer Klosterkirche angefangen wurde, nach dem 1095 erfolgten Tode des Stifters, des Pfalzgrafen Heinrich II. zunächst ins Stocken geriet, seit 1112 aber weiter betrieben wurde, daß 1138 die Stiftung des Klosters vom Papst Innocenz II. bestätigt wurde und daß es ein Benediktinerkloster nach dem Muster von Cluny sein sollte, daß endlich 1156 die vollendete Kirche vom Erzbischof Hillinus von Trier geweiht wurde. Der Grundriß der erhaltenen Kirche zeigt — mit Ausnahme der Anordnung der Schiffspfeiler — durchaus die altgewohnte Art der älteren deutschen Kloster- oder Stiftskirche, insbesondere der des Ostteils mit den für die Eingänge zur Krypta vorgesehenen Zwischenbauten zwischen dem geraden Chor und den Kreuzschiffabsiden, die in der Klosterkirche in Limburg a. d. H. (seit 1030) und im Dom in Würzburg (hier wenigstens nach dem ersten Plan, seit 1042) nicht, wie es nun in Laach geschah, zu Türmen ausgebaut wurden. Da nun die von dem Kloster Hirsau aufgenommene Kluniazenserreform schon in der zweiten Hälfte des XI. Jahrh. den kluniazensischen Grundriß in Deutschland einfuhrte, so kann der Grundriß der bestehenden Kirche von Laach nicht erst nach 1138 entworfen, wird vielmehr seit dem Beginn des Baues 1093 festgelegt worden sein. Dagegen hängt das für das Schiff angenommene Wölbsystem und damit die Anordnung der Pfeiler sicher mit der Einführung der Kluniazenserreform für das Kloster in Laach zusammen und wird also um das Jahr 1138 zu setzen sein.

Zeitschrift f. Bauwesen. Jahrg. LXIII.

zeit des Schiffes von Vezelay nicht mit Sicherheit ausgemacht.³⁶⁾ Jedenfalls aber wird man nach dem ganzen Zusammenhang der Dinge annehmen müssen, daß das rechteckige Kreuzgewölbe schon vor 1100 in der burgundischen Architektur bekannt war³⁷⁾, von dort aus als Form in die normannische einwandern konnte, wo dann freilich mit dieser Form selbständige Versuche gemacht wurden. —

Die Hauptabside von St. Nicolas ist, wie übrigens auch die von St. Georges de Boscherville und der Kirche von Cérisy-la-Forêt, außen, noch mehr aber innen, auf eine besonders reiche Weise gebildet. In der Höhe des Ganges im Seitenschiffdach (in Cérisy-la-Forêt in Höhe des Emporenfußbodens) läuft ein in der Mauerstärke ausgesparter Gang um die Abside herum, so daß eine Zirkulation in der Höhe um das ganze Gebäude möglich wird. Dieser Gang zeigt genau die gleiche Bildung hier und in den bekannten rheinischen Bauten (St. Aposteln und Groß-St.-Martin in Köln aus der zweiten Hälfte des XII. Jahrh. usw.), nur daß die Sache in der Normandie um so viel früher auftritt. Man braucht nun aber nicht ein Abhängigkeitsverhältnis anzunehmen. Bei der notwendigen Stärke der Absidenmauern konnte sich die Anlage dort und hier selbständig herausbilden.³⁸⁾

Wie St. Nicolas überhaupt als besonders gut erhalten gelten kann, so ist auch der Vierungsturm da, wenngleich verändert, noch vorhanden. In zwei Geschossen — gegen die Wände des unteren schließen die Dächer an, das obere läßt durch große Fenster Licht von oben her in die Kirche einfallen — ist er aufgebaut; in jedem läuft, wie denn auch sonst der Vierungsturm diese Bildung zeigt, in der Mauerstärke angelegt, und über eine in einer Ecke angeordnete Wendeltreppe zugänglich, ein Gang ringsherum, der untere nach Art einer Triforiengalerie gebildet, der obere, um die Fenster zugänglich zu machen. Es ist als sicher anzunehmen, daß darüber noch ein weiteres Geschoß vorhanden war, das als Glockenstube diente, denn bei den Kluniazensern hingen die Glocken ein für allemal im Vierungsturm. In Cérisy-la-Forêt ist der Turm auch nicht unberührt geblieben, noch weniger in St. Etienne in Caen. Der von Boscherville aber zeigt über dem zur Kirche gezogenen Turmraum ein Glockengeschoß mit Turmfenstern, wie sie außerhalb des normannischen Kreises in Frankreich noch in der burgundischen Architektur, in Deutschland aber überall gebräuchlich: unter einem zusammenfassenden Rundbogen zwei gekuppelte Öffnungen mit einem Säulchen in der Mitte. Überall aber, diesseit und jenseit des Kanals — drüben z. B. in prachtvoller Ausbil-

36) Archives de la commission des mon. hist. 1050—1104; Dehio und v. Bezold XII. Jahrh.; da das Schiff der Kirche von Laach später als das von Vezelay sein muß und doch um 1138 erbaut wurde, so könnte man den Bau von Vezelay schon in die letzten Jahre des XI. Jahrh. setzen und also die Weihe von 1104 auch wohl auf den jetzigen Bau beziehen.

37) Es kommt vor auch noch im Schiff der nach dem Kluniazensergrundriß erbauten Kirche von Anzy-le-Duc, das bei einem einfacheren als in Vezelay gebildeten System eine noch größere Ähnlichkeit mit dem von Laach aufweist.

38) Vielleicht ist aber doch auch hier ein Einfluß normannischer Kunst vorhanden gewesen. Der mächtige Vierungsturm von Groß-St.-Martin — das die Kirche eines Schottenklosters war — dürfte kaum ohne das Vorbild der normannischen Vierungstürme zu erklären sein, wie er denn auch mit seinen vier Ecktürmen in Deutschland ganz ohne gleichen ist (die am Helmfuß erst beginnenden Ecktürmchen der westfälischen Türme — etwa von St. Patrokus in Soest — sind etwas ganz anderes und westfranzösischer Herkunft) und dem auf dem Teppich von Bayeux dargestellten (siehe oben) sehr ähnlich sieht.

dung in der Kathedrale von Winchester und in der Abteikirche von St. Albans — findet sich der hoch hinaufgeführte, im Grundriß quadratische Vierungsturm, der stets nach unten geöffnet ist und über einem hohen geschlossenen Geschoß, gegen das die oberen Dächer der Kirche sich anlehnen, ein Geschoß mit großen Fenstern aufweist, durch die eine Fülle von Licht von oben herunter in die Kirche fällt, und darüber noch ein oder zwei (so der von St. Albans) Glockengeschosse.

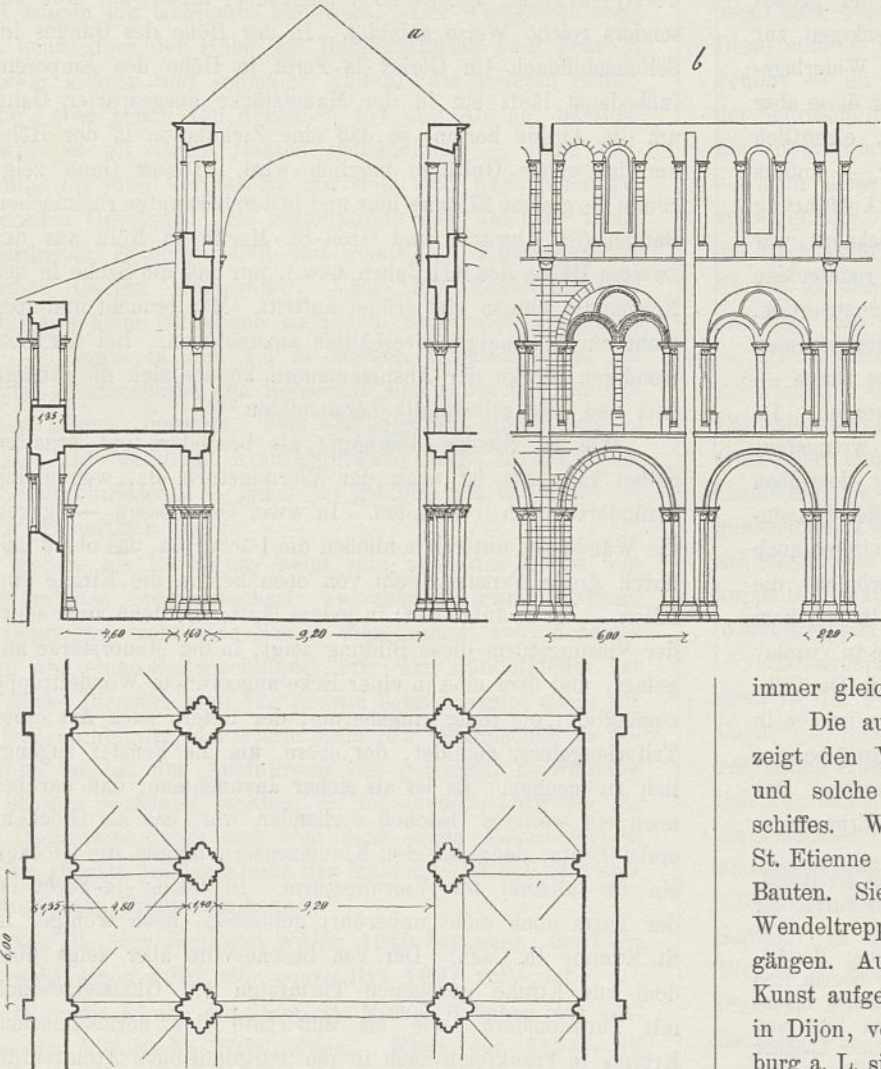


Abb. 12 u. 13. Benediktinerkirche von Cérisy-la-Forêt.

Ist der Vierungsturm der normannischen Kunst wieder aus der burgundischen gekommen? Da ist ja bei frühen Bauten ein quadratischer Vierungsturm vorhanden (wie bei St. Martin d'Ainay in Lyon). Aber der ist auch in Deutschland bei den ungewölbten Bauten der frühen Zeit zu finden (St. Michael in Hildesheim hatte deren zwei, die dem Bau des XI. Jahrh. angehörten, die Kirche in Mittelheim trägt noch heute einen solchen usw.) und mag auch bei den frühen ungewölbten Bauten Nordfrankreichs vorhanden gewesen sein. Der burgundische Vierungsturm ist wohl schon seit dem X. Jahrh. im Zusammenhang mit der schon damals in der burgundischen Kirche durchgeführten Einwölbung achteckig³⁹⁾

39) Der von Romainmôtier ist freilich noch quadratisch. Auch in Deutschland wird ja der Vierungsturm mit der Einführung der Wölbung achteckig, konnte eigentlich auch erst bei der gewölbten Kirche achteckig angelegt werden. Der von St. Godehard in Hildes-

geworden und ist auch nicht wie der normannische unten offen, läßt also kein Licht von oben her in das Kircheninnere ein. Die Erweiterung des Kirchenraumes in den Vierungsturm hinein ist jedenfalls echt normannisch und hängt zusammen mit der germanischen Gewohnheit, den Kirchenraum bis unter die Sparrendecke reichen zu lassen. Der offene Vierungsturm ist in der normannischen Kirche, wenn sie ein Kreuzschiff hat, notwendig, da ohne ihn das offene Dachwerk nicht zu einer Lösung an der Vierung zu bringen ist. Weil er nun in der normannischen Kunst zugleich Laterne und Glockenträger sein mußte, wird er so außerordentlich hoch hinaufgeführt⁴⁰⁾ und gewinnt solch majestätisches Aussehen. Die frühere gotische Kunst in Frankreich und Deutschland hat den nach unten geöffneten Vierungsturm aus der normannischen Kunst übernommen; die Vierungstürme der Kathedrale von Laon, von St. Yved in Braisne, von Notre-Dame in Dijon mit ihrem quadratischen Grundriß, mit dem Laufgang im unteren Teil der Mauern, sind ganz selbstverständlich Abkömmlinge jenes Turmes auf dem Teppich von Bayeux, und auch in Deutschland finden wir deren auf der Liebfrauenkirche in Trier und auf der Benediktinerkirche in Werden. Wenn diese hohen offenen Vierungstürme bald in beiden Ländern wieder verschwinden, so sind sie bis zum Ausgang des Mittelalters in der Normandie und in England immer wieder und

immer gleich stolz und prächtig ausgeführt worden.

Die auf dem Teppich von Bayeux dargestellte Kirche zeigt den Vierungsturm mit vier Ecktürmchen ausgestattet und solche Ecktürmchen auch auf den Ecken des Kreuzschiffes. Wie dort erscheinen sie auch am Kreuzschiff von St. Etienne in Caen und von manchen anderen normannischen Bauten. Sie enthalten — wenigstens der eine eines Paares — Wendeltreppen zu den in der Mauerstärke angeordneten Laufgängen. Auch diese Ecktürmchen wurden von der gotischen Kunst aufgenommen: die Kreuzschiffenden von Notre-Dame in Dijon, von St. Yved in Braisne, von St. Georg in Limburg a. L. sind ihrem Organismus nach durchaus normannisch. Und wenn an den Kathedralen von Chartres und Reims die Kreuzschiffenden von stattlichen Türmen eingefast werden, so ist das wieder ein Baugeданke, der aus dem normannischen Kunstkreise herrührt. —

Wieder etwas später als St. Nicolas in Caen und um das Jahr 1100 begonnen, sind die Benediktinerkirchen St. Georges in Boscherville (Abb. 8)⁴¹⁾ und die von Cérisy-la-Forêt (Abb. 12 und 13). Der Grundriß der vorzüglich erhaltenen Kirche St. Georges ist fast genau derselbe wie der von St. Nicolas,

heim macht da nur scheinbar eine Ausnahme; denn diese Kirche sollte, wie sie denn überhaupt eine Verwandtschaft mit der burgundischen Kunst aufweist, ursprünglich eine Tonnenwölbung im Chor, Kreuzschiff und wohl auch im Langschiff erhalten.

40) Man vgl. die niedrigen Vierungstürme von St. Michael in Hildesheim mit dem nur wenig späteren mächtigen Turme auf dem Teppich von Bayeux.

41) Besnard, L'église et l'abbaye Saint-Georges de Boscherville, Paris 1899. St. Georges war als Augustinerstift gegründet und wurde 1114 in ein Benediktinerkloster verwandelt. Da die Kirche den kluniazensischen Grundriß aufweist, ist anzunehmen, daß sie kurz nach 1114 begonnen ist.

nur daß das Schiff hier um ein Joch länger und daß die Bildung der Westseite knapper gefaßt ist. Es ist hier keine Vorhalle mehr vorhanden. Etwa auf der Linie der Scheidemauern der Schiffe liegen in der Westwand zwei Wendeltreppen. Diese führen zu den zwei oberen Laufgängen und zu zwei in der Dicke der starken Westwand angelegten, durch Säulenstellungen — wie sonst die Westemporen — nach dem Schiff geöffneten Galerien, welche offenbar eben wie die Westemporen gottesdienstlichen Zwecken dienten und

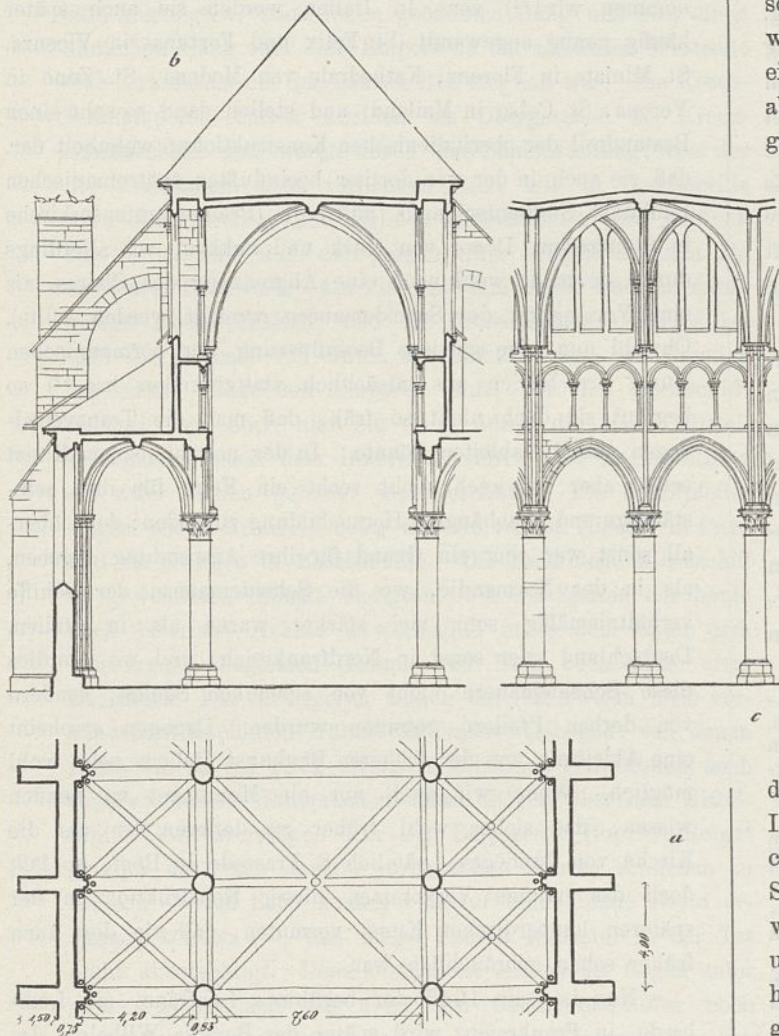


Abb. 14. Notre-Dame in Dijon.

auf denen sicher wohl auch Altäre standen. Man wird die Westwand von St. Georges aufzufassen haben als eine Reduktion des Westbaues der Kirche von Jumièges. Gegenüber St. Nicolas treffen wir in St. Georges aber an zwei Stellen eine vorgeschrittenere Ausbildung an: einmal ist in der Höhe der Hochschiffenster in der Stärke der Mauer ein Laufgang angeordnet, und ferner sind die Scheidemauern der Schiffe durch Transversalbogen miteinander verbunden und gegeneinander versteift.

Der in der Hochschiffmauer der basilikalischen Kirche angeordnete Laufgang kommt in so früher Zeit nur in der normannischen Kunst vor, konnte nur hier vorkommen.⁴²⁾

42) Etwas hinsichtlich der Lage des Ganges zu den Fenstern Ähnliches kommt bei den einschiffigen Kirchen Westfrankreichs, und zwar schon bei St. Front in Périgueux und noch bei den spätesten Abkömmlingen dieses Bauwerks, einerseits bei S. Francesco und St. Chiara in Assisi (1240 etwa) und andererseits bei westfälischen Kirchenbauten, wie dem Westchor des Münsterschen und dem Ost-

Den mit flacher Decke ausgestatteten Kirchen Nordfrankreichs und Deutschlands fehlte schon die für die Anordnung des Ganges erforderliche Stärke der Mauer, die bei den normannischen Bauten, wie oben ausgeführt, des schiebenden, offenen und sichtbaren Dachwerks wegen vorhanden sein mußte, die aber, bei der relativ nicht eben sehr großen senkrechten Last des Dachwerks nicht ganz massiv hergestellt werden brauchte. Und die tonnengewölbten Bauten Burgunds und Südfrankreichs waren, wie bekannt, in einem so prekären Zustande der Stabilität, daß man dort gar nicht wagen konnte, die Stärke der Mauer durch die Anordnung eines Ganges zu schwächen. In der normannischen Kunst aber waren die Voraussetzungen für ihn ohne weiteres gegeben. Wie wir gesehen haben, sind schon bei den ältesten

Bauten dieses Kreises — in den Westmauern des Kreuzschiffes der Kirchen von Bernay und Jumièges — in der Stärke der Mauern Gänge angelegt worden, wo die Herstellung einer Zirkulation sie erforderte. Damit waren dann aber zugleich auch die hochgelegenen Fenster bequemer zugänglich gemacht.⁴³⁾ Diese nebenbei erreichte Zugänglichkeit wird bald so praktisch und so wichtig erschienen sein,

daß man ihretwegen den Laufgang vor den Fenstern im Innern anordnete. Das älteste erhaltene Beispiel eines solchen Laufgangs ist in St. Etienne in Caen zu finden. Das Schiff dieser Kirche war in seiner ursprünglichen ungewölbten Ausbildung — von der noch die Grundrißanlage und die Mauern bis über das Emporengeschoß hinaus vorhanden sind (Abb. 17 und 18) — um 1080 etwa fertig geworden.⁴⁴⁾ Der ursprüngliche Laufgang, von dem noch geringe Reste oberhalb der Wölbung vorhanden sind, hatte etwa die Bildung desjenigen der Kirche von Cérisy-la-Forêt.

Der Laufgang vor den hohen Fenstern⁴⁵⁾ ist im Kreise der normannischen Kunst bald zu einer für die großen Bauten ganz allgemein angenommenen Einrichtung geworden. Er wurde bei den späteren gewölbten Bauten beibehalten, und auch diese Bildung ist wieder aus der normannischen in die frühe gotische Kunst — allerdings nur in die der

chor des Osnabrücker Doms vor. Dieser Laufgang der westfranzösischen einschiffigen Kirche hat keinerlei Zusammenhang mit dem in der Hochschiffwand der normannischen. Er ist ursprünglich — in St. Front — als die Reduktion einer Emporenanlage aufzufassen und später, da er die hochgelegenen Fenster bequem zugänglich machte, als eine praktische Einrichtung beibehalten worden.

43) Es ist bekannt, daß auch sonst diese Zugänglichkeit der hohen Fenster erstrebt wurde. Die Benediktinerkirche von Limburg a. Haardt (Manhot, Kloster Limburg S. 72) ist mit einer sehr merkwürdigen Einrichtung zu diesem Zwecke ausgestattet worden.

44) Bouet, L'abbaye de Saint-Etienne, p. 14.

45) Er erscheint dann übrigens auch — ganz folgerichtig — vor den Fenstern des Vierungsturmes: in St. Etienne in Caen, in St. Albans bei London usw. und weiter in Notre-Dame in Dijon, in der Benediktinerkirche in Werden.

Normandie und Englands und merkwürdigerweise in die Burgunds⁴⁶⁾ — übernommen worden. Notre-Dame in Dijon (Abb. 14) zeigt ein Schiffsystem, das nicht anders, denn als eine entwickeltere Stufe des normannischen Systems — etwa des von St. Georges in Boscherville — aufgefaßt werden kann und innerhalb dieses Systems den inneren Laufgang vor den hohen Fenstern.⁴⁷⁾ Ebenso finden wir ihn in Dijon noch in St. Bénigne, in Auxerre in der 1215 begonnenen Kathedrale, in der etwa gleichzeitigen Kathedrale von Sémur-en-Auxois und, in durchaus normannischer Bildung, d. h. nach dem Mittelschiff zu durch eine Säulenstellung geöffnet (wie auch im Schiff des Bonner Münsters), in den Kathedralen von Genf und Lausanne. Die gotische Kunst Nordfrankreichs ordnet diesen Laufgang auf der Außenseite an: so schon an der Kathedrale von Noyon (Abb. 9).⁴⁸⁾ Es ist gewiß merkwürdig, daß die normannische Kunst ihre schönste Vollendung in der gotischen Kunst der Landschaft erfuhr, der sie 200 Jahre früher die Mittel zur Gestaltung ihrer ersten großen Bauten entlehnt hatte.

Der Transversalbogen ist wohl auch nicht in Boscherville zum ersten Male ausgeführt worden. Es ist oben schon als zweifelhaft hingestellt worden, ob nicht die Kirche von Jumièges schon solche Transversalbogen gehabt habe, und weiter ist es durchaus nicht ausgemacht, ob St. Etienne in Caen in der ursprünglichen Fassung mit solchen Bogen ausgestattet war, oder nicht. Sicher waren sie über dem Mittelschiff vorhanden, außer in Boscherville in der verschwundenen Kirche St. Vigor bei Bayeux und in der von

46) Aus der burgundischen Architektur ist er dann in die west- und süddeutsche gekommen, wo er im Schiff des Bonner Münsters, in der Liebfrauenkirche in Trier — die im Gegensatz zu der von Nordfrankreich abzuleitenden Elisabethkirche in Marburg, mit Burgund zusammenhängt — und — in besonderer Art freilich — im Freiburger Münster sich findet.

47) Ich stehe nicht an, Notre-Dame in Dijon (1225—1240) als den Bau in Anspruch zu nehmen, in dem die normannische Kunst zur Vollendung geführt worden ist. Wo immer hier davon die Rede war, was die gotische Kunst der normannischen verdankt, mußte Notre-Dame genannt werden. Diese Kirche ist in der Tat, wenn wir durch das reizende Kleid der frühgotischen Formen hindurchsehen, durchaus normannisch, ihrer Anlage und ihrem Aufbau nach, nur daß hier Strebebogen und Strebepfeiler in vollkommener Ausbildung schon vorhanden sind: der Grundriß, das Schiffsystem mit den Rundpfeilern, der Triforiengalerie und dem inneren Laufgang vor den Hochschiffenfenstern, der Vierungsturm mit den vier Ecktürmchen und dem inneren Laufgang vor den Fenstern, die Kreuzschifffronten mit den Ecktürmen und zuletzt die Westfront. Auch diese Westfront, die in Dijon so merkwürdig anmutet, in England aber selbstverständlich sein würde, und die man der Komposition nach early english nennen müßte, kann nur in dem normannischen Kreise konzipiert worden sein. In ihrer auffallenden Dissonanz mit der Kunst des Landes erinnert sie mich auf das lebhafteste an die merkwürdige Torwand, die die lange, unvollendet gebliebene Vorhalle von S. Emmeran in Regensburg abschließt, und die auch early english ist, wie denn in Regensburg das ganze Mittelalter hindurch ein durch das Schottenkloster vermittelter englischer Einfluß nachzuweisen ist: in der Schottenkirche selbst, im Kreuzgang und in der Torwand von S. Emmeran, noch im Schiff des Domes, und wohl auch an der frühen Erscheinung der Sternengewölbe und dergleichen Bildungen, die in England seit 1250 vorkommen, in Regensburg vor 1300 schon in den Hauskapellen auftreten, sonst aber in Deutschland (mit Ausnahme Preußens, wo sie auch seit etwa 1280 sich finden) erst im XIV. Jahrh. bekannt werden.

48) Der Laufgang unter den Fenstern der Seitenschiffe — wie wir ihn in französischen und deutschen Kirchen finden (z. B. in der Kathedrale von Reims und dem Münster von Freiburg i. B.) könnte ebensowohl mit der besprochenen Einrichtung jener westfranzösischen Kirchen, wie mit der der normannischen zusammenhängen. Wahrscheinlich führte doch die normannische Gewohnheit, die Wände mit Gängen anzulegen, dazu. Sicher aber geht auf diese Gewohnheit die Bildung jenes gotischen Fensters in England und Frankreich zurück, bei dem außen und innen je eine besondere Öffnung angelegt wird (Abb. 15 Hochschiffenster von Notre-Dame in Dijon).

Cérisy-la-Forêt. Es entsteht die Frage: Sind diese Transversalbogen in der normannischen Kunst selbst zur Ausbildung gekommen, oder haben die normannischen Architekten sie außerhalb kennen gelernt, im Orient oder in Italien?

Die Transversalbogen kommen, zur Versteifung der hoch aufgeführten Scheidemauern angewandt, schon in der altchristlichen Kunst des Orients (Kirche von Roueïha, vor 700⁴⁹⁾, Kirche von Kodscha Kalessi in Kleinasien⁵⁰⁾ und in Italien (S. Prassede in Rom, die Bogen von 822, wie angenommen wird⁵¹⁾ vor. In Italien werden sie auch später häufig genug angewandt (St. Felix und Fortunat in Vicenza, St. Miniato in Florenz, Kathedrale von Modena, St. Zeno in Verona, St. Celso in Mailand) und stellen dann so sehr einen Bestandteil der oberitalienischen Konstruktionsgewohnheit dar, daß sie auch in der von dorthier beeinflussten spätromanischen Baukunst Süddeutschlands auftreten (Prämonstratenserkirche in Steingaden, Dome von Gurk und Sekkau, wo allerdings durch sie mehr wohl noch eine Abgrenzung des Chores, als eine Versteifung der Scheidemauern erreicht werden sollte). Obwohl nun eine gewisse Beeinflussung der normannischen Kunst von Syrien aus tatsächlich stattgefunden hat,⁵²⁾ so beginnt sie doch nicht so früh, daß man die Transversalbogen aus ihr ableiten könnte. In der normannischen Kunst selbst aber ist auch nicht recht ein Keim für ihre selbständige und unabhängige Herausbildung zu finden; denn überall sonst war eher ein Grund für ihre Anwendung gegeben, als in der Normandie, wo die Scheidemauern der Schiffe verhältnismäßig sehr viel stärker waren als in Italien, Deutschland oder sonst in Nordfrankreich, und wo überdies diese Scheidemauern nicht von schlanken Säulen, sondern von derben Pfeilern getragen wurden. Dagegen erscheint eine Ableitung aus der früheren Baukunst Italiens sehr wohl möglich. Wenn wir auch nur ein Monument zu nennen wissen, das sicher wohl früher zu datieren ist als die Kirche von Jumièges, nämlich S. Prassede in Rom, so läßt doch das häufige Vorkommen dieser Konstruktion in der späteren lombardischen Kunst vermuten, daß sie dort auch früher schon gebräuchlich war.

Nun ist seit 1040 der berühmte Lanfranc, ein Lombarde, in Frankreich, wird später der Berater Wilhelms des Eroberers und nach der Eroberung Erzbischof von Canterbury († 1089). Mit ihm und seinem Gefolge — denn manchen anderen Italiener brachte er mit — mögen leicht Bauideen Italiens nach der Normandie gekommen sein.⁵³⁾

Die Abteikirche von Cérisy-la-Forêt (Abb. 12 u. 13), obwohl verstümmelt und des westlichen Teiles des Schiffes beraubt, ist auf dem Kontinent heute das vollendetste Denkmal der früheren normannischen Architektur. Der Grundriß ist, wie bei allen Bauten der Familie, der der zweiten Kirche

49) de Vogué, La Syrie centrale, p. 69.

50) Strzygowski, Klein-Asien, ein Neuland der Kunstgeschichte.

51) Holtzinger, Handbuch der Architektur, Teil II, Band 3, erste Hälfte.

52) Die besondere Bildung der Westseite der Kirche von Pontorson ist in der Tat kaum ohne solchen Einfluß denkbar.

53) Hier ist solcher Einfluß der italienischen Baukunst auf die normannische anzunehmen zulässig und vielleicht nötig. Dagegen ist es — wie oben ausgeführt — sicher verkehrt, wenn Ruprich-Robert für Lanfranc und seine Genossen die Vermittlung des lombardischen Grundrisses der gewölbten Kirche mit dem Stützenwechsel (S. Ambrogio in Mailand, S. Michele in Pavia) in Anspruch nimmt.

von Cluny, wieder sehr ähnlich dem von St. Nicolas in Caen und St. Georges in Boscherville, mit gleichgebildeten Pfeilern im Schiff. Die Kirche von Cérisy hat aber über den mit Kreuzgewölben eingewölbten Seitenschiffen im Schiff und Chor Emporen, über denen, wie der Querschnitt (Abb. 12a) das zeigt, die Sparrendecke sichtbar lag. Die auch hier vorhandenen Kreuzschiffemporen stellen die Verbindung zwischen den Emporen des Schiffes und des Chores dar, so daß, in der Höhe derselben, über einen in der Mauerdicke der Abside angelegten, nach innen geöffneten Gang und über einen ähnlichen Gang oder eine Empore an der zerstörten Westseite eine Zirkulation um den ganzen Bau möglich war. Die Kreuzschiffemporen hatten Absiden im Obergeschoß der Kreuzschiffabsiden und waren durch eine Säulenstellung, von der die Wandsäulen noch vorhanden sind, wie in Boscherville nach dem Kirchenraum zugleich abgeschlossen und geöffnet. Das Mittelschiff und der gerade Chor trugen ehemals ein sichtbares Dachwerk. Am Vierungsturm ist das Dachanschlußgesims noch erhalten, und die Dreiecksfläche darunter ist, weil sie ehemals von unten aus sichtbar war, mit Blenden gegliedert. Über den Emporen läuft, vor den Hochschiffenfenstern her, auch hier ein Gang durch die starke Mittelschiffmauer, nach dem Innern zu durch eine Bogenstellung auf zwei Säulen geöffnet und geschützt. Die Schiffpfeiler zeigen einen Grundriß etwa wie die von St. Nicolas in Caen und St. Georges in Boscherville. Die nach dem Mittelschiff zu gewendeten Dienste endigten, wie die Spuren das heute noch beweisen, früher abwechselnd unter dem unter dem Fenstergang liegenden Gesims und hoch oben unter dem Dachwerk. Die niedrigeren trugen auf (bei zweien noch vorhandenen) Kapitellen früher die Transversalbögen, von denen Reste bis zu der 1872 erfolgten hölzernen Einwölbung noch sichtbar waren. Entsprechen diesen Bögen über dem Mittelschiff Viertelkreisbögen über den Emporen? Ruprich-Robert glaubte das nach damals vorhandenen Spuren schließen zu müssen — ich habe keinerlei darauf hindeutende Reste erkennen können —, und dieser Schluß erscheint in der Tat nicht unberechtigt. Denn einmal ist ein solcher Bogen unter dem Emporendach des nördlichen Chorseitenschiffes noch vorhanden, wo er freilich keinem Mittelschiffbogen entspricht, sondern nur im allgemeinen die hohe Scheidemauer gegen den Schub des Dachwerks sichert⁵⁴⁾, und dann ist ja gerade über dem Seitenschiff der Transversalbogen häufiger in der normannischen Kunst⁵⁵⁾ angewendet worden: an St. Peter in Northampton, in der Kirche von Graville, in der Domkirche von Stavanger kommen halbkreisförmige Transversalbögen in den Seitenschiffen vor, in der Kathedrale von Norwich viertelkreisförmige. Da hat seine Anwendung, bei dem besonderen Konstruktionssystem der normannischen Kirche mit dem schiebenden offenen Dachwerk, ja auch mehr Sinn als über dem Mittelschiff. Insbesondere ist die Anwendung des viertelkreisförmigen Transversalbogens über dem Seitenschiff für die weitere Entwicklung des gotischen Systems von der allergrößten Bedeutung gewesen. Wie man in Cérisy-la-

54) Über dem südlichen Chorseitenschiff sind Reste einer beabsichtigten Viertelkreistonnengewölbung, wie sie über den Emporen von St. Etienne zur Ausführung gekommen ist, vorhanden (Congrès archéologique de France 1908, p. 575).

55) Und in der Isle de France, die sich auch in dieser Hinsicht von der normannischen Kunst beeinflusst zeigt.

Forêt und Norwich mit seiner Hilfe die Mittelschiffwand gegen den Schub des schiebenden Dachwerks zu sichern meinte, so wendete man ihn im Chor der Benediktinerkirche von St. Gabriel und in der Kathedrale von Durham, beide Male unter dem Gespärre eines nach dem Mittelschiff zu weit geöffneten Seitenschiffdachraums (einer Art Empore also, wie sie bei normannischen Bauten nicht selten) angeordnet, in der Benediktinerinnenkirche St. Trinité in Caen unter dem Seitenschiffdach liegend, gegen den Schub der Rippengewölbe an. Aus dem Transversalbogen über dem Seitenschiff ist damit der Strebebogen geworden. Wie er bisher angeordnet wurde, lag er freilich zu tief, um den Gewölbeschub richtig zu fassen und aufzunehmen. Wurde er an die richtige Stelle gerückt, so trat er aus dem Seitenschiffdach heraus, wurde sichtbar und mußte nun als ein Bestandteil des äußeren Systems formiert werden. Dieser letzte Schritt zur vollendeten Ausbildung des Strebebogens ist, wie es scheint, im Kreise der normannischen Kunst nicht mehr getan.

Von derselben Art wie das System der Abteikirche von Cérisy-la-Forêt war das der Abteikirche St. Etienne in Caen in seiner ersten Ausprägung und bevor das Mittelschiff eingewölbt wurde.⁵⁶⁾ Die Kirche ist 1077 geweiht worden und damals wohl bis auf den etwas später, aber noch im XI. Jahrh. hinzugefügten zweitürmigen Westbau fertig gewesen. Die Emporen öffnen sich hier in einem großen Bogen nach dem Mittelschiff.⁵⁷⁾ Die Pfeiler zeigen abwechselnd einen stärkeren und schwächeren Grundriß; doch ist der Unterschied nur gering. Ob Transversalbogen vorhanden waren, ist heute wohl nicht mehr festzustellen.

Wieder von gleicher Art, nur derber gebildet und einfacher, da aus den Ziegeln der antiken Stadt Verulam aufgebaut, stellt sich das System der Abteikirche von St. Albans bei London dar, die bald nach der Eroberung und Einsetzung eines Verwandten Lanfrancs, des Mönches Paul von St. Etienne in Caen, in der Abtwürde, von 1077 bis 1115 gebaut wurde.⁵⁸⁾ Es ist dies einer der ersten normannischen Bauten⁵⁹⁾, die in England entstanden, und schon dieser greift in seiner Anlage (mit je zwei Absiden am ausgestreckten Querhaus, mit dem langen geraden Chor und dem langen Schiff, bei einer Disposition nach dem Kluniazenserschema wie die Abteikirchen der Normandie, aber, außer mit einem wohl erhaltenen Vierungsturm mit zwei Westtürmen wie St. Etienne ausgestattet) weit über das hinaus, was auf dem Kontinent üblich war. Und so sehen wir nun weiter in England, zumal an den Bischofssitzen, denen zum Teil Benediktinerklöster angegliedert waren, aber auch für die Benediktinerabteien und die von Cluny abhängigen Kluniazenserprioreien Bauten entstehen, die ihrer allgemeinen Anlage nach und auch was das System des Aufbaues und die Einzelformen anlangt, genau wie die besprochenen der Normandie gebildet sind, aber größer noch und stattlicher und reicher als jene: die

56) Bouet, Analyse architecturale de l'abbaye de St. Étienne de Caen 1868.

57) Wie in St. Albans bei London und einigen anderen englischen Bauten, in S. Ambrogio in Mailand und S. Michele in Pavia und im Großmünster in Zürich, das mit den lombardischen Bauten einen gewissen Zusammenhang hat.

58) Neale, The abbey church of Saint Albans 1877.

59) Lanfranc selbst baute die Kathedrale von Canterbury ziemlich genau so wie seine Abteikirche in St. Etienne in Caen.

Kathedralen von Winchester, Ely, Norwich usw. Es ist eines der erstaunlichsten baugeschichtlichen Dinge, daß ein paar Jahrzehnte nur nach der Eroberung des Landes überall normannische Bauten von reinem Wasser emporsteigen. Diese Tatsache und die unerhört monumentale Gesinnung, die sich in Bauten, wie z. B. denen von Winchester und Ely offenbart, legt Zeugnis ab von einer ganz außerordentlichen Energie und einer beispiellosen organisatorischen Begabung der normannischen Eroberer.

Damit war nun — gegen 1100 — der Schwerpunkt der normannischen Kunst nach England verlegt worden, wenn auch die Entwicklung im Heimatlande durchaus weitergeführt wurde.

Wenn wir noch einmal zurückblicken auf diese Entwicklung und uns vergegenwärtigen, was bis hierher erreicht worden war, so finden wir, daß eine Art des Aufbaues zur Ausbildung gekommen war, die, wenn man auch in der Hauptsache an dem offenen hölzernen Dachwerk über dem Mittelschiff festgehalten hatte, doch in allen Teilen schon die Bildungen aufweist, die als charakteristisch für das frühgotische Bausystem gelten können. Auch der Strebebogen war schon, wenn auch noch unentwickelt, vorhanden. Und auch die Einwölbung des Mittelschiffes war, wenigstens im geraden Chor, in St. Nicolas in Caen und St. Georges in Bocheville schon in Angriff genommen worden. War das aber einmal versucht, so konnte es — bei der allgemein zu jener Zeit auf die Einwölbung des alten überlieferten basilikalischen Bautypus gerichteten Tendenz — nicht ausbleiben, daß der Versuch weitergeführt und auf die Wölbung des ganzen Hochschiffes ausgedehnt wurde. Die Seitenschiffe hatte man bei den größeren und wichtigeren Bauten ja längst und schon seit etwa 100 Jahren eingewölbt. Bei dem Hochschiff hatte man gezaudert. Nun war — was gewiß sehr merkwürdig ist — die Scheidewand der Schiffe wegen des schiebenden offenen Dachwerks in der normannischen Kunst schon so umgestaltet worden, daß sie ohne weiteres auch eine schiebende Wölbung aufnehmen konnte, und es waren für die Ankerbalken des Dachwerks auch Dienste vorhanden, die nun die Gewölbebogen tragen konnten. Nur für das Gewölbe selbst hatte man noch keine Form und Art gefunden, der man trauen konnte. Man war gewöhnt, römische Kreuzgewölbe auf Schalung auszuführen, und zwar so, wie man sie in der früheren Zeit der romanischen Kunst auch in Deutschland ausgeführt hat: indem man für zwei Kappen eine Tonne und für die zwei anderen Stichtonnen darauf einschaltete. So hatte man auch die rechteckigen Gewölbe im Chor von St. Nicolas in Caen und in Boscherville hergestellt, die daher, da die Schildlinien gestelzt wurden, um annähernd gleich hohe Scheitel zu erhalten, gewundene Grate aufweisen. Aber man hatte wohl gefühlt, daß diese Art mit den flachbogigen gewundenen Graten nicht recht zuverlässig war, und hatte sich gescheut, sie für das Schiff, wo die Widerlagerverhältnisse ja viel ungünstiger waren, anzuwenden. Man mußte daran denken, die Gratbogen so zu erhalten, daß sie im Grundriß geradlinig waren. Damit wurde man auf diese Linien, die nach der bisherigen Herstellungsweise als Durchdringungslinien zweier Flächen nebenhin und unbeachtet entstanden, aufmerksam. Sollte das Gewölbe anders und besser werden, so mußte man von den Gratlinien ausgehen und die Kurve

derselben festlegen. Das hatte man bisher nur für die Schildlinien an der Wand und die Gurte getan. Wollte man die Kurve der Gratlinien aber festlegen, so mußte man einen Lehrbogen darunter aufstellen. Das hatte man bisher wieder nur für die Gurte getan. Ist es da nicht ganz natürlich, wenn man nun die Gratlinien wie die Gurte im Querschnitt gestaltete, d. h. ein Profil darunter legte, wie es die Gurte hatten?⁶⁰) Und die Kurve gestaltete man, da die halbkreisförmigen Gurte einmal da waren, und man den Scheitel möglichst, wie es bisher ja auch üblich gewesen, in gleiche Höhe legen wollte, als Stichbogen (d. h. als verkürzte Halbkreise).

Diese notwendige Weiterentwicklung hat um das Jahr 1100 schon zu dem Gewölbe mit Kreuzrippen, und zwar, wie es scheint, gleichzeitig diesseit und jenseit des Kanals, d. h., wie es bei dem festen Zusammenhang der normannischen Kunst kaum anders sein konnte, auf dem ganzen Gebiete dieser Kunst geführt. Daß dieses gotische Gewölbe in der normannischen Architektur so früh schon zur Ausbildung kam, liegt eben darin begründet, daß sie auf eine ganz besondere Art dafür vorbereitet und übrigens auch weiter entwickelt war als die irgendeines anderen Gebietes, in dem das Kreuzgewölbe gepflegt wurde.

Das Kreuzgewölbe mit Rippen ist für die und an der Mittelschiffwölbung ausgebildet worden.⁶¹) Daß es, da es

60) In der Tat zeigen die frühesten Rippen in der Normandie, wie in Burgund und auch noch in Deutschland, bei uns bis zum Anfang des XIII. Jahrh., Gurtprofile, d. h. mehr breite als hohe Profile, aus denen sich erst später die mehr hohen als breiten Rippenprofile entwickeln.

61) Es ist ja auch das romanische Kreuzgewölbe, d. h. das Kreuzgewölbe mit halbkreisförmigen Gratlinien und also steigenden Kappen in Deutschland an der Mittelschiffwölbung ausgebildet worden und zwar zur selben Zeit etwa wie dort das Rippengewölbe. Auch bei uns hat man für die ersehnte Einwölbung des Mittelschiffes zunächst Versuche mit dem gewohnten, schon in frühester Zeit ausgeführten und für die Einwölbung der Seitenschiffe, Krypten, Turmräume lange beibehaltenen, auf Tonnenschalung mit Stichtappenschalung hergestellten römischen Kreuzgewölbe gemacht (erhalten eines z. B. im Chor von St. Georg in Köln), hat aber ebenso wie in der Normandie erkannt, daß es nicht wohl möglich war, mit dieser Bildung die Mittelschiffwölbung durchzuführen. Es mögen manche Gewölbe der Art die Wände auseinander getrieben haben und dann eingefallen sein, bis man auch hier auf die elliptischen, bei der Durchdringungsform nebenbei entstehenden, für die in Deutschland für eine Aufnahme von Schub ja auch nicht wie in der Normandie vorbereiteten Mauern sehr ungünstigen Gratlinien aufmerksam wurde. Dann aber ging man von diesen Graten aus: man legte sie als Hauptlinien des Gewölbes nach dem Halbkreise an, mußte für sie einen Lehrbogen, wie für die Gurte, aufstellen und streckte die Schalung, die etwa weiter noch unterstützt werden mußte, von den Lehrbogen der Grate zu den Gurten und Schildbogen. (Bei dieser Herstellung ergeben sich für die Kappenflächen oben im Scheitel Einsenkungen, die man dadurch beseitigte, daß man in der Nähe des Gewölbescheitels kleine Lehrbogen zwischen die Gratlehrbogen parallel zur Längs- und Querachse der Kirche befestigte, auf die dann, anstatt auf jene, die Schalung gelegt wurde.) Damit war eine geeignete und mögliche Form für die Mittelschiffwölbung gefunden. Wie sehr nun dieses romanische Kreuzgewölbe mit der überall erstrebten Mittelschiffwölbung zusammenhängt, und daß sie an ihr zur Ausbildung gelangt ist, zeigt die Gewölbeanordnung mancher Kirchen (z. B. der Doppelklosterkirche in Lippoldsberg und der Zisterzienserkirche in Eberbach), wo das Mittelschiff mit dem romanischen Kreuzgewölbe, die Seitenschiffe aber, wie von jeher, mit dem römischen Kreuzgewölbe eingewölbt worden sind. So finden wir später (z. B. in der Benediktinerklosterkirche in Ellwangen, in Groß-St.-Martin in Köln und in vielen anderen Bauten) das Mittelschiff mit Rippengewölben, die dann wieder eine bessere Bildung für die Mittelschiffwölbung darstellten, die Seitenschiffe mit Gratgewölben eingewölbt.

Erfolgte nun die Weiterbildung des römischen Kreuzgewölbes zum Rippengewölbe in der Normandie und zum romanischen Kreuzgewölbe in Deutschland etwa zu gleicher Zeit und hier wie dort an der Aufgabe der Mittelschiffwölbung, so war doch der Anlaß dazu

einmal da war und besser als die hergebrachte Art befunden wurde, dann auch für die Seitenschiffgewölbe angewendet wurde, ist ja ganz natürlich. Es zeigt aber⁶²⁾ die gleich näher zu beschreibende Benediktinerkirche in Lessay, die zu den frühesten mit Rippengewölben ausgestatteten gehört, und in ihren westlichen Teilen im zweiten Viertel des XII. Jahrh. von vornherein auf eine vollständige Einwölbung angelegt worden ist, und ebenso die von St. Gabriel, im Mittelschiff Rippengewölbe, in den Seitenschiffen Gratgewölbe. Diese Anordnung läßt erkennen, daß man für die Einwölbung der Seitenschiffe durchaus mit dem römischen Kreuzgewölbe auskommen konnte, und daß also nur die Mittelschiffwölbung zu einer Änderung und Verbesserung der Konstruktion drängte. In der Kathedrale von Durham, die wie die Kirche von Lessay rechteckige Rippengewölbe aufweist, die zu den frühesten zu zählen sind, sind bei einer Grundrißanlage mit Stützenwechsel, Gurte nur über den starken Bündelpfeilern gespannt, während sie über den Zwischenstützen fehlen. Das ist bei der geschilderten Entwicklung des Rippengewölbes eine durchaus natürliche und leicht zu erklärende Anordnung. Nachdem man einmal auf die Grate aufmerksam geworden war, sie nach einer regelmäßigen Kurve anlegte und wie die Gurte mit einem Profil ausstattete, konnte man glauben, der Gurte entbehren, sie durch die Rippen ersetzen zu können: ein Gedanke, der bekanntlich in der späteren Gotik wieder auftauchte und zur Ausbildung des Netzgewölbes führte. In der Tat waren ja die Gewölbekappen von Durham auf den Rippen ohne weiteres einzuschalen und herzustellen.

ein verschiedener: in der Normandie bei der mit der burgundisch-kluniazensischen Grundrißanlage übernommenen einfachen rechteckigen Einteilung des Chores und des Schiffes — daneben kommt allerdings ja auch der Stützenwechsel, wie schon in Burgund, vor — und bei der für die Aufnahme des Gewölbeschubes schon vorbereiteten Hochschiffmauern — die in ästhetischer und konstruktiver Hinsicht unbefriedigende Bildung des nach alter Art hergestellten rechteckigen Kreuzgewölbes mit den gewundenen Graten; in Deutschland bei der quadratischen Einteilung, die man von der flachgedeckten durchaus der Regel nach nach dem quadratischen Schematismus aufgeteilten Kirche übernommen hatte, und bei den für den Gewölbeschub keineswegs vorbereiteten und eingerichteten Mauern des Hochschiffs, die in konstruktiver Hinsicht sowohl für das Gewölbe selbst als für die Mauern ungenügende Bildung des quadratischen römischen Kreuzgewölbes mit den flachen elliptischen Graten. Es ist von großer Wichtigkeit gewesen, daß die Wölbung zunächst überall über dem Chor der Kirchen ausgeführt werden sollte. Der Chor war in Deutschland seit früher Zeit quadratisch angelegt worden, wie der Grundriß der ganzen Kirche nach quadratischer Aufteilung angelegt wurde, und, bis mit der Hirsauer Kongregation, also zu Ende des XI. Jahrh. der Kluniazensergrundriß in Deutschland Eingang fand — aber doch nie zu der Geltung gelangte wie in der Normandie — war eine Aufteilung der Chorseitenwände nicht vorhanden. Sollte er gewölbt werden, so war in Deutschland die natürliche Wölbform das quadratische Kreuzgewölbe, das weiter auch für die Vierung und für die Kreuzarme sich ohne weiteres anwenden ließ, und das dann auf das Schiff der einheitlichen Bildung der Decke wegen ganz natürlich auch angewandt wurde. Da ein Stützenwechsel, allerdings bis dahin nur ästhetisch bedingt, schon früher eingeführt war, wurde er mit der quadratischen Wölbung kombiniert zu dem sog. gebundenen System.

In den großen Kirchen der Normandie war der Chor nicht, oder doch nur zufällig quadratisch, und bei der ganz ausschließlichen Geltung des kluniazensischen Grundrisses waren fast stets die Wände wie im Schiff gegliedert, da der Chor sich nach den begleitenden Chorkapellen, wie das Schiff nach den Seitenschiffen, ganz gleichartig öffnete. Sollte der Chor mit Kreuzgewölben gewölbt werden, so war es bei der gleichmäßigen Teilung — es war ja nur eine Stütze und eventuell, wie in Cörisy-la-Forêt, ein Dienst vorhanden — natürlich, zwei rechteckige Kreuzgewölbe anzuordnen. Diese Wölbung konnte dann ohne weiteres auch auf das Kreuzschiff — die Vierung war ja geöffnet und das Gewölbe lag hier nicht in der Reihe der anderen — und weiter auf das Schiff angewendet werden.

62) Zu vergleichen die in der vorigen Anmerkung beschriebene Gewölbeanordnung deutscher Kirchen.

Die ältesten Mittelschiffrippengewölbe sind also rechteckige Kreuzgewölbe. Wie schon gesagt, sind sie um 1100 zur Ausbildung gekommen. Die ältesten datierbaren finden sich in der Kathedrale von Durham und sind zwischen 1093 und 1133 entstanden.

Über den Bau dieser Kirche⁶³⁾ sind wir durch zwei gleichzeitige Chronikschreiber gut unterrichtet, und da diese Berichte über den Anfang und Fortgang der Arbeiten mit der aus den Steinen des Baues selbst festzustellenden Geschichte übereinstimmen, dürfen wir sie auf den bestehenden Bau ohne weiteres beziehen und können die Entstehung der einzelnen Teile desselben wie folgt bestimmen:

Baubeginn 1093,

Chor ganz und Ostseite des Kreuzschiffes bis zur Höhe der Emporen fertiggestellt bis 1096 (1104 wurde schon der Reliquienschrein des Heiligen Cuthbert im Chor aufgestellt; er war also damals sicher auch schon gewölbt), Westseite des Kreuzschiffes 1096 bis 99, Schiff bis zu den Mittelschiffgewölben fertiggestellt 1128, Mittelschiffgewölbe fertiggestellt 1133.

Wie bei St. Albans und den normannischen Bauten Englands überhaupt, so ist auch hier der Grundriß zwar nach dem kluniazensischen Schema, aber viel weiter als auf dem Kontinent angelegt worden: der gerade Chor ist doppelt so lang, die Kreuzschiff Flügel sind ausgedehnter, an Stelle der einen Abside haben sie ein östliches Seitenschiff und damit Gelegenheit zur Aufstellung von drei Altären erhalten; nach dem Innern der Kirche geöffnete, d. h. also auf einem Pfeiler aufgebaute Westtürme sind auch hier vorhanden.

Die bis 1096 fertiggestellten Chorseitenwände und die dem Kreuzschiff östlich vorgelegten haben Rippenkreuzgewölbe erhalten, bei denen die Kurve der Rippen ein ziemlich stark verkürzter Halbkreis ist, deren Schlußstein eine Durchdringung der beiden Rippenprofile darstellt, und denen die Schildbögen, wie immer in der normannischen Kunst, fehlen. Rippenkreuzgewölbe von derselben Art finden sich in englischen Kirchen, gut datierbar, in den Seitenschiffen, zu Anfang des XII. Jahrh. schon, auch sonst noch⁶⁴⁾: in Winchester etwa 1110 nach dem 1107 erfolgten Zusammensturz des Vierungsturmes ausgeführt, in Peterborough zwischen 1117 und 1143. Da, wie wir gesehen haben, das Rippenkreuzgewölbe nur an der Hochschiffwölbung ausgebildet worden sein kann, müssen solche vor 1100 schon vorhanden gewesen sein. In Durham waren sie, vor 1104 ausgeführt, über dem Chor vorhanden, der aber im XIII. Jahrh. eine neue Einwölbung erhalten hat. Die Spuren der alten Wölbung — die ebenso wie im Kreuzschiff und Schiff eine Wölbung über je zwei rechteckigen durch Gurtbögen nicht getrennten Feldern gewesen sein muß — sind noch vorhanden: Dienste, die die Rippen tragen sollten, und elliptische Schildlinien und unter dem Emporendach halbkreisförmige Strebebögen. Dieselben Merkmale zeigen die noch erhaltenen Gewölbe im nördlichen Querschiff, die kurz nach denen des Chores entstanden sein werden, zeigen auch bei Veränderung des Rippen- und

63) Billings Architectural illustrations and description of the Cathedral Church of Durham. London 1843. — Bilson, Les origines de l'architecture gothique, Revue de l'art chrétien 1901, p. 365. — Greenwell, Durham Cathedral. Durham 1904.

64) Aufgezählt bei Bilson l. c.

Gurtbogenprofils — sie sind hier mit dem gebrochenem Stab der normannischen Ornamentik geschmückt — die Gewölbe des südlichen Kreuzschiffes, die also wieder etwas später sein werden. Für die des Schiffes endlich, die bis 1133 vollendet gewesen sein müssen, und deren Rippen und Gurte wieder das reichere Profil mit dem gebrochenen Stabe aufweisen, sind die Rippen als Halbkreise gezeichnet, die Gurte spitzbogig und die Strebebögen nach einem Viertelkreis⁶⁵⁾, was alles gegenüber den Chorgewölben also einen wesentlichen Fortschritt bedeutet. Der Chor von Durham und die Ostseite des Kreuzschiffes waren von vornherein auf eine Einwölbung angelegt worden. Der Fortbau des Kreuzschiffes und der Aufbau des Schiffes erfolgte unter Annahme eines offenen Dachwerkes; es wurde aber, als man die Mauern hochgeführt hatte, doch die Wölbung ausgeführt.

Eine gleiche Art der Einwölbung, wie in Durham, finden wir noch in der Klosterkirche von Lindisfarne und in der Kirche von Warkwarth.⁶⁶⁾

Tritt im Schiff der Kathedrale von Durham, d. h. also vor 1133, schon der Spitzbogen, wenn auch in einer nicht ganz reinen Form auf, so finden wir ihn, entwickelt und für Scheide- und Gurtbögen angewandt, in den mit Rippenkreuzgewölben eingewölbten Seitenschiffen der Abteikirche von Malmesbury, die vor 1150 noch fertig geworden zu sein scheinen.

In der Normandie kommen in den Hochräumen der großen Bauten Rippenkreuzgewölbe (also nicht sechsteilige Gewölbe der einen oder anderen Art) nur vor in der Abteikirche von Lessay im Chor, Kreuzschiff und Schiff und in der Frauenabteikirche St. Trinité in Caen im Chor und Kreuzschiff.⁶⁷⁾

In beiden Bauten ist, was wir an keinem der bisher besprochenen großen Monumente gefunden haben, auch die Vierung in der Höhe der anderen Gewölbe eingewölbt. Solange Schiff und Kreuzschiff — der Chor wurde ja eher als diese Teile eingewölbt — ein offenes Dachwerk hatten, war der offene Vierungsturm notwendig; wurden die Felder um den Turm durch Gewölbe geschlossen, konnte auch die Vierung eingewölbt werden, und der Vierungsturm verliert für das Innere seine Bedeutung. Gleichwohl kommt die offene Vierung, wie wir gesehen haben, auch bei vielen späteren gotischen Bauten vor.

Die Abteikirche von Lessay⁶⁸⁾ zeigt wieder den bekannten Grundriß der normannischen Benediktinerkirchen, wie ihn die Kirche von Cérisy-la-Forêt aufweist. Als man den Bau, wohl zu Ende des XI. Jahrh., mit dem Chor, dem Kreuzschiff und den zwei Ostjochen des Schiffes — die westlichen Teile des Schiffes wurden ein paar Jahrzehnte später hinzugefügt — begann, hatte man nicht die Absicht, ihn einzuwölben. Die faßte man erst, als man zur Höhe des Lichtgadens des Hochschiffes gekommen war, und

65) Dieselben Strebebögen sind für die Schiffgewölbe von St. Trinité in Caen vorhanden.

66) Bilson l. c. p. 471.

67) Gall, Neue Beiträge zur Geschichte vom Werden der Gothik, Monatshefte für Kunstwissenschaft, 1911, Heft 7, S. 309, nimmt die östlichen Gewölbe von Lessay und das der Vierung von St. Trinité für die Zeit kurz nach 1100, die ersteren mit Recht, in Anspruch.

68) Congrès archiologique 1908, p. 242.

man führte mit demselben die Wölbung einheitlich aus. Die Gewölbe im Hochschiff sind Rippengewölbe mit elliptischen Anschlußlinien an die Mauern — die Seitenschiffe, die von vornherein gewölbt werden sollten, haben Gratgewölbe — wobei die Rippen nach Halbkreisen, die Gurte nach gestelzten Halbkreisen angelegt worden sind. Auch die Vierungsbogen sind, weil sie ja zugleich Gurte der Gewölbe darstellen, gestelzte Halbkreise. Es hat wohl zuerst die Absicht bestanden, die Vierung offen zu lassen, sie ist dann aber bald auch eingewölbt worden. Diese ganze Einwölbung gehört sehr wahrscheinlich in die früheste Zeit des XII. Jahrh. Als der Ostteil fertig war, hat man den Bau im Westen fortgesetzt und ihn nun von unten auf durch entsprechende Vorlagen an den Mittelschiffpfeilern für eine Einwölbung mit Rippengewölben eingerichtet, gleichwohl aber die Seitenschiffe mit Gratgewölben gedeckt.

In St. Trinité, einer Kirche, die bei ihrer besonderen Stellung als Gotteshaus eines Frauenklosters, in der Anlage des Grundrisses und in dem Aufbau erheblich von dem abweicht, was wir sonst in den großen Klosterkirchen der Normandie gefunden haben, ist zu Ende des XI. Jahrh. der Chor erneuert, höher hinaufgeführt und mit zwei gratigen Kreuzgewölben eingewölbt worden. Das älteste Rippenkreuzgewölbe der Kirche ist das der Vierung, die nach dem Schiff zu einen Spitzbogen aufweist. Dieses Gewölbe ist wohl nicht in unmittelbarem Anschluß an die Chorgewölbe, wie Gall zu beweisen sucht, sondern erst einige Jahrzehnte später entstanden. Es folgten dann die rechteckigen Rippenkreuzgewölbe des Kreuzschiffes und schließlich die „falschen“ sechsteiligen Gewölbe des Schiffes.

Jedenfalls sind nach allem die Rippenkreuzgewölbe in der normannischen Kunst vor 1100 schon für die Einwölbung der hohen Räume der Basiliken angewendet worden. Und da uns nirgends Gewölbe der Art aus früherer Zeit bekannt sind, hier aber das Rippenkreuzgewölbe die notwendige Weiterbildung des in konstruktiver und ästhetischer Hinsicht unbefriedigenden rechteckigen Gratgewölbes darstellt — eine andere Art der Weiterbildung dieses Gewölbes oder eine Zwischenstufe zwischen diesem und dem Rippenkreuzgewölbe gibt es ja nicht —, so muß die Erfindung dieser Konstruktion in dem normannischen Kunstkreise erfolgt sein.⁶⁹⁾ —

69) Wir haben gesehen, wie viel die normannische Kunst der burgundischen verdankt und werden billigerweise doch fragen müssen, ob nicht das Rippenkreuzgewölbe etwa auch schon vor der Anwendung in der Normandie in Burgund vorhanden war. Daß die zunächst ausgeprägte normannische Form die des rechteckigen Kreuzrippengewölbes wurde, das, haben wir ja schon gehört, ist zweifellos dem burgundischen Einfluß zuzuschreiben. Aber es wurde doch dabei nicht etwa die besondere Form des Kreuzrippengewölbes, auch die des gratigen Kreuzgewölbes vielleicht nicht einmal, übermittelt, sondern nur insofern kann mit Sicherheit diese Form dem burgundischen Einfluß zugeschrieben werden, als die Grundrißanlage von Burgund übernommen wurde, aus einer Gegend also, in der infolge der gebräuchlichen Tonnenwölbung eine gleichmäßige Aufteilung — und keine rhythmische — des Mittelschiffs (und des Chores) üblich war. Können wir aber kaum rechteckige Gratgewölbe in Burgund namhaft machen, die älter als die von St. Nicolas in Caen und St. Georges in Boscher-ville wären, so erst recht nicht Rippenkreuzgewölbe, die älter als die von Durham wären. Am ehesten würde man hier an die Rippenkreuzgewölbe in der Krypta und im Chor der Kirche von St. Gilles denken, die von etwa 1116 (Datum des Baubeginns) herrühren sollen. Die Rippen zeigen hier Formen von sehr besonderer Art, die mit den normannischen nichts zu tun haben. Aus etwas späterer Zeit finden sich Rippenkreuzgewölbe in der 1132 begonnenen Vorhalle von Vezelay.

Wenn in Deutschland, wo von der Mitte des XII. Jahrh. an Rippenkreuzgewölbe im Südwesten vorkommen, die Rippen ein so

Wie oben ausführlich besprochen, findet sich in der romanischen Kunst der Normandie neben dem Grundriß mit gleichgebildeten Stützen, der mit Stützenwechsel. Für diesen wurde etwas später als das rechteckige Rippenkreuzgewölbe das sechsteilige Gewölbe ausgebildet.

Zwei Arten desselben kommen vor. Das sogenannte „falsche“ sechsteilige Gewölbe, im Grunde genommen ein über etwa quadratischem Grundriß konstruiertes Rippenkreuzgewölbe, das von einem bis zur Gewölbekappe übermauerten Transversalbogen durchschnitten wird, findet sich nur in der Zeit der Entstehung des sechsteiligen Gewölbes und nur in der

hier erfunden worden und ist von hier aus in die gotische Kunst eingeführt, wie denn alle primitiven Bauten der Gotik es aufweisen: die Kathedralen von Sens (seit 1140), von Noyon (1150 bis 1190), diese beiden mit Stützenwechsel, die Kathedralen von Paris, Laon, Bourges, die Kirche Notre-Dame in Dijon, diese mit gleichgebildeten Pfeilern, in Deutschland

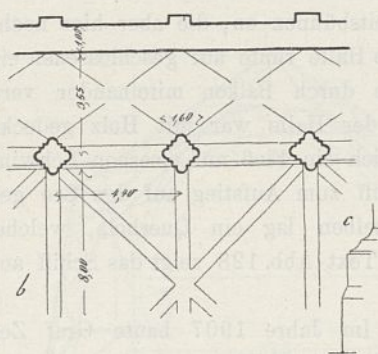
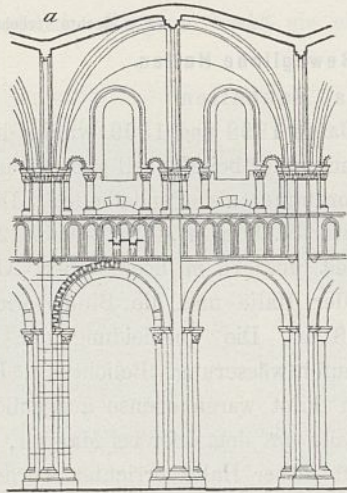


Abb. 16. St. Trinité in Caen.

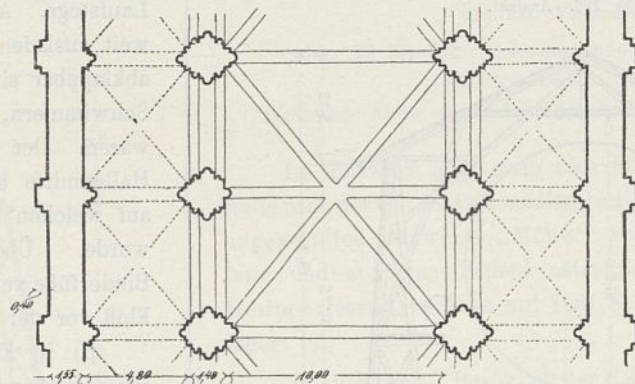
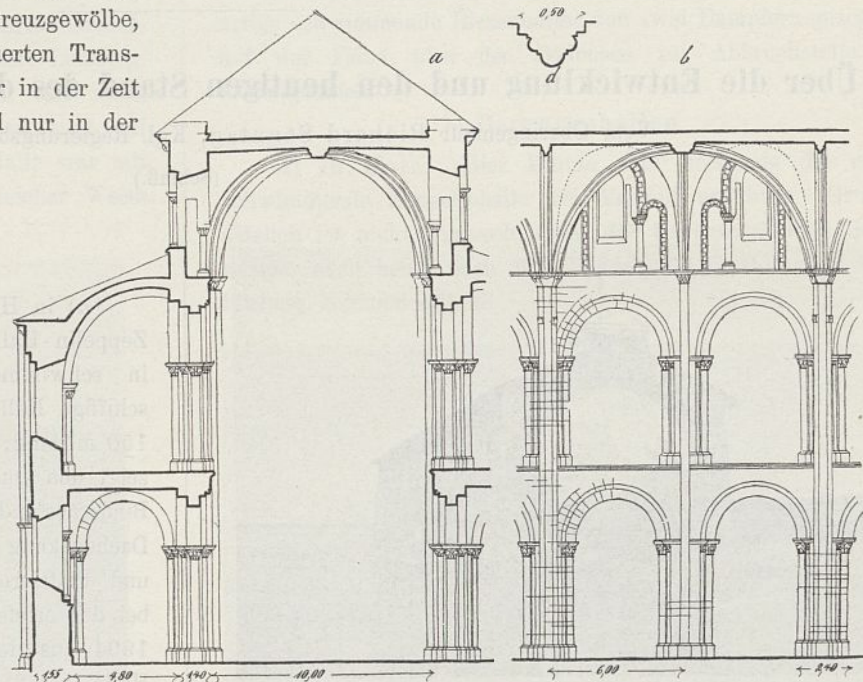


Abb. 17 u. 18. St. Etienne in Caen.

die Stiftskirche St. Georg in Limburg a. d. Lahn und andere.

Nur in der Normandie, wo man seit langem die Transversalbogen verwendete, wo der Stützenwechsel gebräuchlich war, und wo die dicht stehenden Pfeiler oft mit Diensten ausgerüstet waren,

Gegend von Caen; in Caen selbst in St. Trinité (Abb. 16), wo bei dem um die Mitte des XII. Jahrh. ausgeführten Umbau das Schiff ein solches Gewölbe erhielt, in St. Gabriel im allein erhaltenen Chor der Benediktinerkirche, in den Kirchen von Bernières-sur-Mer und Ouistreham.

In der Kirche St. Trinité — wo die Gewölbe übrigens vollständig erneuert worden sind — sind unter dem Seitenschiffdach viertelkreisförmige Strebebogen vorhanden. Eben solche Bogen nehmen den Schub des Transversalbogens des falschen sechsteiligen Gewölbes im Chor von St. Gabriel auf.

Das eigentliche Mittelschiffgewölbe der späteren normannischen Kunst ist aber das wahre sechsteilige. Das ist

einfaches und primitives Profil, bei den ältesten Bauten ein einfaches Rechteck, aufweisen, so beruht das darauf, daß dort das Rippenkreuzgewölbe von Burgund eingeführt wurde, und zwar durch Vermittlung des Zisterzienserordens, der eben, seiner ganzen Art nach, die einfachsten Bildungen bevorzugte. Wir haben es da also nicht etwa mit einer wirklich primitiven, sondern mit einer vereinfachten Form zu tun.

konnte diese eigentümliche Form des sechsteiligen Gewölbes entstehen, wie es vielleicht zum ersten Male mit stichbogigen Rippen und unregelmäßigen Gurten in St. Etienne in Caen zur Ausführung gekommen ist (Abb. 17 u. 18).

Da wurden, als etwa um 1130 die sechsteilige Wölbung zur Ausführung kam, die Emporen mit Viertelkreistonnen eingewölbt, um die Mittelschiffgewölbe zu stützen — wie das in ähnlicher Weise im Chor der Kathedrale von Gloucester ausgeführt wurde und in dem der Abteikirche von Cérisy-la-Forêt nach vorhandenen Spuren ausgeführt werden sollte —, ein burgundischer Konstruktionsgedanke, dem wir am Ende der langen Entwicklung, die von Burgund ihren Anfang genommen hatte, noch begegnen.

Hier können wir aufhören, den Werdegang der normannischen Kunst zu verfolgen. Nicht dieser sollte ja dargestellt werden, sondern die Entwicklung der gotischen Kunst innerhalb des normannischen Kunstkreises. Das ist

geschehen. Es ist nachgewiesen worden, daß alle Merkmale des gotischen Systems, der Rundpfeiler, die Triforien und Fenstergalerien, der hohe nach innen geöffnete Vierungsturm, das gotische Kapitell, das Rippengewölbe, das sechsteilige Gewölbe, der Strebebogen, in der normannischen Kunst ausgebildet worden sind, wenn sie auch nicht immer voll

entwickelt wurden. Und der Ausgangspunkt dieser Entwicklung ist die Kirche mit dem offenen, sichtbaren und schiebenden Dachwerk, ja eigentlich dieses Dachwerk selbst, eine uralte germanische Konstruktion, die in Kombination gebracht wurde mit dem der römischen Kunst entlehnten Bautypus der basilikalischen Kirche.

Über die Entwicklung und den heutigen Stand des deutschen Luftschiffhallenbaues.

Vom Oberingenieur Richard Sonntag, Kgl. Regierungsbaumeister a. D., in Stettin.

(Schluß.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

3. Bewegliche Hallen.

a) Bauhallen

α) in Holz. Im Jahre 1898 und 1899 wurde die erste Zeppelin-Halle am Bodenseeufer bei Manzell gebaut, und zwar in schwimmender Anordnung als Pendelhalle. Die einschiffige Halle, vgl. unter V. 1. a) α), (Text-Abb. 126) war 150 m lang, 16 m weit und 16 m hoch. Text-Abb. 127 zeigt den Querschnitt der Halle und die Binderform. Der Binderabstand betrug 8 m. Die Verkleidung der Wände, Dachdeckung nebst Traufentwässerung, Belichtung, Lüftung und Plattform auf dem First waren ebenso ausgebildet wie bei der ortsfesten Bauhalle auf dem Ufer bei Manzell, welche 1904 aus dem Baustoff dieser Halle errichtet wurde. Die Halle besaß auch bereits einen oberen und zwei seitliche Laufstege. An diese schlossen sich in 6 m Höhe 1,5 m weit ausladende Arbeitsbühnen an, die aber hier noch nicht abklappbar sind. Die Halle ruhte auf geschlossenen eisernen Schwimmern, welche durch Balken miteinander verspannt waren. Der Boden der Halle war mit Holz gedeckt. In Hallenmitte befand sich ein Floß auf eisernen Schwimmern, auf welchen das Schiff zum Aufstieg auf den See gefahren wurde. Über denselben lag ein Querholz, welches die Binderfüße verband. Text-Abb. 128 zeigt das Schiff auf dem Floß vor der Halle.

β) in Eisen. Im Jahre 1907 baute Graf Zeppelin aus Reichsmitteln die einschiffige schwimmende eiserne Reichsluftschiffhalle auf dem Bodensee (Text-Abb. 130, welche im Hintergrunde auch die ortsfeste hölzerne Halle zeigt). Die Ausführung erfolgte durch die Akt.-Ges. Albert Buss u. Ko. in Wyhlen in Baden. Die Halle war 150 m lang, 19 m weit und 17 m hoch. Sie ruhte auf 38 eisernen Schwimmern. Das Gerippe wurde von Dreigelenkbogenbindern mit 22 m Stützweite und 8 m Abstand getragen (vgl. den Querschnitt Text-Abb. 131). Die Zugstangen für die Aufnahme des Bogenschubes liegen unter den Schwimmern.

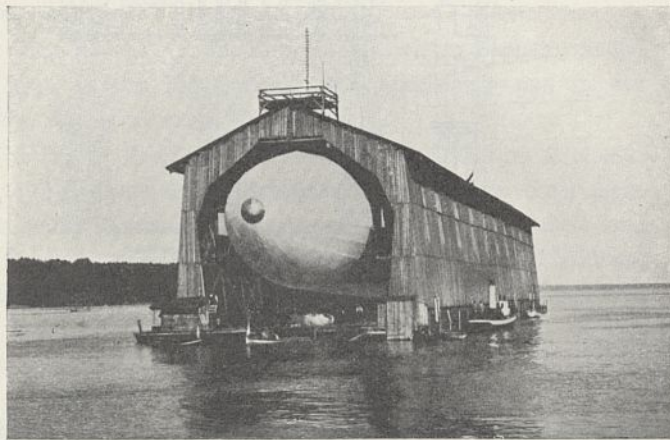


Abb. 126. Ansicht.

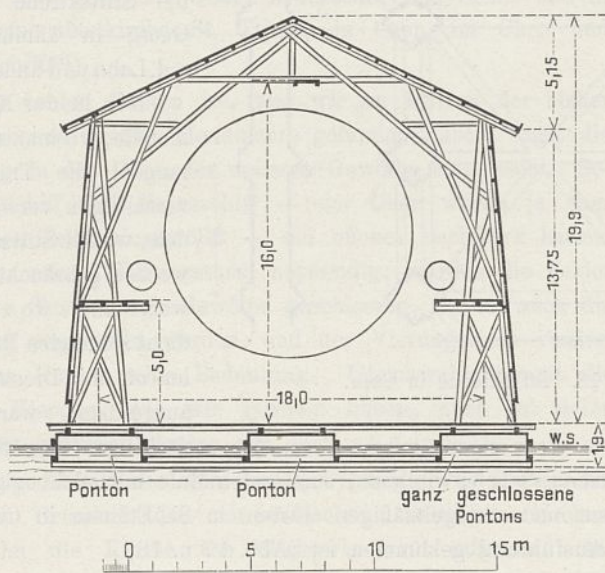


Abb. 127. Querschnitt.

Abb. 126 bis 128. Schwimmende einschiffige Bauhalle in Holz. Ausführung für den Grafen Zeppelin.

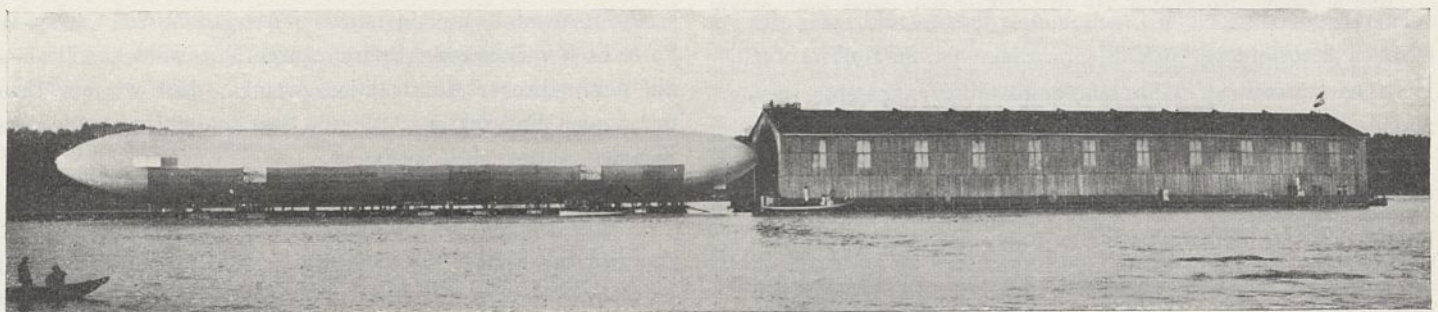


Abb. 128. Ansicht der Halle mit ausgefahrenem Floß.

Mit Rücksicht auf den Wellenschlag und die Herausnehmbarkeit einzelner Schwimmer waren in den Längswänden Versteifungsträger angeordnet. Fenster waren nur in den Wänden vorgesehen. Über dem offenen, mit zweiteiligem Vorhang verschließbaren Giebel befand sich eine Plattform. Zur Dachverkleidung war Wellblech, zur Wandverkleidung lotrechte Holzschalung mit Fugendeckleisten gewählt (Text-Abb. 129). Am geschlossenen, der Verankerungsstelle zugekehrten Giebelende endigte die Halle mit einer Spitze. Der obere Laufsteg, die seitlichen Laufstege, die fahrbaren Leitern mit ihren Bahnen und die abklappbaren seitlichen Bühnen sind auf Text-Abb. 131 zu ersehen. Der Boden der Halle war mit Holz gedeckt. Ringsum besaß sie einen in gleicher Weise

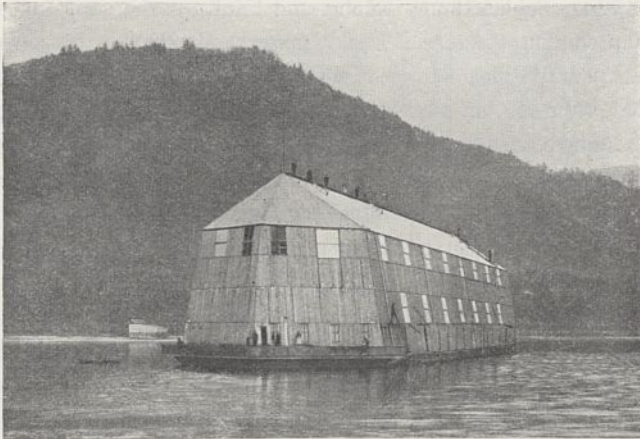


Abb. 129. Rückansicht.

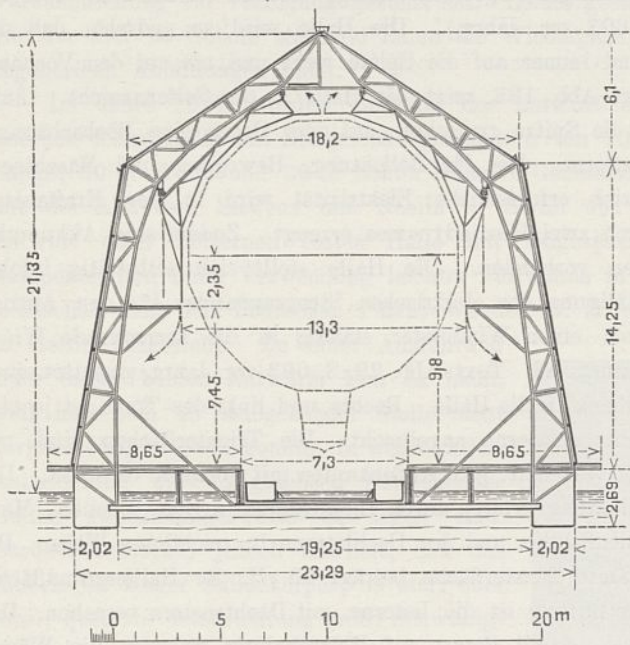


Abb. 131. Querschnitt.

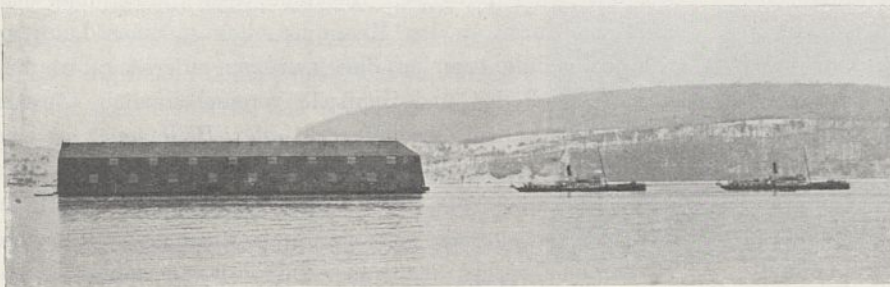


Abb. 132. Halle auf der Fahrt über den Bodensee.

ausgestatteten Gangsteg. In Hallenmitte war ein eisernes ausfahrbares, 112 m langes und 7 m breites Floß untergebracht. Text-Abb. 131 zeigt das Floß im Schnitt. Als hinreichend gute Erfahrungen mit Landlandungen vorlagen und man zum Bau größerer Schiffe überging, wurde 1909 mit Gründung der „Luftschiffbau Zeppelin-G. m. b. H.“ die Halle auf Abbruch verkauft. Text-Abb. 132 zeigt diese einzigartige schwimmende Riesenhalle, von zwei Dampfmaschinen gezogen, auf der Fahrt über den Bodensee zur Abbruchstelle in Ludwigshafen.

b) Bergungshallen

α) in Holz. Hier könnte man nochmals die erste schwimmende Zeppelinhalle bei Manzell anführen. Grundsätzlich ist nicht ausgeschlossen, daß bei beschränkten Geldmitteln auch heute noch eine Pendelhalle in Holz zur Ausföhrung kommen könnte.

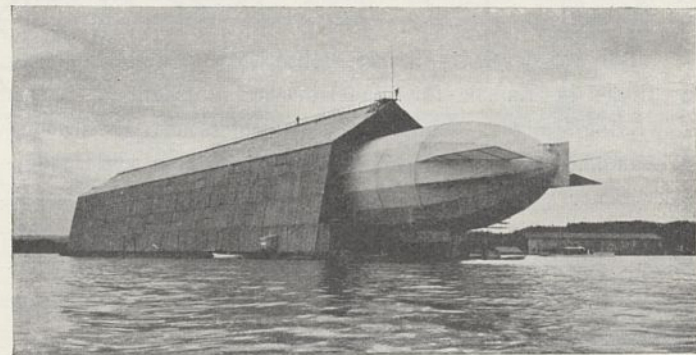


Abb. 130. Vorderansicht.

Abb. 129 bis 132. Schwimmende einschiffige Bauhalle (Reichsballonhalle).

Ausföhrung: Aktien-Gesellschaft Albert Buß u. Ko. in Wyhlen in Baden.

Im Entwurf liegt noch eine hölzerne einschiffige Drehhalle nach der von der Ballonhallenbau-(Arthur Müller)-G. m. b. H. angewandten Bauweise „Müller“ vor. Die Halle ist 135 m lang und auf eine Bodenkonstruktion mit eisernem steifem Gerippe gesetzt, welche auf fünf Schienenringen drehbar gelagert ist.

β) in Eisen. Bezüglich der Reichsluftschiffhalle bei Manzell gilt hier sinngemäß das unter α zu Anfang Gesagte.

Von Drehhallen sollen zunächst vier Entwürfe erwähnt werden, welche erkennen lassen, wie sich allmählich die bewegliche Halle vom Wasser zum Lande entwöhnt hat: die Pendelhalle schwamm auf einer einzigen großen Wasserfläche.

Bei dem Entwurf Zimmer-München auf der Internationalen Luftschiffahrt-Ausstellung in Frankfurt a. M. 1909 ruhte die einschiffige Halle mit vier gekrümmten Schwimmern auf zwei ringförmigen Wasserflächen. Die Halle drehte sich um eine festgelagerte Achse, wobei eine zug- und drucksichere radial angeordnete Stange zur Führung diente. Windmotoren auf dem Dache der Halle sollten den die Halle drehenden Elektromotor ein- und ausschalten.

Der Entwurf Klönne-Dortmund für eine einschiffige Halle, welcher auf der I. L. A. im Modell zu sehen war, zeigt bei 150 m Länge, 20 m Weite und 20 m Höhe nur eine ringförmige Wasserfläche mit 3 m innerem und 32 m äußerem Durchmesser. In lotrechtem

Sinne ruht die Halle in der Ruhelage auf vier Rollwagen, welche auf einem Schienenring von 45 m Durchmesser laufen. In wagerechtem Sinne ist die Halle durch einen Mittelzapfen geführt. Soll die Halle gedreht werden, so wird Wasser in das Ringbecken gelassen und die Halle kommt auf einem ringförmigen Schwimmer zum Schwimmen. Die schwimmende Halle läßt sich dann sehr leicht drehen. Man scheute sich also bei diesem Entwurfe, die Halle beim Drehen lediglich auf Schienen zu setzen. Text-Abb. 24 S. 600 vor. Jahrg. d. Zeitschr. zeigte das Modell der sehr sorgfältig durchgebildeten Halle. Das Wasserbecken, der Schwimmer und die Schienenbahn sind zu sehen. Man sieht auch zwei der Hauptträgerstützen für die ganze Halle. Das gebogene Rohr in Mitte der Halle führt aus dem Schwimmer in das Becken.

Der auf der I. L.-A. ausgestellte Entwurf des Ingenieurs G. Unger in Kamen für eine einschiffige Drehhalle weist kein ringförmiges, sondern ein geschlossenes kreisrundes Schwimmbecken auf. Die Halle ruht auf einem kreisrunden Schwimmer vom Durchmesser der Hallenbreite. Die Beckenwände sind mit hölzernen wagerechten Scheuerleisten versehen. Die Hebung zum Drehen erfolgt durch Wasserstandsregelung. Im übrigen ruht die Halle gleichfalls mittels vier Rollwagen auf nur einem Schienenring.

Auf der I. L.-A. war aber auch schon der Entwurf einer Drehhalle zu sehen, bei welchem die Halle ohne Schwimmer und ohne Schwimmbecken nur auf Schienen lief. Der Entwurf stammte von der Akt.-Ges. Albert Buß u. Ko. in Wyhlen. Die Halle war 167 m lang und hatte 22 m Binderstützweite. Bei wagerechter Führung durch einen Mittelzapfen lief die Halle auf fünf Schienenringen. Diese Zahl war reichlich. Sie fand sich aber auch bei dem unter α) erwähnten Entwurf nach der Bauweise „Müller“. Bei der nachstehend näher beschriebenen, unter Bauleitung des Regierungsbaumeisters Janisch bei den Siemens-Schuckert-Werken in Nonnendamm bei Berlin durch die Akt.-Ges. Steffens und Noelle in Berlin und ihren beratenden Ingenieur Leitholf in Berlin 1910 entworfenen und erbauten Halle mit zwar nur 135 m Gesamtlänge, aber um so schwererer Ausstattung infolge der für Bauhallen erforderlichen Nebenräume, gelang es dann, mit nur zwei Schienenringen auszukommen, nachdem auch bereits ein Vorentwurf mit nur einem Ring vorgelegen hatte. Der größte Druck eines Wagens beträgt dabei 90 t, wobei beim Bau der Halle an Gewicht überall nach Möglichkeit gespart ist.

Die Halle ist einschiffig. Text-Abb. 134 zeigt einen Querschnitt, Text-Abb. 135 einen Längenschnitt und Text-Abb. 136 einen Grundriß der Halle. Lotrecht wird die Halle durch acht Rollwagen gestützt, welche auf zwei Schienenringen laufen. Die in den Hallenlängswänden liegenden Hauptträger sind Träger auf vier Stützen mit überkragenden Enden. Die wagerechte Führung der Halle erfolgt durch einen sehr starken Mittelzapfen aus Eisenbeton. Die Schienenringe ruhen auf Betonfundamenten. Text-Abb. 137 zeigt die Rollwagen der Halle. Die Halle ist im Lichten 130 m lang, 25 m weit und 25 m hoch. Sowohl die Binder, welche als Zweigelenkbögen mit aufgehobenem Schub ausgebildet sind, als auch das Tragwerk

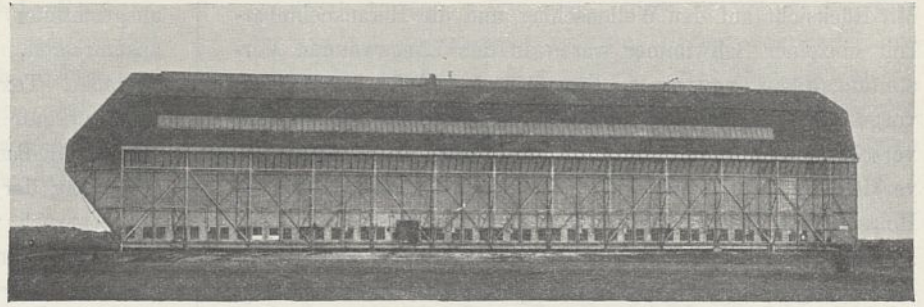


Abb. 133. Einschiffige Drehhalle in Eisen.
Ausführung: Aktien-Gesellschaft Steffens u. Noelle in Berlin.

des Hallenbodens mit den in die Halle seitlich eingebauten Nebenräumen für Werkstätten, Kraftanlage, Lager, Bureaus, Wächter, Schlafräume, Küche und Kantine ruhen auf den erwähnten Hauptträgern. Das Tragwerk des Bodens ist jedoch nicht unmittelbar an die Hauptträger angeschlossen. Vielmehr ruht es, um die Formänderungen der Binder unabhängig von denen des Tragwerks zu machen, unmittelbar neben den Hauptträgern auf dem den Binderschub aufnehmenden Eisenstab. Der Stab selbst bildet eine Gurtung des Tragwerks, so daß er durch dieses versteift wird. Der Binderabstand beträgt 10 m. Die wagerechte Verspannung der Halle geht von den Hauptträgerauflagern aus und führt zum Drehzapfen. Die Zugänglichkeit wird durch eine ringförmige Rampe ermöglicht. Die Halle ist an einem Giebel verschlossen und zur Ableitung des Winddruckes mit einer Spitze versehen. Der andere Giebel ist offen, trichterförmig erweitert und mit einem zweiteiligen Segeltuchvorhang versehen (siehe Text-Abb. 29, S. 603 vor. Jahrg.). Die Halle wird so gedreht, daß der Wind immer auf die Spitze weht und nie auf den Vorhang. Text-Abb. 133 zeigt die Halle in der Seitenansicht. Links ist die Spitze zu sehen, auf dem Dache eine Beobachtungsplattform. Die für Belichtung, Bewegung und Maschinenantrieb erforderliche Elektrizität wird in der Kraftanlage durch zwei Benzindynamos erzeugt. Zudem sind Akkumulatoren vorhanden. Die Halle stellt sich selbsttätig infolge Betätigung des elektrischen Steuerapparates für den Antrieb durch einen Windmotor ständig in die herrschende Windrichtung ein. Text-Abb. 29, S. 603 vor. Jahrg. gestattet einen Einblick in die Halle. Rechts und links des Tores ist je eine Richtungslaterne angebracht. Die Trichterflächen sind mit Holz verschalt, ihre Außenkanten mit Polstern versehen. Die Belichtung erfolgt durch Lichtbänder in den Wänden, Mansardenflächen und der Dachlaterne in reichlicher Weise. Die gesamte Fensterfläche beträgt 60 vH. der Hallenrundfläche. Zur Lüftung ist die Laterne mit Dachfenstern versehen. Das Dach ist mit Pappe auf Holzschalung gedeckt, die Wände sind mit $\frac{1}{4}$ Stein starkem Preußischen Eisenfachwerk verkleidet. Der Boden hat Holzbelag. Die Halle besitzt innen unter dem First und außen an den Mansardenseiten je einen Laufsteg. Die Ballonhülle kann an Flaschenzügen aufgehängt werden, für welche Rollen und Hanfseile vorgesehen sind. Zwecks Erleichterung der Zugänglichkeit aller Hallenteile ist eine ausziehbare Feuerwehrlaterne vorhanden. Auf einer Seite führt die Wandtreppe zum inneren Laufsteg und zur Plattform, von welcher aus die äußeren Stege zugänglich sind. Die Nebenräume rechts und links sind oben mit Bohlen so abgedeckt, daß auf ihnen Gegenstände zur Lagerung kommen

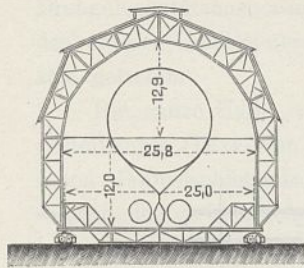


Abb. 134. Querschnitt.

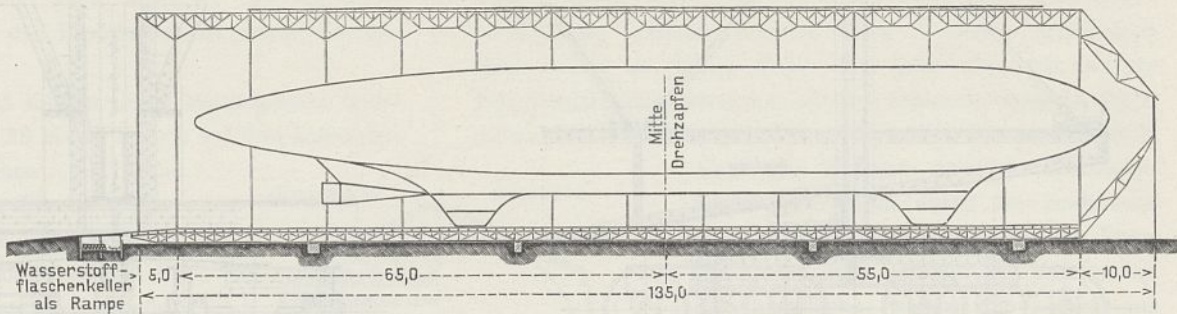


Abb. 135. Längenschnitt.

Abb. 134 bis 136.
Einschiffige Drehhalle in Eisen.

Ausführung:
Akt.-Ges. Steffens u. Noelle in Berlin.

können. Die Nebenräume besitzen Dampfheizung. Das Dach ist mit Blitzableitern versehen. Die Halle hat sich im Betriebe befriedigend bewährt.

Die vierjährige Vorgeschichte dieser ersten ausgeführten, einschiffigen, drehbaren Luftschiffhalle ist für eine Arbeit über die Entwicklung des Hallenbaues so anregend, daß ich es nicht unterlassen kann, dieselbe kurz wiederzugeben, nach dem der Urheber der Halle, Regierungsbaumeister Janisch, mir dieselbe in dankenswerter Weise zur Veröffentlichung zur Verfügung gestellt hat. Leider gestattet mir der hier zu Gebote stehende Raum die Wiedergabe der zugehörigen Abbildungen nicht.

Im Jahre 1907 wurden zunächst der Entwurf einer eisernen festen Halle mit Dreigelenkbogenbindern von 100 m Länge, 30 m Weite und 30 m lichter Höhe in Gemeinschaft mit der Akt.-Ges. Steffens und Noelle in Berlin und der Entwurf einer hölzernen festen Halle mit eingespannten Rahmenbindern unter Verwendung leichter Füllwände in Gemeinschaft mit den Prüfischen Patent-Wänden G. m. b. H. in Berlin aufgestellt. Zu einer Ausführung einer dieser beiden Entwürfe kam es nicht, weil man sich an maßgebender Stelle nicht darüber einig werden konnte, in welche Himmelsrichtung die Längsachsen feststehender Hallen zweckmäßigerweise zu legen sind. Darüber herrschte jedoch Klarheit, daß das Einbringen langer Ballonkörper, ob starr oder prall, quer zur Windrichtung große Schwierigkeiten bereiten muß und in den meisten Fällen überhaupt nicht möglich sein wird, weil der Ballonkörper selbst nach möglichst sorgfältiger Fesselung bei seitlicher Windbeanspruchung Gefahr läuft, eingeknickt zu werden. Weiter sagte man sich, daß eine Halle, welche zu jeder Zeit brauchbar sein soll, immer in der herrschenden Windrichtung stehen muß. Man gab daher den Entwurf einer feststehenden Längshalle auf und entwarf noch im gleichen Jahre eine Rundhalle von 120 m Durchmesser auf 12 Stützen, mit 12 Toröffnungen von je 29 m

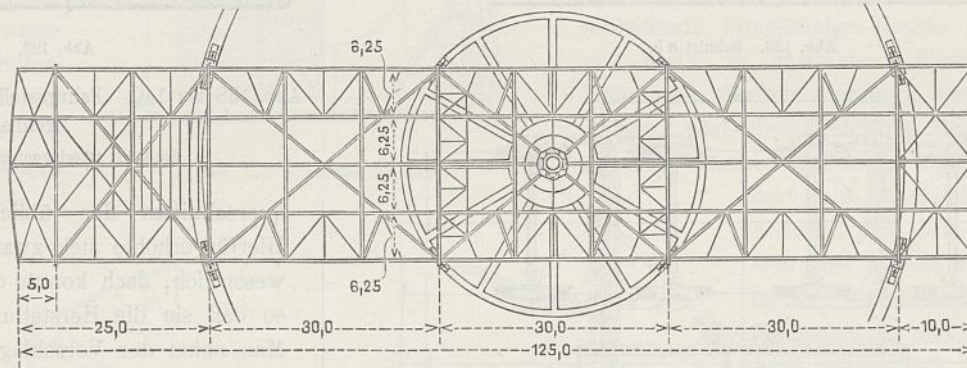


Abb. 136. Grundriß.

Weite. Der Entwurf wurde in Gemeinschaft mit der Akt.-Ges. für Beton- und Monierbau in Berlin bearbeitet. Eine freitragende eiserne Kuppel ruhte auf 12 eingespannten Eisenbetonstützen, die oben durch einen zwölfseitigen Eisenbetonstabzug verbunden waren, der auch die Schubkräfte der Kuppel aufnahm. Die auskragenden Träger für die Schiebetore bestanden aus Eisen. Auch diesen Entwurf ließ man wieder fallen, weil man als Mangel feststellte, daß, wenn auch die Ein- und Ausfahrt der Schiffe in jeder Windrichtung möglich wäre, der Betrieb in der Halle selbst sich überaus schwerfällig abwickeln würde. Bei jeder Änderung der Windrichtung wäre es nämlich nötig geworden, die in der Halle befindlichen Schiffe entsprechend mitzubewegen, um jeweils diejenigen

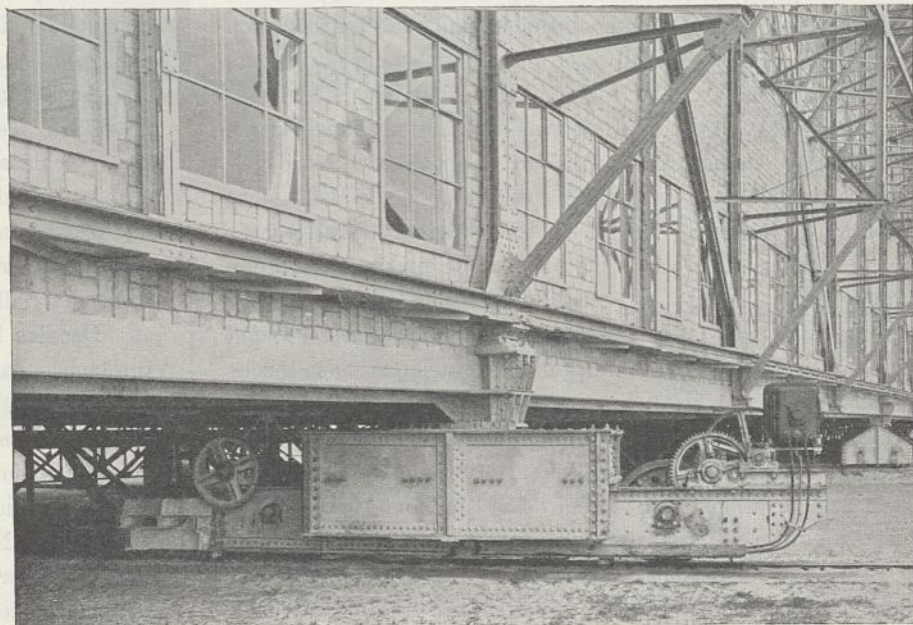


Abb. 137. Rollwagen für die einschiffige Drehhalle in Eisen.
Ausführung: Akt.-Ges. Steffens u. Noelle in Berlin.

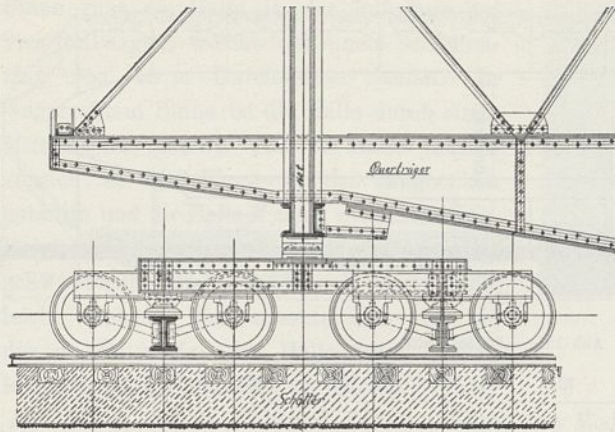


Abb. 138. Schnitt a b.

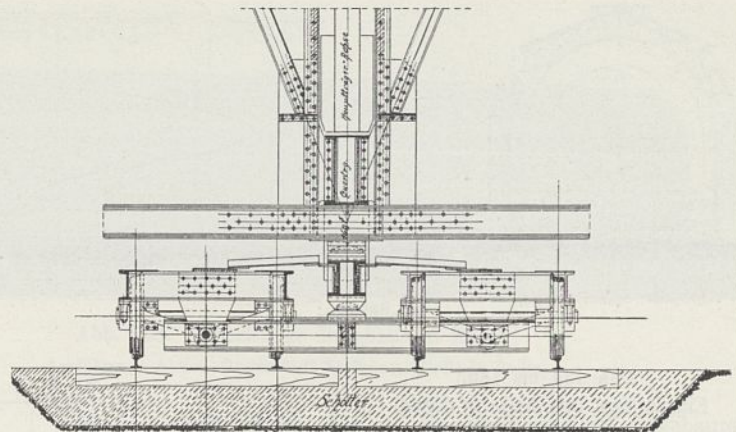


Abb. 139. Schnitt c d.

Abb. 138 bis 140. Fahrgestell zu einer umlegbaren einschiffigen Drehhalle. 1:80.

Entwurf: Obergeringieur W. Fischer in Hannover.

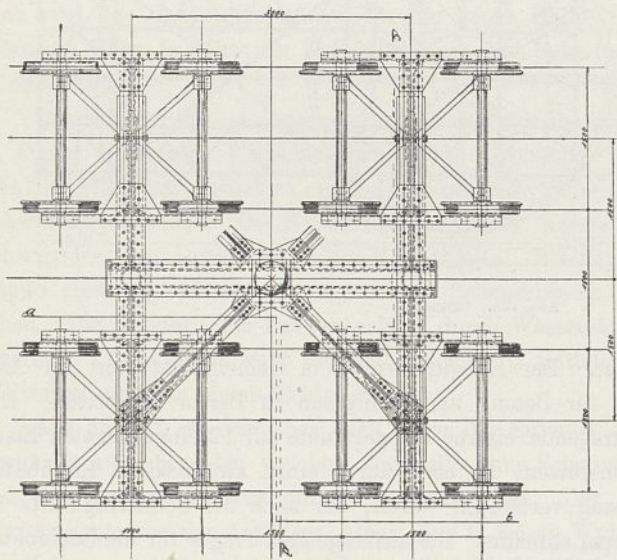


Abb. 140. Grundriß.

Tore frei zu machen, welche für die Ein- oder Ausfahrt geöffnet werden müßten. Für Prallschiffe standen hierbei erhebliche Schwierigkeiten nicht zu erwarten, wohl aber für Starrschiffe, weil man diese in der Halle aufzuhängen pfllegt.

Nach Maßgabe dieser Gesichtspunkte machte Herr Janisch den Vorschlag, eine drehbare Längshalle zu bauen, um die Halle in jede Windrichtung einstellen und auch bei stärkeren Winden längliche Schiffskörper ohne Gefahr ein- und ausbringen zu können. Bis Anfang 1908 entstanden drei Drehhallenentwürfe. Der erste Entwurf mit 120 m Länge zeigte zylindrische Hallenform von 25 m Durchmesser mit Segeltuch-Verkleidung. Der Hallenkörper war wie die Bahn einer Drehbrücke an zwei seitlichen Hauptträgern befestigt, die ganze Konstruktion war wagerecht durch einen Mittelzapfen geführt und lotrecht an vier Punkten auf einem einzigen Schienenring von 12 m Durchmesser gestützt. Beim zweiten Entwurf sah man anstatt der Segeltuchverkleidung einen Blechmantel vor und bildete die ringförmigen Binder und Längsverbände so kräftig aus, daß ein an sich tragfähiger Zylinder entstand, welcher mittels acht Seitenstützen und Rollwagen auf zwei Schienenringen von 46 und 84 m Durchmesser ruhte und wagerecht durch einen Mittelzapfen geführt war (Text-Abb. 145 u. 146). Die Ausführung dieses Entwurfes wurde der Akt.-Ges. Steffens und Noelle in Berlin übertragen. Da diese jedoch für die Ausführung so umfangreicher Blecharbeiten nicht eingerichtet war, machte sie den Vorschlag, an Stelle des Rohr-

querschnittes den üblichen Hallenquerschnitt zu wählen. Hierfür erhöhte sich zwar das Gewicht der Eisenkonstruktion wesentlich, doch konnte die Gesellschaft diese billiger liefern, so daß sie die Herstellung zum gleichen Preise übernahm. Man nahm den Vorschlag um so lieber an, als er eine bessere Ausnutzungsmöglichkeit des Hallenraumes und -Bodens versprach. Den entsprechenden dritten Entwurf, der dann zur Ausführung kam, stellte Zivilingenieur Leitholf in Berlin, der beratende Ingenieur der Akt.-Ges. Steffens u. Noelle, auf.

Herr Janisch hat späterhin noch zwei- und dreischiffige Hallen bis zu 180 m Länge, 30 m lichter Höhe und 30 m lichter Weite für jedes Schiff entworfen; seiner Ansicht nach stellt die drehbare Längshalle in der durch ihn zur Ausführung gelangten Form die einfachste Lösung dar, welche sich ohne besondere technische Schwierigkeiten in wirtschaftlich annehmbaren Grenzen durchführen läßt.

Den Entwurf einer drehbaren umlegbaren Halle hat der Unternehmer W. Dieterich in Hannover nach der Erfindung von Obergeringieur W. Fischer-Hannover ausgearbeitet. Die Halle ist 154 m lang, 22 m weit und 21 m hoch. Die Schaubilder Text-Abb. 1, S. 577 vor. Jahrg. geben Ansichten der geschlossenen, der halb und der ganz umgelegten Halle. Die Anordnungen sind durch D. R.-P. 244 130 und 248 590 geschützt. Text-Abb. 141 zeigt Giebelansicht und Querschnitt der geschlossenen, Text-Abb. 142 Giebelansicht und Querschnitt der halb umgelegten und Text-Abb. 143 Giebelansicht und Querschnitt der ganz umgelegten Halle.

Die Anordnungen weichen etwas von denjenigen der feststehenden Halle (Text-Abb. 112, S. 277) des gleichen Erfinders ab. Der das Dach tragende Binderstab ist soweit nach unten verlängert, daß er auch den oberen Teil der Seitenwand trägt. Infolgedessen greift sein Lenker nicht mehr an seinem unteren Ende, sondern zwischen dem Angriff der Schwinge und seinem unteren Ende an. Statt des lotrechten unteren Wandteils und des seitlichen Hallenbodens sieht man eine obere Schrägfläche, deren Neigung derjenigen der Streben der Dreh-Gelenkstützen entspricht. Da ein Einfahren des Schiffes durch die Hallentore nicht stattfindet, gefährden diese das Schiff nicht. Sie lassen sich vorteilhaft zur Abtrennung von Nebenräumen verwenden. Längsverkehr ist allerdings bei der vorliegenden

Drehgelenkstützenanordnung nicht möglich. An die Stelle des unteren Gelenkstabes des Binders ist ein gerader Schrägstab getreten.

Die ganze Halle ruht mittels unten beschriebener Drehgestellwagen (Text-Abb. 138 bis 140) auch auf drei konzentrischen Doppelschienenbahnen, und zwar solchen des gewöhnlichen Eisenbahnoberbaues mit 10 t zulässigem Raddruck. Es ist bei Senkungen der Schienenbahn ein Unterstopfen der Schienenschwellen möglich und die hier gegebene Lösung der Herstellung der Wagenbahn sehr einfach. Die Lage der Hallendrehachse ist durch einen Mittelzapfen gesichert, welcher wagerechte Kräfte aufnehmen kann. Die Schienenbahn liegt im Gelände, so daß ein Aushub für den Hallenboden nicht notwendig ist. Auch Rampenschüttungen sind nicht vorgesehen. Der

Abstand der Hallenhauptträger beträgt 23 m, ihre Höhe 9,15 m. Sie sind als fortlaufende Träger gleicher Höhe über fünf Stützen ausgebildet, wobei der innerste Schienenring einen Durchmesser gleich dem Hauptträgerabstand aufweist, so daß er die Mittelstütze des Hauptträgers trägt. Über den äußersten Schienenring kragen die Träger aus. Die Schwingendrehgelenke ruhen auf Hauptträgern, deren Pfosten durch Fachwerkzwickel mit den Hallenquer- bzw. Bodenträgern versteift sind. Für den Umlegungsantrieb sind bei der Drehhalle an beiden Enden Zahnradsegmente mit elektrischem Schneckenantrieb vorgesehen. Die unterhalb der Landungsfläche gelegenen Teile der Seiten- und Giebelwände sind lotrecht feststehend und nicht umlegbar. In den Giebelwänden sind einfache Schiebetore vorgesehen. Die Ausbildung der Fahrwagen der Halle (Text-Abb. 138 bis 140) ist wegen ihrer geringen Bauhöhe und ihrer gleichmäßigen Druckverteilung auf die vier Schienen der zwei Gleisstränge beachtenswert. Mit Hilfe von Wiegebalken wird der gesamte Stützdruck von 165 t auf vier zweiachsige Drehgestelle über-

tragen, so daß jedes Rad nur einen Druck von 10 t erhält. — Fischers neuester Entwurf einer drehbaren umlegbaren Halle weist zu beiden Seiten der Halle eine von leichter Eisenkonstruktion getragene, auf den Schienenringen der Halle mitlaufende Plattform auf (Text-Abb. 144). Die vor der Halle

nach dem Umlegen gebildete Landungsfläche wird dann durch die beiderseits anschließenden Kreisabschnitte der Plattformen zu einer einheitlichen kreisrunden Landungsfläche, welche vom Gelände aus allseitig bequem zugänglich ist. Die Drehfläche der Halle ist in das Gelände etwas eingelassen, um das Erdreich für die umschließende kreisförmige Rampe an Ort und Stelle zu gewinnen. Wesentliche Mehrkosten dürften hierdurch nicht entstehen, weil die Drehfläche der Halle ohnehin eingebnet werden muß. Man darf wohl in vorstehendem Entwurf den äußerst erweiterten Ausbau der Erfindung Fischers erblicken. So bestechend derselbe ist, wird man doch die zu seiner Ausführung erforderliche Höhe der Kosten nicht übersehen dürfen und die Schwierigkeiten nicht unterschätzen, welche ein Stopfen der Gleise unter dem Podest mit sich bringen wird. Als Hauptvorteil bleibt jedoch bestehen, daß die erforderliche Landungsfläche sich auf die Drehfläche der Halle beschränkt.

Der Gedanke, die ganze Drehfläche einer Halle zu überdecken, ist an sich nicht neu, er findet sich bereits bei einem auf der I. L.-A. in Frankfurt am Main 1909 gezeigten Entwurf des Oberingenieurs Dirksen des Unternehmers Gustav Trelenberg in Breslau. Diese einschiffige Drehhalle von runder Form, bzw. drehbare einschiffige Rundhalle, mit annähernd wagerechtem Dach überdeckte eine kreisförmige Mulde und war auf drei Schienenringen gelagert. Das Eisenwerk der Halle

ließ dem Schiff nur einen Längsraum frei, dessen Abdeckung zweiteilig und auf der übrigen Dachfläche nach beiden Seiten verschiebbar war. In diesem Raum sollte das

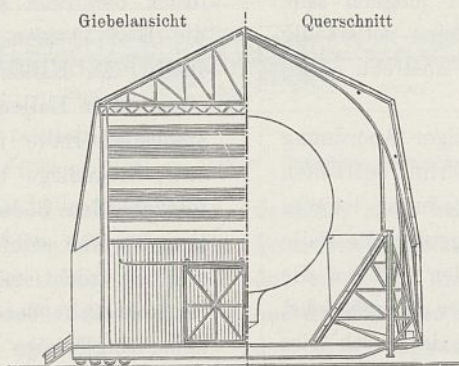


Abb. 141. Geschlossene Halle.

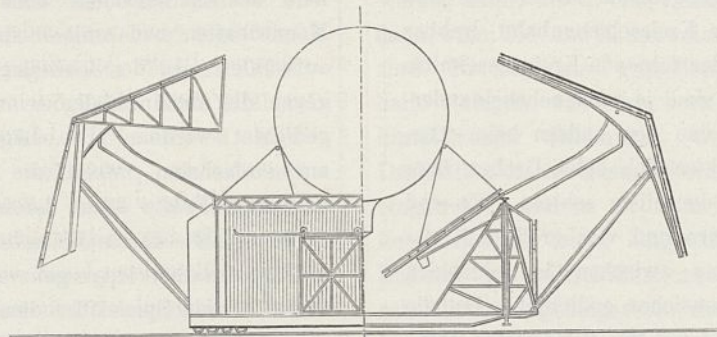


Abb. 142. Halbgeöffnete Halle.

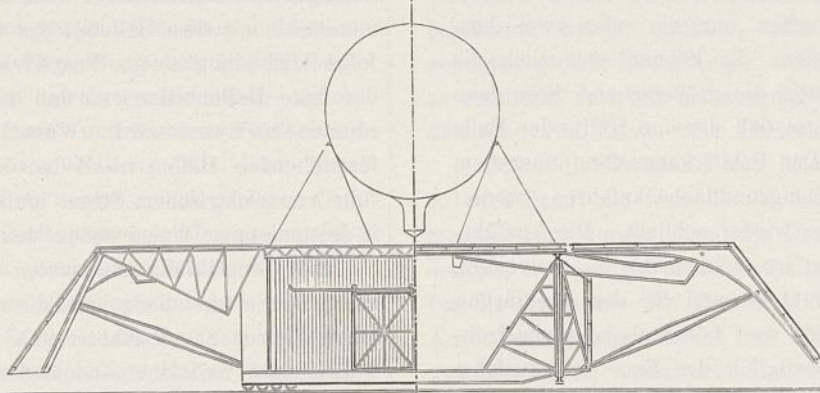


Abb. 143. Geöffnete Halle.

Abb. 141 bis 143. Einschiffige umlegbare Drehhalle in Eisen.
Entwurf: Oberingenieur W. Fischer in Hannover.

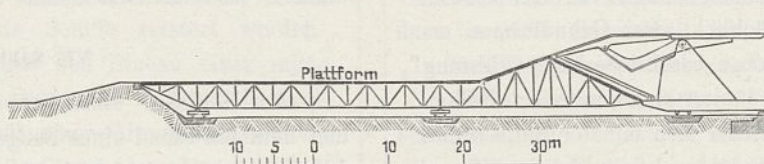


Abb. 144. Dreh- und umlegbare Halle. Halber Querschnitt.
Entwurf: Oberingenieur W. Fischer in Hannover.

Schiff bei der Landung herabgezogen werden, nachdem die Halle soweit gedreht war, daß sich der Hallenraum unter dem in der Windrichtung stehenden Schiff befand. Umgekehrt bei der Ausfahrt. Dieser Entwurf weist zwar alle Nachteile einer Hallengrube auf, auch würde das Ein- und Ausbringen des Schiffes ohne weitere Maßnahmen nicht möglich sein. Er verdient aber insofern Beachtung, als er eine vollständig geschützte Lage der Halle und des Schiffes anstrebt. Dies kann für Kriegszwecke von Bedeutung sein.

Eine bewegliche Halle höchst eigenartiger Anordnung hat die Luftschiffantrieb-G. m. b. H. in Berlin bearbeiten lassen und führt sie im Modell vor. Die Anordnung ist zum Patent angemeldet; ihre Eigenart ist kurz folgende: die Halle kann als drehbare Rundhalle bezeichnet werden und hat die Form einer Glocke mit möglichst hoher seitlicher und möglichst flacher oberer Begrenzung. Die ganze Halle ist durch vier durchgehende Schnitte in acht im Grundriß gleichgroße Kreis-ausschnitte zerlegt, welche in Mitte Dach auf einem turmartigen Mittelbau bzw. einer biegungsfesten Mittelstütze und unter den Wandflächen auf einer Kreisschienenbahn drehbar gelagert sind. Je zwei aufeinander folgende Kreis-ausschnitte haben gleiche Ausbildung, dabei sind je zwei nebeneinanderliegende so bemessen, daß der eine den andern beim Ausdrehen überdecken kann, so daß er sich beim Drehen über denselben oder umgekehrt unter denselben schiebt. Es sind also vier im Hallenumfang kleinere und vier größere Kreis-ausschnitte vorhanden. Die Fugen zwischen den einzelnen Ausschnitten sind wind- und regensicher gedichtet. Da alle Ausschnitte auf der Kreisbahn und auf der Mittelstütze drehbar gelagert sind, läßt sich die Halle in jede beliebige Lage drehen und an jeder beliebigen Stelle öffnen. Zur Ein- oder Ausfahrt eines Schiffes brauchen nur ein oder zwei Ausschnitte ausgedreht zu werden. Es können aber auch die vier kleineren Ausschnitte unter die größeren und diese dann zusammengeschoben werden, so daß die eine Hälfte der Halle vollkommen verschwindet. Das Schiff kann dann über dem frei werdenden Teil der Hallengrundfläche anfahren, worauf sich die Halle über demselben wieder schließt. Die Ausführbarkeit der Hallenanordnung ist wohl nicht zu bezweifeln. Die Kosten für den Bau der Halle und für die Ausführung ihrer Gründung dürften jedoch weit höher als bei einer drehbaren Längshalle werden. Bezüglich der Ein- und Ausfahrt der Schiffe bietet sie dieselben Möglichkeiten wie diese. Sie birgt aber alle Nachteile einer Rundhalle mit Mittelstütze in sich. Insbesondere dürfte sich auch die Aufhängung und Bewegung von Schiffen innerhalb der Halle noch schwieriger gestalten als bei einer feststehenden Rundhalle.¹

Bezüglich der Ausbildungsmöglichkeit von drehbaren Längshallen werden hauptsächlich zwei Grundformen erwogen. Die eine ist mit der oben beschriebenen Ausführung einer Drehhalle gegeben. Sie besitzt einen mit dem Hallenkörper verbundenen Boden, welcher sich mit der Halle dreht. Die wagerechten Hallenkräfte werden durch einen mittleren Drehzapfen aufgenommen, die lotrechten mittels Laufwagen durch Schienenringe. Eine ringförmige Rampe gestattet den Zugang zum Hallenboden. Die Rampe wird mit dem Aushub des vertieft angelegten Hallendrehfeldes hergestellt und ist nach dem Drehfelde zu genau kreisförmig begrenzt. Das Drehfeld braucht nicht besonders eingeebnet und entwässert

zu werden, da es nicht betreten wird. Wasser, Elektrizität und Gas werden im Drehzapfen zugeführt. Daß sich die Halle entsprechend der Windrichtung selbsttätig einstellt, ist möglich, aber nicht erforderlich, wenn die Halle feste Torverschlüsse besitzt und diese für die Aufnahme von Winddruck berechnet sind. Bei der anderen Grundform besitzt die Halle keinen mit dem Hallenkörper fest verbundenen Boden, der Hallenkörper ist vielmehr bodenlos, d. h. unten offen. Der Hallenboden liegt nämlich wie bei einer feststehenden Halle fest auf dem Gelände. In seiner Ruhez- bzw. Schlußlage befindet sich der Hallenkörper über dem festliegenden Boden. Da die Halle eine bestimmte Ruhelage hat, ist eine selbsttätige Einstellung entsprechend der Windrichtung nicht möglich; da der Hallenboden im Gelände liegt, braucht das Drehfeld nicht tiefer gelegt und braucht keine ringförmige Rampe aufgeführt zu werden. Dafür muß das Drehfeld aber mit einem Hallenboden genau eingeebnet und vollständig entwässert werden. Das Drehfeld muß außerhalb des Hallenbodens auch gut befestigt werden, damit Mannschaften und umlaufende Luftschrauben dasselbe nicht aufwühlen. In der Schlußlage muß der Hallenkörper überall gegen den festen Boden wind-, regen- und schneesicher abgedichtet werden. Die Lagerung des Hallenkörpers wird am einfachsten, wenn die Schienenringe nicht nur die lotrechten Kräfte durch Laufrollen, sondern auch die wagerechten Kräfte durch Gleitrollen aufnehmen. Vor dem Drehen muß der Hallenkörper ganz oder teilweise gelüftet werden, damit er mit Spiel über dem Boden und dem Drehfeld hingleiten kann. Soweit die Halle den Boden und das Drehfeld dabei überschneidet, müssen diese vollkommen frei von allen aufliegenden Gegenständen sein. Der Boden von Nebenräumen muß mit dem Hallenkörper fest verbunden werden. Infolge Ausbildung seines Tragwerkes liegt er dabei höher als der feste Hallenboden, so daß der Verkehr mit den Nebenräumen erschwert wird. Wasser und Gas können wie bei feststehenden Hallen im Boden zugeführt werden. Die Zufuhr von elektrischem Strom muß bei fehlendem Mittelzapfen in kostspieliger Weise neben den Laufschiene erfolgen.

Die Ausbildung der ersten Grundform ist gediegener, aber auch etwas teurer als die der zweiten. Der Betrieb dürfte einfacher und sicherer sein. Die Ausbildung der zweiten Form bietet technisch verschiedene Schwierigkeiten, welche zwar auch lösbar sind, den Betrieb aber weniger einfach gestalten werden. Dafür sind die Herstellungskosten aber geringer; ein Umstand, der bei der Höhe der Kosten ins Gewicht fällt. Die zweite Grundform ist in engeren Kreisen bereits wiederholt erwogen worden. Neuerdings ist sie seitens einer G. m. b. H. zum Patent angemeldet worden.

VI. Schlußwort.

Am Schlusse einer Arbeit über die Entwicklung und den heutigen Stand eines Baugebietes wird man sich in erster Linie fragen, wie sich wohl die künftige Entwicklung desselben gestalten wird. Eine diesbezügliche Antwort ist in unserer hastenden Zeit stets schwierig.

Wie bereits unter I. gesagt wurde, ist die Luftschiffhallenbaufrage vor allem auch eine wirtschaftliche Frage. Aus diesem Gesichtspunkt läßt sich zunächst sagen, daß die zunehmende Bedeutung der Luftschiffahrt für Verkehrs- und

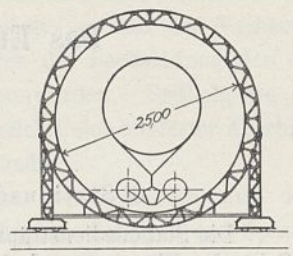
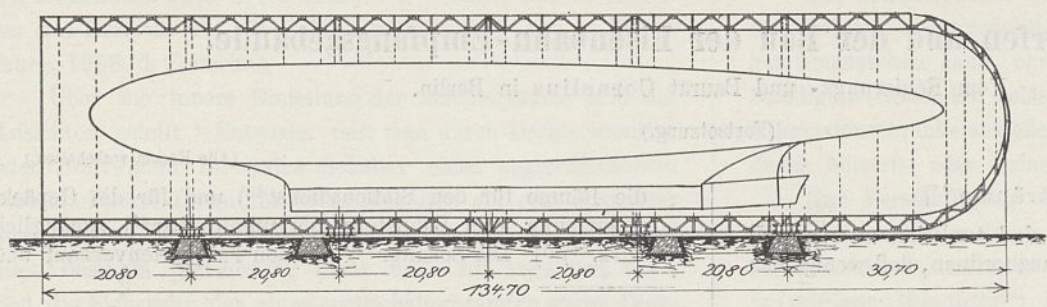


Abb. 145 u. 146. Einschiffige Drehhalle in Eisen. 1:1000. — Entwurf: Bauleitung Nonnendamm der Aktien-Gesellschaft Siemens u. Halske.

Heereszwecke, und zwar namentlich für den Aufklärungsdienst, eine lebhaftere weitere Entwicklung des Luftschiffhallenbaues erwarten läßt, denn Verkehrs- und Heereszwecke sind in unseren Tagen vor allem geeignet, selbst für die weitgehendsten Bedürfnisse Geldmittel flüssig zu machen.

Man wird daher fernerhin von der Verwendung derjenigen Baustoffe Abstand nehmen können, deren bisherige Verwendung nur ein Notbehelf war. So wird man z. B. nur bei versetzbaren Hallen noch Segeltuchvorhänge verwenden, sonst aber nur noch regelrechte Torverschlüsse mit festem eisernen Gerippe und möglichst beide Hallendenen mit Torverschlüssen versehen. Die Hallen wird man nicht mehr mit Wellblech verkleiden, sondern mit ansehnlicheren und weniger schall- und wärmeempfindlichen Stoffen. Da das Bessere der Feind des Guten ist, wird man Holzbauweisen immer weniger vorsehen und dafür das konstruktiv zuverlässigere und feuersichere Eisen benutzen. Eisenbeton wird weitere Verwendung finden. Dafür, daß ganze Hallen in Eisenbeton ausgeführt werden, ist allerdings noch keine Aussicht vorhanden, doch findet der Baustoff reichliche Verwendung bei der Gründung von festen und beweglichen Hallen, zur Herstellung kräftiger Hallenwände ist er geeignet und als bewehrter Bimsbeton eignet er sich zur Eindeckung von Dach- und unteren Torflächen, sowie von Bodenflächen drehbarer Hallen. Für diese Eindeckungen erscheint auch Tekton wegen seines geringen Gewichtes als geeignet. Asbestschieferplatten werden namentlich für Wand- und Torflächen ein geschätzter Baustoff bleiben.

Die größten bei Längshallen bisher geplanten Abmessungen sind für einschiffige Hallen 184 m l. Länge, 35 m l. Weite und 30 m l. Höhe und für zweischiffige Hallen 184 m l. Länge, 60 m l. Weite und 28 m l. Höhe. Die großen Weiten und Höhen sollen vor allem den Schiffen das Ein- und Ausfahren erleichtern. Bei zweischiffigen Hallen muß man mit der unangenehmen Möglichkeit rechnen, daß ein einfahrendes Schiff ein bereits in der Halle befindliches anfahren kann, wobei dann beide Schiffe beschädigt würden. Auch bei Hallenbränden würden beide Schiffe zerstört werden. Man plant daher für solche Hallen den Einbau einer mittleren feuersicheren Längswand. Die ganze Halle stellt dann zwei unter einem Dach oder auf einer Grundfläche nebeneinander liegende einschiffige Hallen bzw. eine „Doppelhalle“ dar. Der Bau einer Doppelhalle ist natürlich, ob drehbar oder feststehend, billiger als der von zwei einschiffigen Hallen.

Betreffend die Hallenform ist zu sagen, daß bisher nur Längshallen zur Ausführung gelangten und solche wohl auch fernerhin einstweilen nur zur Ausführung gelangen dürften. Ein Wiederaufleben des Baues von schwimmenden oder pendelnden Hallen ist nur für Versuchs- oder Marinezwecke

denkbar, aber wohl nicht als wahrscheinlich zu bezeichnen. Beim Bau feststehender Hallen hat man schon lange gewußt, daß sie keine hinreichende Betriebssicherheit für die Ein- und Ausfahrt der Schiffe bieten, und neuerdings hat man auf dem Erfahrungswege festgestellt, daß ein Schiff aus einer Drehhalle in Anbetracht der jeweiligen Windstärke und Richtung weit öfter heraus- und in dieselbe wieder hineingebracht werden kann, als in eine feststehende Halle. Und zwar selbst dann, wenn Tor- und Hallenweite der letzteren reichlich bemessen sind. Nachdem auch gute Betriebserfahrungen mit einer Drehhalle vorlagen, war es nur noch der Kostenpunkt und das Fehlen hinreichender Geldmittel, welche den weiteren Bau von Drehhallen erschwerten. Hierin ist neuerdings ein Umschwung eingetreten, und es ist, sofern die Geldmittel fernerhin reichlicher fließen, nicht ausgeschlossen, daß die Drehhalle in Zukunft den Luftschiffhallenbau beherrschen wird. Der wirtschaftlichsten, gediegensten, einfachsten und für Schiff und Halle betriebssichersten Ausführungsform wird dabei der größte Erfolg beschieden sein. Sollte die Drehhalle jedoch noch zu Erfahrungen Anlaß geben, welche als beträchtliche Nachteile bezeichnet werden müßten, oder sollte sie den von ihr gehegten großen Erwartungen nicht hinreichend entsprechen, so erscheint es nicht als ausgeschlossen, daß man dann mit dem Bau von Rund- oder Dreieckhallen beginnen wird.

Sollte die Drehhalle sich jedoch vollkommen bewähren, so wird damit die feststehende Längshalle noch keineswegs ausgeschaltet werden, denn die Drehhalle kommt lediglich als ortsfeste Bewegungs- oder Fahrthalle in Frage. Für Bauzwecke, für die Aufnahme von Ersatzschiffen, für die Vornahme von Ausbesserungsarbeiten und für die vorübergehende Bergung von Schiffen in versetzbaren Hallen bedeutet die feststehende Längshalle nach wie vor die einfachste und beste Lösung.

Wenn in nächster Zeit noch viel Hallen gebaut werden, so ist anzunehmen, daß man sie nicht nur vereinzelt aufstellen, sondern auch mit Rücksicht auf eine einfache Verwaltung mehrerer Hallen, namentlich auch solche mit verschiedener Zweckbestimmung, zusammenlegen wird, welche dann in ihrer Gesamtheit mit allen Nebenanlagen als die „Luftschiffhäfen“ der Zukunft bezeichnet werden dürften.

Nicht unerwähnt möge bleiben, daß der deutsche Luftschiffhallenbau denjenigen aller anderen Länder an technischer Mannigfaltigkeit und Vollkommenheit weit übertrifft, somit unserem technischen Bildungswesen und unserer Industrie zur größten Ehre gereicht. Die Herren Hallenerfinder würden sich aber oft weniger unnütze Arbeit zu machen brauchen, wenn sie die bereits vorliegenden Erfahrungen im Hallenbau und die Erfahrungen und Bedürfnisse der Luftfahrer mehr beherzigten. Auch in diesem Sinne beschränkend und fördernd zu wirken, sollte Zweck dieser Arbeit sein.

Das Entwerfen und der Bau der Eisenbahn-Empfangsgebäude.

Vom Regierungs- und Baurat Cornelius in Berlin.

(Fortsetzung.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

8. Stationsdiensträume.⁴⁵⁾

Die Stationsdiensträume⁴⁶⁾ sind tunlichst an einer⁴⁷⁾ Seite des Eingangs und derart anzuordnen, daß wenigstens

⁴⁵⁾ Die Größe der Diensträume hängt von der Größe des Verkehrs ab. Die Diensträume erhalten etwa 3 m lichte Höhe; eine Höhe von 3,80 m wird auch bei großen Bauten selten überstiegen werden schon allein aus Rücksicht auf die Baukosten. In kleinen Bahnhöfen genügt in der Regel ein einziger etwa 20 qm großer Raum zur Erledigung des gesamten Dienstes.

In größeren Stationen wird außer dem einen Dienstraum, von dem aus auch die Fahrkarten verkauft werden, ein weiterer Raum zur Behandlung des Gepäcks erforderlich. Beide Räume werden miteinander verbunden, damit zu Zeiten schwachen Verkehrs zur Bewältigung des gesamten Dienstes ein Beamter ausreicht. Bei noch größeren Verhältnissen werden je nach dem Umfang des Verkehrs an Diensträumen erforderlich: eine Fahrkartenverkaufsstelle mit einem Abrechnungszimmer, einem Vorsteherraum und einem Fahrkartenaufbewahrungsraum,⁶⁰⁾ eine Gepäckannahme und -ausgabe,⁶¹⁾ ein Handgepäckraum,⁶²⁾ ein Telegraphenraum mit einer Depeschenannahmestelle,⁶³⁾ ein Fundbureau,⁶⁴⁾ eine Stationskasse,⁶⁵⁾ ein Dienstraum für den Vorsteher,⁶⁶⁾ ein oder mehrere Diensträume für die Fahrdienstleiter⁶⁷⁾, ein Pförtneraum⁶⁸⁾, ein Aufenthaltsraum für die Gepäckträger⁶⁹⁾, ein Aufenthaltsraum für die Bahnsteigschaffner⁷⁰⁾, eine Auskunftstelle⁷¹⁾, ein Verbandzimmer für den Bahnarzt⁷²⁾, ein Unterrichts- und Prüfungszimmer⁷³⁾, endlich Räume, unter Umständen auch Übernachtungsräume, für Aushilfspersonale, Wagenwärter und -meister, Verschieber sowie Stationsarbeiter nebst den zugehörigen Wasch- und Badeanlagen und Aborträumen⁷⁴⁾ und die Inventarienräume für Geräte, Kleidungsstücke usw.⁷⁵⁾. Hierher dürften auch zu rechnen sein die Räume für die Polizei⁷⁶⁾, für Bahnhofsmision⁷⁷⁾, für Zollabfertigung und Gepäckbeförderungsgesellschaften⁷⁸⁾, für Blumen-, Zigarren-, Buch- und Zeitungsverkauf⁷⁹⁾, für eine Wechselstube⁸⁰⁾. Die Räume für die Eilgutabfertigung und für die Post, soweit solche erforderlich sind, trennt man am besten von den übrigen Diensträumen; auf größeren Bahnhöfen werden sie zweckmäßig in besonderen Gebäuden untergebracht; vgl. auch Abschnitt II 9 der „Grundsätze usw.“.

In Hafen- und Grenzbahnhöfen werden Räume für die Steuer- und Zollabfertigung erforderlich, die zweckmäßig in Verbindung mit den Gepäckabfertigungen angelegt werden, so daß der Reisende sie auf seinem Wege durchschreiten muß. Sie sind in recht geräumigen Abmessungen zu halten, damit auf den Tischen die Koffer und sonstigen Gepäcktaschen leicht nebeneinander ausgebreitet und untersucht werden können. Außer dem Untersuchungsraum ist ein abschließbarer Lagerraum für nicht untersuchtes Gepäck, ein Raum für die Zollbeamten, eine Zahlstelle für zu entrichtende Gebühren und eine Zelle für Leibesuntersuchungen erforderlich.

die Räume für den Stationsdienst⁴⁸⁾ und für die Gepäckabfertigung vom Bahnsteig aus unmittelbar⁴⁹⁾ zugänglich wird.⁵⁰⁾⁵¹⁾ Die Schalter⁵²⁾ für den Fahrkartenverkauf und

Der Gepäckuntersuchungsraum kann für die Zollbehandlung der beiden Grenzstaaten meist gemeinsam sein, die übrigen Räume empfiehlt es sich für jede Zollbehörde getrennt vorzusehen (vgl. S. 396 Jahrg. 1907 d. Zeitschr.).

⁴⁶⁾ Für die Stationsdiensträume gilt in erster Linie die bereits in Fußnote³⁾, S. 237 betonte Forderung der reichlichen Licht- und Luftzuführung, insbesondere für die ständig besetzten

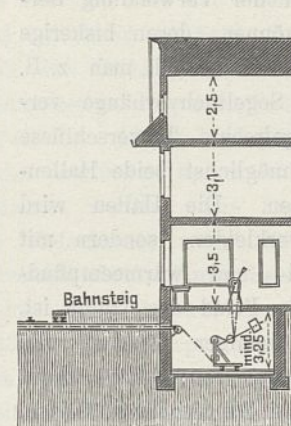
Räume wie die Fahrkartenverkaufsräume; eine Forderung, die, so selbstverständlich sie klingt, bei früheren größeren Anlagen häufig nur sehr mangelhaft erfüllt worden ist. Einen Wandel zum Besseren haben erst die neueren preussisch-hessischen Anlagen gebracht.

⁴⁷⁾ Und zwar der rechten Seite, vgl. Abschnitt I 2 der „Grundsätze usw.“ im Absatz 2.

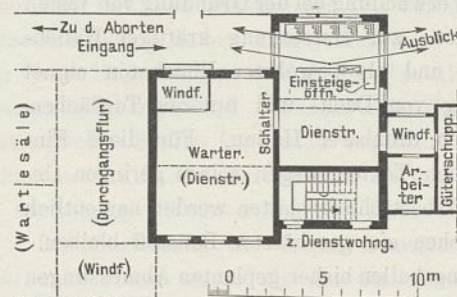
⁴⁸⁾ Soll im Stationsdienstraum ein Stellwerk untergebracht werden, so ist ein etwa 2,50 m

vorspringender Vorbau herzustellen in solcher Breite, daß an beiden Seiten der Hebelbank je 1 m Gangbreite verbleibt.

In dem Vorbau werden die Morsetische an der vorderen Fensterwand aufgestellt und etwa 2,50 m dahinter die Hebel-



Schnitt durch den Vorbau. 1:300.



Grundriß. 1:400.

Abb. 26. Stellwerkbau am Stationsgebäude.

bank (Abb. 26). Über die Unterkellerung dieses Vorbaues zur Unterbringung der Spannwerke vgl. Fußnote¹⁰⁴⁾. Hindert ein anschließender Güterschuppen mit Wagenaufstellgleis die Aussicht, so ist der Vorbau nach Bedarf weiter vorzuziehen.

⁴⁹⁾ Ohne Berührung der Bahnsteigspere.

⁵⁰⁾ Auf großen Stationen ist eine derartige Lage der Gepäckräume nur selten möglich, meist sind zur Verbindung mit den Bahnsteigen Gepäckaufzüge und Tunnel oder Brücken notwendig (vgl. S. 27 Jahrg. 1908 d. Zeitschr. u. Abb. 8, S. 244).

⁵¹⁾ Gegen Zugluft wird die Tür vom Dienstraum zum Bahnsteig durch einen Windfang geschützt, wenn nicht der Gepäckraum schon als solcher dient.

⁵²⁾ Liegen die Fahrkartenräume nicht an den Außenwänden des Gebäudes, so daß sie unmittelbar gutes Licht erhalten, so empfiehlt sich die Anordnung besonderer Lichthöfe (S. 27 Jahrg. 1908 d. Zeitschr.); durch Anordnung von

Deckenlichtern kann dabei vermieden werden, daß der Schatten des Beamten auf die Zahlplatte fällt (vgl. Abb. 2 Bl. 14 Jahrg. 1908 d. Zeitschr.).

Über die innere Einteilung der Schalterräume sind die Ansichten geteilt. Entweder teilt man durch Drahtschranken oder Brettwände für jeden Schalter einen abgeschlossenen, verschließbaren Raum für jeden Beamten ab, oder man läßt den ganzen Raum der Fahrkartenausgabe ungeteilt, so daß allen Beamten gleichmäßig Licht und Luft zugeführt wird, und die Sicherung des einzelnen Schalterbeamten gegen Diebstähle erfolgt durch Verschuß der Fahrkartenschranke selbst. Diese werden zur besseren Raumausnutzung doppelseitig eingerichtet, so daß sie um 180° gedreht werden können. An demselben Schalter können also von dem einen Beamten und dem ihn Ablösenden Karten verkauft werden, jeder hat nur nötig, seine Schrankabteile abzuschließen, worauf die Schranke um 180° gedreht werden, die andere Fahrkartenserie geöffnet wird und damit zum Verkauf bereit ist.

Bei dieser Einrichtung kann angenommen werden, daß als Jahresdurchschnitt an einem Schalter täglich bei zehnstündiger Besetzung etwa 800 Karten verkauft werden, im Vorort- und Stadtbahnverkehr etwa 2000 Karten. Zur Unterstützung der Fahrkartenverkaufsschalter werden Automaten aufgestellt, besonders für Bahnsteigkarten und Fahrkarten nach vielbesuchten Nachbarorten. Um Irrtümern vorzubeugen, werden die Automaten untereinander und von denen für Waren durch verschiedenfarbigen Anstrich unterschieden, und zwar sollen Automaten für Fahrkarten grün, für Bahnsteigkarten orange-gelb, für Waren rot angestrichen werden. Die Automaten müssen möglichst vor Wärmeschwankungen bewahrt werden, dürfen also nicht in der Nähe von Heizkörpern aufgestellt oder ungeschützt der Sonne ausgesetzt werden, weil in der Hitze die Metallteile sich ausdehnen und dadurch die Beweglichkeit der einzelnen Teile gestört und gehemmt wird.

Bildet die Fahrkartenverkaufsstelle gleichzeitig die Kasse für die Frachtbriefe, wie dies bei kleinen Verhältnissen üblich ist, so ist hierfür meist ein besonderer Schalter erforderlich, denn die Abfertigung der Güterermpfänger und -versender erfordert meist längere Zeit, so daß dadurch die in den letzten Minuten vor der Zugabfahrt zur Lösung der Fahrkarten herbeieilenden Reisenden aufgehalten werden, unter Umständen den Zug versäumen und berechtigten Grund zu Beschwerden erhalten.

An Breite erfordert ein Schalterstand 2 m, im Stadt- und Vorortverkehr 1,80 m; die Tiefe der Fahrkartenverkaufsräume richtet sich nach der Größe der Fahrkartenschranke; als Mindesttiefe können 4,50 m gelten.

In neuerer Zeit hat man mit Fahrkartendruckapparaten Versuche angestellt, die sich bewähren. Durch diese Apparate würde die Tiefe der Fahrkartenverkaufsräume wesentlich verringert werden können. Während z. B. ein Schrank für 1300 verschiedene Fahrkartensorten im geöffneten Zustand etwa 2,50 m breit ist, würde ein Druckapparat hierfür etwa 1 m lang und 0,60 m breit sein.*) Bei Verwendung von Druckapparaten kann die Schalterbreite auf 1,70 m eingeschränkt werden.

*) Näheres über Fahrkartendruckapparate in der Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 1908, S. 561 u. 562.

Das Schalterfenster wird in seinem mittleren Teile hell, im übrigen undurchsichtig verglast, so daß der Verkäufer gut hinaussehen kann, ohne durch die Beobachtung der unbeteiligten Reisenden belästigt zu werden. Seitlich, wo die Fahrkartenschranke anstoßen, empfiehlt sich ein fester Abschluß durch hölzerne oder steinere Wände.

Zur Verständigung zwischen den Reisenden und dem Fahrkartenverkäufer dienen aufklappbare Scheiben und Sprachrosetten oder Sprachhäute aus Gummi, Fischblase, Seide usw. in mittlerer Mundhöhe*) also etwa 1,40 m über Fußboden. Werden die Öffnungen tiefer angebracht, so ist eine Verständigung nur in gebeugter Haltung möglich, was als unbequem vermieden werden muß.

Die Schalter werden mit Vorhängen ausgestattet, die bei den nichtbesetzten Schaltern vorgezogen werden. Außerdem wird ein Schild mit der Aufschrift „Geschlossen“ angehängt. Die Schalter erhalten der Reihe nach Ziffern, außerdem Aufschriften, aus denen hervorgeht, für welche Richtungen und für welche Wagenklassen Fahrkarten an ihnen verkauft werden. Statt nach Zug-Richtungen zu scheiden, trennt man gelegentlich auch die Schalter nach den Anfangsbuchstaben der Stationen, verkauft z. B. an dem einen Karten für alle Stationen, die mit den Buchstaben A—K beginnen und an dem andern die, welche mit L—Z beginnen. Außerdem ordnet man für die Zeit schwachen Verkehrs Schalter für Fahrkarten sämtlicher Richtungen und sämtlicher Wagenklassen an. Häufig zieht man vor, nur derartige Schalter vorzusehen und jede Trennung zu unterlassen, dann bedarf es keiner besonderen Anschriften.

Das Schalterzahlbrett wird in 75—80 cm Höhe angeordnet und in Eiche oder anderm Hartholz ausgeführt. Gelegentlich erhält es in der Mitte eine durchlaufende 40 cm breite Marmorplatte, die bündig eingelassen ist, um das Geld auf seine Richtigkeit leicht durch den Klang prüfen zu können. Um das zurückerhaltene Geld leicht einstreichen zu können, ordnet man wohl vorn einen niedrigen Holzrand mit eingeschnittener Führung an, während innen dieser Rand fehlt, damit der Beamte das eingenommene Geld leicht seitwärts schieben kann. Zum bequemeren Einstreichen der herausgegebenen Geldstücke werden auch Gummizahlplatten mit aufrechtstehenden Stiften, geriffelte Glasteller, Filzteller oder drehbare Zahlsteller verwandt. Letztere sind für Schalter mit sehr starkem Verkehr nicht geeignet, weil sie die rasche Abfertigung behindern. Sie bieten aber den Vorteil, daß sie die Zugluft sehr gut abhalten, und Streitigkeiten wegen des Wechselgeldes zwischen den Reisenden und Beamten fast ganz verhüten. Auch sind Versuche gemacht worden, das Geld durch einen Schlitz einzuwerfen, durch einen anderen die Fahrkarte und das Restgeld zu stecken, wobei ebenfalls die Zugbelästigungen sehr gut vermieden werden. Aber auch diese Einrichtung ist für starken Verkehr nicht geeignet, gibt auch zu Stockungen bei Festklemmen von Papiergeld Anlaß.

Werden keine drehbaren Zahlsteller angeordnet, so macht man im unteren Rande des Schalterfensters eine 15 cm hohe, 20 cm breite Öffnung zum Durchreichen der Fahrkarten und Einstreichen des Geldes. Die Öffnung wird durch einen verriegelbaren seitlichen Schieber geschlossen. (Eine größere

*) Eisenbahn-Nachrichten Blatt 1908 S. 138.

Breite der Öffnung würde Diebstähle begünstigen.) Die Laufschiene des Schiebers dient gleichzeitig als untere Sprosse des Fensters; damit sie möglichst wenig den Blick auf die Zahlplatte hindert, wird sie in ihrem mittleren Teil soweit angängig ausgeschnitten und zur größeren Festigkeit aus Rotguß gefertigt. Den Schieber in einer Nute unten im Zahlbrett zu führen, ist nicht zweckmäßig, weil sich in ihr Geldstücke festklemmen würden.

Die Zahlplatten erhalten innen zwei etwa 15 cm hohe Schubkästen, je 50 cm breit, zur Aufbewahrung der Stempel, Geldschwingen usw. Die Zahlplatte darf nicht zu breit werden und auf der Flurseite nicht zu weit vorstehen, weil es sonst für den Beamten schwierig wird hindurchzulangen. Es empfiehlt sich, die Zahlplatten 60 cm breit zu machen, wovon 25 cm außerhalb, 35 cm innerhalb des Schalterfensters entfallen. Innen geht die Platte in voller Breite durch, um den Tagesstempel usw. bequem aufstellen zu können. Außen werden sie zweckmäßig vorgezogen und ausgerundet zur besseren Führung der am Schalter sich drängenden Reisenden (Abb. 27). Es wird dadurch den Reisenden gleichzeitig Gelegenheit geboten, kleinere Gepäckstücke beim Lösen der Karten vorübergehend aus der Hand legen zu können. Dem gleichen Doppelzwecke dienen die sogenannten „Drängeltische“, starke hölzerne Platten, die in gleicher Höhe mit den Zahlplatten auf Untergestellen im Abstand von 60 bis 65 cm von der Vorderkante der Zahlplatte angebracht werden. Zwischen den Schaltern werden Sperrgitter angeordnet, auf denen sich die, wie oben erwähnt, vorgezogenen Teile der Zahlbretter auflegen, so daß auf drei Seiten des Drängeltisches ein überall gleich breiter Gang geschaffen wird, der das Beiseitedrängen schwächerer Personen und das Vordrängen rücksichtsloser Reisender verhindert. Durch Tafeln „Eingang“ und „Ausgang“ wird der Verkehr an den Schaltern geregelt, meist in der an Postschaltern üblichen Weise, daß von rechts herantreten wird.

In der Nähe der Schalter, so daß es von innen übersehen werden kann, wird ein Pult angebracht, an dem die Monatskarten u. dgl. unterschrieben werden können. An der Flurseite der Schalterwand oder unmittelbar daneben werden Verzeichnisse mit den Preisen der an den betreffenden Schaltern verkäuflichen Fahrkarten aufgehängt. Reichen hierfür wegen der großen Zahl der Karten einfache Tafeln nicht aus, so legt man Mappen mit den Preisverzeichnissen aus oder ordnet sie in Gestellen an, so daß eine Tafel nach der an-

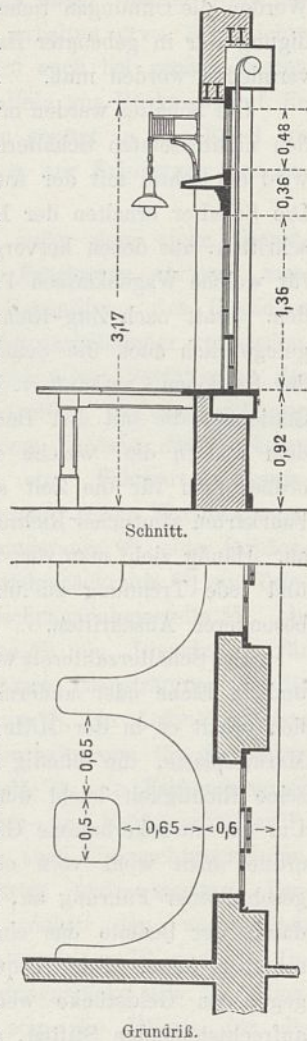


Abb. 27. Fahrkartenschalter.
1 : 60.

dem je nach Bedarf hervorgezogen und eingesehen werden kann. *)

Die Fahrkartenverkaufsräume werden gegen Einbruch gesichert. Zu diesem Zwecke werden die Türen mit Blech bekleidet und mit Sicherheitsschlössern versehen, die Fenster und die Schalterfenster vergittert oder mit Roll- oder Klappläden ausgerüstet; auch kann in Frage kommen, die Räume durch Lärmklingeln mit anderen, besonders Gepäckträgeräumen, zu verbinden, damit bei etwaigen Überfällen Hilfe herbeigerufen werden kann. Bei größeren Anlagen und wo die Schalterräume selbst nicht sehr reichlich bemessen sind, empfiehlt es sich neben dem Schalterraum einen Raum zu schaffen, in dem die Fahrkartenverkäufer ihre Abrechnungen aufstellen können und in dem die Kartenvorräte aufbewahrt werden, falls hierfür nicht auch ein besonderer Raum vorgesehen wird. Im Zusammenhang mit diesen Räumen ordnet man gern einen Raum für den Vorsteher der Fahrkartenausgabe und wenn möglich die Stationskasse an. Letztere ist möglichst mit besonderem Eingang von außen zugänglich zu machen, damit die Lohn- und anderen Geldempfänger nicht mit den Reisenden zusammenkommen. Die Stationskasse erhält einen Zahltisch nach Art der Banken und ein Pult zur Leistung der Unterschriften. Auch die Vereinigung der Fahrkartenausgabe mit der Auskunftstelle und der Ausgabe der Fahrscheinhefte ist zweckmäßig.

Die Schalterräume werden mit den Fahrkartenschränken ausgerüstet, die, wie bereits oben erwähnt, vielfach doppelseitig und drehbar ausgebildet werden. In ihnen stehen die Fahrkarten in einzelnen Fächern hintereinander. Vor jedem Fach ist ein kleiner Bügel, der beim Herausnehmen einer Karte selbsttätig bei Seite geschoben wird, so daß sofort zu übersehen ist, ob aus einem Fach überhaupt Karten entnommen sind. Über die Zahl von 2000 Fächern geht man selten, weil sonst die Schränke zu groß und unübersichtlich werden. Eine größere Höhe als 2,2 m wählt man ebenfalls nicht, weil eine solche das Herausnehmen der Karten für kleinere Beamte erschweren würde. Weil auch die ganz tiefe Anordnung von Fächern Unbequemlichkeiten mit sich bringen würde, stellt man die Fahrkartenschränke auf etwa 30 cm hohe Kastenuntersätze, die 30 cm vorstehen, so daß sie zum Hinauftreten benutzt werden können, um leichter an die obersten Reihen zu gelangen. Um die Schränke nicht zu breit machen zu müssen, bildet man die Tür, die zweiflügelig gemacht wird, ebenfalls als Schrank aus, so daß der gesamte Schrank im geöffneten Zustand dreiteilig erscheint. Ein Schrank mit 2000 Fächern würde geöffnet etwa 3,6 m geschlossen 1,8 m breit sein. Der Untersatz erhält Schubkästen und dient zur Aufnahme von Vorratskarten.

Außer den Fahrkartenschränken werden noch erforderlich Schränke für Buch- und Monatskarten, Vorratspinden und für jeden Schalter ein Tisch mit Stuhl und ein auf Rollen laufendes Pult, das beim Aufnehmen des Bestandes am Fahrkartenschranke entlang gerollt wird, damit das zeitraubende, fortwährende Hin- und Herlaufen zwischen Schrank und Tisch vermieden wird. Die Schalterräume werden weiter ausgerüstet mit Kleiderschränken oder -haken, mit Waschtischen, Kochgelegenheiten, Speinäpfen mit Wasserfüllung, bei nächtlichen Ruhepausen in der Schalterbesetzung mit gepolsterten

*) Näheres hierüber in der Zeitschrift des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 1909, Nr. 34, S. 553.

für den Gepäckverkehr⁵³⁾ müssen in dem Eintrittsflur⁵⁴⁾ liegen.

Zur Aufbewahrung des Kassenbestandes und wichtiger Schriftstücke empfiehlt sich, namentlich bei Fachwerk-

Schlafstühlen oder -bänken. Außerdem ist eine Uhr anzuordnen, die vom Schalter aus übersehen werden kann, damit der Beamte rechtzeitig bei der Abfahrt des Zuges den Verkauf einstellen kann.

⁵³⁾ Bei ganz kleinen Verhältnissen sind Gepäckschalter entbehrlich; für das Verwiegen des Gepäcks wird im Eingangsflur eine Wage aufgestellt und die einzelnen Stücke werden von hier aus unmittelbar zum Bahnsteig gebracht.

Bei stärkerem Verkehr dient der Gepäckschalter zum Abschluß des Gepäckraums gegen den Eingangsflur und zur Annahme des Gepäcks. Der Schalter erhält eine etwa 2 m breite, 1,5 m hohe Öffnung zum Hindurchreichen der Gepäckstücke; er wird durch ein nach oben oder zur Seite verschiebbares Fenster geschlossen. Die Sprossenteilung wird nicht zu groß gewählt, weil die Scheiben sehr dem Zerstoßen ausgesetzt sind. Den untern Abschluß des Fensters bildet die 80 cm breite Gepäckannahmeplatte, die nur etwa 35 cm über Fußboden liegt, um Fahrräder bequem hinüberreichen zu können. Im Gepäckraum befindet sich die Wage, meist eine Federwage, die schnelles Ablesen gestattet, ein kleiner Wandschrank mit den Beklebezetteln und dem Kleisterpotf, ein Gestell zur Handgepäckaufbewahrung und ein Pult zum Ausschreiben der Frachtzettel.

Auf großen Bahnhöfen verzichtet man auf die Annahmeschalter und ordnet für die mit der Gepäckabfertigung betrauten Beamten kleine etwa 2·2,5 m große Buden in möglichster Nähe der Wagen, meist in der Flucht des Gepäcktisches an. Die Wände der Buden werden hell verglast, damit der Reisende den Verlauf der Abfertigung seines Gepäcks verfolgen kann und nicht unruhig oder ungeduldig wird. Das Anbringen von Vorhängen vor den Glaswänden oder ihr Überkleben oder sonstiges Undurchsichtigmachen ist daher unzulässig. Die Buden erhalten zwei Schalterfenster, die ähnlich wie die der Fahrkartenschalter (vgl. Fußnote ⁵²⁾) ausgebildet werden und von denen das der Eingangshalle zugekehrte zum Verkehr mit den Reisenden, das andere seitliche zum Verkehr mit dem das Gepäckstück annehmenden und verwiegenden Beamten dient. Zur Beschleunigung der Abfertigung erhält der Abfertigungsbeamte sein Schreibpult zwischen beiden Schaltern. Um den Abfertigungsbeamten möglichst viel Licht zuzuführen, verglast man meist die Decken. Der Gepäckstisch besteht aus einer 5 cm starken, in Rahmen und Füllung gearbeiteten hölzernen Platte, die auf Böcken ruht, die in etwa 2 m Abständen am Boden festgemacht sind. Die Vorderseite wird mit Brettern verkleidet oder, wenn die Heizrohre im Tisch verlegt sind, mit Blechgittern geschlossen. Die Länge des Tisches wird ermittelt, indem man für je 50 Stück etwa durchschnittlich täglich anzunehmenden Gepäcks etwa 1 m Länge zugrunde legt. Der Tisch wird 58 cm hoch gemacht; eine größere Höhe erschwert das Absetzen der Koffer und Kisten auf die Wage, während andererseits die Höhe genügt, um auch schwere Sachen gut auf die Schultern nehmen zu können. Die Platte wird mit 2 mm starkem, oben blank geriebenen Eisen-

blech bekleidet, das mit versenkten glatt gefeilten Schrauben so befestigt wird, daß es die vordere und hintere Kante deckt. Nicht richtig ist es, die Kanten mit L- oder C-Eisen einzufassen und dazwischen die Fläche mit glattem Blech einzufassen, weil dabei die Kanten leicht abbrechen. Es empfiehlt sich, in dem Gepäckstische eine aufklappbare, etwa 2 m breite Öffnung vorzusehen, damit, wenn ein Reisender mit sehr vielem und schwerem Gepäck abgefertigt werden muß, das Gepäck auf den Karren von dem Straßenfuhrwerke aus gleich zur Wage hindurch gefahren werden kann, ohne erst auf den Tisch abgesetzt werden zu müssen. Etwa 1,5 m hinter dem Tisch werden die Wagen in 10 bis 15 m Abstand untereinander aufgestellt.

Um zu vermeiden, daß die Reisenden durch die Beförderung des Gepäcks von den Annahme- und Ausgabestellen zu den Zügen belastigt werden, ordnet man Tunnel zur Verbindung mit den Bahnsteigen an, zu und von denen die Gepäckkarren mittels Aufzügen befördert werden.

Als Gepäckkarren haben sich zweirädrige Karren bewährt, die leicht drehbar sind; vorn und hinten haben sie je ein niedrigeres Rad, das um eine senkrechte Achse drehbar ist, so daß es jeder Wendung folgen kann.

Für große Anlagen ordnet man wohl auch eine mechanische Gepäckbeförderung an, wie z. B. am Hauptbahnhof in Hamburg mittels Förderbänder, oder am Stettiner Bahnhof in Berlin mittels einer Kette ohne Ende. Letztere Anordnung soll sich jedoch nicht bewähren.

Die Wände der Gepäckräume werden gegen die anstoßenden Karren, Kisten und Koffer durch eine 1,5 m hohe hölzerne Wandbekleidung geschützt; statt dessen kann man auch an den Wänden etwa fünf wagerechte Reihen von 20 cm breiten starken in etwa 8 cm Abstand voneinander befestigten Brettern anbringen. Die Türen, die das bequeme Durchfahren der Karren erlauben, also 1,4 bis 1,5 m breit sein sollen, werden durch Blechbekleidungen im unteren Teil gegen Beschädigungen geschützt; etwaige Glasscheiben erhalten zum Schutz Vergitterungen oder Schutzstangen, die Leibungen starke Prellstangen. Der Fußboden erhält Asphaltbelag oder Zementestrich, der mit Eisenfeilspähnen versetzt ist.

Die Größe des Raumes ermittelt man, indem man für je 5 Stück etwa durchschnittlich täglich angenommenen Gepäcks 1 qm Grundfläche zugrunde legt; hierin ist der Raum für den Annahmetisch und für die Reisenden (mit etwa 3 m Tiefe) einbegriffen.

Bei großen Bahnhöfen trennt man zweckmäßig Gepäckannahme und -ausgabe; jede erhält dann etwa die Hälfte der ermittelten Fläche. Ist es schon zweckmäßig, die Gepäckannahme möglichst an die Straße zu legen, damit das Gepäck unmittelbar von den Fuhrwerken ohne Berührung der Eingangshalle zu den Wagen befördert werden kann, so ist eine solche Lage für die Gepäckaussgabe geradezu notwendig. Der Ausgaberaum erhält möglichst viele Ausgangstüren, damit die mit Koffern beladenen Reisenden und Gepäckträger unmittelbar ins Freie gelangen können und nicht die anderen Reisenden belästigen (vgl. Abb. 8 S. 244 d. Jahrg., S. 27 Jahrg. 1908 d. Zeitschr., sowie S. 493 Jahrg. 1903 d. Zentralbl. d. Bauverwaltung). Wegen der Verbindung der Gepäckaussgabe mit den Ausgängen vom Bahnsteig vgl. Fußnote ⁵⁾, S. 237.

Der Gepäcktisch in der Ausgabe wird möglichst lang gemacht, damit die auf einmal ankommenden Reisenden sich nicht zu sehr drängen; deshalb macht man auch den Raum vor ihm etwa 3 m breit; hinter ihm genügen etwa 5 m. Der Tisch wird wie der der Annahme ausgebildet und erhält wie jener, wenn nötig, eine aufklappbare Durchfahrt.

Möglichst in der Nähe der Gepäckaussgabe sieht man einen Raum vor für die Verwahrung der nicht gleich abgeholtten Gepäckstücke, die unter Verschluss genommen werden.

In der Gepäckabfertigung sieht man wenn möglich einen besonderen Verschlag oder Raum zur Aufbewahrung von Fahrrädern vor, die leicht durch andere Gepäckstücke beschädigt werden. Die Fahrräder erfordern zur Aufstellung eine Tiefe von 2 m und eine Breite von 60 cm; stellt man sie ineinander verschränkt auf, dann genügt eine Breite von 30 cm für jedes Rad. Bei beschränktem Raum können sie in zwei Reihen übereinander aufgestellt werden, mithin auf je 1 m Breite etwa sechs Räder. Zwischen den einzelnen Reihen sind 1,75 bis 2 m Abstand zum Hinausnehmen der Räder erforderlich.

Über die Räume für Gepäckträger vgl. Fußnote 69).

54) Die Größe des Eintrittsflurs ergibt sich meist aus der Anzahl der Schalter und der Größe der Gepäckannahme; sie soll jedenfalls reichlichen Raum für die Reisenden bieten.

Über die Anordnung besonderer Flure für den Ausgang vgl. Fußnote 5).

Damit die Reisenden sich in der Eingangshalle leicht zurecht finden (vgl. „Grundsätze usw.“ in Abschn. I.), sollte man vermeiden ihr Kreis- oder Vielecksform zu geben und die Form des länglichen Rechtecks vorziehen, die am ehesten Irrtümer ausschließt.

Als Fußbodenbelag haben sich in den Eintrittsfluren rauhe Fliesen oder Granitoidplatten am besten bewährt. Ausgestattet werden sie mit einer Uhr [vgl. den Schluß der Fußnote 52)], Papierkästen, Speinäpfen mit Wasserfüllung und mit den Fahrplänen vor allem des eigenen Bezirkes. Für diese letzteren, deren Gestelle sehr die Übersicht stören, hat man neuerdings besondere Nischen vorgesehen (vgl. Abb. 8 S. 244 d. Jahrg. und S. 127 Jahrg. 1908 d. Zeitschr. sowie Abb. 4 S. 211 Jahrg. 1910 d. Zentralbl. d. Bauverwaltung). Auf dem Hauptbahnhof München hat man versucht, den von den Fahrplänen eingenommenen sehr großen Raum dadurch einzuschränken, daß man die Fahrpläne in hohen kastenartigen Gestellen vereinigt, aus denen der betreffende Fahrplan nach unten hervorgezogen wird, nach der Benutzung geht er selbsttätig wieder nach oben; deren Einrichtung also ähnlich wie die auf Seite 435 geschilderte Einrichtung für die Tafeln mit den Preisangaben. Die Einrichtung leidet an dem Mangel, daß immer nur eine beschränkte Zahl von Reisenden die Fahrpläne einsehen können.*)

Zum Zurechtweisen der Reisenden dienen Aufschriften. Geschäftsanzeigen dürfen nur insoweit angebracht werden, als dadurch die Mitteilung der den Eisenbahnverkehr betreffenden dienstlichen Bekanntmachungen nicht beeinträchtigt wird.**) Vielfach finden sich in den Eingangshallen auch

*) Näheres darüber in der Zeitschrift des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 1910, S. 1402.

**) Eisenbahn-Verordnungsblatt 1898, S. 12 unter 9.

bauten, ein kleiner feuer- und diebessicherer Einbau, oder bei kleinen Anlagen die Verankerung einer Kassette mit einem kleinen Mauerklotz⁵⁵⁾.

Wenn der Güterschuppen auf derselben Seite der Gleise neben dem Stationsgebäude angeordnet wird, so erhält er seine Lage auf derjenigen Seite des letzteren, an der die Diensträume liegen. Der Güterschuppen kann auch an das Stationsgebäude angebaut werden (zu vgl. die Anweisung für das Entwerfen von Eisenbahnstationen usw. § 10 Abs. 5)⁵⁶⁾ oder, was vielfach den Vorzug verdient, durch einen kurzen Verbindungsbau, der zugleich den Ausgang aus dem Stationsgebäude bildet, mit dem letzteren in Verbindung gesetzt werden⁵⁷⁾. Ob der Güterschuppen unmittelbar an einem Gütergleise und mit erhöhtem Fußboden und seitlichen Ladebühnen oder als gewöhnlicher, geeignetenfalls in das Stationsgebäude einzubauender und am Bahnsteig gelegener Güter-Aufbewahrungsraum mit tiefliegendem Fußboden und ohne Ladebühne⁵⁸⁾ anzuordnen ist, bleibt nach dem Umfang und der Art des Stückgutverkehrs der Station zu entscheiden⁵⁹⁾.

Stände für Zeitungs-, Blumen und Zigarrenverkauf, und für Geldwechsler, Briefkästen, Wandbrunnen, Fernsprecheinrichtungen, Schreibpulte und die selbsttätigen Bahnsteig- und Fahrkartenverkäufer.

Über die Türen in der Eingangshalle vgl. Fußnote 22).

55) Vielfach spart man in der Wand eine Öffnung aus, die mit einer eisernen Tür feuer- und diebessicher abgeschlossen und in der die Kassette aufbewahrt wird. Bei großen Anlagen stellt man eiserne Geldschränke auf mit einer Anzahl Fächer, in denen die einzelnen Fahrkartenverkäufer ihre Kassen gesondert aufbewahren.

56) Die angezogene Stelle lautet: „Auf kleineren Stationen mit geringem Güterverkehr, wo für die Abfertigung des Personen- und Güterverkehrs ein Stationsbeamter ausreicht, sind die Frachtgutanlagen auf der Seite des Empfangsgebäudes anzuordnen und ist der Güterschuppen mit dem Empfangsgebäude in unmittelbarem Zusammenhang zu bringen.“

57) Der Verbindungsbau dient dann gleichzeitig als Windfangraum für den Dienstraum.

58) Ist dies der Fall, oder ist überhaupt der Güterboden unmittelbar — ohne zwischengeschalteten Verbindungsbau — vom Dienstraum zugänglich, so ordnet man, um die von dem kalten Schuppenraum aus andringende Kälte abzuhalten, zur Verbindung eine Doppeltür an.

59) Dieser Schlußsatz deckt sich mit dem Abschnitt I 3 (1) der „Grundsätze für das Entwerfen und den Bau von Güterschuppen“. Eisenbahn-Verordnungsblatt 1901, Nr. 32 S. 245.

60) Vgl. Fußnote 52).

61) Vgl. Fußnote 53).

62) In der Nähe des Gepäckraumes oder in Verbindung mit ihm wird die Aufbewahrungsstelle für Handgepäck angeordnet; sie erhält einen oder zwei Schalter für Annahme und Ausgabe, die wie die zu Anfang der Fußnote 53) beschriebenen Gepäckschalter ausgebildet werden. Wenn möglich erhält die Handgepäckaufbewahrung auch einen Schalter innerhalb der Sperre, namentlich auf Stationen mit größerem Übergangsverkehr. Im Innern erhalten die Räume außer einem Pult und Stuhl etwa 60 cm tiefe, 1,75 m hohe Gestelle zur Lagerung der Sachen; zwischen den Gestellen müssen 1,3 m breite Gänge verbleiben. Die Handgepäck-

aufbewahrungsstellen sollten stets sehr reichlich bemessen werden, damit die Sachen übersichtlich gestapelt werden können, wodurch die Abfertigung an den Schaltern sehr beschleunigt wird.

⁶³⁾ Der Telegraphenraum kann innerhalb der Sperre liegen, doch ist ein Schalter zur Annahme von Depeschen außerhalb derselben erwünscht. Wenn nötig wird eine Rohrpostverbindung zwischen den beiden Stellen eingerichtet. Die Depeschenannahme ist mit Schreibpulten auszurüsten, vgl. Fußnote ⁶⁶⁾.

⁶⁴⁾ Die Sammelstelle für Fundsachen wird häufig mit andern Diensträumen, z. B. einer Auskunftstelle, vereinigt. Sie wird mit Spinden und Gestellen zur Aufbewahrung der gefundenen Sachen ausgerüstet, auch wohl mit einer Schranke zum Abschluß des Publikums.

⁶⁵⁾ Vgl. Fußnote ⁵²⁾.

⁶⁶⁾ Das Vorsteherzimmer — etwa 20 qm groß — wird meist so gelegt, daß das Publikum es erreichen kann, ohne durch die Sperre gehen zu müssen; in der Nähe ordnet man dann den Telegraphenraum (Fußnote ⁶³⁾ und den Raum für Fahrdienstleiter [Fußnote ⁶⁷⁾] an.

⁶⁷⁾ Das Fahrdienstleiterzimmer — 12 bis 15 qm groß — soll möglichst unmittelbaren Zugang zum Bahnsteig haben [vgl. Fußnote ⁶⁶⁾].

⁶⁸⁾ Der Pförtneraum liegt am günstigsten neben dem Haupteingang. Er wird mit einem Tisch, Stuhl, Kleiderriegel, Gas- oder Spirituskocher und mit einem Pult zum Nachschlagen der Kursbücher u. dgl. ausgestattet.

⁶⁹⁾ Der Raum für Gepäckträger wird neben der Gepäckannahme angeordnet; er wird mit Tischen, Bänken, Kleiderschränken, Papierkästen, Wasserzapfhahn und Kocheinrichtung versehen. Man verbindet ihn gern durch eine Klingelleitung mit der die Einfahrt zum Bahnhof frei gebenden Befehlsstelle (Stellwerk), damit von dort die Ankunft der Züge gemeldet werden kann. Wegen einer Klingelverbindung mit der Fahrkartenausgabe vgl. Fußnote ⁵²⁾.

⁷⁰⁾ Der Raum für die Bahnsteigschaffner ist zu ihrem Aufenthalt in den Dienstpauzen bestimmt. Er liegt zweckmäßig in der Nähe der Sperrposten, gelegentlich unter oder über den Bahnsteigtrepfen, und wird ausgerüstet mit Tischen, Bänken, Kleiderschränken, Kocheinrichtung, Wasserzapfstelle, wenn nötig mit einer gepolsterten Pritsche für den Nachtdienst.

⁷¹⁾ Die Auskunftstelle vereinigt man zweckmäßig mit der Fahrkartenverkaufsstelle; vgl. Fußnote ⁵²⁾.

⁷²⁾ Das Verbandzimmer dient auch zum Aufbewahren der Tragbahnen und zum Untersuchungszimmer für den Arzt. Es erhält möglichst fugenlosen Fußboden, Ölfarbanstrich der Decke und der Wände, Warm- und Kaltwasserzuführung, ein Ausgußbecken, Kocheinrichtung und Fußbodenentwässerung; ferner einen großen Verbandkasten und einen Operationstisch.

⁷³⁾ Es genügt meist ein Raum, doch werden auch vielfach zwei Räume nötig. Ist ein besonderes Prüfungszimmer vorhanden, so liegt es zweckmäßig in der Nähe des Zimmers für den Vorsteher, der die Prüfungen großenteils vornimmt; es kann dann von ihm gleichzeitig als Vernehmungszimmer benutzt werden. — Das Unterrichtszimmer soll außerhalb der Sperre zugänglich sein; es wird mit Bänken ausgerüstet und erhält einen Vorraum, der als Kleiderablage dient.

9. Postdiensträume.

Postdiensträume⁸¹⁾, über deren Umfang⁸²⁾ und Ausgestaltung⁸³⁾ vor Aufstellung des bezüglichen Entwurfes die erforderlichen Vereinbarungen mit der zuständigen

⁷⁴⁾ Diese Räume erhalten möglichst unmittelbaren Zugang von der Bahnseite und werden mit gepolsterten Bänken, Tischen, Kleiderschränken, Waschgelegenheit, Kocheinrichtungen usw. ausgerüstet. Außerdem sind Räume zum Trocknen der nassen Kleidungsstücke mit entsprechenden Gestellen vorzusehen.

⁷⁵⁾ Die Pelze können in Dachbodenräumen aufbewahrt werden; sonstige Bestände an Laternen, Signalscheiben u. dgl. in hellen, gut lüftbaren Kellerräumen.

⁷⁶⁾ Die Polizeiräume liegen außerhalb der Sperre in der Nähe des Ausganges; sie bestehen aus einem etwa 10 qm großen Zimmer für den Wachhabenden, einem etwa 25 qm großen Mannschaftsraum und einigen je 2 qm großen, gut gesicherten, hellen Haftzellen.

⁷⁷⁾ Für die Bahnhofsmision genügt ein etwa 10 qm großer Raum außerhalb der Sperre.

⁷⁸⁾ Die Räume für die Zollabfertigung, soweit solche notwendig sind, und für etwaige Gepäckbeförderungsgesellschaften gehören in die Nähe der Gepäckausgabestellen. Sie erhalten Schalter, ähnlich den Handgepäckaufbewahrungsstellen.

⁷⁹⁾ Diese Räume werden am besten in der Eingangshalle außerhalb der Sperre angebracht; vielfach genügen offene Stände. Der Blumenverkaufsstand erhält zweckmäßig eine Fußbodenentwässerung und eine Wasserzapfstelle.

⁸⁰⁾ Die Wechselstube liegt am günstigsten in der Nähe der Fahrkartenschalter; als Größe genügen etwa 5 qm. Die Fenster, als Schalter ausgebildet, werden durch eiserne Rollläden geschützt.

⁸¹⁾ Ansprüche auf Einrichtung von Postdiensträumen können bei bestehenden Bauten überhaupt nicht, bei neuen Bahnhöfen, Um- und Erweiterungsbauten nur soweit erhoben werden, als durch die den Bau veranlassenden Verhältnisse eine Veränderung oder Erweiterung der Postdiensträume bedingt wird. Vgl. auch Fußnote ⁸⁴⁾.

Die für die Post bestimmten Räume müssen einen unmittelbaren Zugang nach der Straße zur Anfahrt für die Postwagen erhalten, der so zu legen ist, daß der Verkehr der Reisenden von und zum Bahnhof dadurch nicht belästigt wird.

⁸²⁾ Die Größe soll nur zur Erledigung der Postdienstangelegenheiten ausreichen, die durch den Eisenbahnbetrieb bedingt sind. Im allgemeinen genügt eine Packkammer von 16 bis 20 qm Größe, in der auch die Postkarren aufbewahrt werden, doch sind auch oft die Packkammern wesentlich größer (Abb. 5 Bl. 36 Jahrg. 1903 d. Zeitschr.). Bei Bahnhöfen mit sehr geringem Verkehr ist meist eine Packkammer gar nicht nötig, höchstens ein offener Schuppen für eine Postkarre.

Für die Erledigung der Briefpost werden im allgemeinen keine besonderen Räume durch den Eisenbahnbetrieb bedingt. Soll eine Briefannahmestelle eingerichtet werden, so erfordert eine solche neben der Packkammer ein 20 bis 25 qm großes

Direktion herbeizuführen sind (vgl. Reichsgesetz vom 20. Dezember 1875 [Eisenbahnpostgesetz] und Ausführungsbestimmungen zu Artikel VII dieses Gesetzes⁸⁴), sind, wenn dafür nicht ein besonderes Gebäude zu errichten ist⁸⁵), mit unmittelbarem Zugang zum Bahnsteig⁸⁶) tun-

Dienstzimmer mit einem Schaltervorraum und einem 10 qm großen Neben- und Geräteraum. — Dienstwohnungen für Postbeamte werden nur in den seltensten Fällen erforderlich sein.

⁸³) Die Postdiensträume werden in ähnlicher Weise wie die Diensträume der Eisenbahnverwaltung ausgestattet, soweit nicht einzelne besondere Forderungen zu erfüllen sind, wie z. B. bei der Ausbildung der Schalter, für die die Postverwaltung besondere Vorschriften aufgestellt hat. Insbesondere sind in den Postpackkammern die in Fußnote ⁵³) S. 437 beschriebenen Schutzeinrichtungen der Wände, Glasscheiben, Türen und Türleibungen wie in den Gepäckräumen vorzusehen. Auch die Heizeinrichtungen sind durch starke Schutzstangen zu sichern, denn die Räume sind durch die Postkarren und das Werfen der Postpakete den ärgsten Beschädigungen ausgesetzt.

⁸⁴) Die betreffenden Stellen aus Artikel 7 des Reichsgesetzes, der hier allein in Frage kommt, lauten:

„Bei Errichtung neuer Bahnhöfe oder Stationsgebäude sind auf Verlangen der Postverwaltung die durch den Eisenbahnbetrieb bedingten, für die Zwecke des Postdienstes erforderlichen Räume mit den für den Postdienst etwa erforderlichen besonderen baulichen Anlagen von der Eisenbahnverwaltung gegen Mietentschädigung zu beschaffen und zu unterhalten.

Dasselbe gilt bei dem Um- oder Erweiterungsbau bestehender Stationsgebäude, insofern durch die den Bau veranlassenden Verhältnisse eine Erweiterung oder Veränderung der Postdiensträume bedingt wird.

Bei dem Mangel geeigneter Privatwohnungen in der Nähe der Bahnhöfe sind die Eisenbahnverwaltungen gehalten, bei Aufstellung von Bauplänen zu Bahnhofsanlagen und bei dem Um- oder Erweiterungsbau von Stationsgebäuden auf die Beschaffung von Dienstwohnungsräumen für die Postbeamten, welche zur Verrichtung des durch den Eisenbahnbetrieb bedingten Postdienstes erforderlich sind, Rücksicht zu nehmen. Über den Umfang dieser Dienstwohnungsräume wird sich die Postverwaltung mit der Eisenbahnverwaltung und erforderlichen Falles mit der Landes-Aufsichtsbehörde in jedem einzelnen Falle verständigen. Werden bei Errichtung neuer Bahnhofsanlagen, sowie bei dem Um- oder Erweiterungsbau bestehender Stationsgebäude zur Unterbringung von Dienst- oder Dienstwohnungsräumen auf Verlangen der Postbehörde besondere Gebäude auf den Bahnhöfen hergestellt, so ist der erforderliche Bauplatz von den Eisenbahnverwaltungen gegen Erstattung der Selbstkosten zu beschaffen, der Bau und die Unterhaltung derartiger Gebäude aber aus der Postkasse zu bestreiten.“

⁸⁵) Abb. 1 S. 28 Jahrg. 1908 d. Zeitschr. stellt ein besonderes Postgebäude dar. Seine zweckmäßigste Lage ist in der Nähe des Güter- oder Eilgutschuppens oder einer Eilgutrampe, wodurch die Verladung der Postpakete wesentlich erleichtert wird. Doch müssen auch die Bahnsteige leicht erreichbar sein, weil die Eilpakete mit den Personenzügen befördert werden.

⁸⁶) Der Zugang zum Bahnsteig soll ohne Berührung der Bahnsteigsperrle möglich sein. Häufig wird zur Verbindung

lichst im Anschluß an die Diensträume anzuordnen.⁸⁷) Wird dieses durch die Lage des Güterschuppens neben dem Stationsgebäude verhindert⁸⁸), so sind die Postdiensträume an dem entgegengesetzten Ende des Gebäudes, d. h. hinter den Warteräumen anzuordnen.⁸⁹) Auch empfiehlt es sich vielfach, wenn neben dem Stationsgebäude ein Nebengebäude (Eilgutschuppen, Raum für Stationsarbeiter usw.) herzustellen ist, den Postdienstraum an dieses anzugliedern.⁹⁰)

10. Dienstwohnungen.

Die Unterbringung von Dienstwohnungen⁹¹) in dem oberen Stockwerke des Stationsgebäudes ist meist vorteilhaft⁹²) bei massiver Ausführung⁹³), wenn zwischen dem Raumbedürfnisse für die Dienst- und Warteräume⁹⁴) einerseits und demjenigen für die Dienstwohnungen andererseits kein wesentlicher Unterschied besteht oder in dieser Beziehung eine Übereinstimmung durch Weglassung des oberen Stockwerkes bei einzelnen Gebäudeteilen hergestellt werden kann⁹⁵). Sind zwei oder mehr Wohnungen anzu-

ein Tunnel oder eine Brücke mit Aufzügen angeordnet werden müssen, die, wenn angängig, mit denen für die Gepäckbeförderung vereinigt oder gemeinsam benutzt werden kann (vgl. Abb. 44 S. 439 Jahrg. 1909 d. Zentralbl. d. Bauverwalt.).

⁸⁷) Vgl. Abb. 17 S. 251 d. Jahrg.

⁸⁸) Vgl. Absatz 3 des Abschnittes I 8 der „Grundsätze usw.“

⁸⁹) Es soll vermieden werden, Postdiensträume in der Mitte des Gebäudes, etwa an der Eingangshalle, anzuordnen, wo sie für den Eisenbahnbetrieb störend liegen, die Wege der Reisenden unnötig verlängern und etwaigen Umbau hindern. Liegen sie an einem Ende des Gebäudes, so ist ihre Verlegung bei einem Umbau des Gebäudes jederzeit leicht zu ermöglichen.

⁹⁰) Auch hier ist der Postdienstraum bei einem etwaigen Umbau selten hinderlich, jedenfalls aber leicht zu verlegen.

⁹¹) Meist kommen nur Dienstwohnungen für mittlere oder Unterbeamte in Frage.

⁹²) Die Häufung von Wohnungen im Stationsgebäude hat jedoch den Nachteil, daß es sich äußerlich mehr einem gewöhnlichen Wohnhaus nähert und das Ansehen und den Ausdruck eines öffentlichen Zwecken gewidmeten Baues mehr und mehr verliert, ganz abgesehen davon, daß die Stationsgebäude dadurch unerwünscht hoch, häufig dreigeschossig werden, was in ländlichen Orten mit Rücksicht auf das Landschaftsbild vermieden werden sollte. Es empfiehlt sich daher, die Zahl der Wohnungen auf zwei, eine für den Vorstand und eine für einen Pförtner, Bahnsteigschaffner oder sonstigen Hilfsbediensteten zu beschränken, und wenn mehr Wohnungen nötig sind, sie in einem besonderen Anbau oder freistehenden Gebäude in der Nähe unterzubringen. Die Wohnungen lassen sich dann auch besser anordnen, während sie sich sonst dem Grundriß der Diensträume anpassen müßten, ebenso wie die zu den Wohnungen gehörigen Nebenanlagen, Waschküche, Keller, Boden, Wirtschaftshof sich in diesem Fall günstiger ausgestalten lassen.

⁹³) Auch bei Fachwerkbauten kann ein Auf- oder Ausbau eines oberen Geschosses zu Dienstwohnungen Vorteile bieten.

⁹⁴) Das Raumbedürfnis für die Warte- und Diensträume ist in Absatz I 5 u. 8, auch 9 der „Grundsätze usw.“ bestimmt.

⁹⁵) Meist wird das obere Stockwerk über den Wartesälen fortgelassen, die in der Regel die größten Räume der

legen, so ist womöglich für jede Wohnung ein besonderer Abschluß herzustellen⁹⁶). Die Treppen zu den oberen Wohnungen und zum Keller, die mehreren Wohnungen gemeinschaftlich sein können, sind an einen besonderen Eingang am Bahnhofs-Vorplatz zu legen, der so anzuordnen ist, daß eine Verwechslung mit dem Haupteingang vermieden wird.⁹⁷) Die Zugänge zu den Dienstwohnungen, sowie zu den Wirtschafts- und Wohnräumen der Bahnhofswirte sind außerhalb der Bahnsteigsperrre anzuordnen⁹⁸).

Wenn auch die Lage der Stationsgebäude im allgemeinen durch die Gleisanlage und die örtlichen Verhältnisse gegeben sein wird, so ist doch bei der Anordnung der Dienstwohnungen darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Wohn- und Schlafräume soweit möglich an Gebäudeseiten liegen, welche von der Sonne beschienen werden⁹⁹).

Es wird ferner im allgemeinen vorteilhaft sein, die Küchen an der Vorplatzseite anzuordnen, um die Abführung des Schmutzwassers zu erleichtern.

Die zu den Dienstwohnungen gehörigen Aborte sind bei kleineren Stationen außerhalb der Stationsgebäude anzuordnen. Sie müssen aber so gelegt werden, daß die Wohnungsinhaber auf kürzestem Wege zu ihm gelangen können. Soweit möglich sind sie mit der Abortanlage für die Reisenden zu vereinigen¹⁰⁰). Wenn Wasserspülung vorhanden ist, oder für ausreichende Lüftung¹⁰¹) und Ab-

Stationsgebäude sind; sie erhalten daher oft größere Höhe als die Diensträume, und zwar in einfachster Weise, indem man sie in den über ihnen liegenden Dachraum hineinzieht. Es wird alsdann nur der über den Diensträumen gelegene Gebäudeteil zu Dienstwohnungen ausgebaut. Aus demselben Grunde ordnet man die Wohnung des Bahnhofswirtes, die mit dem Schänkraum in Verbindung stehen soll, meist nur über den kleineren Räumen, wie Schänkraum, Nichtraucherzimmer u. dgl. an. Auch die Anordnung der Wirtwohnung unterhalb der Wartesäle kommt gelegentlich vor (Abb. 5 Bl. 38 Jahrg. 1903 d. Zeitschr.).

⁹⁶) Ein Abschluß jeder einzelnen Wohnung für sich gegen Flur und Treppenhaus sollte nie fehlen.

⁹⁷) Man legt ihn daher nicht zu nahe an den Haupteingang, wenn möglich auch an eine andere Seite und hält seine architektonische Ausbildung in bescheidenen Grenzen.

⁹⁸) Zu vermeiden ist eine unmittelbare Verbindung zwischen den Diensträumen und der zu den Wohnungen führenden Treppe, weil dadurch Nachlässigkeiten im Dienst und in der Dienstkleidung Vorschub geleistet wird, und weil grundsätzlich eine völlige Scheidung auch in den Zugängen zwischen Dienst- und Wohnräumen anzustreben ist.

⁹⁹) Möglichst nach Osten oder Westen; doch ist für Speisekammer und Abortanlage die Lage nach Norden erwünscht; auch die Küche kann nach Norden liegen, wenn sie nicht als Wohnküche ausgebildet wird.

¹⁰⁰) Ordnet man die Aborte außerhalb des Stationsgebäudes an, was sich in den meisten Fällen wird vermeiden lassen (vgl. Fußnote ¹⁰¹) und häufig zu Klagen der Beamten führt, so ist es zweckmäßig, neben dem Stationsgebäude einen Wirtschaftshof anzuordnen, zu dem ein unmittelbarer Ausgang von der Wohnungstreppe aus führt, und an dem dann der Abort, meist mit dem Stallgebäude vereinigt, liegt.

¹⁰¹) Ausreichende Lüftung läßt sich leicht erreichen, wenn man den Abort an einem offenen balkonartigen Austritt, der an den Flur anschließt, anlegt (Abb. 5, S. 419 Jahrg. 1909 d. Zentralbl. d. Bauverwaltung.), und wenn man außerdem den Tonnenraum oder die Grube sorgfältig über Dach entlüftet.

führung der Fäkalien gesorgt ist, können die Aborte auch in Verbindung mit den Wohnungen angelegt werden¹⁰²).

Im übrigen sind die „Grundsätze für die Aufstellung und Ausführung von Entwürfen zu Dienstwohngebäuden für die mittleren und Unterbeamten der Staatseisenbahnverwaltung“ zu beachten¹⁰³).

11. Unterkellerung.

Der Umfang der Unterkellerung der Stationsgebäude ist nach dem tatsächlichen Bedürfnis¹⁰⁴) zu bemessen und im allgemeinen möglichst einzuschränken, sofern nicht Lagerräume für Stationszwecke¹⁰⁵) erforderlich sind und eine Tieferführung der Fundamente ohnehin durch die Lage des guten Baugrundes geboten ist¹⁰⁶).

Wird infolgedessen nur ein Teil des Gebäudes unterkellert, so sind die Keller, wenn nicht besondere Umstände entgegenstehen¹⁰⁷), unter den Diensträumen anzuordnen, um die Erwärmung zu erleichtern¹⁰⁸).

¹⁰²) Eine Verbindung des Aborts mit der Wohnung empfiehlt sich wegen seiner Benutzung bei Krankheitsfällen und schlechtem Wetter.

¹⁰³) Veröffentlicht im Eisenbahn-Verordnungs-Blatt 1906 Nr. 53, Seite 489 u. ff. Die hier hauptsächlich in Frage kommenden Bestimmungen, soweit sie nicht in den vorstehenden Fußnoten schon enthalten sind, ordnen an, daß die lichte Höhe der Wohnräume für Unterbeamte 2,80 m, für mittlere Beamte 3 m betragen soll. Die lichte Weite der Treppenhäuser ist nicht unter 2,30 m zu bemessen; auf die Stellung der Betten ist bei Anordnung der Fenster und Türen Rücksicht zu nehmen.

¹⁰⁴) Ist eine Stellwerkanlage im Dienstraum vorzusehen, so ist hierfür ein Spannwerkraum im Keller anzulegen von etwa 2,90 m lichter Höhe bei etwa 4 m Breite. Die Länge richtet sich nach der Länge des Spannwerks, auf dessen beiden Seiten 0,50 bis 1 m freier Raum zur Vornahme von Instandsetzungsarbeiten u. dgl. bleiben muß.

Im übrigen beschränkt sich das Bedürfnis auf einen Kellerraum (von etwa 6 qm Größe) für jede Wohnung und einen Kohlen- und Petroleumkeller für die Station. Bei größeren Gebäuden werden außer den für den Wirtschaftsbetrieb nötigen Bier-, Kohlen-, Vorratskellern usw. (vgl. Fußnote ⁹⁶), S. 254) Räume für die Sammelheizungsanlage erforderlich, bestehend aus dem Kesselraum, dem Kohlenkeller und dem Heizerraum. Der Fußboden des Kesselraumes ist gegen den der übrigen Kellerräume um 1 bis 1,5 m einzusenken, um für die Rücklaufleitungen das erforderliche Gefälle zu erhalten. Der Kohlenkeller erhält zweckmäßig auf der Bahnsteigseite einen Einwurfschacht; die zu ihm führenden Türen müssen nach außen aufschlagen, damit sie nicht durch vorfallende Kohlen versperrt werden.

¹⁰⁵) z. B. für Signallampen und ähnliches.

¹⁰⁶) Ist für die Kellerräume gute Licht- und Luftzuführung gesichert, z. B. durch Tieferführen eines Hofes bis zur Kellersohle (Abb. 2, S. 27 Jahrg. 1908 d. Zeitschr.) oder ihre Lage an einem Geländeeinschnitt, so kommt auch die Anlage von Aufenthaltsräumen für Verschieber usw. im Kellergeschoß in Frage.

¹⁰⁷) Wie bei den Kellern für den Wirtschaftsbetrieb.

¹⁰⁸) Zu diesem Zwecke müssen im Winter sämtliche Kellerfenster geschlossen gehalten werden, was häufig versäumt wird. (Schluß folgt.)

Der Umbau des Hauptpersonenbahnhofs Cassel.

Vom Regierungsbaumeister Masur in Nordhausen.

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

(Alle Rechte vorbehalten.)

I. Geschichtliche Entwicklung der Casseler Bahnhofsanlagen.

Cassel, die frühere Hauptstadt des Kurfürstentums Hessen, jetzt Hauptstadt der Provinz Hessen-Nassau und Königlich Preussische Residenzstadt, eine Großstadt von 155000 Einwohnern, hat durch seine geographische Lage im Herzen Deutschlands für den Eisenbahnverkehr eine besondere Bedeutung. Es liegt an der betriebs- und verkehrstechnischen Gabelung der großen Linien Frankfurt — Gießen — Nordhausen — Berlin und Frankfurt — Hannover — Hamburg und am Schnittpunkt dieser Linien mit der eine Schnellzugsverbindung von Rheinland-Westfalen nach Thüringen und Sachsen herstellenden Strecke Warburg — Cassel — Bebra. Ferner ist es Ausgangspunkt der Nebenlinien nach Wilhelmshöhe — Waldkappel und Obervellmar — Volkmarsen.

Die genannten Schnellzugstrecken waren früher teils Privatbahnen, teils hessische oder hannoversche Staatsbahnen. Die erste Linie, die Cassel und damit das damalige Kurfürstentum Hessen erhielt, war die von der kurhessischen Friedrich-Wilhelms-Nordbahn-Gesellschaft am 18. September 1848 eröffnete Strecke Bebra — Cassel — Haueda (Warburg), die, wörtlich nach der Bestätigungs-Urkunde des Kurfürsten Friedrich Wilhelm: „an die Thüringische Eisenbahn sich unmittelbar anschließend, von dem Anschlußpunkte aus über Hönebach, Rotenburg und Melsungen nach Cassel und weiter zur preussischen Grenze bei Haueda, behufs Anschlusses an die Minden — Kölner Bahn führt.“ Diese Bahn stellte die erste Verbindung der beiden getrennten östlichen und westlichen Landesteile Preußens her und war darum von Anfang an von großer Bedeutung. Bereits in den nächsten Jahren 1849 und 1850 wurde die „Main-Weser-Bahn“ Cassel — Gießen — Frankfurt dem Verkehr übergeben. Darauf folgte in den Jahren 1853 — 1856 die „Hannoversche Südbahn“ Cassel — Hannover, während die Verbindung mit Halle über Münden — Leinefelde, die „Halle-Casseler Bahn“ als Teil der sogenannten Kanonenbahn Berlin — Metz erst im Jahre 1872 eröffnet wurde.

Die Bahnanlagen Cassels sind auf der Übersichtskarte (Abb. 6 Bl. 50) dargestellt. Hiernach besitzt Cassel für den Personenverkehr den Bahnhof Cassel-Oberstadt mit einem daneben liegenden Ortsgutbahnhof, dessen Hauptbedeutung im Stückgutverkehr liegt. Im unteren Stadtteil liegt der Rohgutbahnhof Cassel-Unterstadt mit vielen bedeutenden Industrieanschlüssen. Dem inneren Eisenbahndienst dient der besondere große Verschiebebahnhof und das sogenannte Bahndreieck mit den Lokomotivschuppen.

Der Personenbahnhof Cassel-Oberstadt ist ein Kopfbahnhof mit einem die Kopfgleise hufeisenförmig umfassenden Empfangsgebäude, das noch aus dem Jahre 1851, also aus den allerersten Anfängen des hessischen Eisenbahnwesens stammt und in seiner äußeren Gestalt bisher unverändert erhalten geblieben war. Die Gleisanlagen selbst erfuhren indessen einen mehrfachen Umbau. Nach der am 1. Januar 1882 erfolgten Verstaatlichung der Bergisch-Märkischen

Eisenbahnunternehmen, in deren Besitz die Friedrich-Wilhelms-Nordbahn übergegangen war, gelangten die letzten Teile der Bahnanlagen Cassels in den Besitz des preussischen Staates. Größere Umbauten der Bahnhofsanlagen waren durch diese Zusammenfassung in eine Hand zunächst nicht nötig. Nur einige unwesentliche Änderungen folgten in den nächsten Jahren. Ein umfassender Umbau des Hauptpersonenbahnhofs fand erst in den Jahren 1899 — 1903 statt. Der vorhandene einzige breite Mittelsteig wurde damals beseitigt, und unter Ausnutzung des zwischen den Flügeln des hufeisenförmigen Empfangsgebäudes vorhandenen Platzes wurden drei Zungenbahnsteige mit zusammen sechs Bahnsteigkanten erbaut. Vor dem Empfangsgebäude wurden nach der Bahnseite zu besondere Bauten für neue Wartesäle errichtet. Eine nennenswerte räumliche Erweiterung der Bahnhofsanlagen brachte dieser Umbau nicht.

II. Art und Größe des Eisenbahnverkehrs auf dem Personenbahnhof.

Die tägliche Zugbelastung des Bahnhofes betrug im Jahre 1895 52 einlaufende und 51 auslaufende, zusammen also 103 Züge. Diese Zahlen stiegen im Jahre 1900 auf $70 + 70 = 140$, im Jahre 1910 auf 256 Züge, und nach dem Sommerfahrplan 1913 berühren 178 einlaufende und 173 auslaufende, zusammen also 351 Züge des öffentlichen Verkehrs den Bahnhof.

Tafel I.

Zugverkehr auf Bahnhof Cassel im Jahre 1895.

1	2	3	4	5	6					
						Z a h l d e r				
						enden- den oder begin- nenden	durch- gehen- den	enden- den oder begin- nenden	durch- gehen- den	Eil- güter- züge
Personenzüge		Schnell- und D-Züge								
1. von Hannover . . .	3	1	—	3	2					
2. nach „ . . .	1	3	—	3	2					
3. von Nordhausen . .	5	—	—	2	—					
4. nach „ . . .	5	—	—	2	—					
5. von Warburg . . .	5	3	—	4	—					
6. nach „ . . .	5	2	—	4	—					
7. von Frankfurt a. M.	3	3	—	5	2					
8. nach „ . . .	6	1	—	5	2					
9. von Bebra . . .	2	2	—	3	—					
10. nach „ . . .	2	3	—	3	—					
11. von Waldkappel . .	3	—	—	—	—					
12. nach „ . . .	3	—	—	—	—					
13. von Volkmarsen . .	—	—	—	—	—					
14. nach „ . . .	—	—	—	—	—					
Zusammen	43	18	—	34	8 = 103 Zug- fahrten					

Die Zahl der endenden Züge beträgt 43.

„ „ „ durchgehenden „ „ $\frac{18 + 34 + 8}{2} = 30$.



Abb. 1. Empfangsgebäude mit neuem Anbau.

Bei dieser Zugbelastung betrug die Zahl der verkauften Fahrkarten:

im Jahre 1895	894 000 Stück
„ „ 1900	993 000 „
„ „ 1905	1 292 000 „
„ „ 1910	1 581 000 „

und die Einnahmen aus dem Personenverkehr beliefen sich:

im Jahre 1895 auf	2 025 000 Mark
„ „ 1900	2 729 000 „
„ „ 1905	3 314 000 „
„ „ 1910	3 804 000 „

Hiernach stieg in dem 15jährigen Zeitraum von 1895 bis

gehender Fahrkarten auf kleineren Stationen, die Steigerung der Einnahmen der Station Cassel und der Zahl der verkauften Fahrkarten hintangehalten haben, seine volle Erklärung findet die unverhältnismäßig große Zugvermehrung erst durch die steigende Anteilnahme Cassels am Durchgangsverkehr und die dadurch bedingte Vermehrung der Durchgangszüge, durch die eine betriebliche Mehrbelastung und eine Verschiebung der Bedeutung des Bahnhofes untrennbar verknüpft ist, ohne daß dies an den beiden anderen Zahlen notwendigerweise zum Ausdruck zu kommen braucht.

Die beiden Tafeln I und II geben ein Bild von der Steigerung der Zugfahrten und der Anteilnahme der durchgehenden Züge an dieser Steigerung.

1910 die Zahl der Züge um 171 vH., die Zahl der verkauften Fahrkarten um 79 vH. und die Einnahmen um 88 vH.

Die große Vermehrung der Zugzahl mag, abgesehen von der 1897 erfolgten Eröffnung der Nebenbahn nach Volkmarsen, durch allgemeine Verbesserung der Verkehrsverhältnisse, durch Vermehrung und Neubildung von Zügen jeder Art und von Triebwagen zur Befriedigung des örtlichen Vorortverkehrs stark beeinflußt sein, andererseits mögen Maßnahmen wie die Aufhebung der Rückfahrkarten, die vermehrte Ausgabe durch-

Tafel II. Zugverkehr auf Bahnhof Cassel im Jahre 1913 (Sommerfahrplan).

1 Zugrichtung	Zahl der								
	2 endenden oder beginnenden		3 durchgehenden		4 Triebwagen	5 endenden oder beginnenden		6 durchgehenden	
	Personenzüge		Schnellzüge			7 durchgehende Eilgüterzüge	8 endenden oder beginnenden Postsonderzüge, Militäurlauberzüge, Vorzüge, Auswandererzüge		
1. von Hannover	7	2	5	3	8		2	2	5
2. nach „	1	4	5	1	8	2	2	7	
3. von Nordhausen	8	—	—	2	5	—	6	2	
4. nach „	8	—	—	3	5	—	4	4	
5. von Warburg	6	3	4	1	7	1	3	3	
6. nach „	8	2	4	1	7	2	—	—	
7. von Frankfurt a. M. . . .	4	4	2	—	13	2	3	9	
8. nach „	7	2	2	1	13	2	4	7	
9. von Bebra	7	2	—	3	7	2	2	—	
10. nach „	6	3	—	2	7	1	2	1	
11. von Waldkappel	17	—	11	—	—	—	—	—	
12. nach „	13	—	11	—	—	—	—	—	
13. von Volkmarsen	8	—	—	—	—	—	—	—	
14. nach „	8	—	—	—	—	—	—	—	
Zusammen	108	22	44	17	80	14	28	38	
	Die Zahl der endenden Züge beträgt $108 + 44 + 17 + 28 = 197$.								
	„ „ „ durchgehenden „ „ $\frac{22 + 80 + 14 + 38}{2} = 77$.								

= 351 Zugfahrten.

Im Jahre 1895 berührten 30 Durchgangszüge (je eine Ein- und Ausfahrt zusammen als ein Zug gerechnet) den Bahnhof, im Sommer 1913 werden es schon 77 sein. Wenn auch schon durch die übermäßige Vermehrung der kleinen, dem Ortsverkehr dienenden Vorortzüge, der Triebwagen und der Nebenbahnzüge die Steigerung des Anteils der Durchgangszüge an der Gesamtzahl etwas herabgedrückt erscheint, so genügt die absolute Höhe der Steigerung der Durchgangszüge, um die Eigenheit des Bahnhofes und seine wachsende Bedeutung als Durchgangsbahnhof innerhalb des großen Eisenbahnnetzes zu kennzeichnen.

In gerechter Würdigung der großen und unaufhaltsam weitersteigenden eisenbahntechnischen Bedeutung des Durchgangsverkehres gegenüber dem Ortsverkehr und der von jenem an die Bahnhofsanlagen gestellten höheren Anforderungen wäre man berechtigt, vom rein eisenbahntechnischen Standpunkt aus bei einem so weitgehenden Bahnhofsumbau in erster Linie die Berücksichtigung der Bedürfnisse des Durchgangsverkehres durch Schaffung eines Durchgangsbahnhofes zu erwarten. Leider scheiterte diese Forderung in Cassel an den örtlichen Verhältnissen, und der Kopfbahnhof Cassel-Oberstadt muß auch nach dem Umbau als solcher erhalten bleiben.

III. Mängel des Personenbahnhofs und Zweck des Umbaus.

Die betrieblichen Nachteile eines Kopfbahnhofes sind zu bekannt, als daß es hier am Platze wäre, im einzelnen darauf einzugehen. Es sei nur als besondere Eigenheit der Lage des Bahnhofes Cassel erwähnt, daß er die Durchgangszüge Frankfurt—Hamburg oder Frankfurt—Berlin zu einem Umweg von 4500 Metern und die Züge Westfalen—Thüringen gar von 7100 Metern zwingt, gegenüber Betriebslängen von 1100 und 2100 Metern, die ein Durchgangsbahnhof an richtiger Stelle erfordern würde. Dieser Umweg entspricht unter Beachtung der notwendigen vorsichtigen Einfahrt einem Zeitverlust von etwa 10 Minuten bei der ersteren Zugrichtung und von 15 Minuten bei der anderen Richtung, wobei die aus der geringeren Leistungsfähigkeit eines Kopfbahnhofes sich ergebenden Zuschläge noch nicht enthalten sind.

Der Gründe, die die Beibehaltung des Kopfbahnhofes notwendig machten, gibt es mehrere. Die Umwandlung des Kopfbahnhofes in einen Durchgangsbahnhof an der jetzigen Stelle ist aus technischen Gründen und wegen der Kostenfrage ausgeschlossen. Für den örtlichen Personenverkehr befindet sich der Bahnhof in einer kaum besser zu wünschenden Lage. Die Stadt ist in ihn derartig hineingewachsen, alle wirtschaftlichen Werte sind im weiten Umkreis so von ihm abhängig, daß eine gänzliche Aufgabe des Bahnhofes die Grenzen überschreiten würde, die der Eisenbahnverwaltung als öffentlich rechtlichem, der Allgemeinheit dienendem Unternehmen und als staatlicher Einrichtung gesteckt sind. Ein Durchgangsbahnhof an eisenbahntechnisch vorteilhafter Stelle würde etwa zwischen Rothenditmolde und Wahlershausen liegen müssen. Eine so weitgehende Bahnhofsverlegung würde um so mehr eine geradezu umstürzende Bedeutung haben, als die nur schwach wachsende, verhältnismäßig stille und industriearme Residenzstadt Cassel kaum imstande wäre, auch innerhalb einer weiteren Zukunft an den neuen

Bahnhof heranzuwachsen und die jetzt noch überwiegend dörflichen Vororte zu Großstadtvierteln umzugestalten. Daher wäre auch in einem solchen Falle die Beibehaltung des Bahnhofes Oberstadt für den Ortspersonenverkehr eine unumgängliche Notwendigkeit, und für eine derart durchgreifende Maßnahme ist die Zeit wohl noch nicht reif. Hierzu kommt, daß der jetzige, von seinen Schöpfern sehr weitsichtig angelegte Bahnhof doch noch entwicklungsfähig ist, und daß der vorhandene Platz die Frage einer Hinausverlegung des Bahnhofes noch nicht als unabweisbar zwingendes Muß auftreten läßt, dem sich die Wünsche des örtlichen Gemeinwesens unterordnen müßten, wie es bei so vielen anderen Bahnhofsverlegungen notwendig und möglich war.

Die nach Cassel führenden Hauptlinien sind als drei selbständige zweigleisige Strecken in der Form des Linienbetriebes bis an die Bahnsteige herangeführt. Die eine Nebenbahn von Wilhelmshöhe mündet außerdem noch als selbständige Strecke in den Bahnhof, während die andere von Volkmarshausen bereits auf einem Vorbahnhof mit der westfälischen Hauptlinie vereinigt wird. Diese Art des Linienbetriebes der Hauptstrecken nimmt naturgemäß auf die von einer Strecke auf die andere übergehenden Durchgangszüge keine Rücksicht; der Übergang dieser Züge ist daher vielfach nur unter Benutzung mehr oder weniger langer Weichenstraßen innerhalb des Bahnhofes möglich. Durch die außerordentlich gestiegene Zahl der Durchgangszüge begann diese Art ihrer Überleitung bald ein unerträgliches Hindernis für die pünktliche und sichere Betriebsführung im Bahnhof zu werden, um so mehr als durch die Anspannung des Fahrplanes zur beschleunigten Durchführung der großen Schnellzüge auf eine Verkürzung der Aufenthaltszeiten hingearbeitet werden mußte. Der geschilderte Mißstand wird, nachdem die Möglichkeit einer Bahnhofsverlegung verneint werden mußte, in großzügiger Weise durch Schaffung zweier neuen Strecken zur selbständigen Einführung der Durchgangszüge aus der Richtung von Frankfurt und von Westfalen behoben.

Rein theoretisch betrachtet, sind zur Überleitung von Durchgangszügen bei drei zweigleisigen Strecken eines Kopfbahnhofes sechs Verbindungen nötig, da tatsächlich in Cassel ein Übergang von jeder der drei einmündenden Hauptlinien auf jede andere stattfindet. Ein Blick auf Abb. 1 Bl. 50 lehrt, daß zwei davon ohne weiteres durch eine einfache Weichenverbindung zu schaffen sind, da die betreffenden Gleise im Bahnhof als benachbarte nebeneinander liegen. Da aber nur zwei neue schienenfreie Verbindungen hergestellt werden, bleiben tatsächlich zwei Übergänge nur in bisheriger Weise durch Schienenkreuzung möglich. Dies sind die Verbindungen von Westfalen nach Nordhausen und umgekehrt, die allerdings nur von je einem Schnellzuge Köln—Halle—Breslau benutzt werden. Dieser Zug nimmt also an der neuen Ordnung als Ausnahme nicht teil. Die Schaffung besonderer Verbindungen auch für diese Richtungen würde nach den örtlichen Verhältnissen ganz außerordentliche Kosten verursachen, die in Anbetracht der seltenen Benutzung nicht ausreichend begründet gewesen wären.

Mit dieser einen Ausnahme kann man die neue Anordnung, soweit diese Bezeichnung bei einem alten Kopfbahnhof überhaupt angebracht ist, als Übergang vom Linienbetrieb

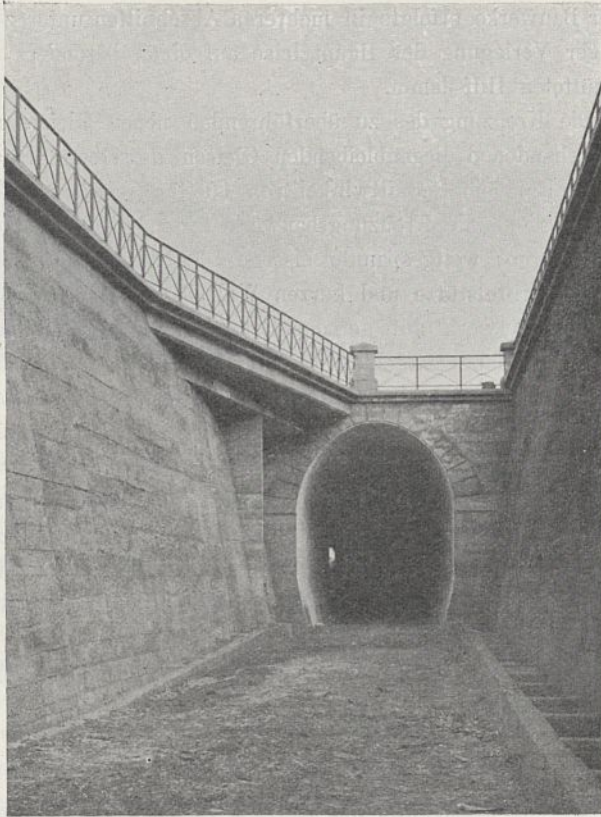


Abb. 2. Tunnel für das Schnellzugsgleis von Frankfurt a. M. Westlicher Tunnelmund und Voreinschnitt.

in eine Art von Richtungsbetrieb auffassen. Sie ermöglicht es, die einfahrenden Durchgangszüge ohne Kreuzung einer anderen Fahrstraße oder eines Verschiebeweges auf das zugehörige Bahnsteiggleis zu leiten, von dem aus sie rückwärts bei der Ausfahrt gleichfalls ohne Schienenkreuzung durch eine einfache Weichenverbindung das betreffende Ausfahrtsgleis erreichen. Hand in Hand mit dieser Maßregel ging eine erhebliche Vergrößerung des Personenbahnhofes durch Vermehrung der Bahnsteigkanten und der Abstellgleise.

Die vorhandenen sechs Bahnsteigkanten des eigentlichen Bahnhofes reichten für den immer mehr steigenden Personenverkehr nicht mehr im entferntesten aus. Von der Innehaltung einer geregelten Fahrordnung war zu Zeiten des gesteigerten Verkehrs manchmal keine Rede mehr. Es gehörte nicht zu den Seltenheiten, daß auf einem Bahnsteig in demselben Gleis zwei, mitunter sogar drei Züge abgefertigt werden, und daß auch einfahrende Züge auf ein bereits mit einem Zuge besetztes Gleis geleitet werden mußten. Das Umsetzen von Kurs-, Post- oder Packwagen stieß auf Schwierigkeiten und war mitunter nur mit großem Zeitverlust ausführbar. Diese dem öffentlichen Verkehr erwachsenden Schwierigkeiten wurden noch dadurch gesteigert, daß der eigentliche Personenbahnhof mit Nebenaufgaben belastet war, zu deren Bewältigung die an sich ungenügenden Personengleise mit hinzugezogen werden mußten. Der nördlich des Personenbahnhofes liegende Ortsgutbahnhof war nur mitten aus dem Personenbahnhof heraus unter Kreuzung der Hannoverschen Hauptgleise zu erreichen. In gleicher Weise konnten die 22 einfahrenden, dem Verkehr von Beamten und Arbeitern innerhalb der Casseler Bahnhöfe dienenden sogenannten Verbindungszüge nur unter Kreuzung derselben Hannoverschen

Hauptgleise nach ihrer Abfahrtsstelle im Ortsgutbahnhof gelangen. Ein Teil dieser Züge wurde oftmals in den Innenbahnhof hineingenommen, die Zahl der hier zu bewältigenden Züge noch vermehrend. Auch für den Verkehr der Maschinen zwischen dem Innenbahnhof und den Lokomotivschuppen im Bahndreieck waren die Gleisanlagen unzweckmäßig, da sie für fast sämtliche in Ruhe fahrenden Maschinen die Kreuzung der Hannoverschen Hauptgleise durch eine eigene Weichenstraße forderten. Die am Südrande des Personenbahnhofes liegenden Anlagen des Postverkehrs, wie die am Nordrande liegenden für den Eilgutverkehr waren längst unzureichend geworden, und für beide Zwecke wurde die Inanspruchnahme von Gleisen des Personenbahnhofes eine zwingende, von Jahr zu Jahr lästiger empfundene Notwendigkeit. Neben der eigentlichen Vergrößerung des Personenbahnhofes war daher eine Befreiung von diesen Nebenaufgaben durch bessere Ausgestaltung der ihnen dienenden Anlagen geboten. Der Ortsgutbahnhof wurde von dem Personenbahnhof gänzlich losgelöst und durch eine eigene selbständige zweigleisige Verbindungsbahn mit dem Verschiebebahnhof verbunden. Die dem inneren Dienst dienenden Verbindungszüge wurden aus dem Personenbahnhof herausgenommen und auf derselben zweigleisigen Verbindungsbahn nach einem eigenen Bahnsteig nördlich des Ortsgutbahnhofes geleitet. Für den Maschinendienst wurde eine eigene zweigleisige Verbindung nach den Schuppen hergestellt. Die Anlagen für den Eilgut- und Postverkehr wurden vergrößert und mit eigenen ausreichenden Gleisen ausgestattet.

Die Zahl der Bahnsteigkanten, die jetzt nur noch dem öffentlichen Verkehr zu dienen haben, wird auf elf vermehrt, die von sechs Bahnsteigen her zugänglich sind. Bei der für diese neuen Bahnsteige aufgestellten Fahrordnung war der Grundsatz maßgebend, alle ausfahrenden Züge derselben Fahrriichtung stets von den gleichen Gleisen ausfahren zu lassen, um den abfahrenden Reisenden das Zurechtfinden zu erleichtern. Die einfahrenden Durchgangszüge müssen daher, gleichgültig, aus welcher Richtung sie ankommen, gleich bei der Einfahrt auf ihr zugehöriges Ausfahrtsgleis geleitet werden. Die einzelnen Bahnsteige haben hiernach folgende, auch aus dem Lageplan Abb. 3 Bl. 50 ersichtliche Zweckbestimmung: Bahnsteig 1 und 2 Richtung nach Hannover und Nordhausen, Bahnsteig 3 Richtung nach Frankfurt a. M., Bahnsteig 4 Richtung nach Bebra, Bahnsteig 5 Richtung nach Warburg und Volkmarsen, Bahnsteig 6 Richtung nach Wilhelmshöhe und Waldkappel (Nebenbahnzüge).

Die Bahnsteigsperrre, die bisher in der Vorhalle lag, wird in der gleichen Weise beibehalten, die Querhalle und Wartesäle liegen sonach wie bisher innerhalb der Sperrre, und die sechs Zungensteige bleiben vom Quersteig aus frei zugänglich.

Die Abstellgleise werden, so weit der vorhandene Raum es irgend zuläßt, vermehrt. Ein eigentlicher Abstellbahnhof konnte nicht geschaffen werden, vielmehr wurden zur Bereitstellung der Zugsätze des regelmäßigen Verkehrs Abstellgleise in der Nähe der Bahnsteige hergestellt, während für Verstärkungswagen und sonstige, weniger oft gebrauchte Zugsätze an mehreren etwas entfernter liegenden Stellen einige Bündel von Aufstellgleisen vorgesehen sind.

IV. Die Bauten der Bahnhofserweiterung.

a) Die beiden neuen Schnellzugstrecken.

Bei den beengten örtlichen Verhältnissen kennzeichnen sich die beiden neuen Schnellzugstrecken von Frankfurt und von Westfalen als eine Häufung von Bauwerken. Das Schnellzugsgleis von Frankfurt a. M. schwenkt bei dem Haltepunkt Kirchditmold von der alten Strecke ab und unterfährt mittels eines besonderen Bauwerkes die vorhandenen westfälischen Hauptgleise, führt weiter in einem sehr spitzen Winkel unter neun Bahnhofsgleisen hindurch und erfordert hier als Hauptbauwerk einen 6 m unter Grundwasser liegenden Untergleis-tunnel von 400 m Länge mit anschließenden Zufahrtsrampen zwischen hohen Futtermauern, die dem Gesamtbauwerk eine Länge von 1000 m geben. Die größte Steigung des Gleises beträgt 1:80. Da es möglich war, für das namentlich im westlichen Teil außerordentlich stark fließende Grundwasser durch einen längeren, teilweise bergmännisch unter anderen Gleisen vorgetriebenen Entwässerungskanal natürliche Vorflut zu schaffen, konnte von einer künstlichen Dichtung des Tunnels und der Rampenmauern abgesehen werden. Das Grundmauerwerk eines 1200 cbm fassenden Wasserturmes und zwei Pfeiler einer Straßenbrücke mußten bei dem Tunnelbau um 3 m vertieft werden. Die Ausführung des Tunnels erfolgte durchweg in offener Baugrube unter schrittweiser Verlegung der Betriebsgleise. Das gesamte Bauwerk besteht aus Stampfbeton und umfaßt 25 000 cbm dieses Baustoffes. Der westliche Teil des Tunnels hat eine gewölbte Decke, der östliche Teil, für den die Bauhöhe sehr beschränkt war, eine gerade Decke aus Walzträgern mit Betonkappen. Die Futtermauern des östlichen Voreinschnittes wurden auf eine gemeinsame eisenbewehrte Betonplatte gesetzt, da man, wie an so vielen anderen Stellen, auf eine alte Aufschüttung stieß, die für den einseitigen Druck selbständiger Futtermauern nicht genügend tragfähig war. Text-Abb. 2 und die Abb. 7 bis 10 Bl. 50 zeigen einige Querschnitte und Ansichten des eisenbahntechnisch bemerkenswerten Bauwerkes.

Die andere Linie für die Durchgangszüge von Westfalen, die bei Harleshausen von der alten Strecke abzweigt, führt auf Dämmen von 10 m Höhe über die zu kreuzenden Gleise hinweg. Auf wenige hundert Meter zusammengedrängt sind auch hier mehrere, wegen des spitzen Kreuzungswinkels ungewöhnlich langgestreckte Bauwerke mit langen Futtermauern notwendig, zu denen noch zwei Wegeunterführungen an Stelle aufgehobener Planübergänge hinzukommen. Die Herstellung

dieser Bauwerke erfolgte in mehreren Abschnitten unter zeitweiliger Verlegung der Hauptgleise auf einen besonders angeschütteten Hilfsdamm.

Die Kreuzung des zu überführenden neuen Gleises mit den vorhandenen liegenbleibenden Gleisen derselben Strecke mußte mit einem Schnittwinkel von 10 Grad erfolgen. Für das zu errichtende Kreuzungsbauwerk traten in Wettbewerb die Lösungen: weitgespannte eiserne Überbauten mit portalähnlicher Mittelstütze und kurzen Widerlagern, oder tunnelähnliches Bauwerk mit gerader Betondecke zwischen Walzträgern und langgestreckten Widerlagern längs der unteren Gleise. Da bei einer Vergleichsrechnung sich die Baukosten beider Lösungen etwa gleich hoch stellten, die letztere aber den Vorteil der besseren Durchführung des Gleises mit Schotterbett und der geringeren Unterhaltungskosten bot, wurde das tunnelähnliche Bauwerk in Stampfbeton ausgeführt; zur Ersparung von Beton und zur besseren Lüftung und Beleuchtung wurden die Widerlager in Pfeiler mit Bogen aufgelöst (Abb. 4 u. 5 Bl. 50 sowie Text-Abb. 4).

Text-Abb. 5 zeigt ein weiteres Bauwerk der neuen Schnellzugstrecke.

b) Der neue Ortsgutbahnhof.

Der zur Erreichung des anderen Zweckes des Umbaues, nämlich der Erweiterung des inneren Personenbahnhofs notwendige Platz ist durch Verschiebung des nördlich des Personenbahnhofs liegenden Ortsgutbahnhofs und Abbruch des langen Nordflügels des Empfangsgebäudes gewonnen worden. Der als Ersatz errichtete neue, erheblich vergrößerte Ortsgutbahnhof ist, wie bereits erwähnt, von dem Personenbahnhofs vollkommen gelöst und mit dem großen Verschiebebahnhof in Cassel-Rothenditmold durch eine eigene zweigleisige Strecke verbunden. Seine Bedienung erfolgt durch zwölf ankommende und zwölf abfahrende Übergabezüge.

Der Ortsgutbahnhof wurde als erster Teil des gesamten Umbaues in den Jahren 1909 bis 1911 auf einem für über 2 000 000 Mark erworbenen früheren Fabrikgelände erbaut. Dem Stückgutverkehr, der in den zehn Jahren seit dem letzten großen Umbau eine Steigerung von 62 200 t auf 81 800 t, also um 31 vH. aufweist, dienen zwei getrennte Güterschuppen für Empfang und Versand. Der 18 m breite und 150 m lange Empfangsschuppen ist mit einem besonderen Zollschuppen örtlich vereinigt, um so entsprechend der neuen Zollordnung vom 1. April d. J. die Niederlegung von Zollgütern in dem Empfangsschuppen zu ermöglichen. Der

unter Benutzung des alten Versandschuppens erheblich vergrößerte neue Versandschuppen mit Feuerzeugrampe ist nur 11 m breit, hat aber eine Länge von 190 m und eine zweite gedeckte Überladebühne gleicher Länge mit zugehörigen Gleisen, um eine möglichst große Zahl

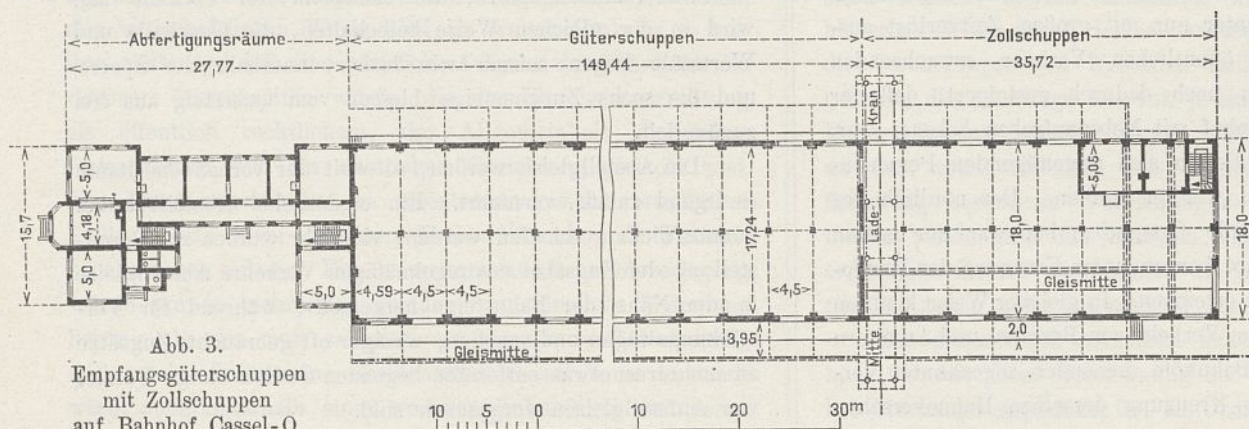


Abb. 3.
Empfangsgüterschuppen
mit Zollschuppen
auf Bahnhof Cassel-O.

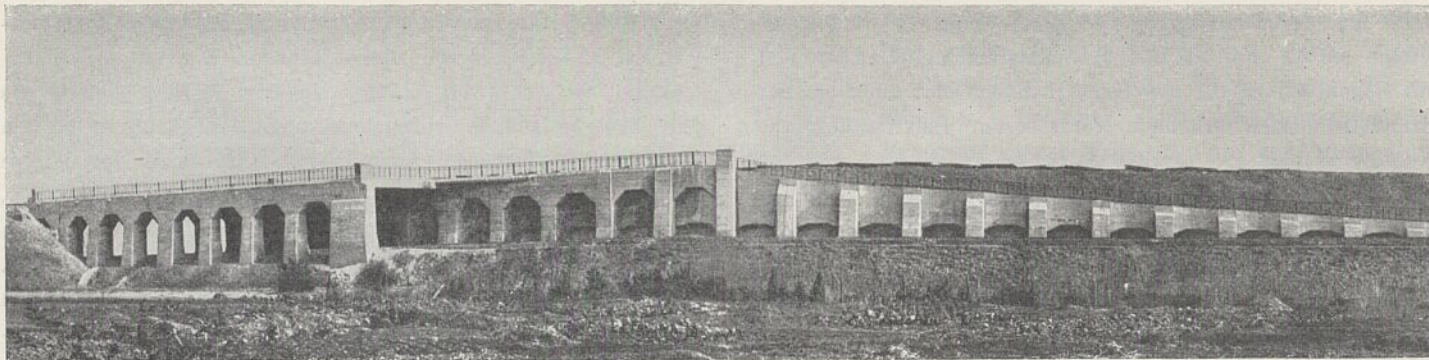


Abb. 4. Überführung des Schnellzuggleises von Westfalen über die Personenzuggleise von Westfalen. Ansicht von Westen.

von Kurswagen gleichzeitig bilden zu können. Für den Wagenladungsverkehr, der im gleichen Zeitraum von 114800 t auf 175000 t, also um 52 v.H. gestiegen ist, sind drei zungenförmige, zwischen den Bordkanten 15 m breite Ladestraßen und eine 180 m lange Seitenrampe mit fünf Kopfgleisen geschaffen. An der Nordseite des Güterbahnhofes liegt ein 5 m breiter, 250 m langer Bahnsteig, an dem im Laufe eines Tages vier Arbeiterzüge von und nach der Hauptwerkstätte in Rothenditmolde und vierzig Verbindungszüge für Beamte und Arbeiter nach dem Bahndreieck und dem Verschiebebahnhof Rothenditmolde abgefertigt werden.

Da das neu erworbene Gelände zum größten Teil erheblich tiefer lag als die Bahnhoffläche, waren größere Erdschütтарbeiten und tiefe Gründungen der Hochbauten notwendig. Text-Abb. 3 zeigt den Grundriß, und Abb. 2 Bl. 51 den Querschnitt des Empfangsschuppens.

c) Der Personenbahnhof.

Die vorhandenen drei Bahnsteige mit ihren Hallen werden im wesentlichen erhalten, nur werden die Längssteige als Hochbahnsteige umgebaut, während der Quersteig seine Höhe behält. Der Höhenunterschied zwischen Quersteigen und Längssteigen wird durch Rampen 1:30 überwunden. Die drei hinzukommenden neuen Bahnsteige schließen sich nördlich an die vorhandenen an; sie werden gleichfalls als Hochbahnsteige ausgebildet und erhalten unter Anlehnung an

die alten Hallen doppelstielige Einzelhallen mit durchgehendem Oberlicht mit Holzeindeckung. Nur die Halle auf Bahnsteig 1 wird wegen dessen geringer Breite einstielig und erhält zum leichteren Anschluß an die Querhalle eine pilzförmige Dachform. Die Wellblechbedachung der alten Hallen, die in dem zehnjährigen Zeitraum ihres Bestehens schon stark durch die Rauchgase der Maschinen angegriffen ist, wird durch Holzschalung mit doppelagigem Kiespappdach ersetzt, wobei die Hallen zur besseren Beleuchtung und Lüftung ein durchgehendes Oberlicht erhalten; auch werden sie gleich den neuen Hallen auf 200 m verlängert. Abb. 3 u. 4 Bl. 51 zeigen Schnitte durch die neuen Hallen, Text-Abb. 7 gibt eine Gesamtübersicht der im Bau befindlichen Bahnsteige und Hallen. Die zwischen den Personensteigen liegenden Post- und Gepäcksteige bleiben unbedacht.

Die neuen Bahnsteiggleise werden durch verschiebbare Bremsprellböcke Rawiescher Bauart mit je zwölf scharnierartig miteinander verbundenen Schleppschwelen abgeschlossen (vgl. Zentralbl. d. Bauverwaltung, Jahrgang 1911, S. 195). Da die Längssteige mit einer Länge von 335 m ausgeführt werden können, ist die Hergabe eines Bremsweges der Prellböcke von 15 m möglich, der mit der ansteigenden Rampe vom tiefliegenden Quersteig nach den hochliegenden Längssteigen zusammenfällt. Das Ende der Gleitbahn ist mit aufhebbaren, 1 m breiten Platten aus Eisenbeton überdeckt, die bei einem etwaigen Auffahren des Zuges übereinandergeschoben werden sollen. — Die quer

unter den Bahnsteigen herlaufenden Tunnel, nämlich der Gepäck-, der Post-, der Eilgut- und der Personentunnel werden bis unter die neuen Bahnsteige verlängert, der Eilguttunnel über diese nach Norden hinaus bis unter den sich nördlich an die Bahnsteige anschließenden neuen Eilgut-schuppen, der von ihm durch Aufzüge erreicht wird. Sämtliche Tunnelverlängerungen sind aus Stampfbeton hergestellt, ihre Decken bestehen, so weit sie unter Gleisen liegen, aus I-Trägern in Stampfbeton, im übrigen aus Eisenbeton. — Die Bahnsteige sind neben den üblichen Entwässerungs-, Wasser- und Gasleitungen ausgestattet mit einer Zugvorheizanlage und einer Preßgasleitung zum Füllen der Gasbehälter

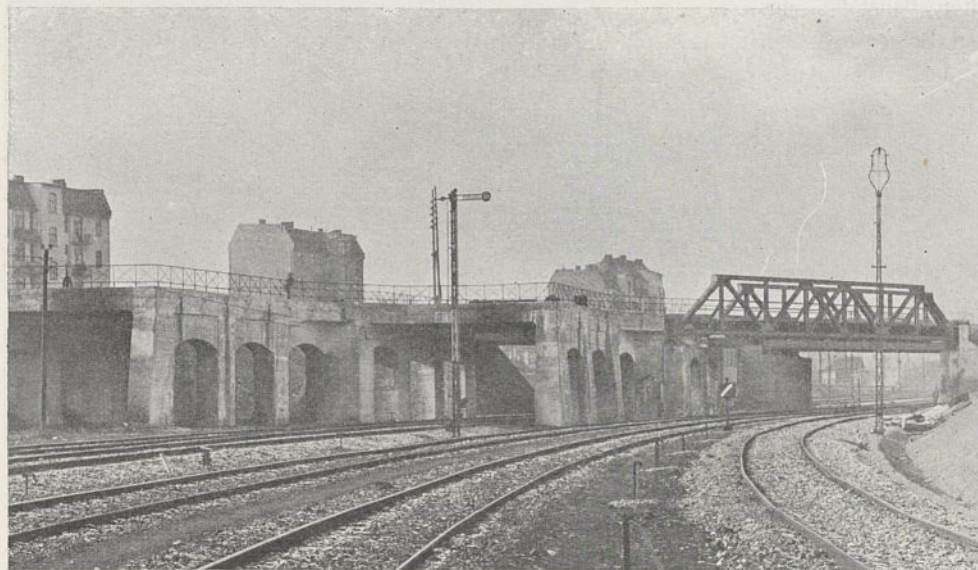


Abb. 5. Überführung des Schnellzuggleises von Westfalen über die Güter- und Personengleise von Wilhelmshöhe.

unter den Personenwagen. Die Beleuchtung der Bahnsteige erfolgt mittels 300 bis 600 HK-Metallfadenglühlampen und mit Bogenlampen, die aus einem bahneigenen, anlässlich des Bahnhofsumbaues erheblich vergrößerten Elektrizitätswerke gespeist werden.

Da der Oberstadtbahnhof an einem ziemlich steil von Süd nach Nord abfallenden Hange ruht, waren zu seiner Verbreiterung nach Norden zu sehr umfangreiche Erdschüttarbeiten und zur Ersparung von Grunderwerb die Errichtung hoher Futtermauern notwendig.

Eine von diesen (Abb. 2 Bl. 50), die nach einem Verträge aus Bruchsteinmauerwerk hergestellt werden mußte, und die eine Höhe von 22 m und eine Sohlenbreite von 10 m besitzt, gab zu Anfang dem Druck der dahinter angeschütteten Erdmassen in bedenklicher Weise nach, da der Baugrund dem durch Bildung von wasserführenden Rutschschichten hinter der Mauer übermäßig vergrößerten Erddruck nicht Widerstand leisten konnte, so daß größere Verstärkungsarbeiten durch Verbreiterung und Vertiefung der Grundsohle (a) notwendig wurden, um die Mauer vollkommen standsicher zu machen.

An anderer Stelle wurde mit gutem Erfolge — wohl zum erstenmal in diesem Umfange — eine 9 m hohe Stützmauer aus Eisenbeton als Winkelstützmauer mit Zugrippen errichtet (Abb. 7 u. 8 Bl. 51). Diese Mauer war auf einer hohen, alten Aufschüttung auszuführen, der man nach den Erfahrungen an der oben genannten Bruchsteinmauer die Last einer gewöhnlichen massiven Stützmauer nicht anvertrauen wollte, sodaß zur Erreichung des festen Baugrundes etwa 8 bis 10 m tiefe Grundpfeiler notwendig gewesen wären, die aber wegen eines unmittelbar vor der Mauer liegenden Betriebsgleises nur schwer hätten ausgeführt werden können. Dagegen konnte man die Winkelstützmauer mit ihrer breiten Grundplatte und ihrer geringen Bodenpressung unbedenklich auf die alte Schüttung setzen, auch schien eine Eisenbetonmauer, die durch senkrechte Fugen häufig unterteilt wurde, besser befähigt, die zu erwartenden kleinen Bewegungen und Senkungen gefahrloser auszuführen. Im übrigen ergaben Gegenentwürfe und Vergleichsrechnungen, daß Eisenbetonmauern wegen der teuren, besonders ausgewählten Baustoffe, des hohen Zementverbrauches (zu der 869 cbm Beton fassenden Mauer wurden 415 t Zement verbraucht), der Eiseneinlagen und der schwierigen Herstellung doch nur bei ganz besonderen Fällen, wie dem vorliegenden, mit einer gewöhnlichen Beton- oder Bruchsteinmauer in wirtschaftlichen Wettbewerb treten können.

In der Abb. 11 Bl. 50 ist noch ein Querschnitt, in Text-Abb. 8 eine Ansicht von ausgeführten Stützmauern dargestellt.

d) Das Empfangsgebäude.

Das Empfangsgebäude des Bahnhofes selbst erfährt durch den Umbau nur geringe Abänderungen. Das architektonisch bedeutsame Bauwerk (Text-Abb. 1) stammt, wie oben erwähnt, bereits aus dem Jahre 1851 und wurde unter dem persönlichen Einfluß des damaligen Kurfürsten von Hessen, Friedrich Wilhelm, in einer für jene Zeiten bewundernswerten Großzügigkeit und Weitsicht errichtet. Noch lange nach seiner Vollendung galt es als Muster eines großartigen, viel-

bestaunten und auch von Ausländern besuchten Bahnhofsbauwerks. Abgesehen von einem größeren Umbau der Innenräume, der vor zwölf Jahren ausgeführt wurde, genügte das Gebäude in seinen Größenabmessungen bis heute noch den ungeahnt gestiegenen Ansprüchen. Und auch der jetzige Umbau erhält das Gebäude in seinen wesentlichsten Teilen, so daß Cassel sich auch ferner eines der ältesten und in seiner Art schönsten Empfangsgebäude rühmen können. Nur der nördliche der beiden eingeschossigen langgestreckten Seitenflügel des hufeisenförmigen Gebäudes ist dem Vergrößerungsbedürfnis zum Opfer gefallen. An seiner Stelle wurde als Verlängerung des Querbaues am Bahnhofsvorplatz, aber gegen den Hauptbau etwas zurücktretend, ein neuer viergeschossiger Anbau hergestellt (Text-Abb. 1 und Abb. 6 Bl. 51). Bei der von vornherein erkannten Unmöglichkeit, den großen neuen Anbau in einheitliche Verbindung mit dem streng symmetrischen Hauptbau zu bringen, wurde auch auf eine ins einzelne gehende Nachbildung der alten Bauteile des in Renaissanceformen gehaltenen, reichlich mit Terrakotten und Sandsteinverkleidungen geschmückten alten Backsteinbaues verzichtet; der neue Flügel zeigt sich daher als vollkommen selbständiger, in einfachsten Formen gehaltener Backsteinbau mit sparsamer Verwendung von Terrakotten (Text-Abb. 1).

Die Gründung des Anbaues ist insofern bemerkenswert, als sie durch eine bis 12 m hohe ältere und neuere Anschüttung hindurch bis auf festen Baugrund erfolgen mußte. Durch diese wenig tragfähigen Schichten wurden im Abstand von 5 bis 9 m entsprechend der Achsenteilung des Gebäudes, schachtähnliche Baugruben abgeteuft, die zur Gewinnung eines Erdfußes oberhalb der Grundsohle scharf unterschritten und unmittelbar darauf mit Stampfbeton ausgefüllt wurden.

Die so entstandenen Betonsäulen wurden oben durch wagerechte Unterzüge aus Eisenbeton verbunden. Der Querschnitt (Abb. 6 Bl. 51) läßt diese Tiefgründung erkennen. Die der Wahl dieser Gründungsart vorhergehenden Untersuchungen, Berechnungen und Ausschreibungen ergaben für diese von der Eisenbahnverwaltung angegebene Gründung gegenüber all den neueren, von Sonderfirmen angebotenen Ausführungen, wie Betonpfähle jeder Art, biegungsfeste Grundplatte, Baugrundverdichtungen und dergleichen, eine solch erhebliche wirtschaftliche Überlegenheit, daß sie in allen ähnlichen Fällen, namentlich bei Fehlen von Grundwasser dringend empfohlen werden kann. Die tiefen Schächte erforderten nur geringe Auszimmerung, und das Unterstechen zur Verbreiterung der Grundsohle konnte bei allen 46 Schächten ohne Schwierigkeit ausgeführt werden. Die zur Ersparung von Mauerwerk möglichst hoch gelegten Eisenbetonunterzüge bilden teilweise die Umfassungsmauern der Kellerräume.

Der neue Anbau enthält außer den Diensträumen des Bahnhofes einen großen Telegraphensaal, zwei Warteräume (davon einen für Auswanderer und Sachsendänger), Wohnräume des Bahnhofswirtes, zwei mittlere Dienstwohnungen und in den beiden oberen Stockwerken ausgedehnte und allen neuzeitlichen Ansprüchen genügende Übernachtungszimmer für Zugpersonal mit Aufenthalts- und Lesezimmern, Kaffeeküche, Trockenräumen, großen Abort- und Badeanlagen, Dampfbad und ausgerüstet mit Sammelheizung, elektrischer Beleuchtung und Warm- und Kaltwasserleitungen.

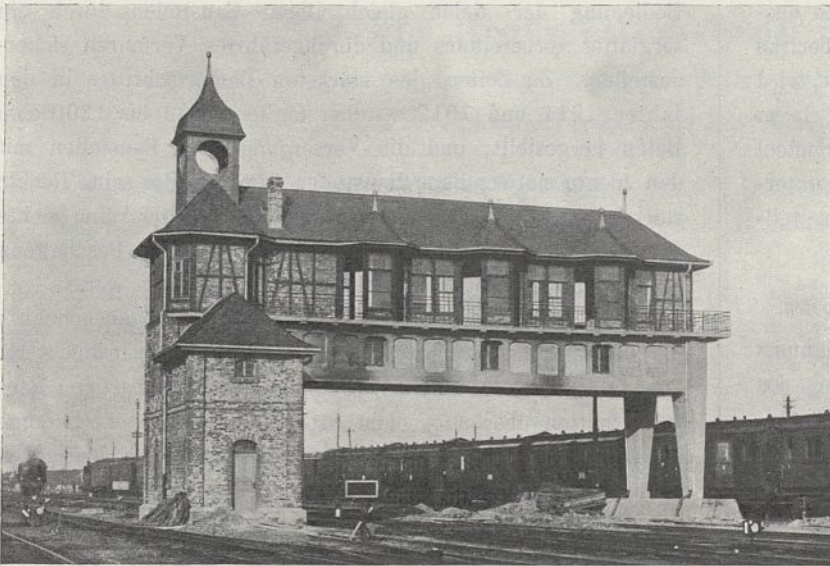
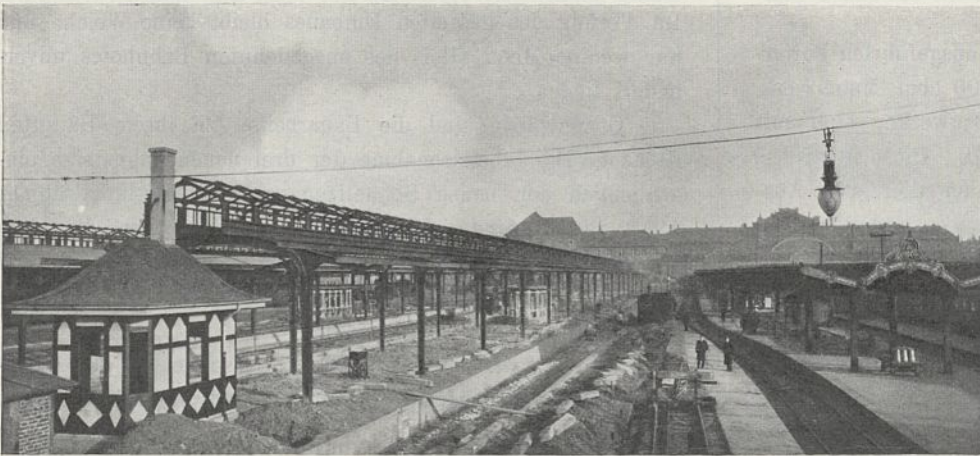


Abb. 6. Stellwerk Cs.



Neue Hallen und Bahnsteige im Bau.

Abb. 7.

Alte Hallen.

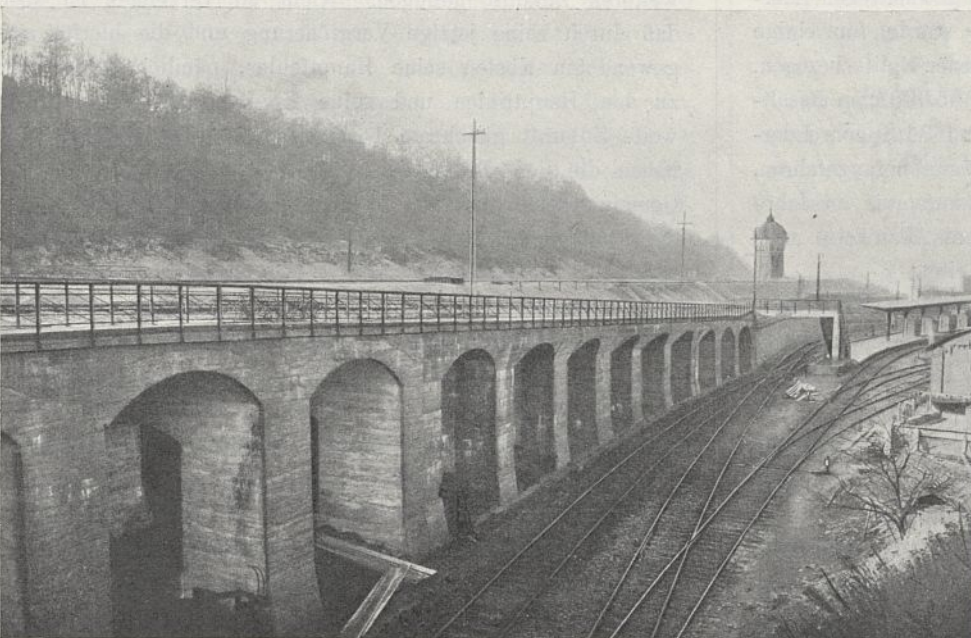


Abb. 8. Futtermauer im Bahndreieck.

In den vorderen drei Öffnungen Durchgänge nach dem Tunnel für das Schnellzugsgleis von Frankfurt a. M.

e) Sonstige Anlagen.

An weiteren Hochbauten gelangten unter anderen zur Ausführung: mehrere Aufenthalts- und Dienstgebäude für

Zeitschrift f. Bauwesen. Jahrg. LXIII.

Bedienstete jeder Art, eine Betriebswagenwerkstatt, eine große Telegraphenwerkstatt, eine Zementprüfungsstelle und ein 180 m langer Wagenschuppen. Letzterer dient zur Aufstellung und Reinigung ganzer Wagenzüge und zur Unterstellung der Kaiserlichen Hofzüge bei dem regelmäßigen Aufenthalt der Kaiserlichen Familie auf Schloß Wilhelmshöhe. Den beiden verschiedenartigen Zwecken entsprechend, zerfällt der Schuppen in einen längeren geschlossenen und einen kürzeren offenen Teil, letzterer mit weit überstehendem Dach zum Schutz der Hofzüge gegen seitlichen Schlagregen. In einem besonderen Anbau werden Einrichtungen zur Versorgung der Züge mit Wasser und Gas, zur Vorheizung, Entstäubung, Untersuchung und Vornahme kleinerer Ausbesserungen untergebracht. Auch bei diesem Gebäude, das in einem tiefen, zuzufüllenden Einschnitt gebaut

werden mußte, waren außergewöhnliche Gründungen, wenigstens für die eine Langseite notwendig (Abb. 5 Bl. 51). Die andere südliche Langseite konnte unmittelbar auf die Stützmauer des Voreinschnittes für die Unterführung des Schnellzugsgleises von Frankfurt gestellt werden.

Südlich von dem Personenbahnhof wird unter räumlicher Einschränkung der dort liegenden alten Lokomotivwerkstatt, deren gänzlicher Abbruch nur noch eine Frage der näheren Zukunft ist, ein besonderer Postbahnhof mit eigenen Posträumen, überdachten Ladesteigen und Aufstellgleisen errichtet. Im Lageplan (Abb. 3 Bl. 50) sind die Postgleise mit den Nummern 16 bis 23 bezeichnet; Abb. 1 Bl. 51 gibt einen Querschnitt durch die Anlage mit den zur Ausführung kommenden Hallen.

Außerdem befinden sich an der Südseite des Bahnhofes im Südfügel des Empfangsgebäudes die Räume zum Empfang fürstlicher Personen; diese Räume bleiben unverändert erhalten.

Nördlich des Personenbahnhofes ist unter Benutzung des alten Steuer-schuppens ein großer neuer Eilgutschuppen mit Abfertigungsgebäude und zugehörigen Gleisen errichtet.

Die Postanlagen und die Fürstenzimmer im Süden, ebenso wie der Eilgutschuppen im Norden können durch lange, den Bahnhof nach zwei Richtungen durchkreuzende Weichenstraßen von jedem Einfahrtgleis erreicht werden.

Wenn auch durch die neuen Schnellzugslinien die Zahl der Schienenkreuzungen für diese Fahrten verringert sind, ist ihre gänzliche Beseitigung natürlich nicht möglich.

Für die Sicherungsanlagen, die durchweg elektrisch ausgeführt werden, ist der Bahnhof in vier Stellwerkbezirke geteilt. Das Hauptstellwerk, gleichzeitig Befehlsstellwerk, wird in einem quer über den Gleisen stehenden, auf zwei 18 m weit gespannten Eisenbetonträgern nach Bauweise Vierendeel ruhenden, von einem Uhrtürmchen überragten Gebäude untergebracht. Text-Abb. 6 zeigt das Gebäude im nahezu vollendeten Rohbau.

V. Umfang der gesamten Anlagen, Bauausführung und Baukosten.

Die gesamten Erdarbeiten zur Anschüttung des Planums für den neuen Ortsgutbahnhof, für die Verbreiterung des Personenbahnhofs und für die neuen Dämme der Schnellzugstrecken erforderten die Bewegung von 480 000 cbm Bodenmassen, die teils in Einschnitten oder beim Bau des Schnellzugstunnels gewonnen und mittels Kleingleis und Kippwagen befördert wurden, zum größten Teil aber aus Seiteneutnahmen benachbarter Stationen mit Löffelbaggern gewonnen und in Arbeitszüge auf Betriebsgleisen herangefahren werden mußten.

Die an den verschiedensten Stellen ausgeführten Futtermauern umfassen zusammen rund 35 000 cbm Mauerwerk. Die Futtermauern, wie alle übrigen Bauwerke, sind mit wenigen Ausnahmen in Beton hergestellt. Diese Bauweise erwies sich nach den Erfahrungen bei den allerersten Ausführungen aus mannigfachen Gründen als die vorteilhafteste. Die Cassel im weiten Kreis umschließenden Mittelgebirge, wie Habichtswald, Kaufungerwald, Söhre, besitzen umfangreiche Basaltbrüche, in denen als Abfall bei Herstellung von Steinschlag der sogenannte Basaltsplitt und Basaltgruß in einer Körnung von feinst bis 25 mm gewonnen wird, der als Baustoff für alle größeren Stampfbetonarbeiten ohne weitere Behandlung und Zusätze geeignet ist. Nur für stärker beanspruchte Bauteile, wie Gewölbe, Decken, Auflager und für alle Eisenbetonarbeiten wurde dem Splitt gewaschener Ederkies oder Wesersand zugesetzt. Auch wurde für einige schwertragende Eisenbetonbauten gewaschener Splitt bezogen. Im ganzen wurden für Betonarbeiten rund 65 000 cbm Basaltsplitt aus sechs verschiedenen Brüchen und 7400 cbm Eder-sand aus zwei Baggerstellen in Arbeitszügen herangefahren. An Portlandzement, dessen niedriger Verkaufspreis im Jahre 1910 für die Wahl des Stampfbetons als Bauweise mitbestimmend war, wurden 11 700 t verarbeitet.

Die Beschaffung aller Rohstoffe hatte die Eisenbahnverwaltung selbst in die Hand genommen. Durch günstige Abschlüsse langfristiger und umfangreicher Lieferungsverträge mit den beteiligten Werken und durch Heranschaffung der großen Massen in Arbeitszügen konnte die Eisenbahnverwaltung die Stoffe erheblich billiger frei Baustelle liefern, als es den einzelnen bauausführenden Unternehmern möglich gewesen wäre. Mit verschwindenden Ausnahmen waren alle Baustellen nur vom Bahngleis aus zugänglich, Lagerplätze zum Aufstapeln großer Mengen auf Vorrat neben den Baustellen waren nicht vorhanden, daher war die regelmäßige, sich den schwankenden Bedürfnissen des Baufortschrittes anpassende

Bedienung der vielen gleichzeitigen Baustellen durch ein sorgfältig vorbereitetes und durchgeführtes Verfahren sicherzustellen. Zu Zeiten des stärksten Baufortschrittes in den Jahren 1911 und 1912 wurden täglich 1000 bis 1200 cbm Beton hergestellt, und die Versorgung aller Baustellen mit den hierzu notwendigen Baustoffen inmitten des seine Rechte stark betonenden Eisenbahnbetriebes war mitunter keine leichte Aufgabe, die nur durch Zusammenfassung von Beschaffung und Anfuhr in eine Hand befriedigend zu lösen war.

Aus dem gleichen Grund verbot sich eine ausgedehnte Verwendung von Bruchsteinmauerwerk oder Ziegelmauerwerk. Die zu dieser Bauweise notwendigen verschiedenartigen Baustoffe hätten überhaupt nicht in dem erforderlichen Umfange beschafft und angefahren werden können, ganz abgesehen davon, daß ihre Verarbeitung nicht mit der gleichen Schnelligkeit möglich gewesen wäre und sich die Kosten erheblich höher gestellt hätten.

Neben den Erd- und Betonarbeiten nehmen die eigentlichen Gleisarbeiten naturgemäß einen gewaltigen Umfang an. Im Verfolg des gesamten Umbaus bleibt keine Weiche und nur wenige Meter Gleis des ausgedehnten Bahnhofes unverändert liegen.

Gegenwärtig sind die Bauarbeiten zu ihrem Hauptteil beendet. Die Inbetriebnahme der drei neuen Bahnsteige einschließlich der neuen Schnellzugstrecken ist im Frühjahr 1913 zu erwarten. Daran anschließend werden die alten Bahnsteige der Reihe nach aus dem Verkehr gezogen und umgebaut. Die Herstellung des Postbahnhofs ist als letzte Bauausführung erst 1914 möglich.

Die Gesamtkosten des Umbaus, ausschließlich des Grunderwerbs für den neuen Ortsgutbahnhof sind zu 6 300 000 Mark berechnet.

Der Bahnhof Cassel-Oberstadt wird in seiner erweiterten Gestalt den erhöhten und noch wachsenden Ansprüchen einer weiteren Zukunft genügen. Nicht zu verkennen ist aber, daß durch seine jetzige Vergrößerung und die hierfür aufgewendeten Kosten seine Hauptfehler, nämlich seine Lage zu den Hauptlinien und seine Kopfform für eine ebenso weite Zukunft gleichsam besiegelt sind. Für diesmal noch haben die Bedürfnisse des Ortsverkehrs und des örtlichen Gemeinwesens über die eisenbahntechnischen Forderungen des Durchgangsverkehres unbestritten den Sieg davon getragen, und letzterer hat sich damit begnügen müssen, sich den vorhandenen Bahnhof so weit wie möglich nutzbar zu machen. Einer weiteren Zukunft wird die Entscheidung überlassen bleiben, ob eine spätere, abermalige Vergrößerung des Personenbahnhofs das Werk in gleichem Sinne fortsetzen und, etwa unter Aufgabe der alten Hauptwerkstätte, den Kopfbahnhof nach Süden ausdehnen wird, oder ob die immer mächtiger anstürmenden Forderungen des Durchgangsverkehres doch noch einen neuen Durchgangsbahnhof erzwingen werden. Jedenfalls wird von der Lösung dieser Frage zum guten Teil die Stellung abhängen, die Cassel einstmals als Eisenbahnknotenpunkt im Weltverkehr einnehmen wird.

Der Großschiffahrtweg Berlin-Stettin.

Vom Regierungs- und Baurat Mattern in Potsdam.

(Mit Abbildungen auf Blatt 52 bis 55 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

1. Geschichtliches und Vorgeschichte des Kanalbaues.

Die Herstellung von Wasserstraßen zwischen der Oder einerseits, der Spree und Havel andererseits wird in Brandenburg durch den Höhenrücken erschwert, der die Wasserscheide zwischen den genannten Strömen bildet. Nur drei Quertäler sind in die Hochebene auf der Oderseite eingeschnitten, die sich für eine derartige Anlage eignen, nämlich das Finowtal im Norden, das Tal des Schlaubeflusses im Süden und zwischen beiden das Tal des Stobberbaches (Abb. 3 Bl. 53). Die älteste Schifffahrtverbindung zwischen Elbe- und Odergebiet, insbesondere von Liebenwalde nach Eberswalde, wurde im Jahre 1605 unter der Regierung des Kurfürsten Joachim Friedrich in Angriff genommen.¹⁾ Unter Einhaltung des von der Natur vorgeschriebenen und auch von dem jetzt bestehenden Finow-

haltung erfolgte aus der oberen Havel durch den bei Liebenwalde mündenden Voßgraben.

Dem Mangel an Speisewasser infolge der fortschreitenden Vertiefung des Havelbettes wurde von 1823 bis 1828 durch ein oberhalb Liebenwalde in die Havel eingebautes Stauwerk abgeholfen. Zu gleicher Zeit wurde der Voßgraben zum Voßkanal ausgebaut und durch eine neben der Speiseschleuse angelegte Schiffschleuse die Verbindung mit der oberen Havel hergestellt. Außerdem wurde zur besseren Verbindung nach der unteren Havel der später bis Friedrichsthal verlängerte Malzer Kanal mit der Malzer Schleuse angelegt. In den Jahren 1832 bis 1837 erfuhr der Havelabstieg durch den Bau des Oranienburger Kanals mit den Oranienburger und Pinnower Schleusen eine weitere Verbesserung.

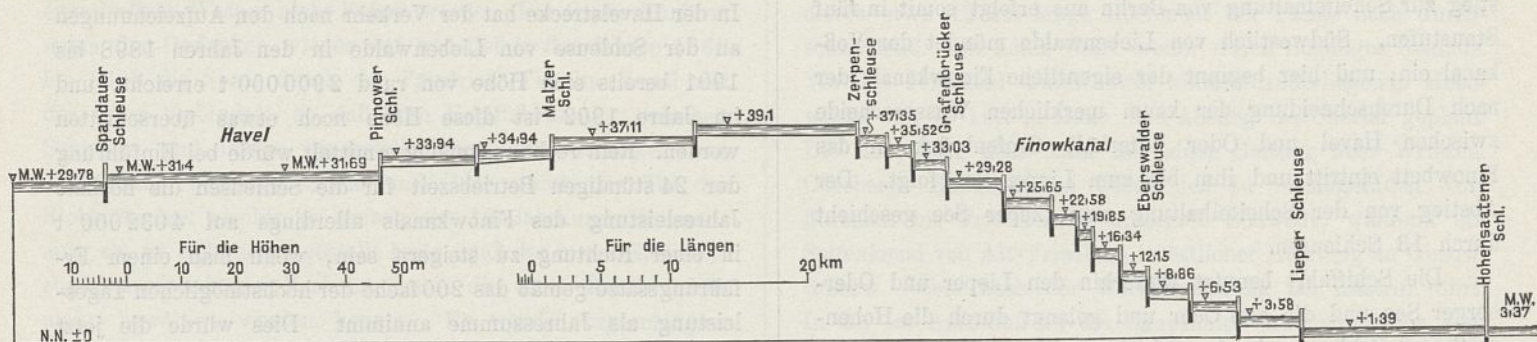


Abb. 1. Längenschnitt der bisherigen Havel-Oder-Wasserstraße.

kanal benutzten Weges waren die Arbeiten im Jahre 1609 schon so weit gefördert, daß ein beladenes Schiff von der Havel bis nach Schöpfungurth gelangen konnte; aber erst 1620 war die ganze Wasserstraße mit elf Schleusen bis Eberswalde in betriebsfähigem Zustande. Im dreißigjährigen Kriege verfielen die mit ungenügenden Mitteln hergestellten Bauwerke, die obere Havel nahm zeitweise ihren Abfluß durch die Finow nach der Oder zu und führte dadurch unterhalb Eberswalde solche Versandungen herbei, daß die bis dahin freie Schifffahrtverbindung dieser Stadt mit dem Lieper See unterbrochen wurde. Infolgedessen sah man sich genötigt, die Eberswalder Schleuse zu verschütten und den Kanal bei Zerpenschleuse abzdämmen. Zu Anfang des 18. Jahrhunderts war von dem dazwischenliegenden Teile der Odertreppe kaum noch eine Spur vorhanden.

Friedrich der Große stellte von 1744 bis 1746 den Finowkanal von Zerpenschleuse bis Eberswalde mit zehn Schleusen wieder her, gab dann dem „langen Trödel“ (der jetzigen Scheitelhaltung von Zerpenschleuse bis Liebenwalde) mit zwei Schleusen bei Liebenwalde und Dusterlake eine Fortsetzung nach der unteren Havel. Ebenso verlängerte er die Odertreppe bis zum Lieper See, so daß 1751 im ganzen 16 Schleusen bestanden, zu denen 1767 noch die Lieper Schleuse hinzutrat, die den Rückstau aus der Oder abzuhalten hatte (Text-Abb. 1). Die Speisung der Scheitel-

Die in der Zeit von 1849 bis 1860 zum Schutz und zur Umgestaltung der Vorflutverhältnisse des Oderbruches ausgeführten Anlagen gaben Veranlassung zur Fortsetzung der Wasserstraße von den Lieper Schleusen durch den Lieper See, den Oderberger See und die alte Oder bis zu den Hohensaathener Schleusen, die den Verkehr mit dem Oderstrom vermittelten. Diese Seen und die betreffende Strecke der alten Oder waren immer Teile der Wasserstraße; sie wurden in der erwähnten Zeit nur von den Wasserständen der Oder unabhängig gemacht.

Die jetzige Gestalt erhielt die Spandau-Hohensaathener Wasserstraße Ende der siebziger Jahre des abgelaufenen Jahrhunderts. Damals wurden, wo sie noch fehlten, überall die zweiten Schleusen eingebaut; der Voßkanal (Zehdenick-Liebenwalder Schifffahrtstraße) wurde bis Zehdenick verlängert und dadurch ein natürlicher Zufluß des Speisewassers aus der oberen Havel gewonnen; zugleich wurden auf der ganzen Schifffahrtstraße nach Bedarf Begradigungen und Vertiefungen vorgenommen. Bei Liebenwalde, Malz und Pinnow waren die zweiten Schleusen schon in den fünfziger Jahren gebaut.

Für den Bau der zweiten Schleusen am Finow- und Friedrich-Wilhelm-Kanal waren durch Kabinettsorder vom 16. Juni 1846 für acht Jahre je 170000 bis 200000 Taler zur Verfügung gestellt. Die in den Jahren 1876 bis 1878 erbauten zweiten Schleusen erforderten einen Kostenaufwand von rd. 5 Millionen Mark.

1) Vgl. Der Oderstrom, herausgegeben vom Wasser-Ausschuß Berlin 1896, Band III S. 667, 668.

Die bisherige Schiffahrtstraße von Berlin nach Hohensaathen (Text-Abb. 1 u. Abb. 1 Bl. 52). Der heutige Wasserverkehr von Berlin nach Stettin bewegt sich einerseits auf dem vom Humboldthafen ausgehenden Berlin-Spandauer Schiffahrtkanal und erreicht durch die Schleusen bei Plötzensee die Havelhaltung, die in den Tegeler See einmündet. Ein anderer Weg führt von Berlin spreeabwärts durch die Charlottenburger Schleuse bis zur Mündung der Spree in die Havel. In dieser vermittelt die Spandauer Schleuse die Verbindung mit dem oberhalb Spandaus gelegenen Seengebiet. Von hier ab verfolgt die Wasserstraße die Havelseen und den Havellauf aufwärts bis 2 km vor Pinnow, wo der Oranienburger Kanal beginnt. Diesen verfolgend gelangt man durch die Pinnower und Oranienburger Schleusen nach Kreuzung des Ruppiner Kanals bei Friedenthal wieder in die Havel. Diese dient hier auf eine kurze Strecke als Schiffahrtstraße, dann zweigt der Malzer Kanal in östlicher Richtung ab. In ihm wird mit den Malzer und Liebenwalder Schleusen die auf N.N. + 39,05 liegende Scheitelhaltung erstiegen. Der Aufstieg zur Scheitelhaltung von Berlin aus erfolgt somit in fünf Staustufen. Südwestlich von Liebenwalde mündet der Voßkanal ein, und hier beginnt der eigentliche Finowkanal, der nach Durchschneidung der kaum merklichen Wasserscheide zwischen Havel und Oder unterhalb Grafenbrück in das Finowbett eintritt und ihm bis zum Lieper See folgt. Der Abstieg von der Scheitelhaltung zum Lieper See geschieht durch 13 Schleusen.

Die Schiffahrt benutzt weiterhin den Lieper und Oderberger See und die alte Oder und gelangt durch die Hohensaathener Schleusen in den Oderstrom, dessen Spiegel in der Regel höher steht als der der alten Oder. Im ganzen sind also von Berlin bis zur Oder 19 oder 20 Schleusen zu durchfahren, je nachdem der Weg durch den Berlin-Spandauer Schiffahrtkanal oder durch die Spree genommen wird. Die Schleusen sind an jeder Staustufe paarweise angeordnet, sie haben im Oderabstieg 41 m Kammerlänge, 5,34 m Torweite

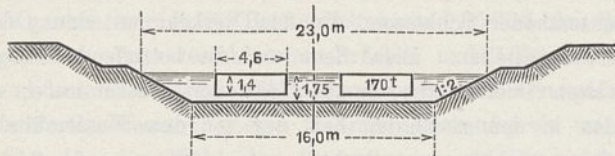


Abb. 2. Querschnitt des Finowkanals. 1:500.

und bei N.W. bei den meisten Schleusen eine geringste Drempttiefe von 1,57 m, so daß die Finowkähne mit 40,2 m Länge, 4,6 m Breite, 1,4 m Tiefgang und 170 t Ladefähigkeit überall verkehren können. Ausnahmsweise werden auch Schiffe bis zu 5,1 m Breite zugelassen. Der Kanalquerschnitt (Text-Abb. 2) hat planmäßig eine Sohlenbreite von 16 m, die jedoch an vielen Stellen, namentlich bei Zerpenschleuse und Kupferhammer, Eberswalde, Niederfinow, nicht erreicht, an anderen Stellen aber auch wesentlich überschritten wird. Die Brücken hatten eine kleinste Durchfahrthöhe von 2,93 m (Oderberger Brücke, vor dem Umbau) und eine kleinste Durchfahrtsweite von 5,35 m (Eberswalder Straßenbrücke).

Die Verbindung Stettins mit dem Hinterlande, insbesondere mit Berlin, ist gegenwärtig in erster Linie durch die Leistungsfähigkeit der vorbeschriebenen Havel-Oder-Wasserstraße, die neben der Eisenbahn den Güteraustausch

mit Berlin und der Elbe vermittelt, bedingt. Die Gesamtlänge des durch sie und die offene Oder gebildeten Wasserweges von Stettin nach Berlin (Mühlendamm) beträgt 194 km, nach Spandau (Spreemündung) 182 km. Diese Wasserstraße konnte dem stetig wachsenden Verkehr nicht mehr genügen. Während im Jahre 1882 1002555 t die Schleuse bei Eberswalde passierten, fuhren dort durch:

im Jahre 1896	2 117 897 t
„ „ 1897	2 221 214 t
„ „ 1898	2 213 603 t
„ „ 1899	2 120 386 t
„ „ 1900	2 235 456 t
„ „ 1901	2 190 257 t
„ „ 1902	2 146 409 t
„ „ 1903	2 379 795 t
„ „ 1904	2 610 892 t
„ „ 1905	2 754 117 t
„ „ 1906	2 720 767 t
„ „ 1907	2 415 321 t
„ „ 1908	2 183 315 t
„ „ 1909	2 223 354 t
„ „ 1910	2 331 702 t

In der Havelstrecke hat der Verkehr nach den Aufzeichnungen an der Schleuse von Liebenwalde in den Jahren 1898 bis 1901 bereits eine Höhe von rund 2900000 t erreicht, und im Jahre 1902 ist diese Höhe noch etwas überschritten worden. Rein rechnermäßig ermittelt würde bei Einführung der 24 stündigen Betriebszeit für die Schleusen die höchste Jahresleistung des Finowkanals allerdings auf 4032000 t in einer Richtung zu steigern sein, wenn man einem Erfahrungssatze gemäß das 200fache der höchstmöglichen Tagesleistung als Jahressumme annimmt. Dies würde die jetzt in beiden Richtungen jährlich beförderte Tonnanzahl noch erheblich übersteigen. Da von dem Gesamtverkehr indessen mehr als dreiviertel auf die eine Richtung Stettin-Berlin entfallen, ließ sich im Hinblick auf die bisherige Verkehrszunahme der Zeitpunkt berechnen, in dem die höchstmögliche Leistung den Anforderungen nicht mehr entsprechen würde. Dazu kommt, daß sich der Verkehr auf die einzelnen Tage der verkehrsreichsten Monate nicht gleichmäßig verteilt. Er hat schon bisher zeitweilig einen solchen Umfang angenommen, daß die Schiffe an manchen Stellen, z. B. an der Liebenwalder Schleuse, wo der Verkehr des Voßkanals einmündet, oft längere Zeit liegen bleiben müssen, wodurch die Fahrt erheblich verzögert wird. Der Hauptgrund für die Unzulänglichkeit der Wasserstraße war aber die durch ihre Abmessungen bedingte geringe Ladefähigkeit der Schiffe, durch die die Förderung der Güter gegenüber derjenigen, wie sie auf den in Wettbewerb stehenden Wasserstraßen, z. B. der Elbe nach und von Hamburg und dem Elbe-Travekanal nach und von Lübeck, möglich ist, in einer den Verkehr erschwerenden Weise verteuert wird. Für den Verkehr Stettins mit seinem Hinterlande hatte dies bereits zu deutlich erkennbaren Nachteilen geführt, indem die Handelsbeziehungen zu den oderaufwärts belegenen Orten und zu Berlin im Rückgang begriffen waren. Es war somit die unabwiesbare Notwendigkeit gegeben, eine bessere Schiffahrtverbindung Stettins mit dem ihm von Natur zugewiesenen Absatzgebiet zu schaffen. Die alte Finowwasserstraße bleibt jedoch auch fernerhin für den Verkehr erhalten, teils um den Großschiffahrtweg zu entlasten, teils um der Kleinschiffahrt die billigeren Tarife dieses Wasserweges zugute kommen zu lassen.

Als der Gedanke zur Schaffung einer Großschiffahrtverbindung Berlin-Stettin festere Formen annahm, hat der Kampf um die Wahl der Linienführung lange Zeit die beteiligten Kreise auf das lebhafteste erregt und ist in der Presse und in Versammlungen auf das heftigste geführt worden. Neben der zur Ausführung gelangten, nachstehend beschriebenen sogenannten Westlinie stand in Erwägung, die Kanallinie im Osten von Berlin ausgehen zu lassen und nach der sogenannten Ostlinie auszubauen. Es werden darum auch über diesen Plan einige geschichtliche Angaben von Bedeutung sein.²⁾

Der Plan einer Schiffahrtverbindung zwischen der oberen Spree und der mittleren Oder war bereits im Jahre 1558 zwischen dem Kurfürsten Joachim II. und dem Kaiser Ferdinand vereinbart worden. Die Arbeiten wurden auch noch in demselben Jahre begonnen, bald jedoch wieder eingestellt, einmal, weil die Stadt Frankfurt, die Sorge um ihr Stapelrecht trug, Einspruch gegen die Kanalanlage erhob, dann aber auch, weil man annahm, daß die Schlaube das zur Speisung erforderliche Wasser nicht liefern würde. Der Große Kurfürst nahm den Gedanken wieder auf und ließ in den Jahren 1662 bis 1668 die Spree durch den Friedrich-Wilhelm-Kanal mit der Oder verbinden, so daß eine Schiffahrtstraße zwischen Schlesien und Berlin hergestellt war. Der Gedanke einer Verbindung zwischen Spree und Oder durch das Tal des Stobberbaches tauchte zu Anfang des 19. Jahrhunderts erneut auf, als es sich herausgestellt hatte, daß der inzwischen sehr stark angewachsene Verkehr durch die alten Kanäle nicht mehr bewältigt werden konnte. Es wurde vorgeschlagen, zur Entlastung der beiden bestehenden Kanäle noch einen dritten von der Spree bei Erkner über Buckow nach der Oder bei Küstrin auszubauen. Der bald ausbrechende Krieg verhinderte die Entscheidung über diese Fragen. Die weiteren Erörterungen wurden erst im Jahre 1843 wieder aufgenommen. Auf Grund der angestellten Untersuchungen gab der Geheime Oberbaurat Becker in einem ausführlichen Bericht vom 24. April 1845 sein Gutachten dahin ab, daß derzeit ein Bedürfnis für eine dritte Wasserstraße nicht vorliege, die gerügten Übelstände vielmehr ungleich billiger durch die Herstellung zweier Schleusen und die Verbesserung der alten Wasserstraßen abgestellt werden könnten, was denn auch zum Teil geschah (s. oben).

Mitte der siebziger Jahre trat dann das Interesse für die dritte Wasserstraße zwischen Berlin und der mittleren Oder wieder mehr in den Vordergrund. Von Beteiligten wurden verschiedene Vorschläge hinsichtlich der Linienführung gemacht und Entwürfe eingereicht. Zur Prüfung dieser Entwürfe ordnete die Regierung eingehende Vorarbeiten an, deren Ergebnisse in einem ausführlichen Entwurfe und einer Denkschrift vom Jahre 1880 niedergelegt sind. Es wurde die Herstellung eines Kanals für Fahrzeuge von 45 m Länge, 6 m Breite, 1,5 m Tiefgang und 270 t Tragfähigkeit in Aussicht genommen. Auch dieser Plan kam nicht zur Ausführung, hauptsächlich weil mittlerweile eine günstigere Schiffahrtverbindung nach Schlesien für große Fahrzeuge von 400 bis 500 t als notwendig anerkannt war. Durch den von 1887

bis 1890 erbauten Oder-Spree-Kanal wurde die von Schlesien dringend geforderte Herstellung einer Großschiffahrtstraße von Breslau nach Berlin und weiter nach dem Elbgebiete wesentlich gefördert. (Vgl. Jahrg. 1890 S. 369 und Jahrg. 1899 S. 603 d. Zeitschr.)

Der Entwurf der Ostlinie, deren Verlauf in der Übersichtskarte (Abb. 3 Bl. 53) gestrichelt dargestellt ist, schließt sich hinsichtlich der Linienführung an den im Jahre 1880 von der Wasserbauverwaltung ausgearbeiteten Entwurf an, weicht jedoch von diesem in den Haltungen und Querschnittsabmessungen erheblich ab. Die danach vorgeschlagene Wasserstraße benutzt von Berlin die Spree und die Dahme bis zum Seddinsee, durchquert diesen und kreuzt sodann die Spree und die Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn südlich des Dämeritzsees. Sie verfolgt dann das Tal der schiffbaren Löcknitz, geht durch eine Seenkette, deren Wasserspiegel um 0,8 bis 1 m gesenkt worden wäre, bis zur Rüdersdorfer Forst, dann durch eine zweite Seenkette bei Kagel, die vollständig trocken gelegt worden wäre, bis zum roten Luch, dieses etwa 12 km lange Hochmoor der Länge nach durchschneidend. Die Linie führt weiter durch hügeliges Gelände. Vor Alt-Friedland waren zwei hintereinanderliegende Hebewerke von je 15,7 m Höhe zum Abstieg ins Odertal geplant. Die Hauptlinie geht dann mit einer Haltung über Wriezen, Oderberg, Hohensaathen durch den zu verlängernden Vorflutkanal bis Friedrichstal unterhalb Schwedt, während ein Seitenkanal von Alt-Friedland in östlicher Richtung an Gusow, Golzow vorbei nach der Warthemündung bei Küstrin führt. In der im Anschluß an die Hauptlinie vorzunehmenden Verlängerung des Vorflutkanals und der davon erhofften Verbesserung der Entwässerungsverhältnisse des Oderbruches glaubten die Urheber des Ostentwurfs einen besonderen Vorzug erblicken zu dürfen.

Der Ausführung dieses Entwurfes standen nach den Gelände- und Bodenverhältnissen ungewöhnliche technische Schwierigkeiten entgegen. Infolge der Durchführung des Spreewasserspiegels in der Scheitelhaltung von Berlin bis vor Alt-Friedland war auf der Strecke von Kagel bis Wüste-Sieversdorf ein erheblicher Einschnitt herzustellen, der im roten Luch, der Wasserscheide zwischen Oder und Spree, eine Tiefe bis zu 19 m erreicht. Auf der ganzen Strecke sind die Bodenverhältnisse für die Gründung der vorgeschlagenen schweren Bauwerke nicht günstig, da vielfach Fließsand angeschnitten wird. Die anfänglich vorgesehene Durchführung einer einzigen Haltung von Alt-Friedland bis Friedrichstal mit einem Spiegelgefälle von 1:100 000 ließ sich mit Rücksicht auf das Oderbruch nicht ausführen. Das bei Hohensaathen vorhandene Wehr mußte unter allen Umständen beibehalten und neben ihm eine Schiffsschleuse erbaut werden. Eine zweite Schleuse wäre bei Wriezen einzulegen gewesen, um eine zu starke Absenkung des Grundwassers in der Strecke Alt-Friedland—Wriezen zu vermeiden. Besondere Schwierigkeiten verursachte die Beschaffung des für die Scheitelhaltung erforderlichen Speisewassers.

Erhebliche Schädigungen wären auch für die Landeskultur eingetreten. Durch die vollständige Trockenlegung der bei Kagel belegenen vier Seen wäre eine so erhebliche Absenkung des Grundwassers hervorgerufen, daß besonders die angrenzenden Ackergrundstücke nahezu ertraglos geworden

2) Vgl. Denkschrift betreffend die Herstellung eines Großschiffahrtweges Berlin-Stettin (Anlage B zu Nr. 96 der Druckschriften des Hauses der Abgeordneten 1904).

wären. Die Dauer der Ausführung der Ostlinie war auf mindestens zwölf Jahre zu schätzen. Ferner hätte die Ostlinie den Weg von Stettin nach Berlin um rd. 10 km verlängert. Von der Herstellung des Ostkanals fürchtete diese Stadt überdies eine ungünstige Einwirkung auf seine Verkehrsbeziehungen mit dem Warthegebiet. Den wirtschaftlichen Nachteilen, die von der Ausführung der Ostlinie somit zu erwarten waren, stand als unverkennbarer Vorteil gegenüber, daß in ihr eine leistungsfähige Verbindung von der Warthe her nach dem Westen erstanden wäre, die von Küstrin bis Berlin um 54 km, bis zur Elbe um 36 km kürzer war, als die durch die Herstellung der Westlinie geschaffene Wasserstraße. Den erheblichsten Bedenken unterlag die Ostlinie schließlich in geldlicher Hinsicht. Die Kosten der Ausführung sollten für die Strecke Seddinsee-Hohensaathen 68,6 Mill. Mark und einschließlich des Zweigkanals nach Küstrin 80,8 Mill. Mark betragen. Dazu wären für die notwendige Verlängerung des Oderbruchvorfluters weitere 2,14 Mill. Mark gekommen. Die jährlichen Betriebs- und Unterhaltungskosten beliefen sich einschließlich der billigerweise auch hier in Anrechnung zu bringenden alten Havel-Oder-Wasserstraße auf 890 000 Mark. Das Abgabenaufkommen hätte einen ganz erheblichen Fehlbetrag für die Staatskasse übrig gelassen. Unter diesen Umständen konnte die Entscheidung nicht zugunsten der Ostlinie ausfallen.

2. Allgemeine Beschreibung des Kanals.

Berlin-Hohensaathen. Der Großschiffahrtweg Berlin-Stettin beginnt in Plötzensee an der nordwestlichen Weichbildgrenze von Berlin. Der Zugang zu der neuen Wasserstraße von Berlin her ist gegeben durch den Kanal vom Humboldthafen. Der sogenannte Verbindungskanal vermittelt den Verkehr mit der unteren Spree. Ein zweiter Weg führt durch die Unterspree über Charlottenburg und Spandau und weiter die Havel aufwärts.

Die alten vorhandenen Schleusenanlagen bei Plötzensee haben eine vollkommene Umgestaltung erfahren (Abb. 6 Bl. 53 u. Abb. 2 Bl. 55). An Stelle der beiden voneinander getrennt liegenden kleinen Schleusen ist eine Doppelschleusenanlage für den 600 t-Verkehr geschaffen worden. Die Schleusen haben eine nutzbare Länge von 67 m, 10 m Breite und 3 m Drempeltiefe. Die ursprünglich vorgesehene Breite von 9,60 m wurde im Interesse der Kleinschiffahrt auf das größere Maß erhöht, damit zwei Finowkähne nebeneinander durchgehen können.

Die nördliche alte Schleuse ist vollständig beseitigt, während die südliche zwar erhalten, aber außer Betrieb gesetzt ist. Zwei geräumig angelegte Arme vermitteln den Zugang von der Schleusenanlage einerseits nach der Mitte von Berlin, andererseits den Verkehr nach den Charlottenburger Gewässern. Die neue ausgebaute Seestraße überschreitet diese beiden Wasserarme mittels zweier Eisenbeton-Bogenbrücken. Der Kanal verfolgt zunächst die Linie des Spandauer Schiffahrtkanals. Bei Saatwinkel verläßt die neue Wasserstraße den alten Kanal, um eine scharfe Krümmung zu beseitigen, und mündet dann in die Spandauer Havel ein. Hier schließt sich die Abzweigung von Spandau an. Dieser zweite Weg über Spandau war an sich schon früher für größere Wasserfahrzeuge brauchbar. Nur mußte

in Spandau eine neue Schleuse ebenfalls für das 600 t-Maß erbaut werden (Abb. 5 Bl. 53 u. Abb. 3 Bl. 55). Die Abmessungen sind die gleichen wie in Plötzensee. Von der erwähnten Vereinigungsstelle folgt im wesentlichen die Wasserstraße dem Lauf der seeartigen Spandauer Havel bis zu der Trennungsstelle des Oranienburger Kanals und der Oranienburger Havel (Abb. 1 u. 2 Bl. 52). Jedoch sind mittels Durchstiche und Querschnittserweiterungen der Schifffahrt förderliche Begradigungen herbeigeführt. Eine kurze Strecke bei Pinnow ist der Oranienburger Kanal benutzt, und weiterhin verfolgt die Wasserstraße den Lauf der alten Havel bis zum Lehnitzsee in etwa nördlicher Richtung. Der Kanal führt hier durch Wiesengelände, und zahlreiche und starke Krümmungen der Oranienburger Havel sind mittels Durchstiche begradigt worden. Der Lehnitzsee bei Oranienburg wird in seiner ganzen Längenausdehnung durchquert. Nach dem Austritt aus dem Lehnitzsee an seinem nördlichen Ende steigt der Großschiffahrtweg vermittels der Lehnitzschleuse (Abb. 4 Bl. 53) zu seiner Scheitelhaltung auf und nimmt zunächst seinen Lauf durch Wiesen- und Waldgelände als vollständig neuer Kanal bis zu seiner Vereinigung mit dem Malzer Kanal. Durch die Lehnitzschleuse sind die Stautufen bei Pinnow, Sachsenhausen und Malz zusammengefaßt, so daß eine wesentliche Erleichterung für den durchgehenden Verkehr geschaffen worden ist. Bei der Gesamtanordnung der Schleuse ist darauf Rücksicht genommen worden, daß auf der östlichen Kanalseite die Erbauung einer zweiten Schleuse neben der jetzt vorhandenen möglich ist, wenn der wachsende Verkehr dies notwendig macht. Aus diesen Gründen ist davon Abstand genommen worden, die Lehnitzschleuse mit wassersparenden Anlagen zu versehen. Wenn späterhin die zweite Schleuse erbaut werden sollte, so werden die beiden Schleusen gegenseitig als Sparbecken dienen können. Die Lehnitzschleuse hat eine Länge von 85 m erhalten, so daß sie gleichzeitig vier Finowkähne aufnehmen kann. Dies geschah im Interesse des Ziegelverkehrs von der oberen Havel.

Von Malz ab folgt der Großschiffahrtweg im wesentlichen dem Zuge des alten Malzer Kanals. Jedoch sind hier einige unbequeme Windungen durch Durchstiche ersetzt und einige kleinere Begradigungen vorgenommen, so daß die Wasserspiegelbreite auf dieser Strecke sehr wechselnd ist. Bei Dusterlake in der Nähe der Eisenbahn Berlin-Liebenwalde verläßt die neue Wasserstraße den Malzer Kanal und verläuft in fast genau östlicher Richtung bis zum Abstieg bei Niederfinow. Der Kanal durchquert zunächst bei Kreuzbruch eine zur Zeit Friedrichs des Großen entwässerte und mit fremden Kolonisten besiedelte ehemalige Sumpffläche. Wenige Kilometer westlich von Zerpenschleuse wird die Wasserscheide zwischen Havel (Elbe) und Oder überschritten. Bei Zerpenschleuse kreuzt der Großschiffahrtweg den Finowkanal in der Haltung Zerpenschleuse-Ruhlsdorf. Wenig östlich davon findet eine zweite Wasserstraßenkreuzung statt. Hier wird der Werbellinkanal, der den Zugang vom Werbellinsee nach dem alten Finowkanal vermittelt, bei Pechteich gequert. Der neue Kanal geht weiterhin in annähernd paralleler Richtung zum Finowkanal nördlich von den Ortschaften Marienwerder, Steinfurth und Heegermühle am Fuße eines Berghanges entlang. Wenig nördlich von

Eberswalde wird die Berlin-Stettiner Bahn mittels eines Brückenkanals³⁾ überführt, und weiterhin überschreitet der Kanal auf einem etwa 28 m hohen Damm das Ragöser Fließ. Bei Niederfinow erfolgt der Abstieg von der Scheitelhaltung in das Tal der alten Oder. Durch eine Schleusentreppe wird hier der Höhenunterschied von 36 m überwunden. Es ist dies das größte Gefälle, das bisher an einer Stelle für Schiffahrtzwecke zusammengefaßt wurde. Es ist dafür ein doppelter Abstieg vorgesehen. Zunächst ist eine Schleusentreppe errichtet. Der Bau eines Schiffshebewerks ist beschlossen.⁴⁾ Die Anlage eines Hebewerks war vor allem erwünscht, um die schwierige Frage der Wasserspeisung des

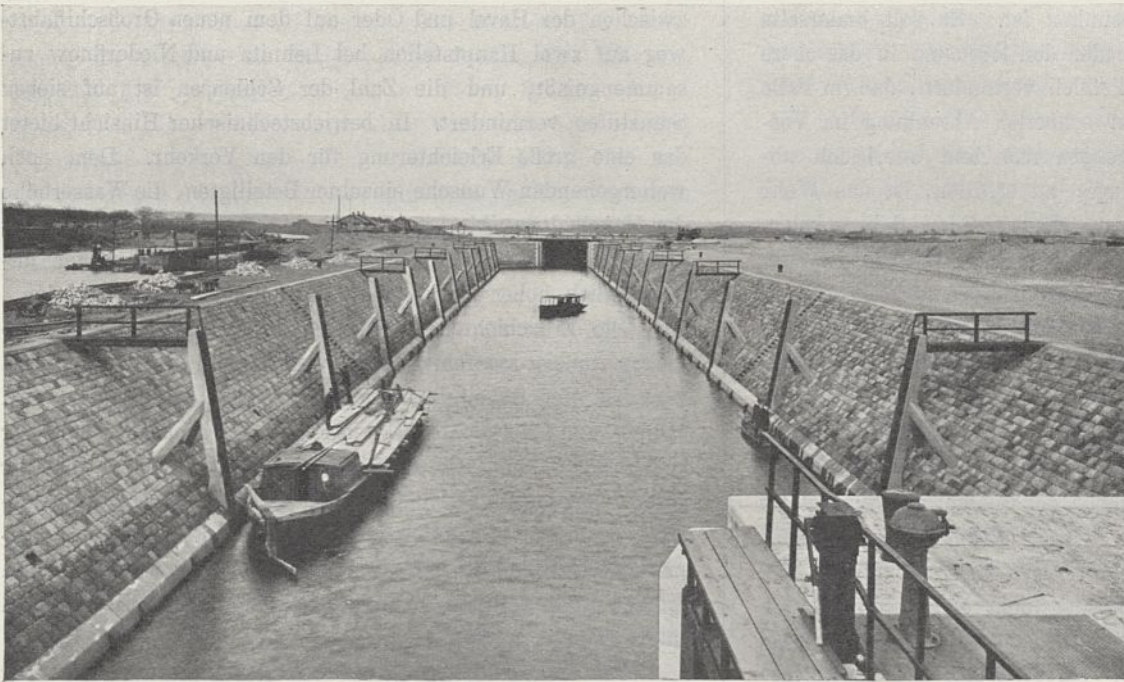


Abb. 3. Ostoderschleuse bei Hohensaathen.

Kanals für den Ausbau des zweiten Abstiegs zu beheben und eine schnellere Abwicklung des Verkehrs herbeizuführen. Der Entwurf des Hebewerks ist für den doppelten Betrieb eingerichtet, jedoch wird vorerst ein einschiffiger Ausbau erfolgen.

Die Schleusentreppe (Abb. 1 u. 2 Bl. 54 u. Abb. 1 Bl. 55) hat vier Stufen zu je 9 m Gefälle, jede Stufe hat eine Länge von 350 m. Hiervon entfallen 90 m auf das eigentliche Schleusenbauwerk und 260 m auf die Zwischenhaltungen. Die Zwischenhaltungen wurden angeordnet, damit die Schleusentreppe von Schiffen beider Richtungen gleichzeitig durchfahren werden kann. Die Schiffe sollen sich in den Zwischenhaltungen kreuzen, und, um dies zu erleichtern, ist eine Versetzung der Schleusen je um 11 m nach rechts angeordnet, so daß das einfahrende Schiff nach der Kreuzung geradlinig in die nächste Schleuse steuern kann.

Die Schleusen sind für die Aufnahme eines 600 t-Kahnes bestimmt und haben 10 m lichte Kammer- und Torweite, 67 m nutzbare Länge, 3 m Wassertiefe über dem Unterdrempel und 4 m am Oberhaupt. Um eine leichtere Querbewegung der Schiffe zu ermöglichen, sind die Zwischen-

haltungen und die Schleusenvorhöfen auf 100 m mit 3 m Wassertiefe angelegt. Der bedeutende Wasserverbrauch, der durch das große Gefälle der Schleusen von rund 9 m bedingt ist, wird durch wassersparende Anlagen vermindert. Zu diesem Zwecke sind drei Sparbeckenpaare an jeder Schleuse eingerichtet. Es wird dadurch erreicht, daß bei jeder Schleusung nur eine Füllungshöhe von 3,6 m, das ist $\frac{1}{10}$ des Gesamtgefälles, entnommen werden braucht. Die Größe eines Sparbeckenpaares beträgt etwa das $1\frac{1}{4}$ fache der Schleusenkammer. Die Gesamtersparnis an Wasser beträgt rund 40 vH. des ohne diese Anlage notwendigen Wasserbedarfs. Die Umläufe der Schleusen sind so bemessen, daß die größte Aufstiegeschwindigkeit des Schiffes 5 cm in der Sekunde nicht überschreitet. Die Zeitdauer einer Doppelschleusung beträgt 42 Minuten. Ein einzelnes Fahrzeug braucht zum Durchfahren der ganzen Schleusentreppe nach zwei Doppelschleusungen 84 Minuten. Die Anlage nimmt einen hervorragenden Platz unter den Bauwerken des Großschiffahrtweges ein und gehört zu den bedeutendsten Unternehmungen der neueren Wasserbautechnik. Der Bau wird später an dieser Stelle eingehend beschrieben werden. — Um eine ge-

regelte Abwicklung des Verkehrs und eine größere Leistungsfähigkeit zu gewährleisten, ist für die Durchfahrt der Schleusentreppe Schleppdienst mit elektrischen Treidellokomotiven seitens der Verwaltung eingerichtet. Es sei bemerkt, daß auf den anderen Kanalstrecken zwar Schleppzwang mit Dampfern für die größeren Kähne, im übrigen aber freier Schiffahrtverkehr stattfindet. Die kleineren Kähne (Finowmaß) sind auch von diesem Schleppzwang befreit, sie dürfen vom Lande aus getreidelt werden.

Sämtliche Maschineneinrichtungen haben hier wie in Plötzensee, Spandau und Lehnitz elektrischen Betrieb. Doch ist daneben für den Fall von Störungen Handbetrieb eingerichtet. Die Beleuchtung der Schleusen ist ebenfalls elektrisch. Der Strom wird aus einem öffentlichen Elektrizitätswerk bezogen. An der Lehnitzschleuse wird der Strom in einer kleinen Turbinenanlage gewonnen. Eine eingehende Veröffentlichung der maschinenmäßigen Betriebseinrichtungen an den Schleusen, Sicherheitstoren und der elektrischen Treidelei an der Schleusentreppe wird demnächst an dieser Stelle erfolgen. Der Unterkanal der Schleusentreppe mündet bei den Lieper Schleusen in den alten Finowkanal ein. Weiterhin benutzt der Großschiffahrtweg die Gewässer des Lieper und Oderberger Sees und verfolgt von Oderberg ab den Lauf der alten Oder bis Hohensaathen. Hier ist die Einmündung

3) Beschreibung s. Zentralbl. d. Bauverwaltung 1912, S. 429.

4) Zentralbl. d. Bauverw. 1913 S. 136.

mit zwei Schleppzugschleusen einerseits in die Stromoder (Ostoderschleuse, Text-Abb. 3), anderseits in den Vorflutkanal des Oderbruchs (Westoderschleuse, Abb. 3 Bl. 54). Die Schleusen haben 215 m Länge zwischen den Häuftern und 19 m Kammerbreite, so daß jede Kammer einen Schleppzug, bestehend aus einem Schleppdampfer und sechs 600 t-Anhängeschiffen, aufzunehmen vermag. Die beiden alten Hohensaathener Schleusen mit Finowmaß, die in die Stromoder münden, bleiben bestehen.

Das Hohensaathener Wehr, das neben der Westoderschleuse liegt, hat drei Öffnungen von je 7,5 m lichter Weite. Sein Zweck ist ein dreifacher. Es soll einmal den Normalstau von + 1,39 m N.N. in der alten Oder halten, wenn der Vorflutkanal tiefer abgesunken ist. Es soll anderseits bei Hochwasser in der Stromoder den Rückstau in das obere Oderbruch abhalten und schließlich verhindern, daß im Falle eines Deichbruches oder einer schnellen Absenkung im Vorflutkanal zu große Wassermengen aus dem Oderbruch abströmen. Um diese Forderungen zu erfüllen, ist das Wehr baulich so eingerichtet, daß es nach beiden Seiten kehrt. Der Abschluß erfolgt im Unterteil durch Rollschütze, im oberen Teil durch Nadeln, die auf den Schütztafeln stehen.

Die neue Schiffahrtstraße ist von den Plötzenseer Schleusen bis Hohensaathen rund 100 km lang. Von der Mühlendammschleuse ab beträgt diese Strecke 107 km. Die Krümmungen des Kanals sind möglichst flach gehalten, soweit dies die Rücksicht auf die Kosten zuließ, um der Schiffahrt und im besonderen dem Verkehr der Schleppzüge eine glatte Fahrt zu gewähren. Der kleinste Krümmungshalbmesser beträgt im allgemeinen 1000 m. Nur dort, wo dieses Maß ohne erhebliche Kostenvermehrung nicht eingehalten werden konnte, ist eine Ermäßigung je nach den örtlichen Verhältnissen bei entsprechender Verbreiterung des Kanalquerschnittes bis auf 600 m eingetreten. Es kann angenommen werden, daß bei diesen Krümmungsverhältnissen Schleppzüge sich ohne Störung im Kanal begegnen können. Die Linie ist so geführt, daß der Kanalwasserspiegel möglichst in Höhe des Grundwasserstandes der durchschnittlichen Grundstücke liegt. Allerdings erfährt die Havelhaltung infolge Vertiefung, Erweiterung und Begradigung eine wesentliche Absenkung des Wasserstandes, die vom Spandauer Stau aufwärts sich allmählich steigert und am Lehnitzsee rund 1,2 m beträgt. An einigen Stellen liegt der Kanalwasserstand über dem anstoßenden Gelände bzw. über dem Grundwasserstand. Tiefe Einschnitte sind nach Möglichkeit vermieden. Größere Dammschüttungen kommen nur an zwei Stellen in der Nähe von Eberswalde vor, bei der Überführung des Kanals über die Berlin-Stettiner Eisenbahn und bei der Überführung des Ragöser Tals.

Es liegt im Interesse eines zweckmäßigen Schiffahrtbetriebes, durch Zusammenfassen des Gefälles an einzelnen Punkten möglichst lange Haltungen zu schaffen. Diesem Gesichtspunkt ist bei der Wahl der Höhenlage des Kanals Rechnung getragen. Die gesamte Kanalstrecke Berlin-Hohensaathen zerfällt in drei Haltungen (Abb. 2 Bl. 52). Die Havelhaltung reicht von Plötzensee bis zu der Lehnitzschleuse. Hieran schließt sich die 50 km lange Scheitelhaltung, und den dritten Abschnitt bildet die Oderhaltung von der Schleusentreppe bei Niederfinow bis zu den Hohensaathener

Schleusen. An den Wasserständen des Spandauer Staues ist nichts geändert worden. Es liegt hier der Winterstau auf + 31,62 m N.N., der normale Sommerstau auf + 31,30 m N.N. Die Stauberechtigten können jedoch das Wasser bis auf + 30,83 m N.N. abmahlen. Die Scheitelhaltung des Kanals hat gleichbleibenden Wasserstand und liegt auf + 37,10 m N.N. In der Oderhaltung wird der Wasserstand bedingt durch den Stau am Hohensaathener Wehr, der geregelt ist nach den Erfordernissen einer ordnungsmäßigen Entwässerung des Oderbruchs. Der normale Wasserstand beträgt hier + 1,39 m N.N., während der höchste Wasserstand bis auf + 3,08 m N.N. steigt.

Somit sind die vielen Staustufen des alten Finowkanals zwischen der Havel und Oder auf dem neuen Großschiffahrtweg auf zwei Hauptstellen bei Lehnitz und Niederfinow zusammengefaßt, und die Zahl der Schleusen ist auf sieben Staustufen vermindert. In betriebstechnischer Hinsicht bietet das eine große Erleichterung für den Verkehr. Dem noch weitergehenden Wunsche einzelner Beteiligten, die Wasserhöhe der Havelhaltung bis Liepe durchzuführen, konnte mit Rücksicht auf die Interessen der Landwirtschaft und wegen ungewöhnlich hoher Kosten nicht Rechnung getragen werden.

Die Erdschichten, in die der Kanal eingebettet ist, bestehen zumeist aus feinkörnigem weißen Sand, der auf längeren Strecken der Scheitelhaltung zutage tritt, während in dem Havel- und Odertale der Untergrund zum großen Teil moorig und torfig ist. In den Strecken, in denen der Sand bis zur Geländehöhe ansteht, finden sich vereinzelt eisenhaltige Ablagerungen vor. In größeren Tiefen war der Sand im allgemeinen grobkörniger und ging stellenweise in Kies über. An einigen Stellen durchziehen tiefe Rinnen, die mit Torf und Faulschwamm angefüllt sind, das Kanalgelände.

Der Großschiffahrtweg ist im allgemeinen zweischiffig ausgebaut. Jedoch ist zur Seite des Kanals der Grund und Boden in der erforderlichen Breite angekauft worden, um bei wachsendem Verkehr den Kanalquerschnitt dreischiffig herstellen zu können. Der Wasserquerschnitt (Abb. 4 bis 6 Bl. 54) ist so bemessen, daß Schiffe von 65 m Länge, 8 m Breite und 1,75 m Tiefgang auf dem Kanal verkehren können. Die Tragfähigkeit dieser Schiffe beträgt rd. 600 t. Der eingetauchte Schiffsquerschnitt ist 14 qm, so daß das Verhältnis des eingetauchten Schiffsquerschnitts zum Kanalquerschnitt bei normalem Wasserstand 1:4,86 beträgt.

Der Kanalquerschnitt ist etwas abweichend hergestellt, je nachdem die Havelstrecke oder der Malzer Kanal benutzt wird, oder der Kanal in Durchstichen oder in der Scheitelstrecke neu hergestellt ist. Der gewöhnliche zweischiffige Querschnitt in ungedichteten Strecken hat 33 m Wasserspiegellbreite und 3 m Wassertiefe in der Mitte (Abb. 4 Bl. 54). Die Böschungen in Wasserspiegellhöhe sind im Verhältnis 1:3 angelegt worden. In der Havel und im Malzer Kanal (Abb. 5 u. 6 Bl. 54) sind die Böschungen im allgemeinen flacher angelegt (in 1:4 bis 1:5). Der Grund hierfür war, daß hier der Kanal zum Teil in mooriges und sumpfiges Gelände eingeschnitten ist. Auf der seenartigen Havelstrecke oberhalb Spandaus ist durch Nachbaggerungen eine Fahrstraße von 30 m Sohlenbreite bei einer Wassertiefe von 2,4 m unter Sommerstau geschaffen worden. Im Lehnitzsee ist eine Fahrrinne von 50 m Breite hergestellt. In den Seenstrecken der Oder-

haltung hat der Großschiffahrtweg 30 m Sohlenbreite bei 2,5 m Wassertiefe unter Niedrigwasser und fünffache Böschungen erhalten.

Im nördlichen Durchstich in Plötzensee und zwischen den neuen Schleusen in Plötzensee und der Charlottenburger Brücke, sowie am westlichen Ende des Malzer Kanals ist der Kanal dreischiffig ausgebaut, um hier Liegestellen für 600 t-Schiffe zu erhalten. Auch in den letzten 700 m vor der Einmündung des Kanals in die Havel ist an der Nordseite eine Verbreiterung von 5 m vorgenommen. Unmittelbar oberhalb und unterhalb der Schleusen in Plötzensee, sowie im unteren Vorhafen der Lehnitzschleuse und auf einer Strecke von 1 km Länge oberhalb dieser Schleuse ist der Kanal vierschiffig ausgebildet. Die Vorhäfen der Schleusentreppe bei Niederfinow haben 40 m Sohlenbreite erhalten, während die Zwischenhaltungen in 27 m Breite bei 3 m Wassertiefe angelegt sind. Alle diese Verbreiterungen wurden vorgenommen, um Liegestellen für Schiffe zu schaffen und der Schifffahrt eine größere Beweglichkeit an den Schleusen zu ermöglichen. Vorsorge nach dieser Richtung hin mußte im besonderen deswegen getroffen werden, weil spätere Erweiterungen in den künstlich abgedichteten Kanalstrecken nur mit großen Schwierigkeiten durchgeführt werden können. Auf die ganze Kanalstrecke verteilt sind eine größere Anzahl erweiterter Stellen, die das Umdrehen eines 600 t-Kahnes gestatten.

Von der Anlage besonderer Leinpfade auf den mit dem Großschiffahrtweg zusammenfallenden Havelstrecken ist Abstand genommen worden, da auf dieser Strecke Treidelei durch Menschen oder Pferde zu den Ausnahmen gehört und die Fortbewegung der Fahrzeuge fast ausschließlich mittels Dampfkraft erfolgt. Immerhin sind die beiderseitigen Ufer derartig ausgebaut, daß der Treidelbetrieb, soweit die Kleinschifffahrt etwa daran beteiligt ist, stattfinden kann. Auf der Scheitelstrecke sind beiderseits Leinpfade angelegt, die im allgemeinen eine Breite von 3 m haben, soweit sie im Einschnitt liegen. Nur dort, wo sie gleichzeitig als Fahrwege dienen, sowie auf Dämmen sind sie breiter, und zwar bis 5 m ausgebaut. Um die Möglichkeit des Treidelbetriebes offen zu halten, sind die Leinpfade unter den Brücken, und zwar unter den Havelbrücken in 1 m Breite, unter den Brücken der Scheitelhaltung in 2,5 m Breite durchgeführt.

Die Uferbefestigungen sind zum überwiegenden Teil durch einfache Steinschüttungen hergestellt. Diese Befestigungsart hat sich für den Schifffahrtsbetrieb bei Kanälen durch die Erfahrung als die vorteilhafteste erwiesen. Sie ist verhältnismäßig billig in der Herstellung, paßt sich dem Gelände am besten an und ermöglicht durch Nachschüttungen leicht die Uferdeckungen fortlaufend in ordnungsmäßigem Zustande zu erhalten. Im gewöhnlichen Querschnitt (Abb. 4 Bl. 54) ist das Ufer bis zu einer Tiefe von 1 m unter und 0,2 m über dem Wasserstand durch Steinschüttung befestigt. Die flachen Bermen sind unterhalb der Wasserlinie mit Schilf bepflanzt und oberhalb mit Rasen abgedeckt. In den künstlich abgedichteten Strecken sind lediglich Steinschüttungen vorhanden. Die Schilfpflanzungen sind hier fortgelassen, weil nach Maßgabe der während der Bauausführung angestellten Versuche befürchtet werden mußte, daß die Pflanzenwurzeln die abdichtende Tonschicht durchdringen und dadurch zu

Sickerungen Anlaß geben würden. An den Schleusenvorhäfen haben die Kanalböschungen durch Abpflasterungen oder Betonplatten eine weitergehende Verstärkung erhalten.

Wo der Grundwasserstand oder das anliegende Gelände erheblich tiefer liegt, als der Kanalspiegel, ist das Kanalbett durch eine starke Tonlage abgedichtet, so daß Versickerungen und daraus folgende Verwässerungen des anliegenden Geländes für die Dauer nicht zu erwarten sind. Soweit einige Durchlässigkeit bei der ersten Anfüllung eingetreten ist, kann nach den Erfahrungen bei früheren Kanalbauten angenommen werden, daß allmählich eine gewisse Selbstabdichtung durch eingeschlammte Schlickteilchen eintreten wird. Eine solche künstliche Abdichtung des Kanalbettes ist ausgeführt auf der Strecke von der Lehnitzschleuse bis Malz und weiterhin östlich von der Kreuzung des Großschiffahrtweges mit dem Wehrbellinkanal bis zum Abstieg bei Niederfinow (vgl. Abb. 2 Bl. 52). Die gesamte Dichtungsstrecke hat eine Länge von rd. 25 km, beträgt also die Hälfte der Länge der Scheitelhaltung. Die Tonlage hat in der Sohle eine Mindeststärke von 30 cm, in den Böschungen eine solche von 40 cm erhalten (Abb. 4 Bl. 54). Wo der Kanal auf höheren Dämmen liegt, sind diese Maße entsprechend größer. An der Kanalüberführung über das Ragöser Tal hat z. B. die Tonlage eine Stärke von 80 cm. Zum Schutze gegen die Einwirkung der Staken und gegen Angriffe beim Fortbewegen der Schiffe durch Schrauben ist die Tondichtung in der Sohle in einer Stärke von 40 cm, an den Böschungen in einer Stärke von 50 cm durch eine Überdeckung mit Sand und Kies geschützt. Hierfür wurde ein möglichst grobes Material genommen, soweit die örtlichen Bodenverhältnisse dies gestatteten. In der Strecke auf dem Ragöser Damm ist die Kanalsohle um 1 m tiefer angelegt als auf den übrigen Kanalstrecken, um die Tondichtung in erhöhtem Maße vor Beschädigungen durch die Dampferschrauben zu sichern. Der obere Vorhafen der Lehnitzschleuse und der anschließende Teil der Dichtungsstrecke wurden mit einer Packung von Ziegelbruchstücken abgedeckt, weil dort ein besonders starker Angriff auf die Sohle durch die Schrauben der Schlepper beim Zusammenstellen und Anfahren der Schleppzüge zu erwarten ist. Die Frage der Schraubenwirkung und der Größe des Schiffswiderstandes wurde durch umfangreiche Versuche im großen mit Dampf- und Oder- und Elbkähnen technisch und wirtschaftlich geprüft, um eine Grundlage zu den strom- und schiffahrtspolizeilichen Vorschriften für den Betrieb auf dem Kanal zu gewinnen (Zentralblatt der Bauverwaltung 1911, S. 469).⁵⁾ An einigen Stellen wird zur Abdichtung des Kanalbettes das vom Verfasser vorgeschlagene Verfahren mittels einer Tonbetonlage angewandt.⁶⁾

In der östlichen Dichtungsstrecke der Scheitelhaltung sind drei Sicherheitstore angeordnet (Abb. 1 Bl. 52 u. Text-Abb. 6 u. 8). Die Sicherheitstore sollen im Falle eines etwaigen Dammbrechens die Kanalhaltung unverzüglich absperren, damit Gefahren für den Kanalbetrieb und das angeschnittene Gelände

5) Eine eingehende Darstellung hiervon bringt die Schrift: Mattern-Buchholz, Schlepp- und Schraubenversuche im Oder-Spreekanal und im Großschiffahrtweg Berlin-Stettin. Neue Gesichtspunkte für den Schifffahrtsbetrieb auf Kanälen. Leipzig 1912.

6) Näheres hierüber vgl. die Zeitschrift „Die Talsperre“ 1911, Nr. 7, und Handbuch der Ingenieurwissenschaften Teil III, Bd. 2, Abt. 2 (Talsperren), IV. Aufl. 1913, S. 585.

möglichst abgewendet werden. Den westlichen Abschluß der Dichtungsstrecke bildet das Sicherheitstor am Pechteich, während nach Osten hin das Schleusentor der obersten Schleuse am Abstieg bei Niederfinow die Haltung sichert. Dazwischen liegen das Lichterfelder und das Eberswalder Wassertor im entsprechenden Abstände auf die Gesamtstrecke verteilt. Alle drei Wassertore sind mit Chausseebrücken vereinigt. Von den drei Hauptträgern dient der mittlere als gemeinschaftliches Tragwerk des Wassertors und der Brücke. Die Sicherheitstore sind als Hubtore gestaltet, die den Wasserstand nach beiden Seiten hin kehren können. Die lichte Weite in der Wasserlinie beträgt 28 m, so daß Raum für den dreischiffigen Verkehr vorhanden ist. Bei einer beiderseitigen Leinpfad-

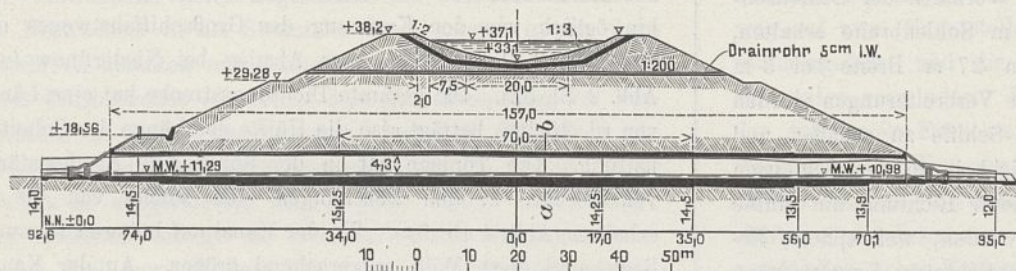


Abb. 4. Querschnitt des Ragöser Dammes mit Durchlaß für das Fließ.

breite von 3,20 m haben die Brücken eine lichte Weite von 34,40 m zwischen den Widerlagern erhalten. Die Brückenbahn selbst zwischen den Hauptträgern hat eine Weite von 8,20 m, wovon 6 m auf die Fahrbahn und je 1,10 m auf die beiderseitigen Fußwege entfallen.

Das bestehende Netz der Wasserzüge (Gräben, Fließe usw.) in den an die neue Wasserstraße stoßenden Ländereien hat durch die Kanalanlage keine Änderungen erfahren, da die vom Kanal gekreuzten Wasserläufe durch Durchlässe und Dücker unterführt worden sind. Dückeranlagen sind im Spandauer Schifffahrtkanal und im Malzer Kanal nötig geworden und aus schweißeisernen Röhren hergestellt. In der Dichtungsstrecke gestattete die Höhenlage des Kanals die Durchführung der Gräben als Durchlässe. Solche Durchlässe sind u. a. erbaut an den Pechteich-Wiesen, in der Nähe des Kaiserwegs und bei Lichterfelde. Ein Bauwerk dieser Art von größerer Bedeutung ist der Durchlaß zur Unterführung des Ragöser Fließes. Das Bauwerk ist aus Beton mit Eiseninlagen in der Sohle und mit tunnelförmigem Querschnitt hergestellt (Text-Abb. 4, 5 u. 7). Die Länge des Durchlasses beträgt 157 m. Der Querschnitt hat eine Höhe und Breite von 4,30 m. Die Stärke der Sohle ist je nach der Höhe der Überschüttung 0,80 bis 1,75 m, die des Scheitels 0,50 bis 0,80 m. Zur Verhinderung von Rissebildungen wurde die Wölbung in 38 Ringen hergestellt, die ohne Verbindung aneinanderstoßen, so daß sie sich unabhängig voneinander bewegen können. Das Bauwerk ist in seiner ganzen Länge mit Asphaltfilz und mit einer Tonschicht von 30 cm Stärke abgedeckt. Hinter den Widerlagern liegen Entwässerungsschlitze, die etwaiges Sickerwasser in den Durchlaß leiten. In den einzelnen Ringen sind unter der bedeutenden Auflast einige Zeit nach der Inbetriebnahme kleine, jedoch unschädliche Bewegungen gegeneinander eingetreten.

Am Mäckersee in der Nähe von Heegermühle ist eine Einrichtung am Kanal getroffen worden, die es ermöglicht,

die Kanalstrecke zwischen den Sicherheitstoren unabhängig von den übrigen Strecken der Scheitelhaltung zu entleeren. Der Kanalwasserspiegel liegt hier rund 11 m über dem Mäckersee. Das abströmende Wasser gelangt zunächst nach diesem See und von dort durch eine Verbindungsrinne nach dem Finowkanal. Die Entleerungsanlage ist imstande, eine Wassermenge bis 4 cbm/sek. abzuführen. Das Bauwerk ist als Heber ausgebildet. Der Scheitel des Heberrohrs liegt so hoch, daß eine Durchdringung der hier vorhandenen Tondichtung, die zu Wassersickerungen hätte Anlaß geben können, vermieden worden ist. Die Inbetriebsetzung des Hebers geschieht durch künstliche Auffüllung mit Wasser. — Die Überwachung des Betriebes und die Unterhaltung

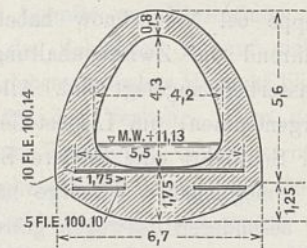


Abb. 5. Querschnitt a b.
1 : 250.

des Kanals erforderten es, eine Anzahl Beamte in unmittelbarer Nähe des Kanals anzusiedeln. Da hier aber zum Teil geeignete Wohnungen nicht oder erst in zu weiter Entfernung vorhanden waren, so sind für ihre Unterbringung eine Anzahl Dienstgehöfte geschaffen worden. An der Lehnitzschleuse ist ein Wohngebäude für zwei Schleusenmeister, in Zerpenschleuse an der Kreuzung des Großschiffahrtweges mit dem alten Finowkanal ein Wohngebäude für einen Wasserbauwart errichtet. Zwei weitere Wasserbauwartgehöfte befinden sich bei Steinfurth und an der Eberswalder Wassertorbrücke. An dem Abstieg bei Niederfinow sind ein Schleusenmeisterdienstgebäude und Doppelwohngebäude für Arbeiter an der obersten Schleuse, sowie zwei Doppeldienstgehöfte für Betriebsbeamte und zwei Doppelwohngebäude für Arbeiter, Schleusengehilfen und Lokomotivführer am unteren Ende in der Nähe des Finowkanals erbaut worden.

Zur Überwachung der Sicherheitstore sind bei Pechteich und Lichterfelde kleine Wärterwohnhäuser errichtet worden

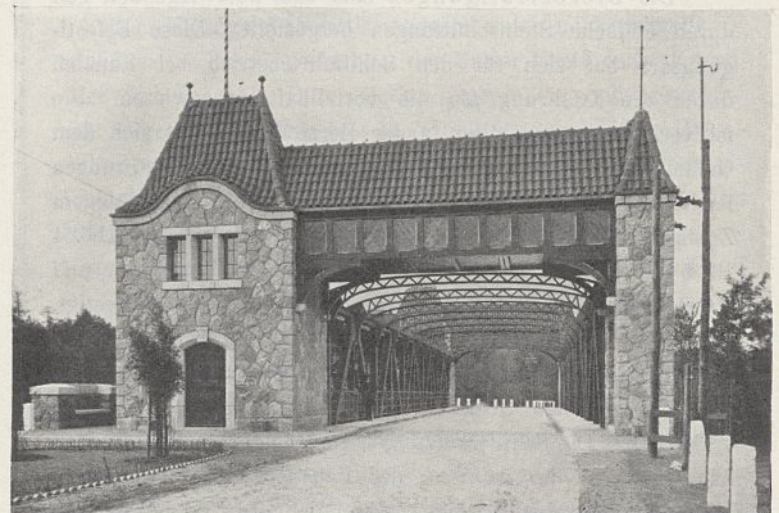


Abb. 6. Chausseebrücke mit Sicherheitstor am Pechteich.

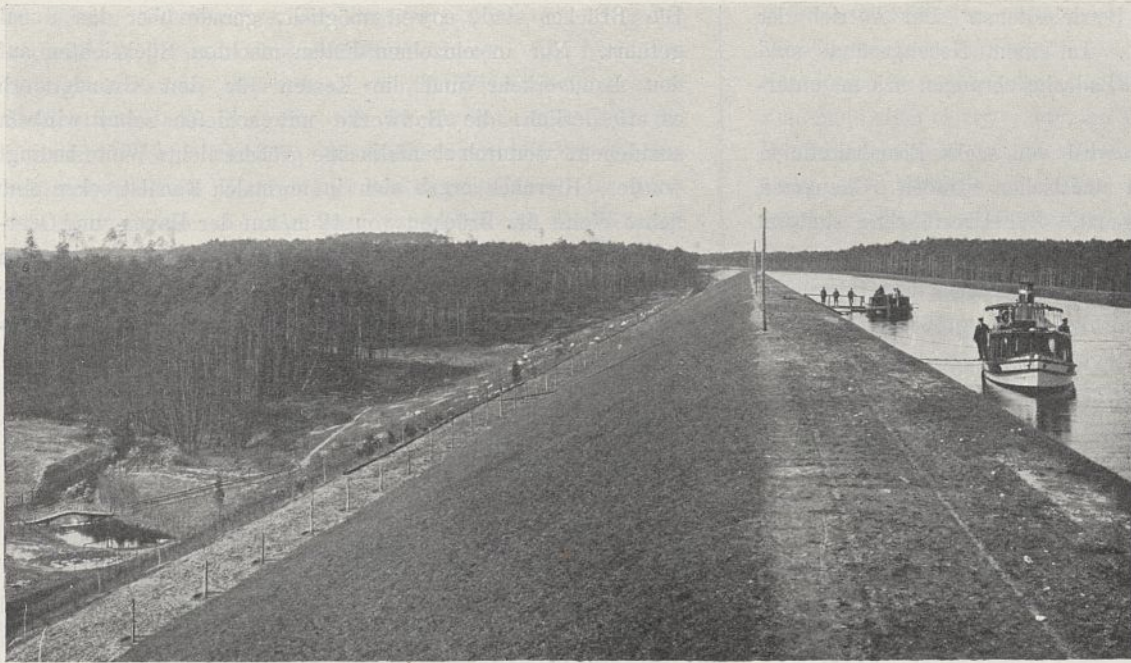


Abb. 7. Ragöser Damm.

in denen Kanalarbeiter angesiedelt sind. Diese und ihre erwachsenen Familienmitglieder werden in der Bedienung der Sicherheitstore ausgebildet. Die meisten dieser Dienststellen sind an eine am Kanal entlang laufende Betriebsfernsprechleitung angeschlossen. Die wesentlichsten Punkte, wie Schleusen, Bauwartgehöfte stehen außerdem mit dem öffentlichen Reichfernprechnet in Verbindung.

In entsprechender Weise ist Fürsorge getroffen für die regelmäßige Unterhaltung der Bagger, Dampfer und Maschineneinrichtungen der Bauwerke des Kanals. Da beim Bau des Großschiffahrtweges eine größere Zahl von Arbeiten im Eigenbetrieb ausgeführt wurden, ist bei Beginn der Bauausführungen am Lehnitzsee ein Bauhof eingerichtet worden.

Ausbesserungsarbeiten der Maschinen und Geräte ausgeführt worden, und die Anlage wird auch dauernd für den gleichen Zweck erhalten bleiben.

Eine weitere Ausbesserungswerkstatt ist an der Schleusentreppe bei Niederfinow eingerichtet worden (Abb. 1 Bl. 54 u. Abb. 1 Bl. 55). Diese Anlage hat erhöhte Bedeutung, weil hier neben den Betriebseinrichtungen für die Schleusentreppe die Bau- und Maschinenanlagen für den maschinenmäßigen Schleppzug unterhalten werden müssen. Eine weitere, wesentlich vermehrte Inanspruchnahme wird sich durch den Bau des Schiffshebewerks ergeben. Es ist hier ein Werkstättengebäude von 550 qm und ein Maschinenschuppen von 250 qm Grundfläche mit den erforderlichen Nebeneinrichtungen vorgesehen.

In den Werkstättengebäuden sind eine Schlosser- und Schmiedewerkstatt, Nebenräume zur Unterbringung der Mannschaften und lagernden Baustoffe sowie ein Hoch- und Niederspannungsraum für den elektrischen Betriebsstrom angeordnet. Im Lokomotivschuppen sind Standplätze für acht Lokomotiven vorhanden. Das Werkstättengebäude ist ausgerüstet mit den erforderlichen Werkzeugmaschinen, Werkzeugen und

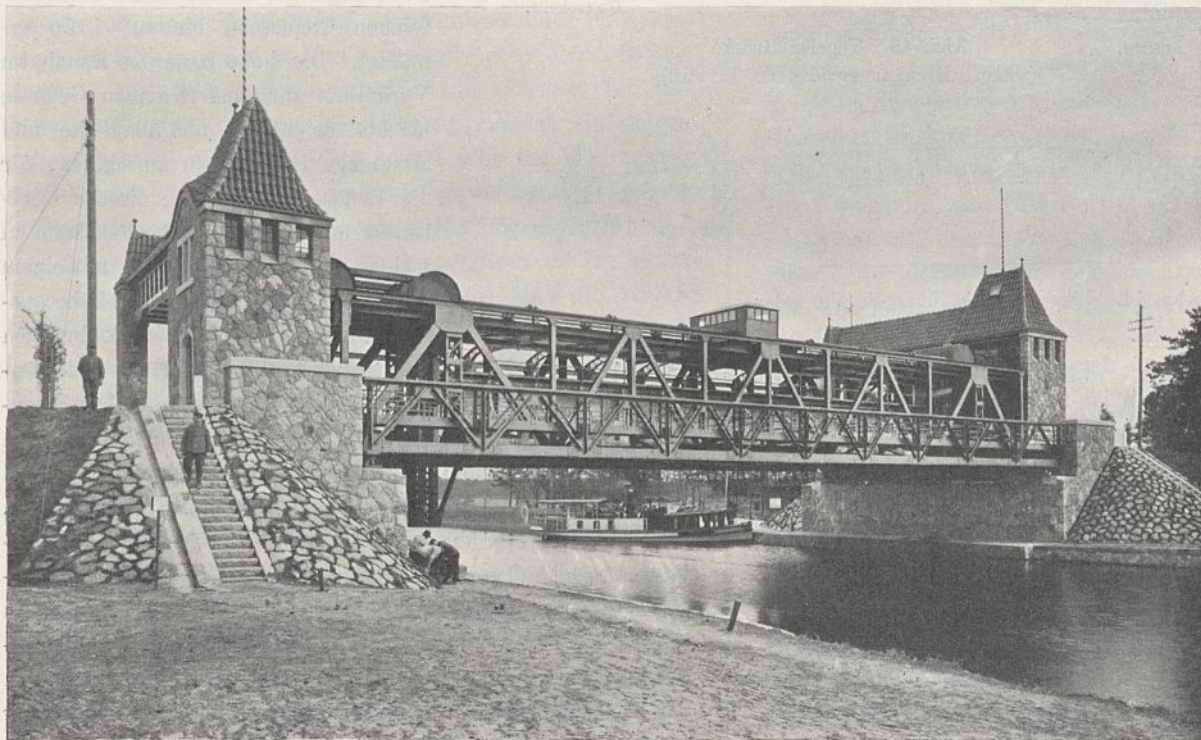


Abb. 8. Sicherheitstor und Chausseebrücke am Pechteich.

Geräten für den laufenden Betriebsdienst. Der Antrieb der Maschinen erfolgt elektrisch. In einem Nebengebäude sind die Heizkessel, Wasch- und Badeeinrichtungen u. a. m. untergebracht.

Der Großschiffahrtweg wird von sechs Eisenbahnlinien und einer großen Zahl von städtischen Straßen, Chausseen Land- und Forstwegen gekreuzt. Zur Überführung sind im ganzen 36 Brücken gebaut worden. Diese Brückenbauten bestehen zum Teil in Umbauten vorhandener Überführungen in der Havel- und Oderhaltung, zum größeren Teil sind

Die Brücken sind, soweit möglich, gerade über den Kanal geführt. Nur in einzelnen Fällen machten Rücksichten auf den Landverkehr und die Kosten für den Grunderwerb es erforderlich, die Bauwerke mit schiefen Schnittwinkeln anzulegen, wodurch ebenfalls eine größere lichte Weite bedingt wurde. Hiernach ergab sich in normalen Kanalstrecken eine lichte Weite der Brücken von 42 m, auf der Havel- und Oderstrecke von 45 bis 55 m. Ausnahmsweise hat die Brücke neben dem Unterhaupt des Abstiegs bei Niederfinow nur 29 m lichte Weite erhalten. Die lichte Höhe der Brücken-

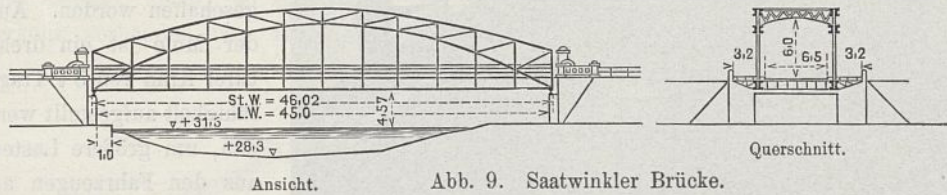


Abb. 9. Saatwinkler Brücke.

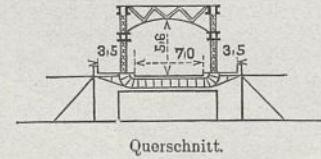


Abb. 10. Charlottenburger Brücke.

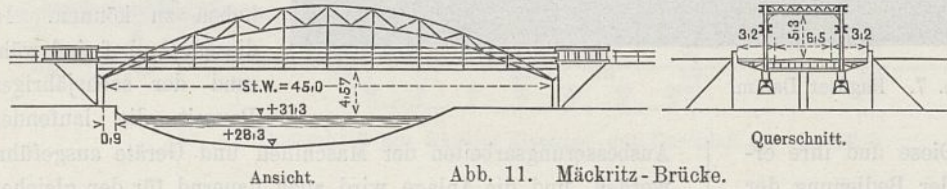


Abb. 11. Mäckritz-Brücke.

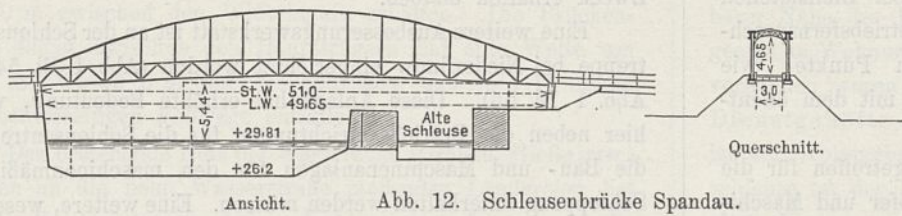


Abb. 12. Schleusenbrücke Spandau.

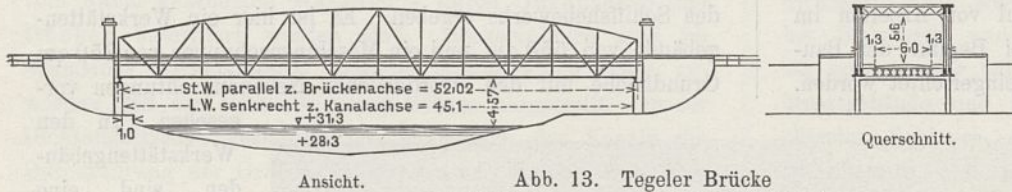


Abb. 13. Tegeler Brücke (schief, Kreuzungswinkel 63° 11' 26").

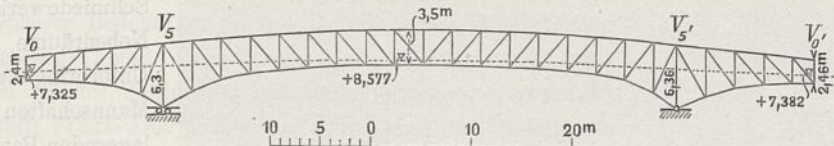


Abb. 14. Lieper Brücke über die alte Oder.

vollständige Neubauten auf der Scheitelstrecke ausgeführt. Die lichte Weite der Brücken ist so bemessen, daß der zweischiffige Querschnitt des Kanals ohne Einschränkung der Wasserspiegelbreite durchgeführt werden kann, eine Neuerung gegenüber den bisherigen Kanalausführungen, die eine Einschränkung des Wasserspiegels an den Brücken zeigen. Der Schifffahrt wird hierdurch eine glattere Durchfahrt unter den Brücken ermöglicht werden. Im übrigen ist die Brückenweite so groß, daß es möglich sein wird, durch Abbaggerungen den Kanalquerschnitt dreischiffig auszubilden. Die Mitte der Brückenöffnung ist daher 2 m aus der Achse des Kanals gelegt, um für den späteren dreischiffigen Ausbau eine möglichst günstige Lage der Brücken zu wahren.

unterkante über dem Wasserspiegel beträgt in den Kanalstrecken 4,25 m an den Grenzen der Schifffahrtsrinne d. h. 9 m beiderseits der Kanalachse. In der Havel- und Oderstrecke liegt die Brückenunterkante 4 m über dem höchsten Hochwasser. Die nutzbare Breite der Brücken ist dem Verkehrsbedürfnis angepaßt. Die Nutzbreiten der Landstraßenbrücken betragen im allgemeinen 4,50 m, 6,50 m und 8 m. In der Nähe von Berlin sind wesentlich größere Breiten erforderlich geworden. So haben z. B. die Seestraßenbrücken bei Plötzensee eine nutzbare Breite von 19 m erhalten. Die zu den Brücken führenden Rampen sind zum überwiegenden Teil mit der Steigung 1:40 angelegt, andererseits bei verkehrsreichen Chausseen bis auf 1:50 ermäßigt. Die hohe Lage des Kanals im Verhältnis zum angrenzenden Gelände machte es nötig, um allzuhohe und allzulange Rampen zu vermeiden, für die Brückenüberführung eiserne Überbauten mit unten liegender Fahrbahn zu wählen, die es ermöglichen, mit einem geringsten Maß an Tragwerkshöhe auszukommen. Für Landstraßenbrücken

ist hauptsächlich der Netzwerkträger mit schrägen Endständern, teilweise mit oberem Windverband gewählt. Die Eisenbahnbrücken haben nach den Musterentwürfen der Staatsbahn parallele Träger mit Netzwerk, schrägen Endständern und durchgehendem oberem Windverband erhalten. Einige Brücken, wie die Hohenwerder-, die Saatwinkler- und die Charlottenburger Brücke (Text-Abb. 9 u. 10) sind als Zweigelenbogen-träger mit Zugband ausgebildet. Die Mäckritzbrücke bei Berlin (Text-Abb. 11) und die Lehnitzer Schleusenbrücke bei Oranienburg (Text-Abb. 15) zeigen einen Zweigelenbogen-träger in der Form eines Sichelträgers ohne Zugband mit angehängter Fahrbahn. Die Spandauer Schleusenbrücke (Text-Abb. 12) ist als Bogensehnen-träger mit versteifter Fahrbahn ausgeführt.

Die Lieper Brücke über die alte Oder (Text-Abb. 14) hat bogenförmig geformte Auslegerträger erhalten. Die Linie des Untergurts hat im allgemeinen von den Widerlagern nach der Brückenmitte eine Steigung von 30 cm erhalten. Nur die Eisenbahnbrücken und die Chausseebrücken mit den Sicherheitstoren sind im Untergurt gerade durchgeführt. Im Querschnitt liegen bei allen Brücken bis 8 m Breite die Fußwege innerhalb und bei den breiteren Brücken außerhalb der Hauptträger. Die Fahrbahnen bestehen überwiegend aus einem 8 cm hohen Kleinpflaster, das in Zementmörtel gebettet ist. Als



Abb. 15. Lehnitzer Schleusenbrücke bei Oranienburg.

Unterlage dient eine Betonschicht, die auf den Zoreisen der Konstruktion ruht. Zwischen der Betonschicht und dem Pflaster ist eine Abdeckung mit Filzplatten eingeschaltet. Die auf den beiden Seiten angeordneten Fußwege bestehen meist aus 8 cm starken Betonplatten, die mit Eiseneinlagen verstärkt sind. Die Fahrbahnen haben ein Quergefälle von 1:60, das Längsgefälle entspricht der Steigung des Untergurts. Die Widerlager der Brücken sind überwiegend in Beton hergestellt mit einer Verblendung von Klinkern oder in Zyklopmauerwerk aus den an Ort und Stelle gefundenen Bruchsteinen. Die Widerlagsmauern sind zum größten Teil unmittelbar auf dem gewachsenen Boden gegründet. In einigen Fällen, wo der tragfähige Untergrund sehr tief lag, erwies sich die Gründung auf Pfahlrost als notwendig. Vereinzelt, im besonderen beim Vorhandensein eines Bogenschubes, sind zur Erzielung besserer Druckverteilung, Eisen in den Beton eingelegt. Zur Belebung des Kanalbildes sind die Widerlager und Brüstungen bei fast sämtlichen Brücken architektonisch verschieden ausgebildet. Vielfach sind dazu die an Ort und Stelle gefundenen Findlinge verwandt.

Die beiden Brücken im Zuge der Seestraße in Plötzensee sind als Eisenbetonbrücken mit drei Gelenken ausgeführt, weil hier die Höhenverhältnisse die Anlage massiver Brücken gestatteten. Beide Brücken sind schief hergestellt. Die nördliche Seestraßenbrücke hat eine Spannweite von 48 m zwischen den Kämpfergelenken im Zuge der Brückenachse gemessen; bei der südlichen Seestraße beträgt dieses Maß 45,16 m. Von der nutzbaren Breite von 19 m entfallen auf die Fahrbahn 11 m und das übrigbleibende Maß auf die beiden seitlichen Fußwege. Die Pfeilhöhe der Gelenkpunkte beträgt 5 bzw. 4,60 m. Die Widerlager sind bei beiden

Brücken unmittelbar auf dem Sanduntergrund gegründet. Die Bogenstärke der nördlichen Seestraßenbrücke beträgt am Kämpfer 0,80 m, in der Bruchfuge 1,05 m und verdünnt sich nach dem Scheitel hin auf 0,65 m. Die Gewölbe haben Rundeiseneinlagen von verschiedener Stärke und sind so geformt, daß Beton und Eisen nur auf Druck beansprucht werden. Nähere Mitteilungen über diese beachtenswerten Brückenanlagen folgen im nächsten Heft dieser Zeitschrift.

Hohensaathen-Stettin (Abb. 1 u. 2 Bl. 53). Die Arbeiten früherer Zeiten an der unteren Oder waren im wesentlichen lediglich auf die Verbesserung der Vorflut gerichtet, während die Interessen der Schifffahrt zurücktraten. Auch der Hauptzweck des gegenwärtigen Unternehmens ist, eine verbesserte Vorflut zu schaffen, daneben sollen aber auch günstigere Fahrwasserverhältnisse für die Schifffahrt gewonnen werden. Diese untere Oderregulierung von Hohensaathen bis Stettin bedeutet einen Eingriff großen Maßstabes in die natürlichen Abflußverhältnisse des Stromes. Die Regulierung will im Anschluß an die im Laufe der Zeit eingetretene Entwicklung die teilweise bereits vorhandene Zweiteilung des Stromlaufes bis an den Dammschen See folgerichtig ausbilden. Die „Ostoder“ als Hauptstrom soll die aus dem Oberlauf kommenden Wassermengen und Sinkstoffe unter tunlichster Ausnutzung des vorhandenen nur sehr geringen Gefälles auf dem kürzesten Wege dem Dammschen See, als dem natürlichen Aufnahmebecken, zuführen. Die Durchführung der geplanten Zweiteilung derart, daß die gesamte Abführungsmenge von 1600 cbm/Sek. dem Dammschen See durch die Ostoder allein zugeleitet wird, würde jedoch in dem unteren Teil sehr große Durchflußquerschnitte notwendig machen und dadurch unverhältnismäßig hohe Kosten verursachen. Deshalb ist im unteren Teil die Westoder, die hier teilweise schon sehr breit und tief ist, zur Entlastung der Ostoder bei Abführung größerer Sommerwassermengen mit herangezogen.⁷⁾

Die Ostoder wird zur Aufnahme der Wasserabführung vor allem für das größte Hochwasser der Oder von 1600 cbm/Sek. ausgebaut. Auf der oberen Strecke ist diese Wassermenge in einem einheitlichen Querschnitt zusammengehalten. Die Durchflußquerschnitte werden zum Teil bis auf das doppelte erweitert, andererseits aber Flußarme abgesperrt. Dann findet eine Verteilung statt, derart, daß der östliche Arm der Oder 950 cbm/Sek. unmittelbar bis in den Dammschen See abführt. Der durch Stettin gehende Arm nimmt 650 cbm/Sek. auf. Die Regulierung der Wasserverteilung an der Trennstelle geschieht durch ein bewegliches Wehr. Diese große Regulierung wird durchgeführt durch Baggerungen, Durchstiche, Begradigungen, Brückenumbauten usw. Sommerdeiche an der Ostoder dienen dazu, ihr Wasser in geschlossenem Querschnitt auch zur Zeit solcher Wasserstände, bei denen bisher eine Ausuferung eintrat, zusammenzuhalten, und zwar solange, als bei gleichzeitigem Aufstau im Dammschen See von N. N. + 0,7 m ihre Wasserführung das Maß von 1600 cbm in der Sekunde nicht überschreitet. Erst bei größerer Wasserführung kann eine Überflutung der Wiesengebiete eintreten.

⁷⁾ Denkschrift betreffend die Verbesserung der Vorflut in der unteren Oder (Anlage A zu Nr. 95 der Druckschriften des Hauses der Abgeordneten 1904).

Die Sommerdeiche erhalten flache Böschungen außen und innen. Sie wurden meist durch Spülbetrieb hergestellt mit einem inneren Sandkern und einer Mutterbodenbedeckung. Durch gleiches Spülverfahren wurden auch ausgedehnte Landaufhöhungen bis 3 m Höhe gebildet. Bei der Landaufhöhung ergab sich eine starke Zusammendrückung des darunter liegenden Moorbodens, so daß die Aufhöhungen im allgemeinen bedeutend mehr Bodenmassen erforderten, als ursprünglich gedacht war. Bei den Sommerverwallungen mußte die Zugänglichkeit der Polder gewahrt werden, um der Landwirtschaft die Abfuhr des Heues, die zu Wasser geschieht, offen zu halten. An vielen Stellen wurden daher Kanalschleusen eingebaut. Diese Schleusen erhalten im allgemeinen eine nutzbare Breite von 6,5 m und eine Länge von 15 m.

2. Die Ostoder wird bis Hohensaathen für Schifffahrtzwecke derartig ausgebaut, daß 400 t-Schiffe (8 m Breite, 1,5 m Tiefgang) während der Dauer der Schifffahrtzeit stets verkehren können. Auf der unteren Strecke der Ostoder bis Niedersaathen wird die Wassertiefe nicht unter 6 m sein.
3. Zur Vermittlung des Schifffahrtverkehrs zwischen den Ortschaften an der Ostoder mit denjenigen an der Westoder werden Schifffahrtstraßen für Kähne bis 400 t-Ladefähigkeit quer durch das Odertal hergestellt.

Den Schiffen stehen in der Strecke Stettin-Berlin nunmehr zwei Wasserwege zur Verfügung. Während auf der Linie Westoder-Oderbruchvorfluter 600 t-Schiffe bei allen

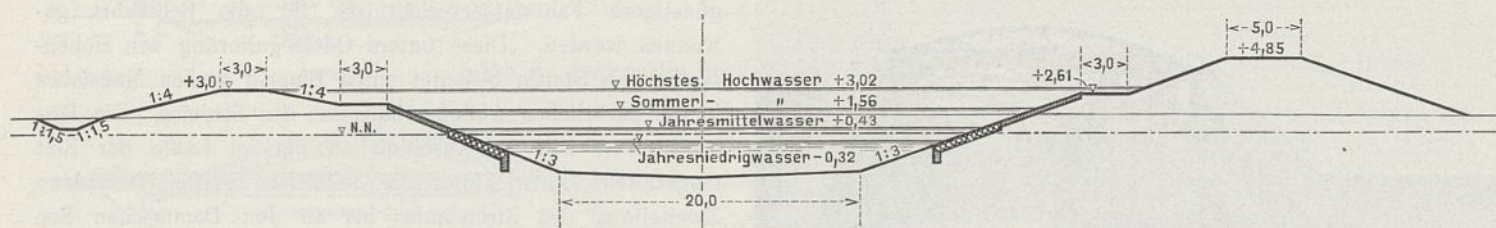


Abb. 16. Querschnitt des Durchstichs Criewen-Schwedt.

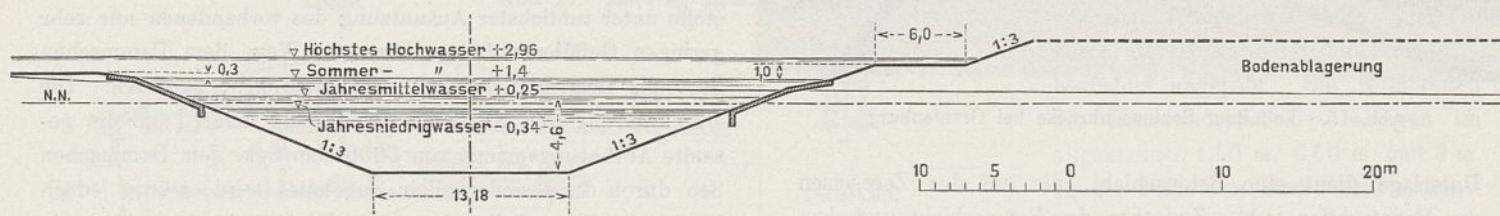


Abb. 17. Querschnitt des Durchstichs Schwedt-Friedrichstal.

Die Westoder hat in ihrem oberen Teil bis Friedrichstal zur Abführung des Wassers aus dem Oderbruch und der Niederung selbst, sowie aus der unterhalb Schwedt hinkommenden Weise denselben Querschnitt wie der Kanal Berlin-Hohensaathen erhalten. Dies wurde dadurch erreicht, daß die Westoder von Hohensaathen abwärts bis Friedrichstal, unterhalb Schwedt, als ein geschlossener Wasserlauf ausgebildet ist, so daß sich hier die Wasserspiegelhöhe entsprechend dem unteren Stromwasserstande einstellt. Gleichzeitig ist dieser Arm durch Baggerungen, Brückenerweiterungen, Brückenhebungen und sonstige Arbeiten auch für die Durchfahrt größerer Schiffe ausgebildet worden. Der bis Friedrichstal führende hochwasserfreie Deich hat 5 m Kronenbreite und beiderseitige dreifache Böschungen (Text-Abb. 16 u. 17). Die Krone ist in 1 m Höhe über dem Hochwasserstand von 1888 angenommen. Die Wassertiefe des Querschnitts beträgt oberhalb Schwedt 2,55 m unter N. W. Weiter unterhalb sind die Durchstiche zur Aufnahme der stärkeren Wasserführung entsprechend geräumiger gestaltet (Text-Abb. 16).

Für die Schifffahrt sind die nachstehenden Maßnahmen getroffen:

1. Die Westoder von Stettin bis Friedrichstal und der Vorfluter des Oderbruchs von Friedrichstal bis Hohensaathen sind zu einer Wasserstraße für 600 t-Schiffe als Zugang zu dem neuen Großschiffahrtweg Berlin-Hohensaathen ausgebaut.

Wasserständen verkehren können, ist dies auf dem Wege durch die Ostoder zur Zeit niedriger Wasserstände auf der Strecke Raduhn-Hohensaathen (oberhalb Schwedt) nicht zugänglich. Die Ostoder wird also für einen Teil des Jahres von 600 t-Schiffen mit vollem Tiefgang nicht zu befahren sein. Für die in der Richtung auf Breslau und nach der Netze und Warthe bestimmten Schiffe wird sie aber stets genügen, denn in den Flußstrecken der Oder oberhalb Hohensaathen finden die Schiffe keine größeren Wassertiefen, als zwischen Raduhn und Hohensaathen vorhanden sein werden. Ebenso wird auch allen nach Berlin bestimmten Fahrzeugen, sofern sie keinen größeren Tiefgang haben, als ihn ein 400 t-Schiff (1,5 m) erfordert, der Weg über die Ostoder jeder Zeit offen stehen.

3. Umschlagstellen, Ladestellen, Stichkanäle (Häfen).

Schon während der Zeit der Bauausführung ist am Großschiffahrtweg eine Reihe von Umschlagstellen entstanden für die Vermittlung des Verkehrs von Land zu Schiff und umgekehrt. Die Herstellung solcher Privatanlagen ist seitens der Verwaltung lebhaft gefördert worden, da diese Einrichtungen geeignet sind, zur Hebung des Verkehrs auf dem Kanal wesentlich beizutragen. Mehrere Stichkanäle sind erbaut worden, die als Zubringer von Gütern dienen werden. Im besonderen ist aber eine große Zahl von Ladestellen unmittelbar am Kanal eingerichtet. Die Entscheidung mußte für die Anlagen der Ladestellen in der Scheitelhaltung früh-

zeitig getroffen werden, da hier die Tondichtung des Kanalbettes der späteren Einrichtung sehr erhebliche Schwierigkeiten entgegenstellt. Die durch Ausbuchtung geschaffenen Liegestellen sowie Stichkanäle müssen ebenfalls gegen Wasserversickerungen gesichert werden, und diese künstlichen Abdichtungen lassen sich nach Fertigstellung und Füllung des Kanals nur mit ungewöhnlichen Kosten herbeiführen.

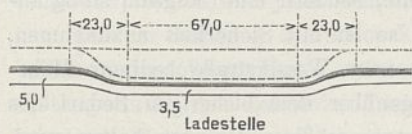


Abb. 18. Lageplan einer Ladestelle.

Die Ladestellen sind zum Teil fertig ausgebaut, zum Teil, und zwar dort, wo ein Verkehrsbedürfnis zwar augenblicklich noch nicht vorlag, aber doch für die Zukunft zu erwarten war, zunächst vorbereitet. Zu diesem Zweck wurde die Tondichtung derart gestaltet, daß der spätere Ausbau zu einer Liegestelle im Kanal, zu einem Stichhafen oder Seitenkanal möglich ist.

Die Ladestellen bestehen meist in Ausbuchtungen von einer Schiffsbreite. In einzelnen Fällen, zum Beispiel bei Ebers-

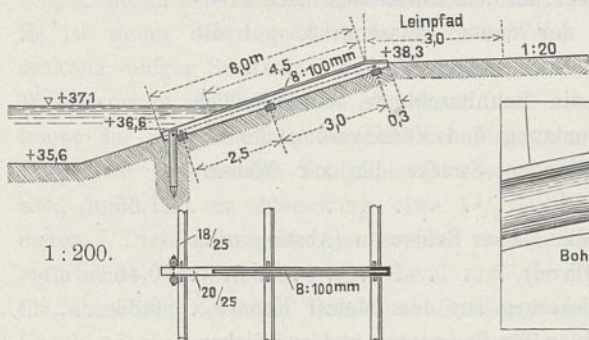


Abb. 19. Querschnitt durch die Langholzrutsche.

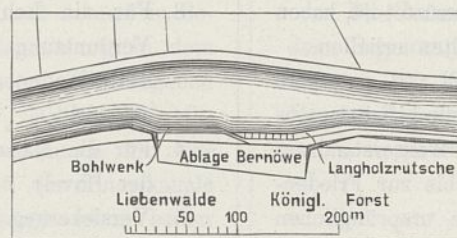


Abb. 20. Lageplan einer forstfiskalischen Ablage.

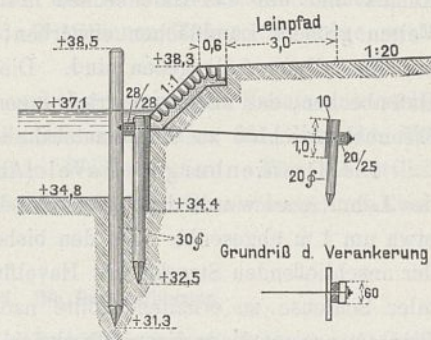


Abb. 21. Querschnitt durch das Bohlwerk.

walde, ist jedoch die doppelte Breite angelegt worden. Nach der Länge sind diese Plätze meist für die Annahme je eines 600 t-Kahnes von 65 m Länge eingerichtet (Text-Abb. 18). Wo ein größeres Verkehrsbedürfnis vorlag, wie zum Beispiel im Durchstich bei Saatwinkel und bei Eberswalde, sind Liegestellen größerer Ausdehnung geschaffen worden. Im einzelnen sei erwähnt, daß die Firma Siemens u. Halske im Durchstich bei Saatwinkel, die allgemeine Elektrizitätsgesellschaft und die Gemeinden Pankow und Hohenneuendorf an der oberen Havel Ladestellen eingerichtet haben. Ebenso sind von privater Seite mehrere Ablagen bei Oranienburg hergestellt worden. Zu nennen ist ferner die einschiffige Ladestelle der Gemeinde Marienwerder. Östlich der Lichterfelder Wassertorbrücke hat die Stadt Eberswalde bei einer Erstreckung von rd. 5 km zu beiden Seiten des Kanals im ganzen 32 Liegestellen in der oben erläuterten Weise eingerichtet. Hierbei ist die Südseite des Kanals zwischen der Poratzbrücke und dem östlich liegenden Wendepunkt einschiffig und hieran anschließend die Strecke bis zur Eberswalder Wassertorbrücke zweischiffig als städtische Hafenanlage betriebsfertig ausgebaut. Vorbereitet ist ferner eine Liegestelle auf der Südseite östlich von Beusters Fließ auf Kosten der Uferbesitzer. An dieser Liegestelle ist bei Anlage der Tondichtung die Möglichkeit gewahrt, später einen Stichhafen anzulegen. An der Klosterbrücke in der Nähe der Schleusentreppe ist von privater Seite eine Kiesladestelle angelegt, um in der Nähe liegende Kieslager vorteilhaft abbauen zu können.

Die staatliche Forstverwaltung hat bei Oranienburg, wo der Kanal auf lange Strecken fiskalische Waldungen durchläuft, fünf Ablagen, bestehend aus einem Bollwerk und einer Einschleppe für Langholz, herstellen lassen (Text-Abb. 19 bis 21). Eine weitere Holzablage für die Verladung von Hölzern auf Kähne sowie für die Zusammenstellung von Flößen ist östlich der Klosterbrücke oberhalb der Schleusentreppe eingerichtet. Wegen der Schwierigkeit, die die spätere Herstellung von Ladestellen in der Scheitelhaltung verursacht, sind hier ferner eine Anzahl Ablagen auf Staatskosten errichtet worden. Damit wurde der Zweck verfolgt, die am Kanal liegenden fiskalischen Ländereien für eine bessere Verwertung zu erschließen. Drei zweischiffige Liegestellen befinden sich am Mäckersee östlich längs des Geländes, das aus den Mitteln für erweiterten Grunderwerb angekauft ist. Ebenso sind zwei einschiffige Liegestellen östlich und westlich der Kaiserbrücke auf der Nordseite des Kanals, am Südufer westlich der Steinfurthener Brücke ist eine einschiffige Liegestelle und an der Lichterfelder Brücke eine Liegestelle

für drei Schiffslängen am Südufer des Kanals eingerichtet. — An der Klosterbrücke oberhalb der Schleusentreppe sind drei Kohlenladestellen ausgebaut worden, damit an dieser Stelle die Versorgung von Schleppdampfern mit Kohlen stattfinden kann. Zwei dieser Plätze sind auf sechs Jahre für diesen Zweck nach öffentlicher Ausschreibung verpachtet. Die Verwertung des dritten ist der weiteren Entwicklung des Verkehrs vorbehalten.

Die Ablagen sind teils aus Holz für das Bollwerk (Text-Abb. 21), zum überwiegenden Teil aber in massiver Weise in Beton hergestellt, indem die Uferböschungen mit einer Betonbekleidung etwa in der Neigung 1:1 ausgebaut sind. Besondere Sorgfalt ist auf die Standsicherheit dieser Mauern

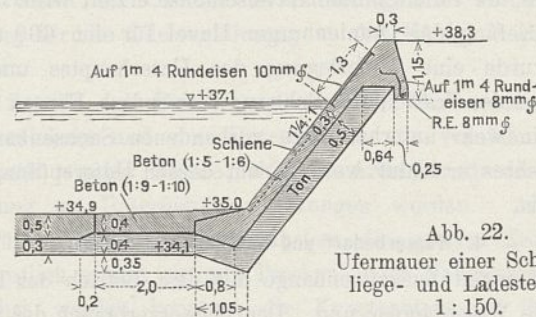


Abb. 22. Ufermauer einer Schiffs- und Ladestelle. 1:150.

in der Scheitelstrecke verwandt, wo der Fuß der Betonböschung auf Betonunterlagen sich gegen die Tonunterlagen der Kanalabdichtung stützt. Durch Vorlage einer kräftigen

Platte ist hier erhöhte Standsicherheit gewonnen worden (Text-Abb. 22). Ein kleiner Teil der Ladestellen ist mit gepflasterten Böschungen auf Kiesunterbettung hergestellt.

Um anstoßende Gelände und nahe gelegene Ortschaften an den Kanalverkehr anzuschließen, sind einige Stichkanäle gegraben worden. Der Veltener Stichkanal (Abb. 1 Bl. 52) stellt eine unmittelbare Wasserverbindung des durch die Tonindustrie bekannten Fleckens Velten mit dem Großschiffahrtweg her. Er soll die Zufuhr der Rohstoffe, Kohlen, Kreide, Zinn, Blei usw. für die Industrie Veltens erleichtern und verbilligen. Der Kanal ist in solchen Abmessungen angelegt, daß 600 t-Schiffe auf ihm verkehren können. Die Abzweigung vom Großschiffahrtweg liegt etwa 2 km oberhalb Hennigsdorfs in nordwestlicher Richtung. Der Querschnitt ist auf der ersten Strecke einschiffig, weiterhin sind neben der mittleren Durchfahrtsstraße an den Seiten des Kanals Lösch- und Ladeplätze vorgesehen. Am Ende erweitert sich der Kanal zu einem Hafenbecken, das für etwa acht große Schiffe Lademöglichkeit bietet. Zu beiden Seiten der Endstrecke des Kanals und um das Hafenbecken herum hat die Gemeinde Velten größere Landflächen erworben, die für die Industrie zur Ansiedlung freigegeben sind. Diese Flächen sowie das Hafenbecken, das mit Kranvorrichtungen ausgerüstet ist, haben Eisenbahnanschluß an den Staatsbahnhof Velten erhalten.

Die Oranienburger Havel (Abb. 1 Bl. 52) unterhalb des Lehnitzsees wurde durch den Bau des Großschiffahrtweges etwa um 1 m abgesenkt. Um den bisherigen Wasserstand auf der anschließenden Strecke des Havelflusses bis zur Friedentaler Schleuse zu erhalten, sollte nach dem ursprünglichen Plan am unteren Ende dieser Strecke ein Wehr nebst Schleusenanlage für Finowkähne eingebaut werden. Die Stadt Oranienburg wünschte jedoch diese Havelstrecke auch dem Verkehr mit 600 t-Kähnen zugänglich zu machen und stellte den Antrag, die Schleuse ganz fortfallen zu lassen. Die daraufhin zwischen der Staatsbauverwaltung und den städtischen Körperschaften eingeleiteten Verhandlungen führten zu dem Ergebnis, daß der Staat auf die Ausführung der Schleuse und des Wehrs verzichtete und die hierdurch ersparten Mittel in Höhe von 82000 Mark der Stadt Oranienburg zur Vertiefung und Begradigung der Havel innerhalb der Stadt überwies. Vom Staate wurde ferner die Verpflichtung übernommen, aus dem späteren Unterhaltungsfond des Großschiffahrtweges für eine Reihe von Jahren an die Stadt Oranienburg eine Rente abzuführen, welche in runder Summe der vollen Ersparnis entspricht, die durch den Wegfall der Unterhaltung und des Betriebes der vorerwähnten Havelschleuse erzielt wird. Durch die Vertiefung der Oranienburger Havel für den 600 t-Verkehr wurde eine Tieferlegung des Unterhauptes und der Kammern der Friedentaler Schleuse notwendig. Ebenso mußte ein Grundwehr unterhalb des vorhandenen Sachsenhausener Havelwehres errichtet werden, um dessen Unterspülung vorzubeugen.

4. Wasserbedarf und Speisung des Kanals.

Im engen Zusammenhange mit dem Betrieb des Kanals steht die Wasserversorgung. Der Wasserverbrauch der Schiffahrtstraße setzt sich zusammen aus dem Bedarf, der beim Durchschleusen der Schiffe entsteht. Dazu treten die Verluste durch Verdunstung auf der freien Wasserfläche und durch Versickerung aus der Kanalhaltung in den Untergrund.

Der Verbrauch an Schleusungswasser ist der ausschlaggebende Teil, und da dieser Bedarf von der Größe des Verkehrs abhängt, ist es ersichtlich, daß der Gesamtverbrauch an Speisungswasser im engen Zusammenhange steht mit der Größe des Schiffsverkehrs. Da die Zunahme des Verkehrs im allgemeinen keine sprunghafte, sondern eine langsam stetig ansteigende zu sein pflegt, so ist mit Sicherheit anzunehmen, daß auch der durch die neue Wasserstraße bedingte Mehrverbrauch an Wasser gegenüber dem bisherigen Bedarf des Finowkanals sich zunächst in mäßigen Grenzen halten wird.

Der Speisewasserbedarf für einen 15stündigen Tagesbetrieb stellt sich wie folgt:

1. Für die Schleusentreppe bei Niederfinow einschließlich der Verdunstung und Versickerung in der Strecke östlich der Wasserscheide bei Zerpenschleuse . . .	1,00 cbm/Sek.
2. Für den alten Finowkanal (Abstieg nach der Oder)	0,45 „
Es ist hierbei angenommen, daß der Verkehr auf dem Finowkanal nach Eröffnung der neuen Wasserstraße auf die Hälfte des jetzigen Verkehrs sinkt.	
3. Für die Lehnitzschleuse einschließlich Verdunstung und Versickerung der anschließenden Strecke bis zur Wasserscheide	1,65 „
4. Für die Malzer Schleusen (Abstieg nach der Havel)	0,45 „
5. Versickerung aus dem Malzer Kanal	0,33 „
6. Zuschlag für Freiwasser und zur Sicherheit	0,33 „
	4,21 cbm/Sek.

Durch den in Ausführung genommenen Bau des Hebewerkes wird der Wasserverbrauch gegenüber dem Vollbetrieb mit der Schleusentreppe nur unwesentlich vermehrt, da das Hebewerk kein nennenswertes Betriebswasser erfordert. Infolgedessen wird durch die Verlängerung seiner Betriebszeit auf 24 Stunden der Wasserverbrauch nicht stark erhöht werden. An der Lehnitzschleuse würde durch Ausbau einer zweiten Schleuse, die mit der ersten zu verbinden wäre, so daß sich beide Schleusen gegenseitig als Sparbecken ergänzen, der Wasserverbrauch nur um etwa 20 vH. vermehrt werden. Insgesamt würde sich bei doppeltem Ausbau und 24stündigem Betrieb der gesamte Wasserverbrauch des Kanals auf rund 5 cbm/Sek. stellen.

Der Aufrechnung des Speisungswasserbedarfs liegen folgende Annahmen zugrunde:

1. Verdunstung. Es ist eine Verdunstungshöhe von 4 mm täglich für die heißen Monate und 2 mm täglich im Durchschnitt des ganzen Jahres in Rechnung gestellt.
2. Versickerung. Auf der mit großer Vorsicht gedichteten Scheitelhaltung des Kanals ist eine größte Versickerung im Durchschnitt des ganzen Jahres von 13 mm täglich vorausgesetzt.
3. Die Verluste durch Undichtigkeit der Schleusentore sind nach Maßgabe bisheriger Erfahrungen zu 0,10 cbm/Sek. geschätzt.
4. Verluste durch Schleusungswasser. In 15 Stunden können an der Schleusentreppe bei Niederfinow mit je 9 m

Gefälle der vier Einzelschleusen 20 Schleusungen vorgenommen werden. Unter Berücksichtigung der Leerschleusungen werden bei jeder Schleusung 3000 cbm verbraucht. Daraus ergibt sich ein Verbrauch von 0,75 cbm/Sek (bei einem Schleusenabstieg). An der Lehnitzschleuse, die 85 m Nutzlänge hat, werden bei jeder Schleusung 5300 cbm verbraucht.

Das zur Speisung des neuen Kanals erforderliche Wasser soll aus der oberen Havel entnommen und seiner Scheitelhaltung durch den Zehdenick-Liebenwalder Kanal zugeführt werden. Wenn in den trockenen Jahren die Wasserführung der Havel so weit heruntergeht, daß das notwendige Speisungswasser nicht zur Verfügung steht, ohne andere, im besonderen landwirtschaftliche Interessen zu schädigen, so ist für die Zuführung von Zuschußwasser gesorgt. Es sind zunächst Einrichtungen getroffen, dieses Zuschußwasser aus dem Gebiet des Werbellin- und Grimnitzsees zu gewinnen. Durch Absenkung des normalen Wasserstandes um 40 bis 50 cm können hier für trockene Zeiten, wofür im besonderen die Herbstmonate August bis Oktober in Betracht kommen, bis $8\frac{1}{2}$ Millionen Kubikmeter Zuschußwasser entnommen werden. Es ist weiter daran gedacht, in gleicher Weise durch Absenkung einiger Seen im Gebiet der oberen Havel vermehrte Wasservorräte zu erschließen. In erster Linie kommt in Betracht der Stau oberhalb der Schleuse Kannenburg in dem Gebiet der sogenannten Templiner Gewässer. Hier ergeben sich durch 50 cm Absenkung etwa $1\frac{1}{2}$ Millionen Kubikmeter. Diese Wassermengen werden zusammen mit der natürlichen Wasserführung der Havel und des Finowkanals für absehbare Zeit den Bedarf an Speisungswasser beider Kanäle decken, zumal durch wassersparende Anlagen an den Schleusen des Finowkanals geplant ist, den Wasserbedarf entsprechend einzuschränken. Als weitere Wassergewinnungsgebiete kommen für späterhin noch der Stau oberhalb Bredereiche sowie der Bezug von Zuschußwasser aus dem in Mecklenburg belegenen Müritzsee in Erwägung. Somit wird dem Zuflußgebiet des Finowkanals kein Wasser für die Speisung des neuen Großschiffahrtweges entzogen werden.

5. Die Leistung des Kanals für den Verkehr.

Die Leistungsfähigkeit des Großschiffahrtweges ist bei dem gewählten Kanalquerschnitt auf der freien Strecke als praktisch unbegrenzt anzusehen. Für den Verkehr ist daher die Leistungsfähigkeit der Schleusenanlagen maßgebend.

Die Güterbewegung findet vornehmlich in der Richtung nach Berlin statt. Nur etwa ein Viertel hiervon vollzieht sich in der umgekehrten Richtung. Es ist ferner anzunehmen, daß in der ersten Zeit die Güter zur Hälfte durch Finowkähne, die paarweise geschleust werden, zur anderen Hälfte durch 600 t-Schiffe befördert werden. Die Durchschnittsladung zweier Finowkähne beträgt etwa $2 \cdot 140 = 280$ t, eines 600 t-Kahnes 400 t. Die Durchschnittsladung bei einer Schleusung ist dann $\frac{280 + 400}{2} = 340$ t. Die Schleusungsdauer hängt mit vom Gefälle ab. Die Dauer einer Doppelschleusung, d. h. die Beförderung je eines Schiffes zu Berg und zu Tal, beträgt für Plötzensee 30 Minuten, für die Lehnitzschleuse 45 Minuten. Dort finden demnach bei 15stündigem Betrieb 30, hier 20 Schleusungen statt, an der Schleusentreppe sind es 19, in Hohensaathen etwa 22. Die

Jahresleistung ist, wie oben bemerkt, erfahrungsmäßig das 200fache der größten Tagesleistung.

Die gesamte Leistungsfähigkeit der beiden Schleusen in Plötzensee beträgt nach diesen Voraussetzungen bei 15stündigem Betriebe und 200 Betriebstagen im Jahre 5,1 Millionen Tonnen, bei 24stündigem Betriebe 8,2 Millionen Tonnen. Die Lehnitzschleuse hat entsprechend eine gesamte Leistungsfähigkeit von 2,4 bzw. 3,8 Millionen Tonnen. Bei Beurteilung dieser Schleuse ist darauf hinzuweisen, daß hier eine Entlastung des Verkehrs eintreten kann, wenn bei starkem Andrang die kleineren Kähne die alte Finowwasserstraße benutzen.

Die Schleusentreppe bei Niederfinow weist bei 15stündigem Betriebe eine Jahresleistung von 1,7 Millionen Tonnen, bei 24stündigem Betriebe eine Jahresleistung von 2,7 Millionen Tonnen auf. Durch den Ausbau eines Hebewerks am zweiten Abstieg wird dieser Verkehr auf 4,4 Millionen Tonnen bzw. auf 7,2 Millionen Tonnen gesteigert werden. Die Leistung der Hohensaathener Schleusen beträgt 9 bzw. 14 Millionen Tonnen. Dazu kommt die alte Finowwasserschleuse, die einen Verkehr von rd. 3 Millionen Tonnen im Jahre zu bewältigen vermag.

Die Verwaltung und der Betrieb des Kanals unterstehen dem Regierungspräsidenten in Potsdam als Chef der Verwaltung der märkischen Wasserstraßen. Für die örtliche Verwaltung sind Wasserbauämter in Oranienburg und Eberswalde eingesetzt.

6. Die Bauausführung.

Der Bau des Großschiffahrtweges erfolgte auf Grund des Gesetzes vom 1. April 1905, betreffend die Herstellung und den Ausbau von Wasserstraßen. Durch Königliche Verordnung vom 2. April 1906 wurde zugleich mit der Einrichtung der Baubehörden für die westlichen Kanäle das Kgl. Hauptbauamt für die Herstellung des Großschiffahrtweges (Wasserstraße Berlin-Hohensaathen) eingesetzt, dem für die Dauer seines Bestehens alle Rechte und Pflichten einer königlichen Behörde verliehen wurden. Das Hauptbauamt war dem Regierungspräsidenten in Potsdam unterstellt und als Sitz wurde durch Erlaß des Ministers Potsdam bestimmt. Dieser Behörde waren für die örtliche Durchführung der Bauarbeiten vier Bauämter unterstellt mit dem Sitz in Berlin, Oranienburg, Eberswalde und Oderberg. Innerhalb der Bauämter waren sog. Streckenbauleitungen gebildet für die Leitung der Bauausführungen im einzelnen. Die Bauarbeiten der Oderstrecke wurden geleitet durch die Abteilung für die Oderregulierung an der Königl. Regierung in Stettin.

Soweit der Bauvorgang von der Bauverwaltung klar vorgezeichnet und vom Unternehmer von vornherein sicher beurteilt werden konnte, sind die Arbeiten für die Bauausführung an Unternehmer verdungen worden. Als solche Ausführungen sind hervorzuheben die großen Erdarbeiten, namentlich soweit sie mit Trocken- oder Naßbaggern durchgeführt werden konnten, die Kunstbauten der Schleusen, Brücken und die Hochbauten. Bei denjenigen Arbeiten jedoch, deren Bauvorgang nicht sicher übersehen werden konnte, wurde Eigenbetrieb gewählt. Dies geschah in der Erwägung, daß in solchen Fällen dem Unternehmer bei der Unsicherheit

der Sache entweder ein unverhältnismäßiger Gewinn oder ein erheblicher Verlust erwachsen könne. In der Hauptsache handelt es sich hierbei um alle Gründungsarbeiten und die damit verbundenen Wasserhaltungs- und Rammarbeiten bei Vorhandensein schwieriger Untergrundverhältnisse, ferner um Erdarbeiten in unübersichtlichen Bodenarten und schwierigen Ablagerungsverhältnissen. Dementsprechend sind im Eigenbetrieb ausgeführt worden die Absenkung des Grundwassers bei den Schleusenbauten in Spandau, in Lehnitz und an der untersten Schleuse bei Niederfinow. Auch eine Reihe von Brückenwiderlagern sind unter Zuhilfenahme von Grundwassersenkung hergestellt. Ferner sind im Eigenbetriebe die Rammarbeiten bei den Schleusen in Spandau, Hohensaathen und bei einigen Brücken erfolgt. Ein Teil der Naßbaggerarbeiten im Malzer Kanal und in der Havel unterhalb Oranienburgs wurde durch eigene Bagger der Verwaltung durchgeführt, da hier die Massen je nach ihrer Beschaffenheit auf die benachbarten Wiesen zur Aufhöhung verteilt werden mußten. Dies war eine Arbeit, deren Entwicklung und Umfang von vornherein nicht genügend klargestellt werden konnte. In gleicher Art erfolgte die Beseitigung der Torf- und Faulschlamm-Massen am Kaiserweg, an Beusters Fließ und am Ragöser Tal. In einem Falle wurde der Versuch gemacht, eine derartige Arbeit im Unternehmerbetriebe durchzuführen, hatte jedoch das Ergebnis, daß für die Verwaltung daraus schiedsgerichtliche Weiterungen entsprangen. Unter den im Eigenbetrieb hergestellten Bauwerken sind ferner der große Durchlaß unter der Dammschüttung im Ragöser Tal und eine Anzahl Brückenwiderlager zu nennen. Im ersteren Falle war die Eigenart des Baugrundes, im zweiten Falle die Notwendigkeit, die Bauwerke jedesmal in kürzester Zeit und zu geeigneten Zeitpunkten fertigzustellen, der Grund für die Ausführung im Eigenbetriebe. Auch war mehrfach der Wunsch, im Winter Arbeitsgelegenheit durch sogenannte Notstandsarbeiten zu schaffen, der Anlaß, daß Rodungsarbeiten, kleinere Erdarbeiten, Wegebnungen u. dgl. von der Bauverwaltung selbst durchgeführt wurden.

Bei der Vergebung der Arbeiten wurde auf Teilung Bedacht genommen, um auch kleineren Unternehmern die Möglichkeit zu geben, sich an den Ausschreibungen zu beteiligen. So zum Beispiel wurden im allgemeinen die Werksteinlieferungen und Steinmetzarbeiten nicht gemeinsam mit dem Hauptteil des Bauwerks in Auftrag gegeben; es erfolgte vielmehr eine gesonderte Ausschreibung. Die Herstellung und Lieferung des eisernen Überhauses der Brücken, der Eisenkonstruktionen der Schleusentore und Abschlußvorrichtungen an den Schleusen usw. sind teils nach öffentlicher Ausschreibung, teils freihändig an Eisenwerke vergeben, die zum überwiegenden Teil in Berlin oder im Osten Deutschlands ihren Sitz haben.

Die Bauausführungen der Oderregulierung geschahen ebenfalls teils durch Unternehmer, teils durch Eigenbetrieb. Die Frage, welche Art des Baubetriebes zweckmäßiger ist, wird im einzelnen Falle geprüft werden müssen. Die Ansichten der in der Praxis stehenden Ingenieure gehen hierüber oft weit auseinander. Als ein Beitrag zur Klarstellung sei hervorgehoben, daß man bei den Baggerarbeiten der Oderregulierung, die den überwiegenden Teil der Gesamtausführung darstellen, die Bagger, Spüler usw. in solchem Umfange beschafft hat, als diese Geräte für die späteren Unterhaltungs-

arbeiten nötig sind. Im übrigen werden die Arbeiten im Unternehmerbetrieb ausgeführt. Dieses Verfahren erscheint zweckmäßig.

Die Untergrundverhältnisse beim Bau der Strecke Berlin—Hohensaathen erwiesen sich im allgemeinen als günstig, so daß größere Schwierigkeiten außer an der Schleusentreppe bei der Gründung der Bauwerke nicht hervorgetreten sind. Umfangreiche Anwendung wurde bei den Gründungsarbeiten gemacht von der Grundwasserabsenkung, wobei durch Einbau einer Reihe von Brunnen und Beseitigung des Wassers mittels großer Pumpen das Grundwasser bis auf die beabsichtigte Tiefe abgesenkt wird. Hierdurch wird ein günstiger Bauvorgang bei vollkommen trocken gelegter Baugrube erreicht. In einigen Fällen, wo der tragfähige Grund tief lag, ist auf die Gründung mit Grundpfählen zurückgegriffen worden. Die umfangreichste Anwendung fand diese Bauweise bei der Errichtung der untersten Schleuse in Niederfinow.

Die Erdarbeiten gingen in dem feinen bis mittelfeinen Sande des Untergrundes im ganzen ohne Schwierigkeiten vonstatten. Nur auf einem kurzen Stück westlich des Kaiserweges, dann auf einer rd. 1200 m langen Strecke zwischen Beusters Fließ und der Straße Steinfurth—Marienwerder, ferner bei Lichterfelde wurden Einlagerungen von mehr oder minder großen Findlingen aus der norddeutschen Endmoräne angetroffen. In den Steinfurth Teichwiesen war es notwendig, vor Herstellung der Tondichtung den vorhandenen, aus Torf und Faulschwamm bestehenden Untergrund zu beseitigen. Der Aushub, der unter Wasserhaltung vollkommen trocken erfolgte, erreichte am westlichen Rande eine Tiefe von mehr als 8 m unter dem Gelände. Ferner wurden östlich des Kaiserweges und an Beusters Fließ Torf-, Moor- und Faulschlammeylagen vorgefunden, die gleichfalls unter Wasserhaltung bis zu einer Tiefe von 14 m vor Beginn der Dammschüttung entfernt wurden. Auch westlich vom Ragöser Fließ sind zwei 8 bis 9 m tiefe Torf- und Schlammeylagen im Trockenen beseitigt worden. Infolge dieser Maßnahmen ruhen sämtliche Dammschüttungen des Kanals auf gesundem gewachsenen Boden.

Eine Dammschüttung bemerkenswerter Art ist die Herstellung des Ragöser Dammes (Text-Abb. 4 u. 7). Zu dieser Schüttung wurden rd. 1 Million Kubikmeter Boden verwendet, der zum größten Teil aus dem Aushub der benachbarten Kanalstrecke beschafft worden ist. An der Stelle der größten Schüttungshöhe hat der Damm 2800 qm Querschnitt. Etwa 2 m unter der Kanalsohle sind beiderseitig 3 m breite Bermen angeordnet; die Böschungen sind zum Teil wellenartig geschüttet und mit Bäumen und Buschwerk bepflanzt, um der hohen Schüttung ein landschaftlich reizvolleres Bild zu verleihen.

Eine ungünstige Beeinflussung und vorübergehende Verzögerung erlitt die Bauausführung der Schleusentreppe bei Niederfinow durch Rutschungen, die beim Aushub der Baugrube für die Schleuse III eintraten. Es war hier ein etwa 26 m tiefer Einschnitt erforderlich, und die Rutschung auf dem Südhang der Baugrube ist auf eine unzuverlässige Einlagerung im Geschiebemergel zurückzuführen, wo sich der Mergel entkalkt und plastisch zeigte (Text-Abb. 23). Die Böschung versank in die Tiefe, und die Sohle des Aushubs zeigte starke Auftreibungen, die längere Zeit nicht zur Ruhe kamen. Es war ein glücklicher Zufall, daß die schiebende

Schicht nur wenig tiefer reichte als die entwurfsmäßige Sohle der Schleuse. In 2 m Tiefe unter dem Drempe der Schleuse wurde der tragfähige Tonboden angetroffen. Durch den Einbau von Entwässerungsanlagen wurde eine tunlichste Trockenlegung des Hanges angestrebt. Unter nicht zu unterschätzenden Schwierigkeiten gelang es schließlich, eine 2 m starke, oben und unten mit Eiseneinlagen bewehrte Betonsohle einzubringen. Diese Einbringung erfolgte in einzelnen Blöcken quer zur Schleusenachse in Längen von 3 bis 4 m. Hierbei wurde unmittelbar hinter dem Erdaushub jedes Stückes unter Zuhilfenahme der erforderlichen Absteifungen der Beton mit den Eiseneinlagen eingebracht. Auf diese Weise war es



Abb. 23. Rutschung beim Aushub der Schleuse III bei Niederfinow.

möglich, in drei Monaten mit Tag- und Nachtbetrieb die Schleusensole von 90 m Länge und 24 m Breite herzustellen.

Für die Ausführung der Tondichtungsarbeiten des Kanalbettes sei auf die Veröffentlichungen im Jahrgang 1910, S. 455 dieser Zeitschrift und im Zentralblatt der Bauverwaltung 1912, S. 325 Bezug genommen.

Die Bauarbeiten des Kanals begannen im wesentlichen im Jahre 1908 und erreichten auf dem größten Teil der Kanalstrecke ihren Höhepunkt in den Jahren 1909/1910. Der Beginn der Arbeiten an der Schleusentreppe bei Niederfinow und in Hohensaathen hatte sich bis in das Jahr 1910 verzögert. An der Schleusentreppe hatte die Verzögerung ihren Grund in den vorerwähnten Rutschungen, während langwierige Verhandlungen mit dem Deichverbande die Bauangriffnahme der Schleusen in Hohensaathen hinausgeschoben haben. Auf dieser östlichen Strecke erreichten die Bauarbeiten daher ihren Höhepunkt erst in den Jahren 1911/1912. Die umfangreichen Erdarbeiten in der Havelstrecke und in der Scheitelhaltung leiteten die Bauausführung ein. Gleichen Schritt hiermit hielten die Bauarbeiten an den Lehnitz-, Spandauer und Plötzenseeschleusen und die Gründungsarbeiten für die Widerlager der großen Anzahl Brücken. An die Aushebung des Kanalbettes schloß sich unmittelbar die Einbringung der Tonabdichtung. Die Bauarbeiten wurden im

einzelnen auch bedingt durch den Fortgang des Grunderwerbs und des Planfeststellungsverfahrens und wurden in jedem einzelnen Falle unverzüglich aufgenommen, sobald diese unerläßlichen Vorbereitungen erledigt waren.

Nach Beendigung der Arbeiten konnten einzelne Strecken des Kanals schon lange vor der Fertigstellung der gesamten Anlage in Betrieb genommen werden. Am 1. März 1911 erfolgte die Inbetriebnahme der Schleuse in Spandau, und am 1. Juli 1911 wurde die Schleuse Plötzensee dem Verkehr übergeben. Bald erschienen die ersten 600 t-Kähne im Oberwasser von Berlin, in den beteiligten Kreisen mit großem Beifall begrüßt. Die Lehnitzschleuse war im Herbst 1911 betriebsfertig hergestellt. — Zur Erprobung über das Gelingen der Abdichtung in der Scheitelstrecke wurde im Frühjahr 1910 eine etwa 2 km lange Kanalstrecke bei Lichterfelde gefüllt; später aber nach entsprechenden Beobachtungen und Messungen ist das Wasser wieder ausgelassen worden. Eine gleiche versuchsweise Stauung fand im Herbst 1911 auf der Dichtungsstrecke oberhalb der Lehnitzschleuse bis Malz statt. Nachdem alle Arbeiten auf der Scheitelhaltung fertiggestellt waren, konnte im Oktober 1912 eine versuchsweise Füllung der ganzen Scheitelhaltung bis oberhalb der Schleusentreppe in Niederfinow erfolgen. Auch hier fand eine nochmalige Entleerung statt, um nach Maßgabe der bei der Anfüllung sich ergebenden Beobachtungen die erforderlichen Nacharbeiten vorzunehmen. Im Frühjahr des Jahres 1913 wurde in die Schleusentreppe bei Niederfinow Wasser eingelassen, um durch Einschaltung eines Probebetriebes die Zweckmäßigkeit und Brauchbarkeit der bei dieser bemerkenswerten Bauanlage getroffenen Neuerungen zu prüfen. Die Ostoderschleuse

in Hohensaathen wurde ebenfalls im Winter 1912/1913 betriebsfertig, während sich der Bau der Westoderschleuse infolge Schwierigkeiten und Verzögerungen bei den Gründungsarbeiten bis in den Mai 1913 hinauszog.

Bei den vorerwähnten Probefüllungen zeigten sich Undichtigkeiten an der zweiten Schleuse des Abstiegs, die vornehmlich in der Kammersohle und an einem Sparbecken auf der Nordseite bemerkbar waren. Es wurde infolgedessen notwendig, die Kammersohle durch den Einbau einer geschlossenen Eisenbetondecke zu verstärken. Zum weiteren Schutze gegen Unterspülen wird die Schleuse am Ober- und Unterhaupt mit tiefreichenden eisernen Spundwänden eingefast, die sich auch längs der Schleusenmauern zum Abschluß gegen die Sparbecken hinziehen. Entsprechende Befestigungen werden zur größeren Sicherheit auch an den übrigen Schleusen des Abstiegs ausgeführt, so daß sich durch diese Nacharbeiten die Betriebseröffnung um einige Monate hinauschiebt. Der Schiffsahrtbetrieb auf der übrigen Kanalstrecke nach Berlin, sowie der Verkehr durch die Hohensaathener Schleusen wurde durch dieses Vorkommnis nicht berührt.

Arbeiterverhältnisse und Arbeiterfürsorge. Die Zahl der Arbeiter schwankte zwischen 2160 im Jahre 1912 und 2730 im vollen Betriebe (1911). Davon waren im Durchschnitt rund ein Drittel im Eigenbetriebe und zwei Drittel im Unternehmerbetriebe beschäftigt. Von der Gesamtzahl

waren etwa vier Fünftel Inländer, ein Fünftel Ausländer. Für die Annahme der Arbeiter, Unterbringung und sonstige Fürsorgeeinrichtungen waren ministerielle Vorschriften erlassen.⁸⁾ Von allgemeinerem Interesse dürfte die Bestimmung sein, daß aus dem Gebiet 25 km seitwärts des Kanals Arbeiter, die in dem letzten Jahr drei Monate und mehr in einem landwirtschaftlichen oder stehenden Gewerbe beschäftigt waren, nur mit besonderer Genehmigung beim Bau beschäftigt werden durften. Dies geschah, um nicht der Landwirtschaft und ansässigen Industrie Arbeitskräfte zu entziehen. Unter den Ausländern waren hauptsächlich Ruthenen, Galizier, Kroaten, Italiener, Holländer und Deutsch-Russen vertreten. Ausländer, zu deren Beschäftigung die Genehmigung der Landespolizeibehörde erforderlich ist, waren nur wenige vorhanden.

Die Unterbringung der Arbeiter erfolgte zum Teil in Baracken, zum Teil in Privatherbergen. Die Baracken wurden dort eingerichtet, wo wegen der Ablegenheit der Baustellen passende Unterkunft in der Nähe nicht zu finden war, z. B. beim Bau der Lehnitzschleuse, an der Schleusentreppe bei Niederfinow (Abb. 1 Bl. 54) und a. a. O. Im allgemeinen wurden die Baracken oder Wohnschiffe insoweit von der Verwaltung eingerichtet, als die Arbeiter im Eigenbetriebe tätig waren, doch standen sie darüber hinaus, soweit Platz vorhanden war, auch den Arbeitern der Unternehmer zur Verfügung. Im übrigen hatten die Unternehmer für die Unterkunft ihrer Leute selbst zu sorgen. Von der Verwaltung waren sieben Baracken erbaut und sieben Wohnschiffe eingestellt, letztere für Arbeiter mit wechselnden Arbeitsplätzen, z. B. bei Baggerungen. Die für die Arbeiterfürsorge allgemein maßgebenden Gesichtspunkte hat der Verfasser in der Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen 1905, S. 527 dargelegt. Ein von der Verwaltung angestellter Wohlfahrtsaufseher führte die Aufsicht über den Betrieb der Baracken und Privatherbergen. Ebenso wurde der Betrieb der Kantinen, soweit sie von Unternehmern eingerichtet waren, überwacht. Die staatlichen Kantinen wurden von staatlich Angestellten bedient. Als Grundsatz galt hierbei tunlichste Einschränkung des Alkoholverkaufs. Die Einnahmen sollten nur die Selbstkosten decken. Von der Verwaltung bestellte Ärzte besorgten den Gesundheitsdienst, eine eigene Baukrankenasse war eingerichtet. Für den Sicherheitsdienst beim Kanalbau waren eigens fünf Gendarmen eingestellt.

7. Die Baukosten.

Durch das Gesetz vom 1. April 1905 sind für die Herstellung des Großschiffahrtweges (Strecke Berlin—Hohensaathen) 43 Millionen Mark zur Verfügung gestellt, von denen 2,14 Millionen Mark für die Verbesserung der Schiffahrtsverhältnisse im Vorflutkanal Stützkow-Schwedt bestimmt sind. Nicht inbegriffen in dieser Summe ist eine im Gesetz nicht geforderte Entschädigung für staatseigene Grundstücke in Höhe von 500 000 Mark. Aus den durch das Gesetz vom 4. August 1904 bereit gestellten Mitteln sind ferner rund 1,1 Million Mark dem Hauptbauamt in Potsdam zum Bau der nach der Westoder führenden Schleuse bei Hohensaathen überwiesen. Zur Verbesserung der Vorflut in der unteren Oder sind einschließlich der Interessentenbeiträge

8) Zentralbl. d. Bauverwaltung 1907 S. 165.

46 976 800 Mark bewilligt, wovon auf den Ausbau der Strecke Hohensaathen—Friedrichstal rd. 5 Millionen Mark entfallen.

Mit der Ausführung des Großschiffahrtweges sollte erst dann vorgegangen werden, wenn vor dem 1. Juli 1906 die beteiligten öffentlichen Verbände die in dem Gesetz näher bezeichneten Verpflichtungen übernommen hatten. Diese bestanden im wesentlichen darin, den durch die Schiffahrtsabgaben und sonstige Einnahmen etwa nicht gedeckten Fehlbetrag an den Betriebs- und Unterhaltungskosten, die für die Wasserstraße Berlin-Hohensaathen und den Finowkanal auf 655 000 Mark jährlich festgesetzt waren, dem Staate zu ersetzen. Ferner müssen die Verbände einen Anteil von 14,5 Millionen Mark an den Baukosten mit 3 vH. verzinsen und mit 1/2 vH. tilgen, soweit die Kanaleinnahmen hierzu nicht ausreichen. Dies war durch die Städte Berlin und Stettin rechtzeitig geschehen. Zu entsprechenden kleineren Verpflichtungen hatte sich die Stadt Charlottenburg und die Provinz Pommern bereit erklärt. Als fernere Leistungen für den Kanal sind zu erwähnen, daß die Städte Oranienburg, Eberswalde, sowie die Landgemeinde Steinfurth Grund und Boden dem Staat für Bauzwecke unentgeltlich zur Verfügung gestellt haben. Die Stadt Oranienburg übernahm es ferner in gewissem Umfange, sich an Entschädigungen für etwaige Veränderungen der Wasserstände infolge des Kanalbaues zu beteiligen.

Wenn zwar nach dem gegenwärtigen Stande der Abrechnung eine endgültige Gesamtkostenangabe noch nicht angängig ist, so kann man doch übersehen, daß die Baukosten sich im Rahmen des Kostenanschlages halten werden. Die verfügbaren Mittel werden voraussichtlich zwar voll verbraucht werden, doch ist eine Überschreitung nicht zu erwarten. Für die noch auszuführenden Arbeiten, wie z. B. den zweiten Abstieg bei Niederfinow, sind die in dem Kostenanschlage vorgesehenen Beträge in Höhe von rund 5 Millionen Mark einbehalten worden.

Einige bemerkenswerte Einzelkosten, die sich schon mit hinreichender Genauigkeit übersehen lassen, mögen hier folgen.

Es kostete in runder Summe:

Die Schleusentreppe bei Niederfinow (ohne die oben erwähnten Nacharbeiten)	3 700 000 Mark
(vier Schleusen von je 9 m Gefälle)	
Die Scheuse in Spandau von 67 m Nutzlänge nebst Freiarche und eiserner Fußgängerbrücke	708 000 „
Die Doppelscheuse in Plötzensee, bestehend aus zwei nebeneinanderliegenden Schleuskammern von je 67 m Nutzlänge (mit Abbruch der alten Schleuse)	747 000 „
Die Lehnitzschleuse von 85 m Nutzlänge	680 000 „
Die Schleppzugschleuse mit Wegeüberführung bei Hohensaathen von 215 m Nutzlänge (Ostoderschleuse)	740 000 „
Die Westoderschleuse (215 m Nutzlänge)	1 100 000 „
Durchlaß Ragöser Fließ	160 000 „
Auslaßvorrichtung (Heber) am Mäckersee	74 000 „
Der Brückenkanal über die Eisenbahn Berlin-Stettin (Stützweiten der Brücken s. oben Seite 484)	272 000 „

1 Wassertorbrücke (Sicherheitstor)	225 000 Mark	1 Dienstgehöft für einen Bauhofwärter	10 000 Mark
2 Eisenbetonbogen-Straßenbrücken von 45 m bzw. 48 m l. W., je 19 m breit zus.	609 000 „	1 Brückenwärtergehöft	6 600 „
1 eiserne Straßenbrücke, 14 m breit	164 500 „	Arbeiterwohnhäuser	4 000 — 6 000 „
1 eiserne Straßenbrücke, 12,9 m breit	165 500 „	1 Werkstattgebäude	28 000 „
1 eiserne Straßenbrücke 8 bis 8,6 m breit im Durchschnitt	140 000 „	1 Schuppen für elektrische Lokomotiven	12 000 „
1 Straßenbrücke, 6,5 m br. (50 m Stützweite)	75 000 „	1 cbm Boden zu bewegen einschließlich Re- gulierung und gewöhnlicher Befestigung der Kanalböschungen	0,80 „
1 Wegebrücke, 4,5 m br. (43 m Stützweite)	50 000 „	1 ha Grunderwerb einschließlich aller Neben- kosten i. D.	3 785 „
1 zweigleisige Eisenbahnbrücke (bei Lehnitz)	136 000 „		
1 Doppeldienstgehöft für Schleusenbeamte im Durchschnitt	25 000 „		
1 Einzeldienstgehöft für Schleusenbeamte bzw. Wasserbauwarte	13 000 — 16 000 „		

Aus den Gesamtkosten ergibt sich bei rund 100 km Kanallänge ein Durchschnittsbetrag von 435 000 Mark für das Kilometer.

Die Betriebseinrichtungen beim Bau der neuen Ostseeschleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals.

Von den Regierungsbaumeistern Gähns in Rendsburg und Prietze in Kiel.

(Mit Abbildungen auf Blatt 31 bis 36 im Atlas.)

(Schluß.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

VI. Die Einrichtung des Lagerplatzes.

1. Lagerkrane.

Für den Umschlag der fast durchweg zu Wasser ankommenden Baustoffe bot der am Südufer des Binnenhafens vorhandene Kai eine bequeme Gelegenheit (Lageplan Abb. 1 Bl. 32 und Text-Abb. 12). Er hat eine Ausdehnung von 280 m und gewährt damit vier Schiffsliegeplätze von der für Seeleichter und kleinere Ostseedampfer passenden Länge von 60 bis 70 m. In Hinsicht auf die großen Mengen der zu verladenden Baustoffe und ihre Verschiedenartigkeit war diese Kailänge nur knapp bemessen. Sollte sie mit Sicherheit ausreichen, so mußte sie in weitgehendem Maße mit Ladevorrichtungen versehen werden, es mußte auch über die Löschstellen und Lagerplätze der verschiedenen Baustoffe in der Weise verfügt werden, daß gegenseitige Behinderung der Förderungen möglichst vermieden wurde. Ferner ergab sich für die Bauleitung dadurch die Notwendigkeit, den Betrieb des Kais selbst in der Hand zu

behalten, denn nur so konnte sie sich einerseits freie Hand bei der Anlieferung der Baustoffe bewahren und andererseits die sonst unausbleiblichen Reibungen der verschiedenen am Löscheschäft beteiligten Unternehmer vermeiden.

Für den Umschlag am Kai war mit folgenden Baustoffmengen zu rechnen: 425 000 cbm Sandkies, 75 000 cbm Schotter, 90 000 t Zement¹⁾, 30 000 t Tuffsteine¹⁾, 12 Millionen Klinker, 5 000 cbm Werksteine. Außerdem sollten am Kai für das Kraftwerk gegen 20 000 t Kohlen gelöscht werden. Da die Anfuhr sich auf etwa drei Jahre verteilt, kommt im Jahr auf die 280 m lange Kaistrecke ein Umschlag von rund 350 000 t, auf 1 m Kailänge und Jahr mithin rund 1250 t. Dies ist eine Leistung, die selbst in den belebtesten Kaien großer Seehäfen selten oder nie erreicht wird. Mit Rücksicht auf die zu erwartenden Schwankungen der Anfuhr und des Verbrauchs mußten genügende Lagervorräte aufgestapelt werden können, und zwar wurde unter Beachtung aller erforderlichen

Vorsicht für Sandkies ein Vorrat von 40 000 cbm, für Schotter von 20 000 cbm, für Tuffstein von 3—4 000 t und für Zement von 2 000 t für ausreichend angesehen. Der Betrieb am Kai mußte so eingerichtet werden, daß vom Schiff aus sowohl nach der Verbrauchsstelle als auch nach dem Lager gefahren werden konnte.

Die Abfuhr sämtlicher Baustoffe nach den verschiedenen Richtungen wäre wegen des beschränkten Raumes auf Gleisbahnen so gut wie unmöglich gewesen, zumal Kies und Schotter auf den beengten Lagerflächen so hoch

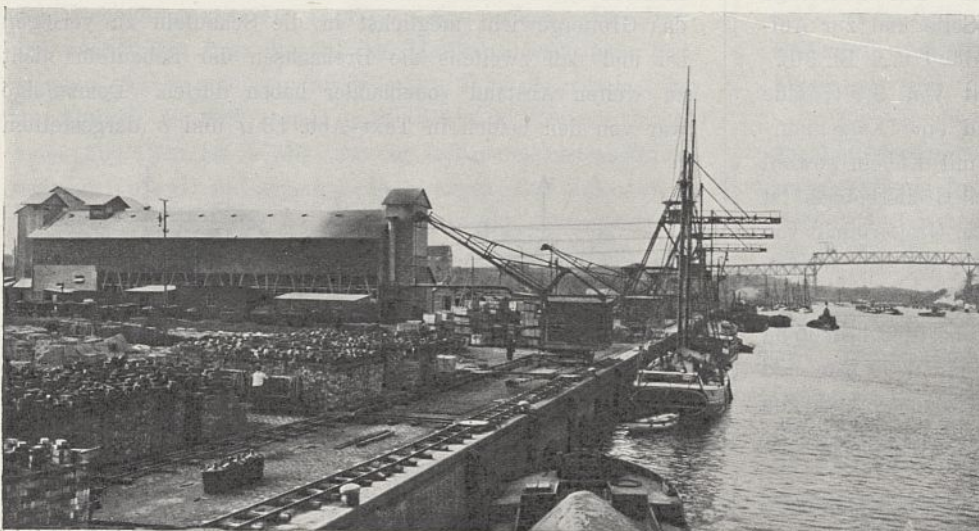


Abb. 12. Ansicht des Lagerplatzes.

¹⁾ Einschl. der für die Molenbauten am Marinekohlenhof benötigten Mengen.

aufgestapelt werden mußten, daß die nötigen Steigungen der Gleise nicht anzuordnen gewesen wären. Alle diese Erwägungen drängten dazu, den Kai und den Lagerplatz mit Förder-einrichtungen auszustatten, wie sie in solcher Vollkommenheit gewöhnlich nur bei ständigen Betrieben angewendet werden.

Für das Ausladen und Lagern von Sandkies, Schotter und Tuffsteinen, die der Menge nach alle anderen Baustoffe weit überwiegen, wurde daher beschlossen, Lagerkrane zu beschaffen, mit denen je nach Belieben: 1. vom Schiff nach der Verbrauchsstelle, 2. vom Schiff nach dem Lager und 3. vom Lager nach der Verbrauchsstelle verladen werden kann. Für die genannten drei Baustoffe konnte am Kai nur eine Strecke von 150 m Länge vorbehalten werden, es ergab sich daher, bedingt durch die großen zu stapelnden Mengen, eine verhältnismäßig recht große Lagertiefe und demgemäß auch eine außergewöhnliche Spannweite für die Lagerkrane. Unter der Annahme, daß Kies und Schotter 6 bis 7 m hoch, der Tuffstein bis 3 m angeschüttet wurde und daß für Gleise und Wege unter den Kranen noch Platz frei zu halten war, errechnet sich die nutzbare Spannweite der Lagerkrane zu etwa 110 m. Diese große Spannweite machte es un-tunlich, die Lagerkrane als Brückenkrane auszubilden, sie würden zu schwer und zu teuer geworden sein, hätten auch dem Wind eine zu große Angriffsfläche geboten. Die Bauverwaltung entschied sich daher für die Beschaffung von Seilkranen. Auf Grund einer engeren Ausschreibung wurden drei gleichartige Seilkrane bei der Maschinenbauanstalt Humboldt in Kalk bei Köln in Auftrag gegeben und von dieser Firma in der Zeit von April bis Oktober 1910 auf dem Lagerplatz aufgestellt.

2. Beschreibung der Seilkrane.

Jeder Seilkran besteht aus zwei eisernen Bockgerüsten (Abb. 2 Bl. 32 und Abb. 16 bis 19 Bl. 33), die durch ausgespannte starke Drahtseile, welche als Katzenfahrbahn dienen, miteinander verbunden sind. Sie laufen auf Schienenbahnen, die mit dem Kai gleichgerichtet sind. Das wasserseitige Bockgerüst trägt einen Ausleger, das Windenhaus und den Führerstand. Ferner befindet sich daran ein 5 cbm fassender Schütt-trichter, der in eine Verladerinne mit unterem Segmentver-schluß ausläuft. Mit Hilfe dieses Schütttrichters werden die nach der Betonanlage fahrenden Kieswagen unmittelbar vom Schiff oder auch vom Lager aus beladen. Das landseitige Bockgerüst dient nur zur Spannung der Seile und zur Auf-nahme der zugehörigen Gegengewichte (Abb. 1 u. 2 Bl. 36).

Die Krane haben eine Tragfähigkeit von 3,7 t, eine Hubgeschwindigkeit von 0,75 m/Sek. und eine Katzenfahr-geschwindigkeit von 3 m/Sek. Es kann mit Kübeln sowohl als mit Greifern gearbeitet werden. Bei Greiferbetrieb ist die Nutzlast etwa 1,8 t entsprechend einem Greiferinhalt von 1 cbm Kies. Der Greifer selbst wiegt 1,8 bis 2 t je nach Bauart, nimmt also mit seinem Gewicht einen erheblichen Teil der Tragfähigkeit in Anspruch. Die Kübel sind bedeutend leichter. Es werden Kübel für Schotter mit 1,25 cbm und solche für Traß von 2,1 cbm Inhalt verwendet, beide im Gewicht von 600 bis 700 kg, wozu noch das Gewicht der Kranrolle mit etwa 50 kg zu rechnen ist.

Bei Kübelbetrieb wird die Tragfähigkeit der Krane nicht ganz ausgenutzt, der gefüllte Schotterkübel hat ein Gewicht von 2,7 t, der gefüllte Tuffsteinkübel nur ein Gewicht von

2,3 t. Größere Kübel zu verwenden hat aber deshalb keinen Zweck, weil zum Beladen der Kübel mehr Zeit gebraucht werden würde, als der Kran für Hin-, Rückfahrt und Ent-leeren gebraucht. Es sind nämlich immer nur zwei Kübel in Betrieb, die abwechselnd geleert und beladen werden. Der Versuch, noch einen dritten Kübel einzustellen, wobei gedacht war, daß zwei im Schiff beladen werden sollten, während der dritte sich am Kran befand, gelang nicht, weil die Breite der Schiffe und ihre Luken dazu nicht ausreichten. Indessen genügt die Leistungsfähigkeit der Krane auch so für ihren Zweck vollauf.

Die Greifer dienen für das Hauptfördergut, den Kies, der mit einer Gesamtmenge von über 400 000 cbm bei weitem die anderen Fördergüter Schotter und Tuffstein überwiegt. Die Greifer sind als sogenannte Einseilgreifer ausgebildet. Da der Sandkies außerordentlich harte Granitbrocken enthält, die von den Schneiden des Greifers nicht zerdrückt werden können, wird der Greifer, wenn sich derartige Steine ein-klemmen, sehr stark beansprucht. Die Bauart der gelieferten Greifer mußte daher noch nachträglich z. T. verstärkt, z. T. geändert werden. Abb. 14 und 15 Bl. 33 stellen einen der benutzten Greifer dar. Dieser Greifer füllte sich zuerst nur schlecht; daher wurden zunächst die oberen, aus Profleisen bestehenden Verbindungsstege der Schaufeln, an denen die Schereisen angreifen, durch runde Wellen ersetzt, und als auch diese dem Einlaufen des Kieses in die Schaufeln noch einen zu großen Widerstand entgegengesetzten, wurden auch die Wellen herausgenommen und Querwände in die Schaufeln eingebaut, an denen die Schereisen mit Bolzen befestigt wurden. Der Greifer arbeitet jetzt gut, was zu einem wesent-lichen Teil auch darauf zurückzuführen ist, daß die Schaufeln sehr weit auseinandergreifen und die Füllung des Greifers daher nicht so sehr von dem Fleiß der Bedienungsmannschaft im Schiff abhängig ist. Die bei einem der Greifer ursprüng-lich in wagerechter Lage angeordnete Dämpferpumpe bewährte sich nicht, da sie bald verschmutzte; sie wurde abgenommen und der Greifer später so umgebaut, daß eine senkrechte Dämpferpumpe angebracht werden konnte. Im übrigen bietet die Bauart der Greifer nichts Bemerkenswertes. Im allge-meinen wurde die Beobachtung gemacht, daß für das hier zu bewältigende Fördergut bei der Ausbildung der Greifer haupt-sächlich auf zweierlei Bedacht zu nehmen sei. Erstens, daß das Greifergewicht möglichst in die Schaufeln zu verlegen sei und daß zweitens die Drehachsen der Schaufeln nicht zu weiten Abstand voneinander haben dürfen. Demzufolge war von den beiden in Text-Abb. 13 *a* und *b* dargestellten

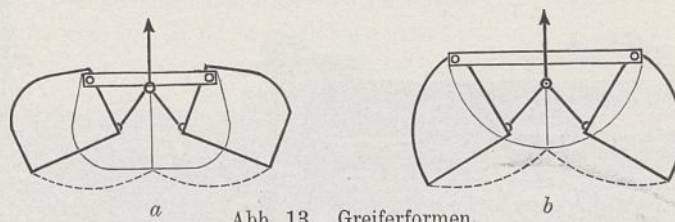


Abb. 13. Greiferformen.

Greiferformen die unter *a* die besser geeignete. Die Schaufeln haben bei dieser ein bedeutend größeres Vermögen, sich in den Kies einzugraben als bei dem Greifer *b*, der sich beim Schließen nach oben hebt. Der durch eine gestrichelte Linie dargestellte Weg der Schaufelschneiden läßt dies Bestreben

deutlich erkennen. Die mit den Greifern erzielte Leistung beträgt beim Arbeiten aus dem Schiff nach dem Lager etwa 20 cbm in der Stunde, beim Arbeiten aus dem Schiff oder vom Lager in den am vorderen Kranbock angebrachten Schüttrichter über 25 cbm in der Stunde.

Das Bemerkenswerteste bei der Bauart der Krane ist die Art der Seilführung. Es war die neue bei Seilkranen noch nicht gelöste Aufgabe gestellt, daß die Greifer ebenso gut von dem festen Ausleger aus wie auch von der schwankenden Seilbahn aus greifen sollten. Dabei sollte aber von der in Amerika vielfach üblichen Bauart, wonach der Führerstand auf der Katze angebracht ist, abgesehen werden, da diese Bauart eine sehr viel größere Stärke der Tragseile wie überhaupt der ganzen Krane verlangt hätte. Die Schwierigkeit besteht darin, daß bei dem Einseilgreifer der Schluß des Greifers dadurch bewirkt werden muß, daß der obere bewegliche Fangklotz nachgefiert wird, um den unteren mit den Greiferbacken verbundenen Klotzteil zu fassen. Dieser Bewegung wirkt das Gewicht des durchhängenden Hubseiles sowie dessen Reibung an den verschiedenen Rollen entgegen. Es würde schon eines sehr großen am Greifer schwer unterzubringenden Gewichtes bedürfen, um den Fangklotz derart zu beschweren, daß er diese Widerstände überwindet. Außerdem würde das tote Gewicht des Greifers entsprechend vermehrt werden. Die Maschinenbauanstalt Humboldt hat die Aufgabe dadurch gelöst, daß sie auf der Laufkatze eine Seiltrommel als Zwischenglied anordnete, mit Hilfe deren das Greiferseil zwangläufig auf- und abgewickelt wird.

Die Führung der Seile ist die folgende. Das Fahrseil geht von der Fahrtrommel der Hauptwinde mittels verschiedener Umführungsrollen nach der Spitze des Auslegers, von da nach der Laufkatze, an deren Rahmen es befestigt ist. Das rückläufige Trumm geht von der anderen Seite des Laufkatzenrahmens über eine Spannrolle an der landseitigen Kranstütze, von da zurück nach der vorderen Stütze und der Fahrtrommel. Durch Drehen der Fahrtrommel wird das Fahrseil mit dem einen Ende aufgewickelt, mit dem andern abgewickelt und die Laufkatze dadurch über ihre ganze Bahn zwangläufig geführt. Das Hubseil wird in ganz ähnlicher Weise von der Hubtrommel, die sich mit der Fahrtrommel auf einer Achse befindet, angetrieben. Die Führung über die Stützen ist die gleiche wie beim Fahrseil, dagegen ist die Verbindung mit der Laufkatze eine andere. Das Hubseil ist nämlich über die auf der Laufkatze befindliche Seiltrommel derart geführt, daß falls das Fahrseil gebremst ist, das Hubseil die Seiltrommel nach beiden Richtungen drehen kann (Abb. 12 u. 13 Bl. 33). An der Seiltrommel ist außerdem das Greiferseil mit einem Ende befestigt, das sich also, je nachdem das Hubseil die Seiltrommel dreht, auf- oder abwickelt und dabei den Greifer hebt, senkt, schließt oder öffnet. Die beiden Seile, das Hubseil und das Greiferseil laufen über die Seiltrommel derart nebeneinander, daß sich das Greiferseil zwischen die vom Hubseil freigelassenen Seilrillen hineinlegt. Das Hubseil ist an der Katze durchschnitten und mit beiden Enden an den beiden Stirnseiten der Trommel befestigt. Es ist dann so um die Trommel geschlungen, daß unter Überspringung der für das Greiferseil bestimmten Rillen stets die ganze Trommel bewickelt ist. Zwischen dem ablaufenden Teil des Hubseiles und dem dicht daneben auf-

laufenden Ende wickelt sich das Greiferseil hinein. Damit die Seile stets richtig geführt werden und keine Verschlingungen entstehen, sind Führungsrollen angeordnet; und außerdem ist die Trommel auf einer mit Gewindegang versehenen Welle gelagert, die bewirkt, daß die Trommel sich um so viel nach der Seite verschiebt als das Hubseil durch Abwicklung sich verschieben würde. Letzteres läuft also ebenso wie das Greiferseil stets in derselben Stelle der Katze durch die Führungsrollen. Die Anordnung hat sich in jeder Hinsicht bewährt. Als Vorteil ist dabei noch zu verzeichnen, daß das Greiferseil, welches naturgemäß am meisten leidet, nur kurz ist. Die Auswechslung kostet umsoweniger, als die Greiferseile aus den noch guten Teilen der ausgewechselten Fahr- und Hubseile zurechtgeschnitten werden können.

Die Tragseile. Die Anordnung einer Windentrommel auf der Laufkatze bedingt eine ziemlich große Breite der letzteren. Es ist infolgedessen nicht möglich, die Laufkatze nach Art der Drahtseilbahn-Wagen auf nur einem Tragseil laufen zu lassen, es sind vielmehr deren zwei nötig. Die Tragseile sind 38 mm stark und haben die bekannte patentverschlossene Konstruktion. Sie bewähren sich gut. Die Beanspruchungen sind ziemlich hoch wegen des plötzlichen Entleerens der Greifer auf dem schwankenden Seil. Trotzdem ist es bisher nach etwa zweijährigem ständigen Betrieb bei Tag und Nacht noch nicht notwendig geworden, ein Seil auszuwechseln. Zur Schonung der Tragseile sind die Laufräder der Katze verhältnismäßig groß gewählt, sie haben einen Durchmesser von 600 mm. 70 mm hohe beiderseitige Spurkränze an den Laufrädern verhindern, daß die Katze beim Schwanken der Seile heruntergeworfen wird. Der Durchhang der Seile beträgt rund 4 m. Die Seile erhalten bei Mittelstellung der vollen Last die höchste Beanspruchung mit rund 45 t. Da die rechnermäßige Bruchfestigkeit 220 t beträgt, ist die Sicherheit eine fünffache.

Die Tragseile sind auf dem wasserseitigen Bock mit Hilfe ihrer Endmuffen kurz verankert. Der Übergang von der festen Laufbahn des Kranbockes auf die Seile ist durch ein gußeisernes Übergangsstück stoßfrei gestaltet. Die Flanschen der Laufräder laufen dabei auf eine ansteigende Bahn auf, wodurch die Stoßstelle selbst vollständig entlastet wird.

Am landseitigen Bock befindet sich die einfach gestaltete Nachspannvorrichtung (Abb. 16 u. 18 Bl. 33). Die patentverschlossenen Seile gehen nur bis an den Bock heran und sind mit den biegsameren Spannseilen, die in Litzenkonstruktion hergestellt sind, mit Hilfe der Endmuffen verschraubt.

Gegengewichte aus Beton mußten auf beiden Kranböcken angebracht werden, und zwar beträgt das Gegengewicht des wasserseitigen Bockes 55 t, das des landseitigen 70 t. Die Größe der Gegengewichte ist so bemessen, daß der wagerechte Zug der Seile um 30 v. H. größer werden kann, ehe ein Kippen der Kranböcke eintritt. Der Führerstand befindet sich auf der wasserseitigen Stütze in etwa 9 m Höhe über dem Kai. Der Kranführer kann von dort Schiff und Lager bequem übersehen und außerdem an einem im Führerhaus angebrachten, mit der Winde gekuppelten Fahrtanzeiger die jeweilige Stellung der Laufkatze ablesen. Zur Steuerung der Kranwinde hat er einen elektrischen Fahrschalter und zwei Hebel zu bedienen, von denen der eine zum Kuppeln und Entkuppeln der Fahrtrommel, der andere zum Umstellen der Fahrgeschwindigkeit dient.

Die Kranwinde ist als Zweitrommelwinde ausgebildet, sie wird durch einen 60 pferdigen Drehstrommotor betätigt, der mittels Zahnradvorgelege die Windentrommeln antreibt. Eine auf der Motorwelle angeordnete Kupplung gestattet das Übersetzungsverhältnis des Vorgeleges zu ändern. Die größere Geschwindigkeit wird beim Fahren der Laufkatze, die geringere beim Heben und Senken benutzt. Beim Fahren der Laufkatze sind beide Trommeln gekuppelt. Die Trommeln haben gleichen Durchmesser, infolgedessen wickeln sich Fahr- und Hubseil beim Fahren der Laufkatze mit gleicher Geschwindigkeit ab bzw. auf. Soll der Greifer gehoben oder gesenkt werden, so wird durch den Hebelgriff vom Führerstand die Fahrtrummel entkuppelt und zugleich gebremst. Die Hubtrummel dreht sich alsdann allein.

Eine selbsttätige Magnetbremse ist auf der Motorenwelle angeordnet. Sie besteht aus einer einfachen Bremscheibe, einfachem Bremsband mit Holzbacken und dem Elektromagneten. Letzterer erhält Strom, wenn der Fahrschalter des Motors auf Null steht, bremst also stets, wenn nicht gefahren wird. Die Holzbacken der Bremse hatten zu kurze Lebensdauer, sie wurden daher durch Messingblech ersetzt. Die Gründung der Kranschienen ist aus Abb. 2 u. 5 Bl. 33 ersichtlich. Der feste Untergrund gestattete im allgemeinen ein nur bis zur Frostgrenze hinabgeführtes durchlaufendes Betonfundament. Nur auf einer etwa 40 m langen Strecke mußten die hinteren Fundamente ein bis 4 m tiefes Moorloch durchqueren. Hier wurden unter Wasserhaltung Betonpfeiler bis auf den festen Baugrund hinabgeführt, auf die sich der obere Fundamentteil als eisenbewehrter Balken auflegt.

Die inneren Schienen beider Krangleise sind mit Rücksicht auf die wechselnde Richtung der Angreiffkraft als niedrige schwere Kranschienen ausgebildet. Die äußeren Schienen, die nur senkrechten Druck haben, sind gewöhnliche Eisenbahnschienen von 42 kg Gewicht auf 1 m Länge. Die Schienen sind auf dem Beton alle 50 cm mittels eiserner Unterlagsplatten befestigt.

3. Greiferkrane.

Von den drei Lagerkranen arbeiten für gewöhnlich einer auf Schotter, der zweite auf Kies und der dritte auf Kies und Tuffsteine. Da in dem Falle, wenn Schotter und Tuffsteine zu löschen sind, für Kies nur ein Kran zur Verfügung steht, wurde zur Vervollständigung der Kieslöscheinrichtung ein Greiferkran nach der Bauart der Firma Menk u. Hambrock in Altona beschafft und auf Gleisen am Kai aufgestellt (Abb. 9 u. 10 Bl. 33). Dieser Kran, der einen Greifer von 0,8 cbm Inhalt trägt, macht etwa 40 Hübe in der Stunde und leistet daher, wenn es sich darum handelt, vom Schiff in die Kieswagen zu laden, reichlich so viel als einer der Lagerkrane.

4. Lagerung der Baustoffe.

a) Tuffsteinschuppen. Die Lagerplätze für Schotter und Kies bedurften keiner besonderen Herrichtung, abgesehen davon, daß am Umfang Entwässerungsgräben gezogen wurden. Dagegen mußte der Tuffsteinlagerplatz gehörig trockengelegt werden. Dies geschah durch Drainierung und Aufbringung einer etwa 10 cm starken Schicht aus Schotter und Ziegelkleinschlag. Hierdurch wird verhindert, daß sich der lagernde Tuffstein von unten her voll Wasser saugt. Gegen Regen

von oben wird der Tuffstein durch Schuppendächer geschützt, deren Anordnung aus Text-Abb. 14 ersichtlich ist. Die Dächer bestehen aus einzelnen Tafeln, die abgenommen werden, wenn der Tuffstein von oben her mittels der Lagerkrane in die Schuppen eingebracht wird. Der Fassungsraum der Schuppen betrug anfangs 3000 t Tuffstein und ist später durch Bau

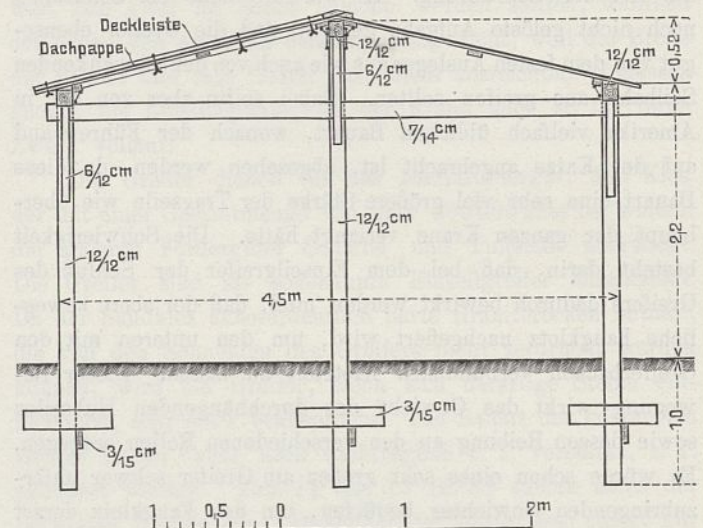


Abb. 14. Tuffsteinschuppen. Querschnitt.

dreier neuen Schuppen auf 4000 t erhöht worden. Die Schuppen schützen den Tuffstein zwar gegen seitlichen Schlagregen nicht vollständig, dies schadet aber weiter nichts, da nur die äußersten Steine naß werden, welche bei den vorherrschenden starken Winden auch leicht wieder austrocknen. Die Kosten dieser Schuppenanlage samt Drainage und Beschotterung des Platzes haben rund 15 000 Mark betragen. Es kommt somit auf eine Tonne zu lagernden Tuffsteins ein Anteil von 0,50 Mark.

b) Lagerplatz für Werk- und Ziegelsteine. Die Flächen, die sich südlich vom Ostende des Kais und westlich der Baugrube befinden (siehe Lageplan Abb. 1 Bl. 32), boten sich als die geeignetsten Lagerplätze für die in großen Mengen benötigten Werksteine, Klinker und Hintermauerungssteine dar. Sie liegen einerseits dicht am Kai, andererseits werden sie an die nach der Baugrube führenden Betongleise bequem angeschlossen. Da der Untergrund, wie überall auf der Baustelle, auch hier aus Lehm und Ton besteht, mußte der Lagerplatz durch Drainage und Aufbringung einer Kies-schicht trockengelegt werden. Vor diesem Lagerplatz sind am Kai zwei elektrische Uferkrane von 3,5 t Tragkraft und der üblichen Bauart mit getrenntem Hub- und Drehmotor und Universalsteuerung aufgestellt worden. Im allgemeinen dient der eine zum Löschen der Klinker und Werksteine, der andere zum Löschen von Zement.

c) Zementsilo. Die Anlagen zur Lagerung des Zementes, zum Mahlen des Trasses und zum Mischen beider Baustoffe bilden eine geschlossene Gruppe (Abb. 14 Bl. 35), die zwischen dem Tuffsteinlager und dem Lagerplatz für Werk- und Ziegelsteine eingefügt ist. Von der bisherigen Weise des Lagerns von Zement in Säcken und geschlossenen Lagerschuppen wurde hier aus verschiedenen Gründen Abstand genommen und eine Siloanlage errichtet. Der wichtigste Grund für die Entscheidung zugunsten eines Silos lag darin, daß sich die Einlagerung und Ausgabe des Zements

aus einem Silo ganz durch Maschinen betreiben läßt. Statt einer großen Kolonne von Förderarbeitern, die bei Sacklagerung notwendig wird, genügen zur Bedienung der Förderanlagen eines Silos zwei Mann. Welche Erleichterung dies bei dem Baubetriebe bedeutet, ergibt sich aus der Erwägung, daß die Anfuhr des Zementes ebenso wie der Verbrauch starken Schwankungen unterliegt, daß also bald die Beschaffung der notwendigen Arbeitskräfte, bald wieder die nutzbringende Beschäftigung derselben Schwierigkeiten bereitet. Zur Erläuterung seien einige Zahlen aus dem tatsächlichen Betriebe angeführt. Die Anfuhr schwankte im täglichen Durchschnitt zwischen 100 t und 200 t, der Verbrauch in noch weiteren Grenzen. Die Höchstleistung beim Entlöschten der Zementladungen hat rd. 350 t in einer Arbeitsschicht betragen, der größte Verbrauch in 24 Std. bisher 280 t.

Es ist klar, daß unter diesen Verhältnissen die Anwendung mechanischer Förderanlagen in Verbindung mit einem Silo große Ersparnisse bringen muß. Niedrig gerechnet wären ohne Silo täglich 20 Arbeiter mehr beschäftigt worden. Bei 2 $\frac{1}{2}$ jähriger Dauer des Betriebes würden bei den Kieler Lohnverhältnissen mindestens 75 000 Mark an diese Förderarbeiter zu zahlen gewesen sein. Demgegenüber stehen verhältnismäßig geringe Mehrkosten der Siloanlage im Vergleich zu einem Lagerschuppen; im vorliegenden Fall höchstens 15 000 Mark. Es bleibt somit eine Ersparnis von mindestens 60 000 Mark. Von Bedeutung für die Wahl des Silobetriebes war auch dessen geringer Platzbedarf. Ein Silo beansprucht nur ein Viertel von der Grundfläche eines Sacklagers von demselben Inhalt. Die Platzersparnis war bei den verhältnismäßig kleinen hinter dem Kai vorhandenen Lagerflächen durchaus notwendig. Ein weiterer Vorteil des Silos ist der Umstand, daß die Bauleitung der Sorge um die Aufbewahrung und Rückgabe der leeren Säcke enthoben wird; dies wird jeder zu schätzen wissen, der einmal bei einem größeren Betonbau für die richtige Zurücklieferung der Zementsäcke verantwortlich gewesen ist.

Der Silo besteht aus 16 Zellen, die paarweise nebeneinander liegen (Abb. 14 Bl. 35). Die Längsachse ist senkrecht zum Kai gerichtet. Diese Anordnung ergibt einerseits größte Einfachheit der mechanischen Fördervorrichtungen, andererseits gibt sie dem Silo für seine Verbindung mit den anderen weiter vom Kai ab anzulegenden Gebäuden die wünschenswerte Länge. Der Gesamtfassungsraum der 16 Zellen beträgt etwa 2200 t = 26 000 Sack Zement. Eine Zelle faßt also etwa 135 t. Diese Vorratsmenge ist so berechnet, daß sie bei dem Höchstverbrauch etwa zwei Wochen ausreicht. Einen größeren Vorrat aufzuspeichern, erschien nicht notwendig, da die für die Lieferung in Betracht kommenden Zementfabriken in leicht erreichbarer Nähe liegen, andererseits hat sich aber im Betriebe ergeben, daß die Vorratsmenge nicht zu groß gewählt ist, da bei größerem Verbrauch (der auf längere Zeit schon 220 t täglich betragen hat) bereits sehr scharf überlegt werden muß, damit keine Störung durch Verspätung in der Anlieferung von Zement erfolgt. Es muß dazu bemerkt werden, daß die Lieferung sich auf mehrere Fabriken verteilt, die abwechselnd liefern. Dies wird bei ähnlich großen Bauten meist der Fall sein, da eine einzelne Fabrik kaum imstande ist, so große Mengen, wie sie bei derartigen Bauten verbraucht werden, allein zu liefern.

Die Bauart der Silozellen ist aus Abb. 1 u. 2 Bl. 35 zu entnehmen. Der feste Untergrund gestattete sparsame Fundamente und nimmt den nach außen wirkenden Druck der Schrägpfeiler mit Sicherheit auf. Im oberen Teil werden die Wände aus Pfosten mit dagegen genagelten Bohlen gebildet. Die Pfosten sind durch ausgiebige Verankerung gehalten. Die Bohlen der Außenwände, die nicht von den Ankern mitgefaßt werden, sind durch lange Nägel — wie sich gezeigt hat mit hinreichender Sicherheit — mit den Pfosten verbunden. Die Außenwände waren, obwohl gespundet, nicht ganz wasserdicht, sie wurden daher mit Dachpappe benagelt. Oben sind die Zellen durch gespundete Bretter abgedeckt. Diese Abdeckung bildet den Fußboden des Dachraumes, in dem sich die Fördervorrichtung für die Beschickung des Silos befindet. Der Raum unter den Zellen ist nach der Seite hin offen. Die Fördervorrichtung zum Abzapfen des Zementes liegt also im Freien, ist aber durch die darüber liegenden Zellen gegen Regen hinreichend geschützt.

Die Beschickung des Silos und die Entnahme des Zementes geschieht in folgender Weise. Die Zementsäcke werden mittels eines der beiden Uferkrane aus dem Schiff entnommen und auf einer Bühne abgesetzt. In der Mitte dieser Bühne befindet sich unter Dach und seitlichem Windschutz der Einwurfrichter, in den die Säcke von Hand entleert werden (Abb. 1 Bl. 35). Von dort wird der lose Zement mittels einer Förderschnecke unter den Kies- und Schottergleisen und der Straße hindurch nach dem Vorbau des Silos gefördert, dort von einem Becherwerk bis ins Dach gehoben und in eine andere durch den ganzen Bodenraum des Silos hindurchreichende Schnecke gestürzt. Aus dieser gelangt der Zement mittels Fallrohren, die durch Schieber an die Schnecke angeschlossen sind, in die 16 Silozellen. Jede Zelle hat ihr besonderes Fallrohr. Diese Beschickungsanlage ist für eine stündliche Leistung von 30 t berechnet, die sie auch mit Leichtigkeit bewältigt. Der Antrieb der beiden Schnecken und des Becherwerks erfolgt durch einen im Vorbau des Silos aufgestellten zehnpferdigen Motor unter Vermittlung einer Riemenübertragung.

Zur Entnahme des Zements befinden sich am unteren Ende der trichterförmig paarweise nach der Mitte zusammengeführten Siloböden eiserne Schieber, die den Zement in die unmittelbar darunter befindliche Entnahmeschnecke gelangen lassen. Bei der Steilheit der Siloböden erübrigten sich besondere Vorkehrungen, wie sie sonst wohl nötig sind, um den Ausfluß des Zementes aus dem Silo zu fördern. Auch die meist kurze Lagerungsdauer wirkt dahin günstig, daß der Zement sich im Silo nicht festsetzt. Die Entnahmeschnecke fördert den Zement nach einem rückwärtigen Anbau des Silos, in welchem die Mischung mit dem gemahlten Traß vor sich geht (Abb. 1 u. 3 bis 5 Bl. 35).

5. Die Traßmühle.

Das Verfahren, den Traß auf der Baustelle zu mahlen statt ihn vom Werk in gemahlenem Zustande zu beziehen, wurde, abgesehen von der besseren Kontrolle über die Güte des angelieferten Baustoffs, auch aus dem Grunde vorgezogen, weil es bei größeren zu vermahlenden Mengen billiger zu stehen kommt, als der sackweise Bezug des gemahlten Gutes. Der Bezug und die Lagerung des Trasses in Stücken

ist auch einfacher und billiger als der des Mahlgutes, wenn man berücksichtigt, daß wegen der weiten Entfernung von der Gewinnungsstelle (Andernach a. Rhein) besonders im Winter ein großer Vorrat gehalten werden muß. Es bestanden zunächst Bedenken, ob nicht bei dem feuchten Klima Schleswig-Holsteins der Tuffstein bei längerer Lagerung soviel Feuchtigkeit aufnehmen könnte, daß er sich nur schlecht vermahlen lassen würde. Diese Befürchtungen haben sich nicht bestätigt. Dank der auch für feuchten Baustoff geeigneten Mahlanlage, die zur Ausführung gewählt wurde, konnte auch während des Winters die vorgeschriebene Mahlleistung ungefähr aufrechterhalten werden.

Die Maschinenanlage ist nach einem Programm des Bauamts V von der Maschinenfabrik Gebr. Pfeiffer in Kaiserslautern entworfen und aufgestellt worden. Diese Firma hat auch die Zeichnungen für das Gebäude geliefert. Es sind zwei Mahlgetriebe vorhanden, von denen jedes auf eine Leistung von 5 t in der Stunde berechnet ist. Jedes Getriebe besteht aus einem Steinbrecher, einer Kugelmühle und einem Windsichter nebst den erforderlichen Förderanlagen und Beschickungsvorrichtungen (Abb. 8, 9, 14 u. 15 Bl. 35). Die beiden Steinbrecher stehen etwas vertieft außerhalb des Hauses unter einem Vordach. Der Tuffstein wird mittels eiserner Kippwagen von den benachbarten Lagerplätzen aus zugefahren und von einem Arbeiter in den Brecher geworfen. Der Tuffstein ist leicht zu brechen, daher ist die Leistung der Brecher hoch und der Verschleiß an Maschinenteilen gering. Ein Brecher ist daher auch imstande, beide Kugelmühlen zu bedienen. Der zerkleinerte Tuffstein fällt in den Rumpf eines Becherwerkes; dieses hebt ihn in einen zweiseitigen Vorratsbehälter, der sich über den beiden Kugelmühlen im Innern des Hauses befindet. Die Fallrohre der Becherwerke sind so eingerichtet, daß sie den Tuffstein nach Bedarf der einen oder der andern Kugelmühle zuführen können. Mittels einer selbsttätigen und verstellbaren Beschickungsvorrichtung wird der Tuffstein den Kugelmühlen ständig und zwar von der Seite her durch die Achse zugeführt. Die Kugelfüllung wiegt rund 3000 kg. Die einzelnen Kugeln haben 120 mm Durchmesser, der sich im Betriebe allmählich verringert. Nach den bisherigen Erfahrungen betrug der Eisenverschleiß der Kugeln 8 kg für je 100 t gemahlene Gut. Entsprechend dem Verschleiß werden von Zeit zu Zeit neue Kugeln in die Mühle gegeben.

Der Mantel der Kugeltrommel (Abb. 10 u. 11 Bl. 35) besteht aus einzelnen Mahlbalken aus Stahlguß, zwischen denen Schlitz von einigen Millimetern Weite offen sind, durch die das von den Kugeln zerkleinerte Mahlgut herausfällt. Die Weite der Schlitz läßt sich nach Bedarf verändern. Das Mahlgut fällt in den äußeren, die Kugelmühle umkleidenden Blechmantel und aus diesem in ein Becherwerk, welches dasselbe in den Windsichter befördert. In dem Windsichter (Abb. 12 Bl. 35) befindet sich ein wagerechtes Windrad mit senkrechter Achse. Durch die Achse fällt das Mahlgut auf einen sich mit dem Windrad drehenden Teller und wird durch die Fliehkraft gegen einen feststehenden Ring geschleudert, an dem es zerstäubt. Der von dem Windrad erzeugte Luftstrom trennt die leichteren Teile von den schwereren. Der feingemahlene Traß scheidet sich bei der Umbiegung der Windrichtung am äußeren trichterförmigen

Mantel des Sichters ab und gelangt durch ein Fallrohr in ein Becherwerk, das ihn zu den in die Mühle eingebauten Silozellen bringt. Die zu groben Teile werden in einem inneren Trichter des Windsichters aufgefangen und gehen durch ein anderes Fallrohr nach der Kugelmühle zurück, um vollends zerkleinert zu werden.

Durch Veränderung der Umdrehungsgeschwindigkeit des Windrades läßt sich die Mahlfineinheit in ziemlich weiten Grenzen beeinflussen. Durch Laboratoriumsversuche wurde festgestellt, daß bei Traß die Feinheit über eine bestimmte Grenze hinaus nicht getrieben zu werden braucht, da alsdann keine Vermehrung der Mörtelfestigkeit mehr erzielt wird. Ein Rückstand von 40 vH. auf dem 5000-Maschen-sieb wurde daher als Maß der zu erzielenden Mahlfineinheit festgehalten. Hierbei leisteten die Mühlen reichlich 5 t in der Stunde. Zum Antrieb der Steinbrecher, Windsichter und der sämtlichen Förderanlagen dienen zwei 20pferdige Drehstrommotoren, von denen jedoch nur einer jeweilig in Betrieb ist, während der andere als Aushilfe dient. Die beiden Motoren stehen im Obergeschoß der Mühle und übertragen ihre Kraft mittels Riemen auf die verschiedenen Antriebswellen.

Die Kugelmühlen selbst haben besonderen Antrieb durch 100pferdige Drehstrommotoren, die in den Anbauten neben den Steinbrechern aufgestellt sind. Sie übertragen ihre Kraft mittels Riemen auf eine Vorgelegewelle der Kugelmühle. Der normale Kraftbedarf einer Kugelmühle hat sich zu 67 PS feststellen lassen. Die volle Kraft des Motors wird nur beim Ingangsetzen der Mühle gebraucht. Da der Kraftbedarf für die Wirtschaftlichkeit einer derartigen Anlage von ausschlaggebender Bedeutung werden kann, möge bemerkt werden, daß nach obigen Angaben zum Mahlen von 1 t Traß 15 Pferdekraftstunden erforderlich sind. Das macht, wenn wie im vorliegenden Fall bloß der Mehrverbrauch an Kohle und Schmiermitteln in der Zentrale gerechnet zu werden braucht, etwa $15 \cdot 3 = 45$ Pf. als reine Betriebskosten für eine Tonne Traß. Der ganze Betrieb innerhalb der Traßmühle geht vollständig selbsttätig vor sich. Es genügt ein Mann zur Wartung der Maschine und zur Prüfung der Mahlfineinheit. Ausbesserungen sind sehr selten und haben den Betrieb bisher niemals beeinträchtigt. Zum Anfahren des Tuffsteins nach der Mühle ist eine Arbeiterkolonne von sechs bis acht Mann beschäftigt.

In der Mühle sind, wie erwähnt, eine Anzahl Silozellen eingebaut, die ebenso wie das Maschinengebäude selbst dem vorübergehenden Zweck entsprechend in Holz gezimmert sind. Ihre Bauart weicht von der Bauart des oben beschriebenen Zementsilos wesentlich ab. Der trichterförmige Boden ist nicht wie dort von unten her abgestützt, sondern durch starke Rundisen, die an den gußeisernen Auslaufstützen angreifen, nach oben hin an einem Kranze verübelter Balken aufgehängt. Diese ruhen ihrerseits auf starken senkrechten Pfosten und sind gegen die wagerechten Kräfte durch Verankerung gesichert. Auf diesen Balkenkranz setzen sich die starken Pfosten auf, die das Traggerippe der Silowände bilden; sie werden oben durch einen verankerten Balkenkranz gehalten. Die Auskleidung der senkrechten Silowände besteht aus 3 cm starken gespundeten Brettern. Der Trichterboden besteht aus einer doppelten Bohlenlage, einer äußeren 6 cm

starken, die als tragender Teil dient, und einer inneren 3 cm starken als Auskleidung. Außerdem ist der Boden der Zellen mit Weißblech ausgekleidet, damit der Traß gleichmäßiger nachläuft.

Diese im Vergleich zu dem Zementsilo etwas teurere Bauart wurde gewählt, weil sie erheblich standfester ist und durch sie das Maschinengebäude, dessen Wände sie zum Teil bildet, wirksam versteift wird. Allgemein hat sie den großen Vorteil, daß nur senkrechte Kräfte auf das Fundament übertragen werden; sie dürfte daher bei allen Bodenarten, die nicht so standfest sind, wie der hier vorhandene Geschiebemergel, den Vorzug verdienen. Da die wagerecht durchgehende Verankerung der Zellen auf ein Mindestmaß beschränkt ist, bietet außerdem die dichte Auskleidung der Zellen weniger Schwierigkeit als bei der anderen Bauart. Die vier Zellen haben einen Fassungsraum von rd. 300 cbm und können damit den vierfachen höchsten Tagesbedarf an Traß aufnehmen. Die Aufspeicherung eines größeren Vorrats an gemahlenem Traß erhöht die Sicherheit des Gesamtbetriebes und hat sich auch insofern angenehm bemerkbar gemacht, weil dadurch die Möglichkeit gegeben ist, die beim Heranfahen des Tuffsteins beschäftigten Arbeiter gelegentlich auch zu anderen Arbeiten heranzuziehen.

6. Mischanlage für Zement und Traß.

Bei Herstellung von Traßzementbeton ist es durchaus ratsam, Traß und Zement innig zu mischen, bevor sie in der Betontrommel mit den Zuschlagstoffen vereinigt werden. Denn da die beabsichtigte Wirkung des Traßzusatzes darin besteht, daß der im Zement vorhandene überschüssige Kalk gebunden wird, ist es notwendig, daß jedes Teilchen Zement mit Traß in Berührung kommt. Ob eine so innige Mischung in der Betontrommel selbst zu erreichen ist, ist mindestens sehr zweifelhaft; jedenfalls aber müßte man die Mischdauer sehr verlängern, wenn man sicher gehen wollte, d. h. man müßte letzten Endes die Zahl der Betonmaschinen vergrößern, woraus ersichtlich ist, daß dies Verfahren nicht nur unsicher, sondern auch teurer sein wird, als wenn man Traß und Zement für sich mischt. Nach letzterem Grundsatz ist denn auch im vorliegenden Fall verfahren worden.

Der gemahlene Traß wird ebenso wie es oben bei dem Zementsilo beschrieben wurde, mittels einer Förderschnecke dem in der Traßmühle eingebauten Silo entnommen und nach dem benachbarten Anbau des Zementsilos hinübergebracht, wo die Mischung mit dem Zement vor sich geht. Bei dem Entwurf dieser Mischanlage kam es darauf an, bei der Mischung das gewünschte Mengenverhältnis zwischen beiden Stoffen mit größter Genauigkeit innezuhalten, andererseits den durch die vorhergehenden und die folgenden Fördereinrichtungen bedingten ununterbrochenen Gang der Förderung aufrecht zu erhalten. Eine Mischung nach Raummaß war ausgeschlossen, weil je nach Art, Feinheit und Feuchtigkeitsgehalt des Mischgutes die Mischung ganz verschieden ausgefallen wäre, es kam nur eine Abmessung nach Gewicht in Frage. Hierzu eigneten sich die in vielen Fabriken benutzten selbsttätigen Wagen am besten. Diesen Wagen mußte das Mischgut schon einigermaßen gleichmäßig zugeführt werden. Eine gleichmäßige Zufuhr wird aber durch die von den Silos kommenden Schnecken nicht gewähr-

leistet, da diesen der Zement und der Traß recht ungleichmäßig aus den Silos zufällt. Aus diesem Grunde wurden in dem oberen Teil der Mischanlage zwei besondere, etwas kleinere Zellen, die eine für Zement, die andere für Traß als Ausgleichzellen eingebaut, in welche das Mischgut zunächst durch Becherwerke gehoben wird. Die Entnahme erfolgt mittels besonders durchgebildeter kurzer Förderschnecken, die durch Stufenscheiben nach Bedarf verschieden schnell angetrieben werden und in die beiden nebeneinander aufgestellten selbsttätigen Wagen entleeren. Die Wagen sind von der Firma Reuther u. Reiser in Hennef a. d. Sieg nach deren Patent geliefert. Es ist eine größere normal 100 kg abwiegende für Zement und eine kleinere 50 kg abwiegende für Traß vorhanden (Abb. 1 Bl. 35).

Die Einrichtung dieser Wagen ist folgende: An einem Wagebalken hängt an einem Ende das Gefäß für das abzuwiegende Gut und am anderen Ende ein Gewichtskasten. Dem Gefäß läuft das pulverförmige Gut durch eine Schlitzöffnung in breitem Strom zu. Sobald das richtige Gewicht erreicht ist, sinkt dies Gefäß herab, der Zulauf schließt sich allmählich und, wenn er ganz geschlossen ist, wird ein Schlaghebel ausgelöst, der beim Herabfallen die Bodenklappen des Gefäßes aufschlägt. Nach Entleerung des Gefäßes geht die Wage von selbst in ihre Anfangsstellung zurück, und das Spiel beginnt von neuem. Die Wagen schlagen gewöhnlich zweimal in der Minute ab. In diesem Falle ist es nun nötig, daß beide Wagen stets gleichzeitig abschlagen. Dies wird durch eine mechanische Kupplung erreicht, die auf sinnreiche Weise bewirkt, daß die zuerst gefüllte Wage nur soweit absinkt, daß der Zulauf geschlossen wird; erst wenn auch die zweite gefüllt ist, wird bei beiden der Schlaghebel gelöst, der die Bodenklappe öffnet. Aus dem Einlauftrichter zwischen Schnecke und Wage führen Überlaufrohre nach den Becherwerken zurück und verhindern eine Verstopfung, wenn einmal durch die Schnecken mehr gefördert als durch die Wagen abgenommen wird. Die beiden Wagen entleeren sich in einem gemeinschaftlichen Blechtrichter, der das Mischgut dem Ende eines 3 m langen Mischtroges zuführt (Abb. 1 u. 4 Bl. 35). In diesem Trog dreht sich eine Welle mit schräg gestellten Messern, die den Zement und Traß innig durchmischen und dabei nach dem anderen Ende der Trommel allmählich weiterschieben, wo er von einer Förderschnecke aufgenommen und zur Betonmischanlage weitergefördert wird. Die Wagen sind mit Zählwerk versehen und ermöglichen dadurch eine ebenso bequeme als genaue Nachweisung der ausgegebenen Zement- und Traßmengen.

Die sämtlichen zusammengehörigen Förderanlagen werden durch einen 20 pferdigen Drehstrommotor mittels Riemenübertragung angetrieben; dies sind die beiden von den Silos heranzuführenden Schnecken, die zu den Ausgleichzellen hochführenden Becherwerke, die beiden Meßschnecken und die Welle des Mischtroges. Durch diese Zusammenfassung wird es unmöglich gemacht, daß an irgendeiner Stelle eine Stauung des Fördergutes durch Unachtsamkeit hervorgerufen werden kann. Zur Bedienung dieser Anlagen sind zwei Mann erforderlich, deren Tätigkeit darin besteht, den Betrieb nach dem vorliegenden Bedarf zu regeln, das Abfließen der Silozellen zu überwachen und den richtigen Gang der Wagen zu beobachten.

7. Betonmaschinen.

Das Schlußglied der sämtlichen beschriebenen Anlagen des Lagerplatzes und zugleich das Anfangsglied für die oben beschriebenen Einrichtungen an der Baugrube bilden die Betonmaschinen. Das Einpassen in die Gesamtanlage erforderte eine vorsichtige Erwägung der zu wählenden Maschinengröße. Sie mußte in Einklang stehen mit den zur Heranschaffung der Zuschlagstoffe zu wählenden Wagen und andererseits mit den Krankübeln, durch die der Beton in die Baugrube gebracht wird. Letztere waren wiederum abhängig von der Bauart der Seilkrane an der Baugrube. Unter Berücksichtigung der gesamten Verhältnisse wurden die Betonmaschinen für einen Inhalt von 1,5 cbm loser Masse entworfen. Diese Größe geht über das bisher bei deutschen Betonmaschinen übliche Höchstmaß bedeutend hinaus, hat aber den Vorteil, die Gesamtanlage sehr zu vereinfachen, da mit Maschinen dieser Größe in Tag- und Nachtbetrieb je 500 cbm Beton (fester Masse) hergestellt werden können und also für die gewünschte Höchstleistung von 1000 cbm nur zwei Maschinen in Betrieb zu sein brauchen.

Es wurden drei Betonmaschinen — eine davon als Aushilfe — von der Firma Gauhe, Gockel u. Ko. in Oberlahnstein beschafft, die nach den besonderen örtlichen Anforderungen eine von dem gewöhnlichen Modell dieser Firma etwas abweichende Bauart und Ausstattung erhielten (Abb. 6, 7 und 13 Bl. 35).

Örtlich mußte sich die Betonanlage unmittelbar an die vorher beschriebene Mischanlage für Zement und Traß anschließen, wollte man nicht den Vorteil des ununterbrochenen Förderbetriebes für die Mörtelstoffe einbüßen (Abb. 14 Bl. 35). Im übrigen war die Führung der Zu- und Abfuhrgleise für die Aufstellung der Betonmaschinen bestimmend. Die drei Maschinen wurden in einer Reihe nebeneinander aufgestellt und mit einem leichten Holzbau umkleidet. Der Hauptteil der Maschine, die Mischtrommel selbst, hat die gewöhnliche Bauart, abgesehen davon, daß sie für 1,5 cbm Inhalt berechnet ist, während das größte bisherige Modell nur 1 cbm faßt. Die Trommel ist wagrecht drehbar gelagert. Die Betonstoffe werden auf der einen Seite der Trommel in der Achse zugeführt. Damit dies möglich sei, ist die Trommel auf dieser Seite mit einem die zentrale Öffnung umschließenden Laufkranz auf zwei festen Laufrollen gelagert. Die Mischung geschieht dadurch, daß bei der Drehung der Trommel der Inhalt an der Trommelwandung hochgehoben wird und sich beim Herunterfallen überstürzt. Wesentlich unterstützt wird dabei der Mischungsvorgang durch eine Anzahl an den Trommelwandungen befestigter Wendeschaukeln, deren Blatt in verschiedener Richtung schräg gestellt und in Form einer 8 durchbrochen ist. Die reine Mischzeit, abgesehen von der Zeit für das Füllen und Entleeren, muß etwa anderthalb Minuten betragen. Das sind etwa 13 bis 14 Umdrehungen der Trommel.

Das Fehlen jeglicher beweglicher Mischwerkzeuge hat sich als sehr vorteilhaft erwiesen, da ein merklicher Verschleiß des Trommelinnern trotz des teilweise recht groben Betons bisher nicht zu beobachten gewesen ist. Die Entleerung der Trommel geschieht durch einen verschieblichen Deckel, der in geschlossenem Zustand einen Teil des Trommelmantels bildet. Durch Andrücken zweier Anschläge an ent-

sprechende Nocken des Deckels wird dieser festgehalten, während die Trommel selbst sich weiter dreht. Der Deckel verschiebt sich dabei am Trommelmantel entlang, dessen Ränder klauenartig umfassend, so lange bis er an der gegenüberliegenden Seite der Trommel durch eine mechanische Auslösung des Eingriffs zwischen Anschlag und Nocken stehen bleibt. Bei der Drehung der Trommel kommt die Öffnung nach unten, und dabei entleert sich der Inhalt der Trommel in das zur Aufnahme bestimmte Wagengefaß. Nach zwei- bis dreimaliger Umdrehung ist die Trommel leer und wird alsdann ebenso wieder geschlossen, wie sie geöffnet wurde. Jede Mischtrommel wird für sich durch einen 35 pferdigen Drehstrommotor betrieben, der zugleich auch den Aufzugkübel bedient. Die Kraftübertragung wird durch Riemen und Zahnräder bewirkt. — Der sonst bei Mischmaschinen gewöhnlich senkrechte Aufzug ist hier schräg angeordnet, damit er von zwei Gleisen aus gleichzeitig mit Kies und Schotter beschickt werden kann. Die Text-Abb. 15 und Abb. 6 Bl. 35 lassen dies deutlich erkennen. Für einen flotten Betrieb ist diese Anordnung von großem Vorteil.

Die Anlagen zur Zuführung der Mörtelstoffe schließen sich an die oben erwähnte Förderschnecke an, welche das Gemisch von Traß und Zement dem Mischtroge entnimmt. Diese Förderschnecke kreuzt unterirdisch die Gleise für Kies und Schotter und gibt das Gemisch an ein Becherwerk im Vorbau der Betonmischanlage ab. Dieses fördert es in den Bodenraum und übergibt es an eine Schnecke, welche drei über den Betontrommeln liegende, je etwa 2 cbm fassende Ausgleichsbehälter speist. Zum Antrieb der beiden Schnecken und des Becherwerks befindet sich in dem Vorbau ein zehn-pferdiger Drehstrommotor. Aus den genannten Behältern wird das Traß- und Zementgemisch mittels einer selbsttätigen Wage der gleichen Bauart, wie sie oben beschrieben worden ist, entnommen und gelangt nach der Wägung in einen vor dem Trommeleinlauf angeordneten Zwischenbehälter, der unten durch einen Segmentverschluß abgeschlossen ist. Dieser Zwischenbehälter ist in dem großen, für Kies und Schotter dienenden Einlauftrichter eingebaut und mündet derart vor dem Trommeleinlauf, daß die Mörtelstoffe mit dem Kies und Schotter schon beim Einlauf in die Trommel gemischt werden.

Die selbsttätigen Wagen arbeiten nicht für jedes Gewicht mit Sicherheit. Eine 400 kg-Wage läßt sich z. B. nur für

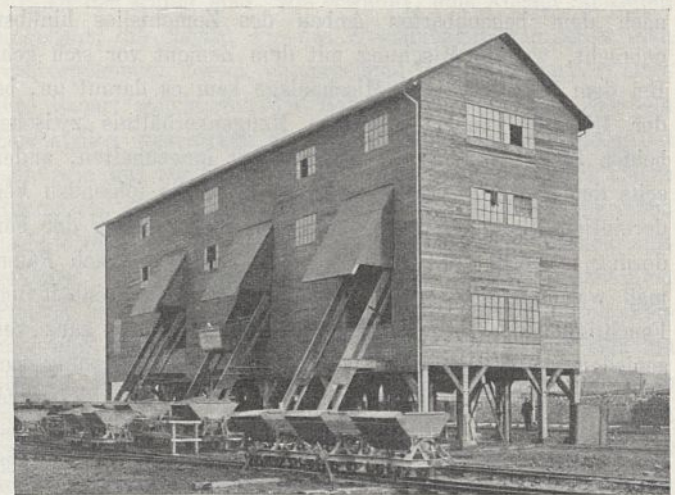


Abb. 15. Betonmischanlage.

Gewichte von etwa 250 bis 450 kg verwenden. Da bei dieser Anlage aber die Mörtelzuschläge in noch weiteren Grenzen verändert werden sollten, wurde statt einer 400 kg-Wage eine 200 kg-Wage gewählt und eine kleine Vorrichtung zu Hilfe genommen, vermöge deren die Wage nach Bedarf ein- oder zweimal abschlagen kann. Die Mörtelwägungen lassen sich dadurch zwischen 125 und 450 kg beliebig verändern. Ausnahmsweise werden auch noch fettere Mischungen hergestellt, indem die Feststellung der Wage in solchen Fällen von dem Trommelführer von Hand ausgerückt wird und die Wage nach Bedarf auch drei- oder viermal abschlägt. Dies geschieht natürlich auf Kosten der Mischdauer, welche dadurch verlängert wird. Die Verwendung der kleineren Wage beeinflusst die Konstruktionshöhe der Gesamtanlage und auch deren Kosten in günstiger Weise.

Als nicht ganz zweckentsprechend und daher künftig bei ähnlichen Anlagen zu vermeiden, hat sich die Anordnung erwiesen, wonach der Ausgleichbehälter senkrecht über der Wage liegt und in diese ohne Zwischenglied einmündet. Richtiger würde es sein, den Auslauf des Behälters und den Zulauf der Wage versetzt anzuordnen und das Gut der Wage mittels einer Aufgabevorrichtung zuzuführen. Denn trotzdem der Behälter nur klein ist, setzt sich im Auflaufschlitz durch Druck der Inhalt leicht so fest, daß er durch Rütteln wieder zum Ausfließen gebracht werden muß. Er stürzt dann bisweilen mit solchem Stoß auf die Wage, daß diese nicht richtig abschlägt.

Der Platz des Trommelführers ist im zweiten Stockwerk der Mischanlage in Höhe der selbsttätigen Wage, dort sind die sämtlichen Stellhebel angeordnet, sodaß ein Mann die ganze Maschine bedienen kann. Die Tätigkeit des Trommelführers bei einer Mischung gestaltet sich folgendermaßen. Nachdem der Kübel in der Aufzuggrube mit einem Wagen Kies und einem Wagen Schotter beladen ist, was der Trommelführer von seinem Standpunkt aus genau übersehen kann, legt er den Hebel für den Aufzug um, d. h. der Antriebsriemen für den Aufzug wird von der Leer- auf die Vollscheibe geschoben, und der Kübel bewegt sich nach oben. In der höchsten Stellung trifft er auf einen Anschlag, mit dem er seine Bewegung selbsttätig ausrückt. Ist die Trommel zur Aufnahme einer neuen Mischung bereit, so betätigt der Trommelführer den bezeichneten Hebel aufs neue, wodurch der Aufzugkübel an seinem hinteren Ende angehoben wird und Schotter und Kies in den großen Einlauftrichter stürzen. Gleichzeitig wird durch einen Anschlag des Kübels mittels Hebelübertragung die untere Verschlussklappe des Zwischenbehälters geöffnet, in dem sich die abgewogene Traß-Zementmischung befindet. Kies, Schotter, Traß und Zement gelangen also gleichzeitig in die sich drehende Trommel und werden zunächst ohne Wasser durchgemischt. Der Trommelführer läßt unter Betätigung eines Bremshebels den Kübel wieder hinunter und stellt ihn zur Aufnahme der nächsten Ladung bereit. Danach gibt er durch Umlegen eines Hebels Wasser in die Mischung; dies geschieht durch zwei Meßgefäße, die durch einen Dreiwegehahn mit einem größeren Vorratsbehälter für Wasser verbunden sind und von denen das eine gefüllt wird, während sich das andere entleert. Die Wasserzugabe läßt sich dadurch verändern, daß das am Boden des Meßgefäßes befindliche Auslaufrohr hoch oder niedrig geschraubt

wird und also je nach der Höhe seines in das Gefäß reichenden Endes mehr oder weniger Wasser aus diesem entnimmt. Während oder gleich nach dem Herunterlassen des Aufzugkübels wird durch einen Ruck am Aufzughebel die Segmentklappe des Zwischenbehälters wieder geschlossen und gleichzeitig die selbsttätige Wage eingerückt, so daß die Mörtelstoffzugabe für die nächste Trommelfüllung vorbereitet wird. Damit die Mischung lange genug in der Trommel bleibt, ist der Trommelführer angewiesen, die Trommel erst dann zu öffnen, wenn der Aufzugkübel für die nächste Mischung wieder oben ist. Auf diese Weise dauert die Mischung mindestens $1\frac{1}{2}$ Minuten, was erfahrungsgemäß genügt. Das Öffnen und Schließen der Trommel, das ebenfalls mittels Hebels vom Führerstand aus erfolgt, dauert etwa 15 bis 20 Sekunden. Sofort nach dem Schließen der Trommel kann die neue Mischung hineingegeben werden, da alles dafür vorbereitet ist.

Die Durchbildung der Maschinen nach den besonderen in diesem Fall gestellten Bedingungen ist von der Maschinenfabrik Gauhe, Gockel u. Ko. mit großer Sorgfalt ausgeführt worden, was bei der kurzen, nur fünf Monate betragenden Lieferzeit besonders anzuerkennen ist. Zur Abfuhr des Betons ist unter den drei Mischtrommeln ein Gleis verlegt, auf dem die oben beschriebenen Kübelwagen laufen. Die Wagen werden von *A* aus (Abb. 14 Bl. 35) durch die Lokomotive bis zur Betonanlage vorgedrückt und dann durch Arbeiter auf dem mit schwachem Gefälle verlegten Gleis unter die Betontrommeln geschoben. Zur Verständigung der Arbeiter mit dem Trommelführer ist an jeder Maschine ein Sprachrohr angeordnet. Die vollen Wagen werden bei *B* zum Zuge geordnet und von der Lokomotive außerhalb der Betonanlage vorbei zur Baugrube abgefahren.

8. Drahtseilbahn für den Bau der Molen des Marinekohlenhofes.

Die ursprünglich lediglich für den Schleusenbau berechnete Mörtel- und Betonanlage ist nachträglich auch für den Bau der Molen des Marinekohlenhofs nutzbar gemacht worden, indem Traß und Zement fertig gemischt nach dort mittels einer 500 m langen Drahtseilbahn abgegeben wird. Die Beladestelle ist an der südlichen Schmalseite der Betonanlage angebaut (in Abb. 14 Bl. 35 weggelassen). Sie besteht aus mehreren Vorratszellen, die von der im Obergeschoß der Betonanlage befindlichen Schnecke beschickt werden. Die reichliche Bemessung aller Teile der Traß- und Zementförderanlagen machte es möglich, auch den so erhöhten Anforderungen nachzukommen. Es wurde zeitweise Traß und Zement für eine tägliche Leistung von 1300 bis 1400 cbm Beton geliefert.

9. Anlage für Prüfung der Baustoffe.

Wie bei allen großen Wasserbauten neuerer Zeit wurde auch bei diesem Bau eine Prüfungsstelle für Baustoffe errichtet. Dabei wurde die Erfahrung bestätigt, daß eine solche Anlage nicht nur für die Sicherheit des Baues von Nutzen ist, sondern daß sie auch in Hinsicht auf Kostenersparnis von großem Vorteil ist. Notwendig ist dabei allerdings, daß sie früh genug errichtet wird, damit schon die Beschaffung der Baustoffe nach den gewonnenen Erfahrungen eingerichtet werden kann. Die bereits im Mai 1909 begonnenen Unter-

suchungen ergaben unter anderem, daß der in der Umgegend von Kiel in großen Ablagerungen vorhandene Grubenkies ohne Bedenken verwandt werden könne und daß in bezug auf Ton- und Lehmgehalt die Vorschriften der Ausschreibung nicht unnötig streng abgefaßt zu werden brauchten. Würde man z. B., wie vielfach für notwendig gehalten wird, vorgeschrieben haben, daß der Kies gewaschen werden müsse, was nach den Erfahrungen der Versuchsstation ohne jeden Einfluß auf die Festigkeit des Betons blieb, so würde man allein hierfür mehrere hunderttausend Mark mehr ausgegeben haben. Ferner ergaben die Untersuchungen, daß für den besonders guten Beton (etwa die Hälfte des gesamten Betons) mit einem verhältnismäßig geringen Zuschlag an Steinschlag auszukommen war. Es zeigte sich, daß die größte Festigkeit und Dichtigkeit schon bei einem Verhältnis von 2 Teilen Kies zu 1 Teil Schotter erzielt wurde, daß jedenfalls darüber hinaus die Güte des Betons nur ganz unwesentlich erhöht werden konnte. Es muß betont werden, daß dies Ergebnis aus dem äußeren Ansehen der Baustoffe nicht (gewissermaßen nach „Gefühl“) geschlossen werden konnte, daß es im Gegenteil auch der hier herrschenden Übung widerspricht. Der Vorteil in bezug auf die Kosten ist bei dem Preisunterschied zwischen Schotter und Kies $7,40 - 2,80 = 4,60$ Mark sehr erheblich.

Die Mengen der dem Beton zuzusetzenden Mörtelstoffe Zement und Traß wurden in der Versuchsstation ebenfalls erfahrungsmäßig festgestellt. Bei der besonderen Art der Zuschlagstoffe, besonders des Kieses, war ohnedies mit den landläufigen Mischungsverhältnissen nichts anzufangen. Das Gesamtergebnis war ein in jeder Beziehung befriedigender Beton zu sehr billigem Preis. Die Baustoffkosten für das gestampfte Kubikmeter ($= 1\frac{1}{4}$ cbm lose Masse) betragen für den Schotterbeton 11,70 Mark, für den Kiesbeton 8,70 Mark.

Das Versuchsgebäude enthält außer mehreren Bureau-räumen einen Raum für die Baustoffvorräte, einen Arbeitsraum für die Herstellung der Versuchskörper und einen Versuchsraum mit den erforderlichen Instrumenten — Betondruckpresse für 30 cm-Würfel, Zerreißapparat, Glühofen, Volumemesser usw. Ein Anbau enthält einen Keller für die Aufbewahrung der Versuchskörper in möglichst gleichbleibender Temperatur und oben neben dem Aufbewahrungsraum einen Unterkunftsraum für die Kranführer (Abb. 1 Bl. 32). Um die Räume des Versuchsgebäudes möglichst gleichmäßig zu erwärmen, ist eine Zentralheizungsanlage beschafft, deren Kessel im Keller des Anbaues aufgestellt worden ist.

10. Nebengebäude.

Die Betriebsanlagen auf dem Lagerplatz werden vervollständigt durch einen großen Lagerschuppen für Ersatzteile und Betriebsstoffe, der auch mehrere Bureau-räume enthält (Abb. 14 Bl. 35) und eine kleine Schmiede mit angebauten Unterkunfts-räumen für Schlosser und Arbeiter der Bauverwaltung. Gepflasterte Wege, Entwässerungskanäle und ein ausgedehntes Rohrnetz für Trink- und Betriebswasser, das sowohl an die städtische Leitung von Kiel als auch an die Betriebswasserleitung der alten Schleusen Anschluß hat, waren als notwendiges Zubehör der für eine Dauer von mehreren Jahren berechneten Anlage herzustellen. Daneben wurden die erforderlichen Vorkehrungen gegen Feuersgefahr getroffen.

VII. Teilung des Betriebes zwischen Unternehmer und Bauverwaltung.

Nachdem im vorigen das Ineinandergreifen der Arbeit der verschiedenen Baumaschinen beschrieben worden ist, bleibt noch übrig, auch auf das nicht weniger wichtige Zusammenarbeiten nach der persönlichen Seite hin mit einigen Worten einzugehen. Die Notwendigkeit, den großen Bau mit allen Mitteln zu beschleunigen, führte dazu, daß die Bauverwaltung in höherem Maße als es sonst üblich ist, sich an den eigentlichen Bauarbeiten beteiligte. Zunächst mußte sie sich die Beschaffung der Maschineneinrichtung angelegen sein lassen. Schon lange bevor an die Ausschreibung des Schleusenbaues gedacht werden konnte, war an die Beschaffung der Grundwassersenkungsanlage heranzutreten. Das zugehörige Kraftwerk mußte betriebsfertig sein, ehe die Baugrube in Angriff genommen wurde; daher wurde schon in der Mitte des Jahres 1908, zu einer Zeit, wo der Schleusenbau in seinen Einzelheiten noch nicht festgelegt war und die Grunderwerbsverhandlungen noch schwebten, die Ausschreibung des Kraftwerkes vorgenommen. Verlässliche Unterlagen für die Bemessung waren nicht vorhanden, man war auf Schätzung des voraussichtlichen Kraftbedarfes angewiesen und schätzte ihn auf 1200 PS. Bei Berücksichtigung der erforderlichen Aushilfe ergab sich also eine Anlage, die nicht in Eile zusammenzustellen gewesen wäre, die also auch von einem Unternehmer nicht erst nach Erteilung des Zuschlages für Baugrubenaushub usw. hätte hergestellt werden können. Abgesehen davon wäre die Unsicherheit in der Schätzung des voraussichtlichen Kraftbedarfes ein Umstand gewesen, den die Bauverwaltung im Fall der Vergebung dieser Anlagen an einen Unternehmer hätte teuer bezahlen müssen. Wenn zu allererst vielleicht erwogen worden ist, den Betrieb des Kraftwerkes an den Unternehmer der Bauarbeiten zu vergeben, so stellte sich dies jedoch als unzweckmäßig heraus, sobald es klar wurde, daß abgesehen von der Grundwassersenkung zu den verschiedensten anderen Zwecken elektrischer Strom gebraucht werden würde. Nur wenn der Betrieb des Kraftwerkes in den Händen der Bauleitung blieb, konnte über die abzugebende Stromkraft mit der genügenden Freiheit verfügt werden. Die Bauverwaltung hat in der Folge nicht nur den inneren Betrieb des Kraftwerkes, sondern auch alle Kabelverlegungen für Kraft und Licht, die Einrichtung der gesamten Beleuchtungsanlagen, die Aufstellung und Wartung der elektrischen Motoren usw. mit eigenen Leuten ausgeführt.

Die Beschaffung der Pumpen, Rohrleitungen und Filterbrunnen fiel naturgemäß auch der Bauverwaltung zu, da auch hierbei eine frühzeitige Vorsorge zu treffen und ein erhebliches Risiko zu tragen war. Dagegen wurden die Arbeiten zum Einbringen der Filterbrunnen und Rohrleitungen nach Einheitspreisen an einen Unternehmer vergeben. Das Aufstellen der Pumpen wiederum übernahm die Bauverwaltung selbst. Maßgebend für den Entschluß, die Arbeiten bei den Filterbrunnen und Rohrleitungen zu vergeben, war die Überlegung, daß hierfür geschulte, mit Brunnenbohrungen und Schweißarbeiten vertraute Arbeiter erforderlich waren, mit deren Heranbildung sich die Bauverwaltung nicht belasten wollte. Eine Schwierigkeit lag allerdings auch hierbei insofern vor, als der Umfang der Arbeiten, nämlich die Zahl der zu schlagenden Brunnen und die Länge der zu verlegenden Rohrleitung nicht von vornherein angegeben werden konnte.

Diesem Umstand wurde einigermaßen dadurch Rechnung getragen, daß die Arbeiten nach Einheitspreisen vergeben wurden. Das Schlagen und Wiederausziehen der Brunnen wurde dem Lieferanten der Rohrbrunnen übertragen, wobei dieser vertragsmäßig gebunden wurde, für die Güte seiner Lieferung insofern einzustehen, als er alle Beschädigungen an den Filterbrunnen, die beim Schlagen, Ausziehen oder bei der Förderung geschehen konnten, selbst auszubessern hatte. Der Lieferpreis eines Brunnens beträgt 210 Mark, das Schlagen und Wiederausziehen eines Brunnens kostet zusammen 95 Mark.

Mit der Beschaffung der Seilkrane für die Baugrube tat die Bauverwaltung den entscheidenden Schritt, um die gesamte Bauausführung nach eigenen Plänen durchzuführen. Der Lage der Sache nach bestand keine andere Möglichkeit, die Arbeiten mit annähernd der durch die Seilkrane erzielten Wirtschaftlichkeit und Schnelligkeit auszuführen, es hätte daher keinen Zweck gehabt, gelegentlich der Ausschreibung andere Vorschläge entgegenzunehmen. Abgesehen davon verbot auch hier der Mangel an Zeit das Hinausschieben der Beschaffung; denn auch die Seilkrane mußten ein halbes Jahr eher ausgeschrieben werden, als die eigentlichen Bauarbeiten zur Ausschreibung reif waren.

Für die letztere Ausschreibung ergab sich aber damit der große Vorteil, daß alle in Betracht kommenden Verhältnisse mit größtmöglicher Klarheit den Anbietern dargelegt werden konnten, was naturgemäß die Preisberechnungen wesentlich und nicht zum Schaden der Bauverwaltung erleichterte. Ferner brauchten die Anbieter selbst für Beschaffungen keine großen Summen vorzusehen, daher konnten auch weniger kapitalkräftige Unternehmer sich an der Verdingung beteiligen und so den Kreis der Bewerber vergrößern. Das günstige Ergebnis der Ausschreibung bestätigte denn auch die Richtigkeit dieser Annahmen.

Der Betrieb der Seilkrane wurde dem Unternehmer überlassen und bestimmt, daß er auch die Kosten der Unterhaltung zu bestreiten habe. Ausgenommen wurden nur die Seile, weil bei diesen die Höhe der Unterhaltungskosten im voraus nicht zu übersehen und daher zu befürchten war, daß die Unternehmer das mit der Unterhaltung und Erneuerung der Seile verbundene Wagnis bei Abgabe des Angebots durch unverhältnismäßig große Preisaufläge wettzumachen bestrebt sein würden.

Für die Anlagen auf dem Lagerplatz und die Krane am Kai bestand von vornherein die Absicht, sie in eigenem Betriebe zu verwalten. Daher war die Beschaffung dieser Anlagen, die insgesamt etwa 400 000 Mark gekostet haben, gleichfalls Aufgabe der Bauverwaltung. Bei der Beschaffung der Anlagen wurde, wie schon weiter oben ausgeführt worden ist, auf möglichste Einfachheit des Betriebes und Ersparnis an Arbeitskräften gesehen. Infolgedessen gestaltete sich die Führung des Betriebes ohne jede Schwierigkeit. Die Gesamtzahl der auf dem Lagerplatz von der Bauverwaltung Beschäftigten (einschließlich 5 Werkführern und Technikern und 3 Leuten in der Versuchsanstalt) hat bei Tag- und Nachtbetrieb die Zahl 50 kaum überschritten. Darin sind enthalten: die Bedienungsmannschaft der Krane, der Traßmühle, des Silos und der Betonanlage, die Handwerker und die Platzarbeiter. Das Halten der Arbeiter wurde durch zweierlei sehr erleichtert, einmal durch die Gleichmäßigkeit des Be-

triebes, der nur in der kältesten Winterzeit eine Unterbrechung erfuhr, und zweitens dadurch, daß den geringer bezahlten Arbeitern, wenn sie sich bewährten, eine schnellere Besserung ihres Einkommens durch Einrücken in besser bezahlte Stellen stets in naher Aussicht stand. So wurden z. B. die Trommelführer in der Betonanlage aus den Platzarbeitern, die Kranführer aus den Schmierern genommen, was eine Verbesserung des Einkommens dieser Leute um 20 Mark im Monat bedeutete.

Nicht unwesentlich war es ferner in dieser Beziehung, daß dem leitenden Beamten in bezug auf Anstellung, Entlassung und Bezahlung eine weitgehende Freiheit zugestanden wurde. Dadurch wurde es möglich, Unzuträglichkeiten, die sich im Anfang naturgemäß vielfach herausstellten, ohne Umständlichkeit zu beseitigen und auch die Gehaltsabstufung zwischen den verschiedenen Arbeiterklassen, die so leicht zu Eifersüchtelei Anlaß gibt, zu beiderseitiger Zufriedenheit zu regeln.

Mit ihrem Kai- und Lagerplatzbetrieb schob sich die Bauverwaltung zwischen die Unternehmerbetriebe, die Baustofflieferanten einerseits und dem Unternehmer für den Schleusenbau andererseits. In solcher Stellung setzte sie sich den Ansprüchen von zwei Seiten her aus, dies hatte aber in diesem Falle keine Gefahr, da die Anlagen der Bauverwaltung derart bemessen waren, daß sie den vertraglich festgelegten Leistungen mit Leichtigkeit entsprechen konnte. Ihre Stellung war daher eine sehr starke, und sie konnte sie, was auch die eigentliche Absicht war, zugunsten einer schnellen Förderung des Baues verwerten. Die einzige Stelle auf dem Lagerplatz, wo die Ansprüche von Unternehmenseite hätten Unbequemlichkeiten verursachen können, war die Förderung der Betonzuschlagstoffe vom Lager oder Kai nach der Betonmischanlage, hier hätte sich die Zahl der zu beschäftigenden Arbeiter in hohem Maß nach dem Baubetrieb richten müssen. Daher wurde dieser Betrieb an den Unternehmer des Schleusenbaues mitvergeben.

Dem Hauptunternehmer des Schleusenbaues fielen also die Ausführung der folgenden Arbeiten zu: 1. Förderung von Kies und Schotter von dem Lagerplatz zur Betonanlage, 2. Förderung des Betons zur Baugrube, 3. desgleichen sämtlicher anderer Baustoffe vom Lager nach der Baugrube, 4. Bedienung der Krane, 5. Verbauen des Betons, Mauerung und Einbringen der Eisenteile. Außerdem hatte dieser Unternehmer den Bodenaushub in der unteren Hälfte der Baugrube und die Hinterfüllung des fertigen Bauwerkes übernommen. Alle diese Arbeiten sind zu Einheitspreisen nach tatsächlicher Leistung vergeben worden. Es kann schon jetzt festgestellt werden, daß sich die Art, wie sich die Bauverwaltung mit dem Unternehmer in die Bauausführung geteilt hatte, bewährt. Dies beweist am besten die Tatsache, daß der Bau einen schnelleren Fortgang nimmt, als ursprünglich berechnet worden ist.

Zum Schluß mögen nun noch einige Angaben über die Baukosten gemacht werden. Wenn diese auch noch nicht in allen Teilen zu übersehen sind, so können doch schon einige Zahlen genannt werden, die im wesentlichen feststehen und einen Rückschluß auf die Wirtschaftlichkeit des ganzen hier beschriebenen Bauverfahrens zulassen. Die Beschaffungskosten betragen:

1. für die drei Lagerkrane einschließlich Schienen und Fundamenten . . rd. 150 000 Mark
2. für zwei Drehkrane und einen Greiferkran rd. 60 000 „
3. bei der Traßmühle rd. 80 000 „
4. bei dem Silo mit Zement-Traßmischanlage rd. 70 000 „
5. bei der Betonanlage rd. 70 000 „
6. für Tuffsteinschuppen und Nebenanlagen 30 000 „

Zusammen 1.—6. 460 000 Mark.

Der Betrieb auf dem Lagerplatz kostet während etwa 3 Jahr Bauzeit

- an Löhnen rd. 300 000 Mark
 an elektrischem Strom (1 KW.-Std. = 3 Pf.) rd. 50 000 „
 an Unterhaltung (ohne Löhne) . . rd. 100 000 „

Zusammen Anlage und Betrieb: 910 000 Mark.

Die reinen Baustoffkosten betragen: für 1 cbm Kies 2,80 Mark, 1 cbm Schotter 7,37 Mark, 1 t Zement 24,78 Mark, 1 t Tuffstein 22,90 Mark. Daraus errechneten sich die schon weiter oben angegebenen reinen Baustoffkosten in einem Kubikmeter festgestampften Beton: a) für Kiesbeton zu 8,70 Mark, b) für Schotterbeton zu 11,70 Mark.

Im ganzen werden 425 000 cbm Beton verbaut. Verrechnet man hierauf die oben angegebenen 910 000 Mark für die Anlagen auf dem Lagerplatz und deren Betrieb, so betragen die Kosten für den Beton, wie er von der Betonanlage abgegeben wird: a) für Kiesbeton 10,85 Mark, b) für Schotterbeton 13,85 Mark, im Mittel 12,35 Mark.

Hierzu kommt der Vertragspreis des Unternehmers mit 2,10 Mark für 1 cbm und die auf den Beton zu verrechnenden Kosten der Baugrubenkrane. Die Anschaffungskosten der letzteren einschließlich etwa 300 m Gleisbahn betragen rd. 250 000 Mark.

Für Strom und Unterhaltung kommen während

- einer dreijährigen Betriebszeit hochgerechnet 150 000 „
 hinzu. Von diesen insgesamt: 400 000 Mark.
 können auf Betonförderung 150 000 „

verrechnet werden, während sich der Rest auf Förderung von Boden (rd. 800 000 cbm) und das Einbringen der übrigen Baustoffe: Klinker, Werksteine, Mörtel und Eisen (rd. 45 000 cbm) verteilt.

Der Preis für 1 cbm Beton erhöht sich also weiter um $\frac{150\,000}{425\,000} = \text{rd. } 35 \text{ Pf.}$ und beträgt mithin im ganzen $12,35 + 2,10 + 0,35 = 14,80 \text{ Mark.}$

Obwohl dieser Preis außergewöhnlich niedrig erscheint, so ist er doch noch zu ungünstig berechnet, da weder auf die Wiederveräußerung der umfangreichen Maschinenanlagen gerechnet ist, noch auch die Kosten für die Verarbeitung der bei den Marinemolen verbrauchten Mörtelstoffe abgezogen sind; auch ist der Preis des Unternehmers für das Einbringen des Betons zugunsten von anderen Arbeiten, die von ihm knapper berechnet sind, hoch angesetzt worden.

Die Kosten für die Erdbewegung aus den größeren Tiefen der Baugrube lassen sich auf Grund des Verdingungspreises unter Anrechnung eines Anteils an den Kosten der Seilkrane auf etwa 1,10 Mark für 1 cbm Boden angeben. Und zwar umfaßt dieser Preis die Kosten für Baggerung, Hochkrane, Längsförderung und Hinterfüllung.

Die Kosten der Grundwassersenkungsanlage einschließlich des Kraftwerkes lassen sich zurzeit noch nicht ganz übersehen. Die Anlagekosten des Kraftwerkes haben rund 425 000 Mark betragen, die Beschaffung für die Grundwassersenkung selbst sind auf rd. 175 000 Mark anzusetzen. Die Gesamtkosten werden 1 500 000 Mark nicht übersteigen, wovon außerdem der beträchtliche Veräußerungswert der Maschinen und die für andere Zwecke zu verrechnenden Stromkosten abzusetzen sind. Man wird ungefähr annehmen können, daß die Grundwassersenkung auf das Kubikmeter Mauerwerk berechnet etwa 3 Mark kosten wird.

Wie groß der wirtschaftliche Fortschritt ist, der in diesen Zahlen zum Ausdruck kommt, zeigt ein Vergleich mit den bei der Taucherglockengründung üblichen Einheitspreisen, die sich bei ähnlichen Bauten auf 15 bis 20 Mark allein für das Einbringen eines Kubikmeters Beton stellen.

Grundwassersenkungs- und Betonierungsanlagen beim Bau von Schleppzugschleusen im Emsabstieg des Dortmund-Ems-Kanals.

(Mit Abbildungen auf Blatt 56 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Am Dortmund-Ems-Kanal werden zurzeit außer den Ergänzungsbauten — der Schachtschleuse Henrichenburg und der Schleppzugschleuse Münster — neben den vorhandenen sieben einfachen Schleusen im Emsabstieg des Kanals von Bergeshövede bis Gleesen in Umgehungskanälen Schleppzugschleusen von 165 m Nutzlänge und 10 m Breite bei 3 m geringster Drempeltiefe erbaut. Das Gefälle der alten Schleusen Bergeshövede und Bevergern mit 4,6 im Höchstfalle bzw. 4 m wird durch eine Schleppzugsparschleuse mit 8,6 m höchstem Gefälle überwunden, so daß sechs neue neben sieben alten Schleusen zu erbauen sind.

Für die Schleusen war Gründung im Trocknen unter Grundwassersenkung vorgesehen, um die Sohlen in Stampf-

beton mit Eiseneinlagen tunlichst sicher ausführen zu können. Grundwassersenkungen stellen noch immer ein gewisses Wagnis dar, da weder der Erfolg ohne weiteres gewährleistet, noch die zur Erreichung einer bestimmten Absenkung abzapfende Wassermenge genügend sicher geschätzt werden kann. Eingeforderte Angebote zeigten, daß Unternehmer dieses Wagnis hoch veranschlagen. Es erschien deshalb, zumal es an zuverlässigen Unterlagen für eine Vergabe der Arbeiten gefehlt hätte, richtiger und wirtschaftlicher, diese Arbeiten selbst zu übernehmen, also die Grundwassersenkung im Eigenbetriebe der Verwaltung auszuführen. Diese Maßnahme wurde dadurch noch erleichtert, daß die sechs Schleusen zu je zwei mit Jahresabstand nacheinander

begonnen werden sollten. Somit brauchten nur zwei Satz Geräte beschafft zu werden, die je dreimal verwendet werden konnten. Da die Betonierung der Sohle mit der Grundwasser-senkung im innigsten Zusammenhange erfolgen mußte, ergab sich, daß auch diese Arbeit zweckmäßig im Eigenbetriebe ausgeführt wurde, und weiter wurde, da nun doch einmal die Geräte für die Betonierung zu beschaffen waren, der Eigenbetrieb auf sämtliche Beton- und Mauerarbeiten ausgedehnt. Früher schon war beschlossen, die Spundwände im Eigenbetrieb zu schlagen, da zwei Rammern bereits vorhanden waren, und auf besonders sorgfältige Arbeit Wert gelegt wurde. Der Eigenbetrieb ist also bei den Bauten im Emsabstieg in großem Umfange angewendet worden. Bei der dreifachen Wiederverwendbarkeit aller Geräte war es wirtschaftlich möglich, selbst bei voller Abschreibung auf den Baufond nur anerkannt gute Maschinen zu beschaffen, die sich im allgemeinen bewährt haben. Die Grundwasser-senkungs- und Betonierungsanlagen erscheinen, da sie manches neue enthalten, der näheren Beschreibung wert.

I. Grundwasser-senkungsanlagen.

Zur Grundwasserfassung wurden die vielfach bewährten Kupferfilter, 15 cm Durchmesser, 5 m lang, verwendet. Sie wurden, weil der Untergrund hier häufig aus sehr feinen Sänden besteht, mittels 30 cm weiter Bohrröhre abgeteuft, und der Zwischenraum zwischen Bohrrohr und Filter mit Sandkies ausgefüllt, um besseren Wassereinzug zu erzielen. Die Filter wurden in üblichen Abständen — 9 bis 12 m — rings um die Baugrube herum angeordnet (Abb. 3 Bl. 56). Sie reichen mit Filterunterkante 7 m unter Betonunterkante hinab (Abb. 1 Bl. 56). Bei dieser tiefen Anordnung war mit Sicherheit auf genügende Absenkung des Grundwassers zu rechnen.

Neu ist, soweit bekannt, die Verbindung der Brunnen untereinander und mit den Pumpen. Bisher wurde im allgemeinen um die Baugrube herum ein geschlossener Rohr-kranz angeordnet, an den einerseits die Brunnen, andererseits nach Bedarf die Pumpen angeschlossen wurden.

Werden die Pumpen unmittelbar von Dampfmaschinen angetrieben, so ist ihre Zahl beschränkt, da die Kosten für Bedienungsmannschaften mit der Zahl der Maschinen stark wachsen. Aus Sparsamkeitsgründen werden dann wenige, starke Pumpen verwendet. Dies hat den Nachteil, daß die Brunnen, welche den Pumpen fern liegen, wegen der Rohr-reibungsverluste schwächer angesaugt werden, daß also eine ungleichmäßige Senkung des Grundwassers eintritt, wodurch unter Umständen ergänzende Förderanlagen nötig werden, ein Fall, der bei der Wiederherstellung der alten Schleuse Kersdorf und beim Bau der Schleppzugschleusen an der unteren Havel eintrat. Den Hauptforderungen, die an eine Grundwasser-senkung zu stellen sind, nämlich den Forderungen der Betriebssicherheit, der gleichmäßigen Absenkung des Grundwassers und der Anpassungsfähigkeit an einen von Ort zu Ort möglicherweise wechselnden Wasserandrang wird am besten genügt, wenn möglichst zahlreiche Pumpen angesetzt werden. Dies ist, wie oben angedeutet, nur wirtschaftlich, wenn elektrische Kraftübertragung eingerichtet wird, da die die Pumpen antreibenden Elektromotoren keiner dauernden Wartung bedürfen, wie Dampfmaschinen, sondern zu mehreren

durch einen Maschinisten genügend sicher überwacht werden können. Dann ist es aber nicht mehr nötig, eine geschlossene Ringrohrleitung um die Baugrube zu legen, sondern es genügt, einzelne Brunnen zu Gruppen zusammenzufassen und für sich durch eine Pumpe abzusaugen. Das Vollkommenste in dieser Richtung würde erreicht sein, wenn jeder Brunnen seine eigene Pumpe erhielt. Mit Rücksicht auf die hierbei entstehenden hohen Kosten ist diese Betriebsart hier nicht ausgeführt, aber es sind nur je zwei Brunnen durch kurze Rohrleitungen verbunden und durch eine Pumpe abgepumpt worden (Abb. 1 u. 2 Bl. 56). Vergleichende Kostentüberschläge haben ergeben, daß die Mehrkosten, welche zahlreiche kleine Pumpensätze gegenüber wenigen, starken Maschinen erfordern, ausgeglichen werden durch die Einschränkung der Saugrohrleitung auf rund die halbe Länge der Ringleitung und auf erheblich kleinere Rohrquerschnitte. Der Vorteil der gleichmäßigen Absenkung des Grundwassers wird naturgemäß bei zahlreichen kleinen Pumpen ohne weiteres erreicht. Ebenso ist die Betriebssicherheit sehr groß, da auch dann, wenn der seltene Fall der Beschädigung einiger Maschinensätze eintritt, immer nur ein kleiner Teil der Gesamtförderung ausfällt. Zur Erzielung der möglichsten Anpassungsfähigkeit an wechselnden Wasserandrang wurden hier noch folgende Maßnahmen ausgeführt:

1. Die Elektromotoren zum Antriebe der Pumpen erhielten Anlasser, durch welche ihre Umlaufzahl gegenüber der gewöhnlichen um ± 10 vH. geändert werden konnte. Damit war also schon eine weitgehende Regelung der Wasser-förderung möglich.

2. Nach den Erfahrungen beim Bau der zweiten Schleuse Meppen war mit teilweise sehr geringem Wasserandrang in dem feinkörnigen Sanduntergrund zu rechnen. Um nun auch dann ein Abreißen der Pumpen zu verhindern, wurde zwischen Saug- und Druckleitung jeder Pumpe eine mit Wasserschieber versehene Umbruchleitung eingebaut (Text-Abb. 1). Durch Öffnen des Schiebers kann die geförderte Wassermenge weiter fast beliebig verringert werden.

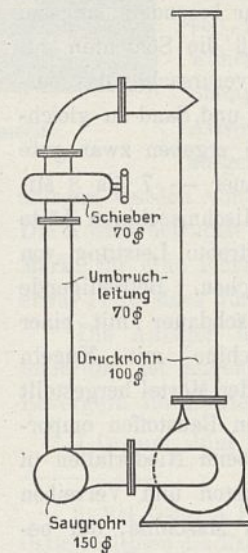


Abb. 1.

Bei der Ausführung zeigte sich als weiterer Vorteil, daß die kurzen, leichten Rohrleitungen bequem aufzustellen waren, und daß die Grundwasser-senkung dem Abteufen der Brunnen folgend schrittweise in Betrieb genommen werden konnte. Da zum ersten Absenken des Grundwassers, soweit es der Beginn des Aushubs unterhalb der Ramm-ebene erfordert, wenige Pumpensätze genügen, wird also erheblich Zeit gespart. Die weiteren Pumpen wurden dann gleich tiefer gesetzt, wodurch sich der Wirkungsgrad bessert, die Betriebskosten also verringern (Abb. 1 u. 2 Bl. 56).

Zum Antrieb der Pumpenmotoren wurden Kraftwerke mit drei je 85 bis 96 pferdigen Wolfschen Heißdampfverbundlokomobilen mit Kondensation errichtet, von denen zwei dauernd im Betriebe waren, während die dritte jeweilig gereinigt und dann zum Ersatz aufgeheizt wurde. Die Loko-

mobilen treiben je einen Gleichstrom-Nebenschlußdynamo von 220 Volt Spannung an. Die Stärke der Anlage wurde so bemessen, daß außer für die Grundwassersenkung noch genügend Strom zur elektrischen Beleuchtung der Baustellen und zum Antriebe der Mischmaschinen, Preßluft-Betonstampfanlagen und Krane erzeugt wurde. Die Kraftwerke wurden nach Beendigung eines Baues abgebrochen und auf der nächsten Baustelle wieder aufgestellt. Eine vergleichende Kostenberechnung hatte ergeben, daß dieses Verfahren billiger ist, als die Anlage eines großen Kraftwerkes zur Versorgung der ganzen Baustrecke mit elektrischer Kraft. In letzterem Falle wären die Aufwendungen für Gestänge und Leitungen bei der großen Länge der Baustrecke — 30 km — zu hoch geworden.

Die Anlagen haben sich in jeder Beziehung bewährt. Die Kilowattstunde stellt sich auf etwa 5 Pf. einschließlich aller persönlichen und sächlichen Kosten. Wie teuer sie sich einschließlich voller Abschreibung der Maschinen stellt, kann erst angegeben werden, wenn die Summe der insgesamt geleisteten Kilowattstunden feststeht, also nach Beendigung der Bauausführungen. Zurzeit sind die Grundwassersenkungen an den beiden letzten Schleusen, Bevergern und Venhaus, im Betriebe.

II. Betonierungsanlagen.

a) Betonmischung. Für den Beton war vom Ministerium die auch in Henrichen angewandte Mischung: 1 Zement, 1,5 Traß, 0,67 Kalkteig, 4 Sand und 6 Steinkies oder Stein-schlag, nach Raumteilen gemessen, vorgeschrieben. Der Zusatz von Traß und Kalk bewirkt, daß der Beton plastischer wird und langsamer abbindet. Diese Vorzüge sind bei Beton mit Eiseneinlagen und bei den großen Massen, wie sie bei dem Bau der Schleppzugschleusen zu verarbeiten sind, besonders wertvoll, da die einzelnen Schichten sich erst im Laufe mehrerer Stunden folgen und nur besonders langsam bindender Beton Sicherheit gewährt, daß die Schichten gut miteinander abbinden. Schwierigkeiten verursachte das Verreiben des Kalkteiges mit Traß, Zement und Sand zu gleichmäßigen Mörtel. Die alten Kollergänge ergeben zwar gute Mischung, haben aber so lange Mischdauer — 7 bis 8 Minuten —, daß eine große Anzahl von Mischmaschinen hätte aufgestellt werden müssen, um die erstrebte Leistung von 10 cbm fester Masse stündlich zu erreichen. Befriedigende Ergebnisse wurden bei 4 Minuten Mischdauer mit einer Gauheschen Kipptrog-Mörtel-Mischmaschine mit Kugeln (Abb. 4 u. 5 Bl. 56) erzielt, in welcher der Mörtel hergestellt wurde. Die durch Rührrahmen mit den Baustoffen emporgehobenen schweren Kugeln bewirkten beim Niederfallen in das Mischgut ein genügendes Durchkneten und Verreiben des Mörtels, der dann in einer zweiten Maschine, der bekannten Gauheschen Patent-Betonmaschine, unter Zusatz des Steinschlages zum fertigen Beton weiter verarbeitet wurde. Leider trieben aber die Kugeln den Mantel der Mörtelmisch-trommel so stark auf, daß die Maschine nach Herstellung von rund 18 000 cbm Beton unbrauchbar wurde, trotzdem der Trommelmantel verstärkt worden war.¹⁾

1) Vgl. hierzu Gähns und Prietze, Die Betriebseinrichtungen beim Bau der neuen Ostseeschleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals, S. 515 d. Zeitschrift.

Inzwischen war eine neue Art Kollergang, nämlich die Patent-Betonmaschine Bauart Eirich gebaut und von der Georgsmarienhütte-Osnabrück in den Handel gebracht worden. Bei dieser Maschine (Abb. 12 u. 13 Bl. 56) drehen sich im Mischtroge zwei oder drei sogenannte Mischsterne, bestehend je aus einem Koller und zwei Schabern, um Achsen, die sich ihrerseits wieder um den Mittelpunkt des Mischtroges bewegen. Koller und Schaber beschreiben also schleifenartige Wege und bewirken so, da fortgesetzt das Mischgut von den Schabern aufgepflügt und durcheinander geworfen und von den Kollern durchgeknetet und verrieben wird, besonders bei Verwendung von Kalkteig eine geradezu vollkommene Mischarbeit. Dank dieser wirksamen Durcharbeitung genügt eine reine Mischdauer von einer Minute, zu der für Beschickung und Entleerung eine weitere Minute kommen, so daß in der Stunde 30 Mischungen erfolgen können. Bei der verwendeten Maschinengröße IVa mit 500 bis 600 l Fassung des Mischtroges ergibt sich eine Stundenleistung von 15,6 cbm loser = rund 10,5 cbm fester Masse. Die Maschinen haben sich hier in angestregtem Betriebe nach Abstellung einzelner Konstruktionsmängel bestens bewährt und können für alle Fälle, in denen Traß-Kalkteig-Beton verwendet werden soll, nur bestens empfohlen werden, zumal auch Beschaffungs- und Betriebskosten erheblich geringer sind, als bei den Gauheschen Maschinen. Einschließlich Abschreibung und Unterhaltung der Maschinen und aller Betriebskosten wird die Herstellung von einem Kubikmeter Beton hier bei Verwendung der Eirichschen Maschinen um rund 60 Pf. billiger, als bei Verwendung der beiden Gauheschen Maschinen; die Kosten betragen 0,75 Mark zu 1,35 Mark. Der große Unterschied in den Kosten beruht hauptsächlich darauf, daß bei Verwendung Gauhescher Maschinen zur Bedienung zweier Maschinen vier Mann und zum Verfahren des fertigen Mörtels von einer Maschine zur anderen ein fünfter Mann nötig ist, während bei der Eirichschen Maschine zwei Mann genügen. Auch brauchen die Gauheschen Maschinen zusammen nur 35 PS Antriebskraft, während für die Eirichsche Maschine 25 PS ausreichen.

Die Beschaffungskosten betragen hier: Für eine Eirichsche Maschine einschließlich des 25 PS-Antriebsmotors rund 6500 Mark; für die beiden Gauheschen Maschinen einschl. der beiden 15 und 20 PS-Antriebsmotoren rund 15500 Mark.

Hervorgehoben muß werden, daß die bekannte Gauhesche Patent-Betonmaschine zur Herstellung reinen Zementbetons sich durchaus bewährt hat.

b) Betonförderung. Zur tunlichen Vermeidung von Betriebsstörungen wurden in den Gleisen für Baustoffzufuhr zu den Mischmaschinen und für Betonzufuhr zur Arbeitsstelle Drehscheiben grundsätzlich ausgeschlossen. Dies ergab die Anordnung der Mischmaschinen so weit vor dem Oberhaupt, daß die Abfuhrgleise nach beiden Seiten der Baugrube hin verschwenkt werden konnten. Baustoffzufuhr- und Betonabfuhrgleise wurden in das Bremsgefälle 1:150 bis 1:200 gelegt, so daß zum Verfahren der vollen Loren nur geringe Arbeit zu leisten war. Der Beton wurde in Loren, welche 1200 Liter loser Masse faßten, abgefahren. Als Beispiel für Betrieb mit zwei Gauheschen Maschinen ist die Betonierungsanlage für den Bau der Schleppzugschleuse Rodde dargestellt (Abb. 10 Bl. 56), als Beispiel für Betrieb mit zwei Eirich-

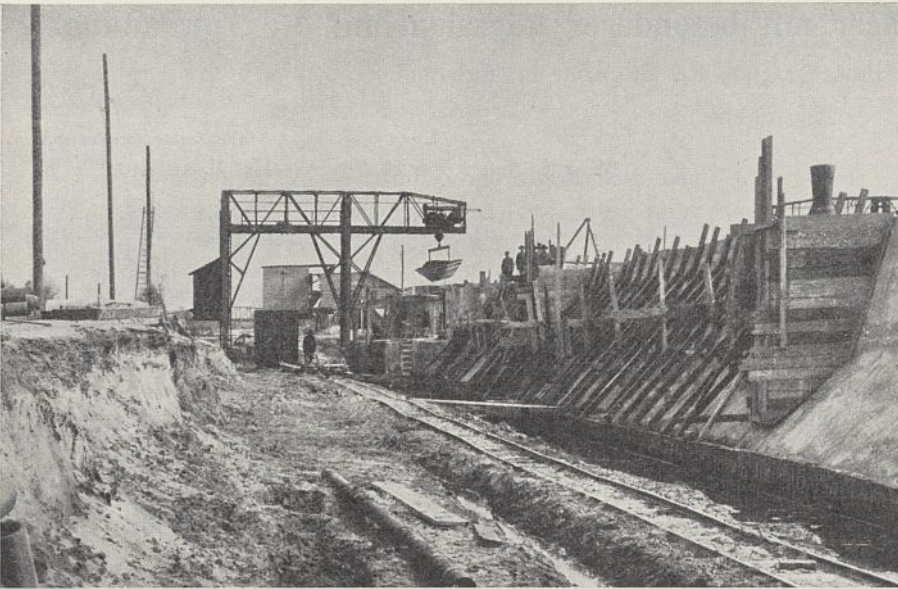


Abb. 2. Portalkran mit Ausleger zum Überheben der Betonmulden bei Herstellung der Kammermauer der Schleuse Altenrheine.

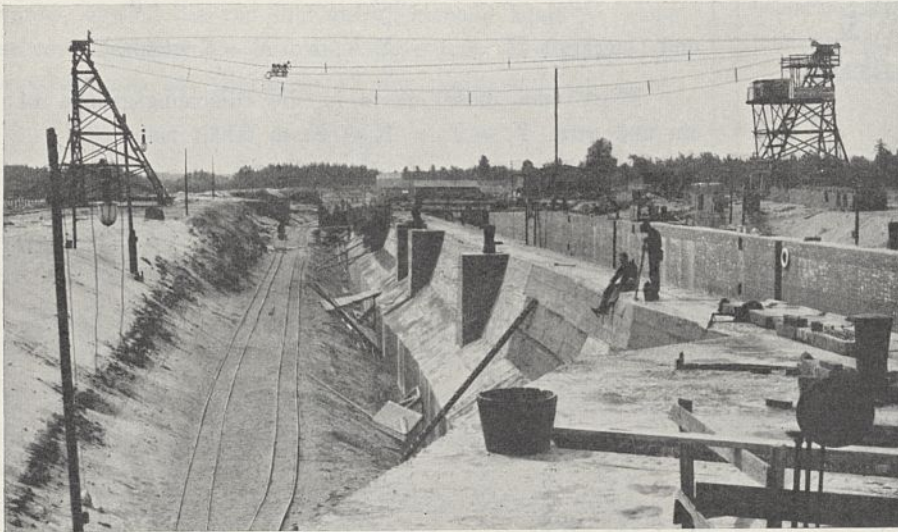


Abb. 3. Kabelkran für die Betonierungsarbeiten der Schleuse Hesselte.

schen Maschinen die Anlage für den Bau der Schleppzugsparschleuse Gleesen (Abb. 11 Bl. 56). Zum Überheben des Betons vom Abfuhrgleis zur Arbeitsstelle wurden an drei Schleusen zwei fahrbare Portalkrane mit Auslegern, je einer für jede Schleusenseite (Text-Abb. 2), an den Schleusen Hesselte und Bevergern zwei quer zur Längsachse der Schleusen fahrbare Kabelkrane mit 100 m Spannweite des Tragkabels verwendet (Abb. 6 bis 9 Bl. 56 u. Text-Abb. 3). Die Portalkrane werden durch Antrieb der Laufrollen verfahren, die Kabelkrane verholen sich an voraus und achteraus verankerten Drahtseilen mit Hilfe von Spillen. Der Antrieb

war in jedem Fall elektrisch. Portalkrane wie Kabelkrane leisten je rund 150 cbm loser Masse in 10 Stunden.

Den Vorzug verdienen in technischer Hinsicht die Kabelkrane, weil sie die Baugrube vollständig freihalten und jeden Punkt der Baugrube bestreichen; sie leisten daher auch für das Versetzen der Werksteine vorzüglichen Dienst.²⁾ Die Portalkrane reichen dagegen nur für die Breite der Kammermauern aus, bei ihrer Verwendung muß also bei Herstellung der Sohle der Beton noch geworfen werden. Das Betonieren wird also bei Kabelkranen billiger. Auch machte die Anordnung der Portalkränge an den Verbreiterungen der Kammermauern am Ober- und Unterhaupt Schwierigkeiten.

Im Betriebe haben sich die beiden Kranarten gut bewährt. Die Anschaffungskosten betragen für zwei Portalkrane, bezogen von der Firma Gauhe, Gockel und Ko., einschließlich der Motoren rund 15 000 Mark, für zwei Kabelkrane, bezogen von der Firma Bleichert und Ko., Leipzig, rund 42 000 Mark, wozu noch für die im Eigenbetrieb hergestellten hölzernen Krantürme rund 8000 Mark kommen. Den größeren Anschaffungskosten entspricht aber der größere Altwert, da die Kabelkrane fast gar nicht abgenutzt sind, während die Portalkrane wohl kaum nach Beendigung der Bauzeit noch Wert haben werden.

c) Stampfbeton. Das Stampfen des Betons erfolgt mittels Preßluft-Betonstampfer von rund 14 kg Gewicht. Zum Einstampfen von 100 cbm täglich genügen drei Stampfer, während bei Handbetrieb zwölf bis fünfzehn Stampfer erforderlich sind. Auch wird die Arbeit besser, da die Ermüdung der Arbeiter ausgeschaltet ist. — Die Preßluftherzeugungs-

anlagen wurden von der Firma G. A. Schütz-Wurzen bezogen. Die Kosten betragen für eine feststehende Anlage rund 3000 Mark, für eine fahrbare Anlage rund 4200 Mark, wozu noch etwa 1200 Mark für den Antriebmotor von 20 PS treten.

Die Anlagen haben sich durchaus bewährt. Die Betonierung ist augenblicklich an der Schleuse Venhaus und Bevergern im Betrieb.

Lingen, Juni 1913.

Zimmermann.

²⁾ Vgl. Gährs u. Prietze, Die Betriebsmittel beim Bau der neuen Ostseeschleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals, S. 331 u. 501 d. Zeitschr.

Die Berechnung der Rahmenträger mit besonderer Rücksicht auf die Anwendung.

Vom Oberbaurat Prof. Dr.-Ing. Fr. Engeßer in Karlsruhe.

(Schluß.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Die Zuschlagwerte.

Es wird zunächst ein zur wagerechten Längsachse symmetrischer Parallelträger vorausgesetzt, wobei $J_o = J_u$. Man denke sich die Pfosten in ihrer Mitte C durchschnitten und die Stammwerte V und H daselbst angebracht. Bei unendlich großen Trägheitsmomenten der Pfosten bleiben die Schnittflächen aufeinander; bei den vorhandenen endlichen Werten Y dieser Größen verschieben sich jedoch die Schnittflächen infolge der Pfostenverbiegung in ihrer Ebene gegeneinander, indem sie sich von der ursprünglichen Lage um die Beträge $\delta = \frac{Hy^3}{3EY}$, wo $y = \frac{h}{2}$, nach entgegengesetzten Seiten hin bewegen (Abb. 28). Änderungen ihrer gegenseitigen

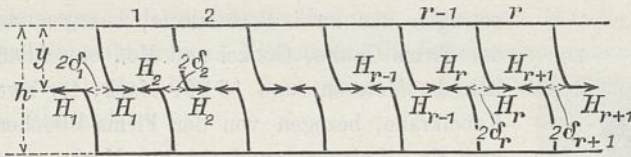


Abb. 28.

Neigung und ihres senkrechten Abstands treten hierbei der Symmetrie wegen nicht auf. Die Entfernungänderung zweier aufeinanderfolgenden Pfostenmittelpunkte C_r und C_{r+1} beträgt $\delta_r - \delta_{r+1} = \frac{H_r y^3}{3EY_r} - \frac{H_{r+1} y^3}{3EY_{r+1}}$.

Diese Entfernungänderungen müssen nun durch die „Zuschlagwerte“ wieder rückgängig gemacht werden. Es genügt zu diesem Zweck, in den Pfostenmitten C wagerechte

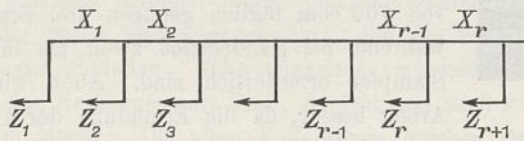


Abb. 29.

Kräfte Z anzubringen, die im allgemeinen den Stammkräften H entgegengesetzt gerichtet sind (Abb. 29). Hierdurch entstehen in den Gurtstäben Zuschlagmomente X .

$$\left. \begin{aligned} \text{Im } r^{\text{ten}} \text{ Feld ist } X_r &= y \sum_0^r Z_i \\ \text{im } (r-1)^{\text{ten}} \text{ Feld ist } X_{r-1} &= y \sum_0^{r-1} Z_i \end{aligned} \right\} \quad (41)$$

durch Subtraktion folgt

$$Z_r = \frac{X_r - X_{r-1}}{y} \dots \dots \dots (42)$$

Durch die Wirkung der Z und X ändert sich die Entfernung der Punkte C_r und C_{r+1} um $\frac{X_r c y}{EJ_r} + \frac{Z_r y^3}{3EY_r} - \frac{Z_{r+1} y^3}{3EY_{r+1}}$.

Indem man diesen Betrag gleich der durch die Stammkräfte bewirkten Entfernungänderung $\delta_r - \delta_{r+1}$ setzt, erhält man nach Multiplikation mit $\frac{E}{y}$ die Grundgleichung

$$\frac{X_r c}{J_r} + \frac{Z_r y^2}{3Y_r} - \frac{Z_{r+1} y^2}{3Y_{r+1}} = \frac{H_r y^2}{3Y_r} - \frac{H_{r+1} y^2}{3Y_{r+1}} \quad (43)$$

und nach Ersatz der Z durch die X nach Gl. (42)

$$\frac{X_r c}{J_r} + \frac{X_r - X_{r-1}}{3Y_r} \cdot y - \frac{X_{r+1} - X_r}{3Y_{r+1}} y = \frac{H_r y^2}{3Y_r} - \frac{H_{r+1} y^2}{3Y_{r+1}} \quad (44)$$

Vorstehende Grundgleichung 44 kann man n mal, d. h. ebenso oft mal aufstellen, als unbekannte X vorhanden sind; man erhält die Gleichungsgruppe

$$\left. \begin{aligned} \frac{X_1 c}{J_1} + \frac{X_1 y}{3Y_1} - \frac{(X_2 - X_1)y}{3Y_2} &= \frac{H_1 y^2}{3Y_1} - \frac{H_2 y^2}{3Y_2} \\ \frac{X_2 c}{J_2} + \frac{(X_2 - X_1)y}{3Y_2} - \frac{(X_3 - X_2)y}{3Y_3} &= \frac{H_2 y^2}{3Y_2} - \frac{H_3 y^2}{3Y_3} \\ \frac{X_3 c}{J_3} + \frac{X_3 - X_2 y}{3Y_3} - \frac{(X_4 - X_3)y}{3Y_4} &= \frac{H_3 y^2}{3Y_3} - \frac{H_4 y^2}{3Y_4} \\ &\vdots \end{aligned} \right\} \quad (44)$$

Für lotrechte Belastung wird

$$H_1 = \frac{D_1 c}{4y}; \quad H_2 = \frac{(D_1 + D_2) c}{4y}; \quad H_r = \frac{(D_{r-1} + D_r) c}{y},$$

und Querkraft $D_r = A - \sum_0^r K$, wo K = Knotenlast.

Führt man diese Werte in die Gleichungsgruppe 44 ein und setzt $Y_1 = Y_2 = Y_r = Y$, so erhält man

$$\left. \begin{aligned} \frac{X_1 c}{J_1} + \frac{X_1 y}{3Y_1} - \frac{(X_2 - X_1)y}{3Y_2} &= \frac{D_1 c y}{12Y_1} \\ - \frac{(D_1 + D_2) c y}{12Y_2} &= - \frac{D_2 c y}{12Y} = - \frac{(A - K_1 - K_2) c y}{12Y} \\ \frac{X_2 c}{J_1} + \frac{(X_2 - X_1)y}{3Y_2} - \frac{(X_3 - X_2)y}{3Y_3} &= \frac{(D_1 + D_2) c y}{12Y_3} \\ - \frac{(D_2 + D_3) c y}{12Y_3} &= \frac{(D_1 - D_3) c y}{12Y} = \frac{(K_2 + K_3) c y}{12Y} \\ &\vdots \\ \frac{X_r c}{J_r} + \frac{(X_r - X_{r-1})y}{3Y_r} - \frac{(X_{r+1} - X_r)y}{3Y_{r+1}} &= \frac{(D_{r-1} + D_r) c y}{12Y_r} \\ - \frac{(D_r + D_{r+1}) c y}{12Y_{r+1}} &= \frac{(D_{r-1} - D_{r+1}) c y}{12Y} = \frac{(K_r + K_{r+1}) c y}{12Y} \end{aligned} \right\} \quad (45)$$

Handelt es sich um die Bestimmung der Einflußlinien X , so werden jeweils alle Knotenlasten bis auf die eine K_r gleich Null, und es erhalten nur vier Gleichungen der Gruppe 45, die 1^{te}, $(r-1)$ ^{te}, r ^{te}, n ^{te}, eine rechte Seite. Es gestattet dies eine einfachere Auflösung der Gleichungen, nach Art des bekannten Winklerschen Verfahrens bei durchgehenden Trägern, worauf hier nicht näher eingegangen werden soll.

Eine genaue Bestimmung der Größen X ist in den gewöhnlichen Fällen der Anwendung, wo $J:Y$ nicht übermäßig groß ist, nicht erforderlich, da es sich bei diesen Zuschlagwerten nur um verhältnismäßig kleine Größen handelt; in der Regel genügen Näherungsverfahren. Einfache Näherungswerte von ausreichender Größe erhält man, wenn man in Gleichung 43 die Glieder mit Z , die sich zum großen Teil aufheben, wegläßt. Es entspricht dies einer Vernachlässigung der Pfostenverbiegung bei der Wirkung der Zuschlagkräfte. Letztere werden dadurch im allgemeinen etwas zu groß erhalten; die Genauigkeit wächst mit zunehmender Pfostenstärke. Die Näherungswerte lauten:

$$\left. \begin{aligned} X_1 &= \frac{J_1 y^2}{3c} \left(\frac{H_1}{Y_1} - \frac{H_2}{Y_2} \right); & X_2 &= \frac{J_2 y^2}{3c} \left(\frac{H_2}{Y_2} - \frac{H_1}{Y_1} \right); \\ X_r &= \frac{J_2 y^2}{3c} \left(\frac{H_r}{Y_r} - \frac{H_{r+1}}{Y_{r+1}} \right) \end{aligned} \right\} (46)$$

Für lotrechte Belastung und gleich große Y wird

$$\left. \begin{aligned} X_1 &= \frac{J_1 y}{12} \left(\frac{\mathcal{D}_1}{Y_1} - \frac{(\mathcal{D}_1 + \mathcal{D}_2)}{Y_2} \right) = -\frac{J_1 y}{12 Y} \mathcal{D}_2 \\ &= -\frac{J_1 y}{12 Y} (A - K_1 - K_2) \\ X_2 &= \frac{J_2 y}{12} \left(\frac{\mathcal{D}_1 + \mathcal{D}_2}{Y_2} - \frac{\mathcal{D}_2 + \mathcal{D}_3}{Y_3} \right) = \frac{J_2 y}{12 Y} (\mathcal{D}_1 - \mathcal{D}_3) \\ &= \frac{J_2 y}{12 Y} (K_2 + K_3) \\ X_r &= \frac{J_r y}{12} \left(\frac{\mathcal{D}_{r-1} + \mathcal{D}_r}{Y_r} - \frac{\mathcal{D}_r + \mathcal{D}_{r+1}}{Y_{r+1}} \right) = \frac{J_r y}{12 Y} (\mathcal{D}_{r-1} - \mathcal{D}_{r+1}) \\ &= \frac{J_r y}{12 Y} (K_r + K_{r+1}) \end{aligned} \right\} (47)$$

Der negative Wert von X_1 in Gleichung 47 rührt davon her, daß das Trägheitsmoment Y_1 des Endpfostens ebenso groß wie das seines Nachbarpfostens Y_2 gewählt wurde, obwohl die von ihm aufzunehmende Kraft H_1 nicht wesentlich größer als $\frac{1}{2}H_2$ ist. Setzt man $Y_1 = \frac{1}{2}Y_2 = \frac{1}{2}Y$, so erhält man aus Gleichung 47 den positiven Wert

$$X_1 = \frac{K_2 y J_1}{12 Y} \dots \dots \dots (47^a)$$

Der größte negative Wert von X_1 folgt aus Gleichung 46 für $Y_1 = \infty$ zu

$$\left. \begin{aligned} X_1 &= -\frac{J_1 y^2 H_2}{3c Y} = -\frac{J_1 y}{12 Y} (\mathcal{D}_1 + \mathcal{D}_2) \\ &= -\frac{J_1 y}{12 Y} (2A - 2K_1 - K_2) \end{aligned} \right\} (47^b)$$

Der größte positive Wert von X_r ergibt sich, wenn die anschließenden Knotenlasten K_r und K_{r+1} ihren Höchstwert K erreichen, zu

$$X_r = \frac{K y J_r}{6 Y} = \frac{K h J_r}{12 Y} \dots \dots \dots (47^c)$$

Die Biegemomente der Gurtstäbe, deren Stammwerte an den Knoten gleich $\pm \frac{\mathcal{D}c}{4}$ sind, werden nunmehr insgesamt

$$\bar{M} = \pm \frac{\mathcal{D}c}{4} + X \dots \dots \dots (48)$$

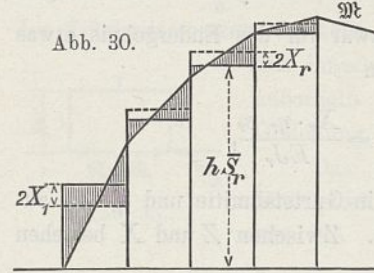
Bei positivem X werden die positiven Werte, bei negativem X die negativen Werte von \bar{M} größer als früher. Die Zuschlagwerte wirken also hier stets ungünstig. Die Gurtkräfte \mathcal{U} und \mathcal{D} werden infolge der Zuschlagkräfte ihrem Absolutwert nach

$$\bar{\mathcal{E}}_r = \frac{\mathcal{M}_r}{2y} - \frac{X_r}{y} = \frac{\mathcal{M}_r}{h} - \frac{2X_r}{h} \dots \dots \dots (49)$$

Dies bedeutet in den mittleren Feldern, wo X positiv ist, eine Minderung gegenüber den Stammwerten, die jedoch gering ist und außer Betracht bleiben kann. In den Endfeldern dagegen ist X in der Regel negativ, die Gurtkraft $\bar{\mathcal{E}}_1$ wird größer als der Stammwert, was in der statischen Berechnung zu berücksichtigen ist.

In Abb. 30 sind für Vollbelastung die Linie der äußeren Kraftmomente \mathcal{M} und die Stufenlinie der von den Gurtkräften $\bar{\mathcal{E}}$ aufgenommenen Momente $\bar{\mathcal{E}}h$ aufgetragen. Der Unterschied beider Linien (in der Abbildung schraffiert)

stellt die doppelten Werte der Gurtmomente \bar{M} dar. Die gestrichelte Stufenlinie entspricht den Stammwerten $\mathcal{E}h$ und ihr Unterschied gegenüber der voll ausgezogenen Stufenlinie den Zuschlagwerten $2X$. Die letzteren sind hier für die mittleren Felder konstant, da alle K den gleichen Wert pc haben, und zwar



$$2X = \frac{K h J}{6 Y} = \frac{p c h J}{6 Y}$$

Für das Endfeld wird

$$2X_1 = -\frac{J_1 y (A - 1,5K)}{6 Y} = -\frac{(n-3) p c h J_1}{24 Y}$$

wo n die Felderzahl bezeichnet.

Die Zuschlagwerte der Zwischenpfosten ergeben sich zu

$$Z_r = \frac{X_r - X_{r-1}}{y} = \frac{J y}{12 Y} (K_{r+1} - K_{r-1}) \dots (50)$$

Ihr Größtwert wird $Z = \frac{J y K}{12 Y}$. Bei gleichmäßiger Vollbelastung wird $Z = 0$. Sie können bei der statischen Berechnung außer acht bleiben.

Der Zuschlagwert des Endpfostens wird

$$Z_1 = \frac{X_1}{y} = \frac{J_1 y}{3c} \left(\frac{H_1}{Y_1} - \frac{H_2}{Y_2} \right) \dots \dots (51)$$

und für gleich große Y , $Z_1 = -J_1 \left(\frac{A - K_1 - K_2}{12 Y} \right)$, also negativ.

Die gesamte Querkraft des Endpfostens ergibt sich hiermit zu

$$\bar{H}_1 = H_1 - Z_1 = \frac{(A - K_1)c}{4y} + \frac{J_1}{12 Y} (A - K_1 - K_2) \dots (51^a)$$

Mit $c = h = 2y$, $J_1 = Y$ und $K_1 = K_2 = 0$ entspricht dies einer Erhöhung der Querkraft um $\frac{1}{8}$ gegenüber dem Stammwert H_1 .

Bei Vieleckträgern (Abb. 31), die zu einer wagerechten Längsachse symmetrisch angeordnet sind, kann in

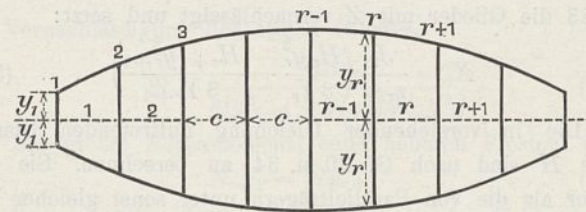


Abb. 31.

gleicher Weise, wie vorstehend bei Parallelträgern geschehen, vorgegangen werden. Nach Durchschneiden des Trägers in der Längssymmetrieachse verschieben sich die Pfostenmitten C unter dem Einfluß der Stammkräfte H in wagerechter Richtung gegen ihre ursprüngliche Lage um die Beträge $\delta = \frac{H y^3}{3 E Y}$. Die Entfernungsänderung zweier aufeinanderfolgenden Punkte

$$C_2 \text{ und } C_{r+1} \text{ beträgt} \quad \delta_r - \delta_{r+1} = \frac{H_r y_r^3}{3 E Y_r} - \frac{H_{r+1} y_{r+1}^3}{3 E Y_{r+1}}$$

Sie muß durch die Wirkung der Zuschlagwerte wieder rückgängig gemacht werden. Man erhält dementsprechend (siehe Abb. 32)

$$\delta_r - \delta_{r+1} = \int_0^s \frac{X y ds}{E J_r} + \frac{Z_r y_r^3}{3 E Y_r} - \frac{Z_{r+1} y_{r+1}^3}{3 E Y_{r+1}}$$

Abb. 32.

wo die X die in den einzelnen Gurtquerschnitten herrschenden Zuschlagmomente bezeichnen, $X = y \sum_0^r Z$. Das Integral kann näherungsweise, und zwar für das Endergebnis etwas zu ungünstig, gesetzt werden

$$\int_0^s \frac{Xy ds}{EJ_r} = \frac{X_r \cdot \eta_r \cdot s_r}{EJ_r},$$

wo X_r das Zuschlagmoment in Gurtstabmitte und η_r die zugehörige Ordinate bezeichnet. Zwischen Z und X bestehen die Beziehungen

$$X_r = \eta_r \sum_0^r Z \text{ und } Z_r = \frac{X_r}{\eta_r} - \frac{X_{r-1}}{\eta_{r-1}} \dots (52)$$

Durch Gleichsetzen der durch die Stammwerte und durch die Zuschlagwerte hervorgerufenen Entfernungsänderungen erhält man die Grundgleichung

$$\frac{X_r \eta_r s_r}{J_r} + \frac{Z_r y_r^3}{3 Y_r} - \frac{Z_{r+1} y_{r+1}^3}{3 Y_{r+1}} = \frac{H_r y_r^3}{3 Y_r} - \frac{H_{r+1} y_{r+1}^3}{3 Y_{r+1}} (53)$$

und nach Ersatz der Z durch die X nach Gl. 52

$$\left. \begin{aligned} \frac{X_r \eta_r s_r}{J_r} + \left(\frac{X_r}{\eta_r} - \frac{X_{r-1}}{\eta_{r-1}} \right) \frac{y_r^3}{3 Y_r} - \left(\frac{X_{r+1}}{\eta_{r+1}} - \frac{X_r}{\eta_r} \right) \frac{y_{r+1}^3}{3 Y_{r+1}} \\ = \frac{H_r y_r^3}{3 Y_r} - \frac{H_{r+1} y_{r+1}^3}{3 Y_{r+1}} \end{aligned} \right\} (54)$$

Vorstehende Grundgleichung kann n mal aufgestellt werden; aus den betr. n Einzelgleichungen lassen sich die n Zuschlagmomente X , die jeweils in Gurtstabmitte herrschen, genau bestimmen. Das Zuschlagmoment für einen beliebigen Gurtquerschnitt des r^{ten} Feldes, dessen Ordinate y beträgt, ergibt sich sodann zu $X = X_r \frac{y}{\eta_r}$; am $(r+1)^{\text{ten}}$ Knotenpunkt steigt es auf $X = X_r \frac{y_{r+1}}{\eta_r}$. Die Zuschlagkräfte Z werden mit Hilfe der Gl. 52 erhalten.

Auch hier ergeben sich in den gewöhnlichen Fällen der Anwendung ausreichende Näherungswerte, wenn man in Gl. 53 die Glieder mit Z vernachlässigt und setzt:

$$X_r = \frac{J_r}{\eta_r s_r} \left(\frac{H_r y_r^3}{3 Y_r} - \frac{H_{r+1} y_{r+1}^3}{3 Y_{r+1}} \right) \dots (55)$$

Die in vorstehender Gleichung auftretenden Stammwerte H sind nach Gl. 30 u. 34 zu berechnen. Sie sind kleiner als die von Parallelträgern unter sonst gleichen Umständen. Beachtet man außerdem noch die nach den Auflagen hin abnehmende Höhe der Ordinaten y , so erkennt man, daß die Zuschlagswerte X bei Vieleckträgern kleiner sind als bei Parallelträgern. Für gleichmäßig belastete Parabelträger werden die Stammkräfte H und somit auch die Zuschlagmomente X gleich Null.

Der Einfluß der Abrundungen kann in der früher angegebenen Weise durch Einführung von Mittelwerten Y_m und J_m an Stelle der Werte Y und J der mittleren Strecken zum Ausdruck gebracht werden. In den meisten Fällen ist $Y_m : J_m$ größer als $Y : J$, da die zweiseitige Abrundung der Pfosten stärker ins Gewicht fällt als die einseitige der Gurtstäbe. Somit werden die Zuschlagmomente X in Wirklichkeit etwas kleiner ausfallen, als den Gl. 54 u. 55 entspricht. In den gewöhnlichen Fällen der Anwendung ist der Einfluß der Abrundungen auf die Zuschlagswerte ohne Bedeutung.

Die Zuschlagspannungen der Gurtstäbe ergeben sich mit Hilfe der Näherungsformel 55 in Feldmitte zu

$$\zeta_r = \frac{X_r e_r}{J_r} = \frac{e_r}{\eta_r s_r} \left(\frac{H_r y_r^3}{3 Y_r} - \frac{H_{r+1} y_{r+1}^3}{3 Y_{r+1}} \right) \dots (56)$$

und für Parallelträger, unter Berücksichtigung der Gl. 47, zu

$$\zeta_r = \frac{y e}{12 Y} (K_r + K_{r+1}) \dots (56^a)$$

Sie sind hiernach unabhängig vom Trägheitsmoment der Gurtstäbe und wachsen mit der Stabbreite $2e$.

Bei unsymmetrischen Verhältnissen, wo die Gurtungen ungleiche Gestalt (Abb. 33) oder ungleiche Trägheits-

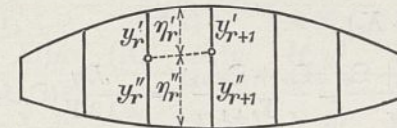


Abb. 33.

momente haben, fallen die Zuschlagmomente der beiden Gurtungen X' und X'' ungleich aus. Man kann zu ihrer Berechnung auch hier näherungsweise Gl. (55) benutzen, wenn man daselbst die entsprechenden Werte $J's'J''s''$ einführt und an Stelle der Ordinate y und η , welche bei symmetrischer Anordnung die jeweiligen halben Trägerhöhen $\left(\frac{h}{2}\right)$ darstellen, die Teilhöhen $y'\eta'y''\eta''$ setzt, welche den Verteilungsbeiwerten

$$v' = \frac{J' \cos \psi'}{J' \cos \psi' + J'' \cos \psi''} \text{ und } v'' = \frac{J'' \cos \psi''}{J' \cos \psi' + J'' \cos \psi''}$$

entsprechen (vgl. Gl. 21);
 $y' = v' h = v'(2y)$; $\eta' = v'(2\eta)$; $y'' = v''(2y)$; $\eta'' = v''(2\eta)$.

Man erhält

$$\left. \begin{aligned} X_r' &= \frac{J_r'}{\eta_r' s_r'} \left(\frac{H_r y_r'^3}{3 Y_r} - \frac{H_{r+1} y_{r+1}'^3}{3 Y_{r+1}} \right); \\ X_r'' &= \frac{J_r''}{\eta_r'' s_r''} \left(\frac{H_r y_r''^3}{3 Y_r} - \frac{H_{r+1} y_{r+1}''^3}{3 Y_{r+1}} \right) \end{aligned} \right\} (57)$$

Vorstehende Gleichungen liefern für die schwächere Gurtung etwas zu günstige Ergebnisse, was jedoch praktisch ohne wesentliche Bedeutung ist. Etwas zu große Werte erhält man, wenn man für die schwächere Gurtung die alten Werte y und η , gleich den jeweiligen halben Trägerhöhen, beibehält.

Anmerkung. Die genaue Bestimmung der Zuschlagswerte bei unsymmetrischen Verhältnissen ist sehr umständlich. Man hat es im allgemeinen mit $3n$ Unbekannten zu tun; die Aufstellung der erforderlichen $3n$ Formänderungsgleichungen kann ähnlich wie früher bei symmetrischer Anordnung erfolgen. Man denkt sich die Pfosten in den Punkten W , die den Nullpunkten der Stammmomente entsprechen, durchschnitten. Durch die daselbst wirkenden Stammkräfte H werden die beiden Querschnittsflächen W in wagerechter Richtung um Δ gegenseitig verschoben und um einen Betrag τ gegeneinander gedreht, wo $\Delta = \frac{H(y'^3 + y''^3)}{3 EY}$ und $\tau = \frac{H(y'^2 - y''^2)}{2 EY}$. Diese Bewegungen müssen durch die an den einzelnen Schnittstellen anzubringenden Zuschlagswerte Z (wagerechte Kraft), Z' (lotrechte Kraft) und Z'' (Drehmoment) wieder rückgängig gemacht werden; zugleich darf hierbei keine gegenseitige lotrechte Verschiebung der Schnittflächen entstehen. Die Verwertung dieser Bedingungen liefert die zur Bestimmung der Zuschlagswerte Z erforderlichen Gleichungen.

In den gewöhnlichen Fällen der Anwendung liegt zu derartigen umständlichen und langwierigen Rechnungen keine Veranlassung vor; da hier die Zuschlagswerte an und für sich klein sind, und das oben

angegebene Näherungsverfahren ausreichende Werte für sie ergibt. Außerdem sind die mühsam errechneten Werte keineswegs vollständig genau, wenn man nicht auch noch den Einfluß der Abrundungen in Rechnung stellt, was zu weiteren Umständlichkeiten führen würde; sie gelten, wie auch die Näherungswerte, nur innerhalb der Elastizitätsgrenze und geben daher über die Verhältnisse beim Bruch keinen sicheren Aufschluß.

Die Nebenspannungen.

Die Nebenspannungen werden durch die Achsdehnungen der einzelnen Stäbe hervorgerufen. Bei ihrer Bestimmung empfiehlt es sich, die Einflüsse der Gurtdehnungen und der Pfostendehnungen, die sich in verschiedenartiger Weise geltend machen, getrennt zu behandeln.

a) Nebenspannungen infolge der Gurtdehnungen. Es werden zunächst symmetrische Parallelträger, wo $J_o = J_u = J$, und unbiegsame Pfosten vorausgesetzt. Es seien σ_o und σ_u die durch die Stammkräfte und Zuschlagkräfte hervorgerufenen Spannungen der Gurtstäbe eines beliebigen Feldes, wobei für die hauptsächlich in Betracht

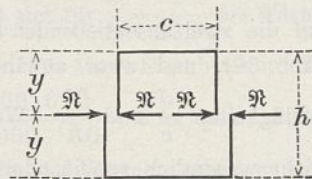


Abb. 34.

kommenden lotrechten Belastungen $\sigma_u = -\sigma_o = \sigma$ (Absolutwert) ist. Da die Zuschlagwerte verhältnismäßig klein sind, so genügt es in der Regel, nur die Stammwerte zu berücksichtigen. Denkt man sich das Feld herausgelöst und die Pfosten in der Mitte durchschnitten (Abb. 34), so können sich die den Spannungen entsprechenden Stabverlängerungen $\frac{\sigma_o c}{E}$ und $\frac{\sigma_u c}{E}$ zwanglos herstellen, wodurch die Pfostenentfernung in der unteren Hälfte um $\frac{(\sigma_u - \sigma_o)c}{E} = \frac{2\sigma c}{E}$ größer wird als in der oberen. Durch die an den Schnittstellen angebrachten wagerechten Nebenkraft \mathfrak{N} muß dieser Entfernungsunterschied wieder aufgehoben werden. Es muß sein

$$\frac{2\sigma c}{E} = \frac{2\mathfrak{N}c}{EF} + 2 \int_0^c \frac{\mathfrak{N}y^2 dx}{EJ} = \frac{2\mathfrak{N}c}{EF} + \frac{2\mathfrak{N}y^2 c}{EJ}$$

Hieraus folgt, wenn man das erste, sehr kleine Glied vernachlässigt,

$$\mathfrak{N} = \frac{\sigma J}{y^2} \dots \dots \dots (58)$$

Das in allen Querschnitten der beiden Gurtstäbe gleich große Nebenmoment ist

$$N = \mathfrak{N}y = \frac{\sigma J}{y} \dots \dots \dots (59)$$

und die zugehörige Nebenspannung der äußersten Faser

$$\nu = \frac{Ne}{J} = \frac{\sigma e}{y} = \frac{2\sigma e}{h} \dots \dots \dots (60)$$

Hieraus ist ersichtlich, daß sich die Nebenspannung ν zur Achsspannung σ verhält wie der Abstand e der äußersten Faser von der Gurtachse zur halben Trägerhöhe y .

Sind Abrundungen vorhanden, so erhält die Nebenkraft den etwas größeren Wert

$$\mathfrak{N} = \sigma c : \int_0^c \frac{y^2 dx}{J} = \frac{\sigma J_m}{y^2}; \dots \dots (61)$$

wo J_m den aus $J_m = c : \int_0^c \frac{dx}{J}$ zu berechnenden Mittelwert

der Trägheitsmomente darstellt. Die Nebenspannungen werden innerhalb der Abrundungen kleiner, außerhalb derselben etwas größer, als Gleichung 60 angibt.

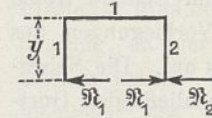


Abb. 35.

Das größte Nebenmoment eines Mittelpfostens (am Knoten) ist nach Abb. 35

$$N = (\mathfrak{N}_2 - \mathfrak{N}_1)y = \frac{(\sigma_2 J_2 - \sigma_1 J_1)}{y} \dots (62)$$

und die zugehörige Nebenspannung

$$\nu = \frac{(\sigma_2 J_2 - \sigma_1 J_1)e}{Yy} \dots \dots \dots (63)$$

Sie sind in der Regel sehr gering; für $\sigma_2 J_2 = \sigma_1 J_1$ wird sie genau gleich Null.

Für den Endpfosten wird

$$N = \mathfrak{N}_1 y = \frac{\sigma_1 J_1}{y} \text{ und } \nu = \frac{\sigma_1 J_1 e}{Y_1 y} \dots (64)$$

Bei vorhandener Abrundung fällt die Nebenspannung entsprechend geringer aus.

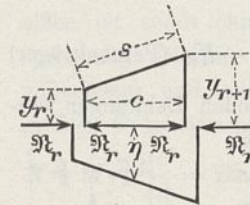


Abb. 36.

Handelt es sich um symmetrische Vieleckträger (Abb. 36), so erhält man in ähnlicher Weise wie bei den Parallelträgern die gleiche Bedingungsgleichung für die Nebenkraft \mathfrak{N}

$$\frac{2\sigma c}{E} = \frac{2\mathfrak{N} \cos \psi c}{EF} + 2 \int_0^s \frac{\mathfrak{N}y^2 ds}{EJ} = \frac{2\mathfrak{N} \cos \psi c}{EF} + \frac{2\mathfrak{N} s}{EJc} \int_0^c y^2 dx$$

Hieraus folgt, da

$$\int_0^c y^2 dx = \int_0^c \left[y_r + \frac{x}{c} (y_{r+1} - y_r) \right]^2 dx = \frac{c}{3} (y_{r+1}^2 + y_{r+1} y_r + y_r^2),$$

mit Vernachlässigung des ersten Gliedes,

$$\mathfrak{N} = \frac{3\sigma c J}{s(y_{r+1}^2 + y_{r+1} y_r + y_r^2)} \dots \dots (65)$$

Das größte Nebenmoment, beim höheren Pfosten, ist

$$N_{r+1} = \mathfrak{N} y_{r+1} \dots \dots \dots (66)$$

und die zugehörige größte Nebenspannung des Feldes

$$\nu = \frac{\mathfrak{N} y_{r+1} e}{J} = \frac{3\sigma c y_{r+1} e}{s(y_{r+1}^2 + y_{r+1} y_r + y_r^2)} \dots (67)$$

Näherungsweise ergibt sich hieraus für nicht zu kleine y_r

$$\nu = \frac{\sigma e}{y_{r+1}} = \frac{2\sigma e}{h_{r+1}} \dots \dots \dots (68)$$

Man hat also auch hier im allgemeinen den Satz, daß sich die größte Nebenspannung ν zur Achsspannung σ verhält wie die Außenbreite e zur halben theoretischen Trägerhöhe $\frac{h_{r+1}}{2}$.

Bei unsymmetrischen Trägern (Abb. 33) hat die Gl. 68 ebenfalls näherungsweise Geltung; als Spannung σ ist hierbei der Mittelwert der Gurtspannungen $\sigma = \frac{\sigma_u - \sigma_o}{2}$ einzuführen.

Der Umstand, daß die Pfosten in Wirklichkeit biegsam sind und nicht, wie bisher vorausgesetzt, vollständig starr,

ist im allgemeinen ohne wesentliche Bedeutung, da die Nebenmomente der Mittelpfosten nach Gl. 62 sehr gering sind. Die Pfosten verbiegen sich daher tatsächlich sehr wenig; die Verhältnisse liegen fast vollständig so, wie wenn die Pfosten unendlich starr wären. Nur im Endfeld treten infolge der größeren Nebenmomente und Verbiegungen des Endpfosten (Gl. 64) merklichere Änderungen auf. Die Nebenspannungen des Endpfosten und der anschließenden Gurtstäbe werden etwas kleiner, als die Gleichungen 60 und 64 angeben. Für die Anwendung ist dies ohne Belang.

b) Nebenspannungen infolge der Pfostendehnungen. Nur die Endpfosten erhalten größere Längskräfte bzw. Spannungen und Dehnungen; für symmetrische Träger wird beispielsweise die Längskraft $V_1 = \frac{\mathfrak{N}}{2}$ und die zugehörige Dehnung $\Delta h_1 = \frac{\mathfrak{N} h_1}{2 E F_1}$. Bei den Zwischenpfosten dagegen handelt es sich nur um kleine Kräfte, die zwischen

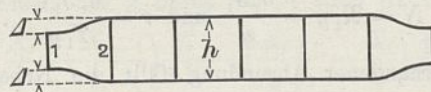


Abb. 37.

$$V = \frac{K_u - K_o}{2} \text{ (Parallelträger) und } V = K_u \text{ (Parabelträger)}$$

schwanken. Man kann die entsprechenden Dehnungen entweder ganz außer acht lassen oder sie alle gleich groß in Rechnung stellen. Infolge der genannten Dehnungen treten hauptsächlich nur in den Endfeldern Verbiegungen und Nebenspannungen auf (Abb. 37).

Die Gurtstäbe verbiegen sich S-förmig (Abb. 38); die Wendepunkte W können für vorliegenden Zweck genau genug in Stabmitte angenommen werden. In ihnen wirken lotrechte Nebenkräfte \mathfrak{N} , die bei Parallelträgern aus der Beziehung

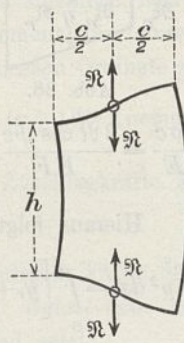


Abb. 38.

$$2 \mathfrak{N} \left(\frac{c^3}{24 E J_o} + \frac{c^3}{24 E J_u} + \frac{c^2 h}{4 E Y} \right) = \Delta = \frac{(\sigma_1 \pm \sigma_2) h}{\epsilon}$$

ermittelt werden können. Hierbei sind die Pfostenspannungen σ_1 und σ_2 mit ihren Absolutwerten einzuführen; die Vorzeichen + bzw. - gelten für Fahrbahn „unten“ bzw. „oben“. In der Regel kann σ_2 gegen σ_1 vernachlässigt werden. Man erhält

$$\mathfrak{N} = \frac{12 \sigma_1 h}{c^2} : \left(\frac{c}{J_o} + \frac{c}{J_u} + \frac{6 h}{Y} \right) \dots (69)$$

dem entsprechen die Einspannungsmomente der Gurtstäbe, wenn man die theoretische Stablänge = c annimmt,

$$N = \frac{\mathfrak{N} c}{2} = \frac{6 \sigma_1 h}{c} : \left(\frac{c}{J_o} + \frac{c}{J_u} + \frac{6 h}{Y} \right) \dots (70)$$

die zugehörigen Nebenspannungen sind

$$\nu_o = \frac{N e_o}{J_o} \text{ und } \nu_u = \frac{N e_u}{J_u} \dots (71)$$

Bei gleicher Stabbreite wird der schwächere Gurtstab stärker beansprucht als der stärkere. Für

$$J_o = J_u = Y \text{ und } c = h \text{ wird } \nu_o = \nu_u = \frac{3 \sigma_1 e}{4 h} \dots (71^a)$$

Durch Abrundungen wird die Nebenkraft \mathfrak{N} und das Nebenmoment N vergrößert, die größte Nebenspannung ν dagegen verkleinert. Die Nebenmomente und Nebenspannungen haben in der unteren Gurtung gleichen Sinn wie die Stammmomente und Stammspannungen; sie wirken also ungünstig. Das Umgekehrte ist bei der oberen Gurtung der Fall; hier wirken die Nebeneinflüsse günstig.

Der Endpfosten hat auf seine ganze Höhe das Nebenmoment $N = \frac{\mathfrak{N} c}{2}$ auszuhalten. Die zugehörige Nebenspannung

$$\nu_1 = \frac{N e_1}{Y} \dots$$

Für $J_o = J_u = Y$ wird sie ebenso groß wie die der Gurtungen. Sie ist in der unteren Pfostenhälfte gleichen Sinnes wie die Stammspannungen, wirkt hier also ungünstig. Die an den Knoten des zweiten Pfosten angreifenden Einspannungsmomente der Gurtstäbe 1 ($= \frac{\mathfrak{N} c}{2}$) verteilen sich auf die zwei anschließenden Stäbe, Gurtstab 2 und Pfosten 2 (Abb. 39), und zwar annähernd im Verhältnis von deren Steifigkeiten $\frac{J}{c}$ und $\frac{Y}{h}$. Wenn wie gewöhnlich beide Werte nicht wesentlich voneinander verschieden sind, so trifft jeden Stab näherungsweise die Hälfte, $N = \frac{\mathfrak{N} c}{4}$; die entsprechenden

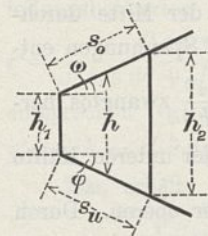


Abb. 39.

Nebenspannungen werden nur halb so groß wie die des ersten Feldes. Über das zweite Feld hinaus pflanzen sich die Verbiegungen und Nebenspannungen nur in geringem Maße fort; sie können außer Betracht bleiben.

Bei geneigten Gurtstäben des Endfelds (Abb. 40) ergibt sich die Nebenkraft

$$\mathfrak{N} = \frac{12 \sigma_1 h_1}{c^2} \left(\frac{s_o}{J_o} + \frac{s_u}{J_u} + \frac{6 h}{Y} \right) \dots (69^a)$$

wo h gleich der mittleren Höhe des Endfelds gesetzt werden kann.

Wie die vorstehenden Untersuchungen zeigen, treten größere Nebenspannungen hauptsächlich nur in den Randstäben (Gurtungen und Endpfosten) auf. Sie sind von gleicher Art wie die Nebenspannungen der steifknotigen Fachwerkträger (Zwängungsspannungen). Wie diese nehmen sie mit der Stabbreite zu und nehmen außerhalb der Elastizitätsgrenze an Bedeutung ab. Sie sind bei gleichen Stabbreiten geringer als die der Fachwerkträger; letztere können unter sehr ungünstigen Verhältnissen den 4- bis 6fachen Betrag erreichen. Da jedoch die Stäbe der Rahmenträger mit Rücksicht auf die aufzunehmenden Biegemomente stärkere Breiten erhalten, so werden die Unterschiede in Wirklichkeit wesentlich geringer und können unter Umständen sogar zuungunsten der Rahmenträger ausfallen.

Durch die Nebenspannungen wird ein Teil der Belastung unmittelbar übertragen, wodurch die Stammwerte und Zuschlagswerte entsprechend gemindert werden. Diese Minderung ist jedoch äußerst gering und ohne jede praktische Bedeutung. Die Nebenspannungen leisten daher keine nützliche Arbeit; sie sind als schädliche Spannungen zu bezeichnen.

Die Wärmespannungen.

Die Wärmespannungen sind in ähnlicher Weise zu berechnen wie die Nebenspannungen. Man kann sich hierbei auf den einen Fall beschränken, daß die untere Gurtung um $\pm t^0$ und die Pfosten im Mittel um $\pm 0,5 t^0$ wärmer sind als die obere Gurtung. Die vorstehend unter a entwickelten Formeln sind dann ohne weiteres anwendbar, wenn man darin σ durch $\frac{E\omega t}{2}$ ersetzt, wo ω = Wärmedehnungsziffer. Beispielsweise wird die größte Wärmespannung eines Gurtstabs, unter Benutzung der Gleichung 60,

$$\sigma_\tau = \frac{E\omega t e}{h} \dots \dots \dots (72)$$

und die eines Endpfostens, unter Benutzung der Gl. 64,

$$\sigma_\tau = \frac{E\omega t J_1 e}{h Y_1} \dots \dots \dots (73)$$

Diese Spannungen sind in den gewöhnlichen Fällen sehr gering. Für eiserne Brücken kann gesetzt werden $E\omega t = \frac{2000000}{80000} \cdot 16 = 400$, womit sich für $\frac{e}{h} = \frac{1}{12,5}$ die Wärmespannung $\sigma_\tau = 32 \text{ kg/qcm}$ ergibt. Für ältere Eisenbetonbrücken erhält man ähnlich $\sigma_\tau = \frac{400000 \cdot 6}{80000} \cdot \frac{1}{10} = 3 \text{ kg/qcm}$. Außerhalb der Elastizitätsgrenze werden die Wärmespannungen noch wesentlich geringer. Sie sind praktisch von sehr geringer Bedeutung.

Zwischenbelastungen.

Wenn die Gurtstäbe innerhalb der Knotenpunkte unmitttelbar belastet werden, so erhalten sie außer den bisher behandelten normalen Momenten M , welche dem Angriff der Belastungen ausschließlich an den Knotenpunkten entsprechen, noch zusätzliche Momente N , die in Feldmitte positiv, nächst den Knoten aber negativ sind. In Abb. 41 sind N , M und $\bar{M} = N + M$ dargestellt. Der größte positive Wert von \bar{M} ist i. d. R. kleiner als der des Normalmoments M und bedarf daher keiner besonderen Berücksichtigung. Dagegen fallen die negativen Werte von \bar{M} in der Nähe des dem Auflager zugekehrten Knotens größer aus als die von M . Durch Anordnung von Anschlußverstärkungen kann diesem ungünstigen Umstand wirksam begegnet werden.

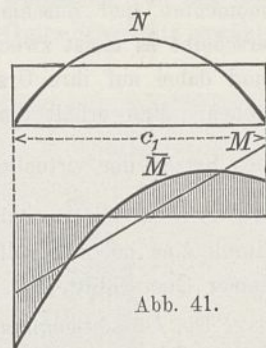


Abb. 41.

Die größten negativen Werte von N treten auf, wenn alle Felder voll belastet sind. Man hat es dann in den Mittelfeldern mit wagerecht eingespannten Balken zu tun. Die Einspannungsmomente sind bei gleichmäßiger Vollbelastung, überall gleichem Trägheitsmoment und freier Spannweite c_1 ,

$$N = -\frac{(g+p)c_1^2}{12} \dots \dots \dots (74)$$

Die freie Spannweite c_1 kann um die halbe Pfostenbreite b kleiner als die Feldweite c angenommen werden. Infolge der Anschlußverstärkungen wird N etwas größer als Gl. 74 angibt, was schätzungsweise berücksichtigt werden kann (bei mittleren Verhältnissen etwa 10 vH.). Im Endfeld

liegen die gleichen Verhältnisse (vollkommene Einspannung) vor, wenn der Endständer übermäßig stark ist. Andernfalls gibt er der Einwirkung des Gurtstabs etwas nach, die Einspannung ist nicht mehr vollkommen; das Einspannungsmoment nimmt am Endpfosten 1 ab, während es am andern Pfosten 2 zunimmt. Letzterer Umstand ist jedoch ohne Bedeutung, da hier nach Abb. 41 N und M verschiedenes Vorzeichen haben. Dagegen ist zu beachten, daß sich die Nachgiebigkeit des Endpfostens auch noch im zweiten Feld bemerkbar macht. Das am linken Knoten 2 des Gurtstabs 2 wirkende Einspannungsmoment wird größer als $\frac{(g+p)c_1^2}{12}$;

es kann unter gewöhnlichen Verhältnissen zu $\frac{(g+p)c_1^2}{10}$ angenommen werden. Dieses Moment hat das gleiche Vorzeichen wie das gleichzeitig wirkende Normalmoment M . Beide Momente unterstützen sich in ihrer Wirkung. Weitere Änderungen des Kräfteplans (in den Nachbarstäben) können als zu geringfügig außer Betracht bleiben.

Die Mittelpfosten werden, wenn die Endpfosten übermäßig stark sind, durch gleichmäßige Vollbelastung der Brücke nicht in Anspruch genommen. Die Zwischenbelastung durch das Gewicht der Fahrbahn und der Gurtstäbe ist somit ohne Einfluß auf sie. Ihre größte Beanspruchung erleiden sie, wenn die Gurtfelder abwechselnd vollbelastet und gar nicht belastet sind. Bei unendlich großem Trägheitsmoment würde das größte Pfostenmoment $N = \bar{M} = \frac{pc^2}{12}$ = Einspannungsmoment bei vollkommener Einspannung sein. Infolge der Nachgiebigkeit der Pfosten, deren Trägheitsmoment nur = Y ist, mindert sich jedoch das Moment N .

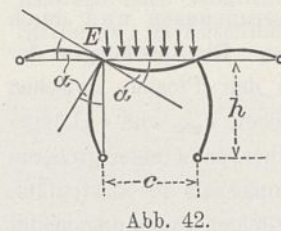


Abb. 42.

Nimmt man zunächst, wie in Abb. 42, Gelenke an den abstehenden Enden der Pfosten und der benachbarten Gurtstäbe an, so erhält man aus der Bedingung, daß die drei am Einspannungsknoten E zusammenstoßenden Stäbe sich daselbst um den gleichen

Winkel α drehen, das Pfostenmoment $N = \bar{M} : \left(1 + \frac{5 J h}{3 Y c}\right)$.

Unter Berücksichtigung der teilweisen Einspannung an den abstehenden Knoten wird N etwas größer und kann näherungsweise gesetzt werden

$$N = \bar{M} : \left(1 + \frac{13 J h}{9 Y c}\right) = \frac{pc^2}{12} : \left(1 + \frac{13 J h}{9 Y c}\right) \dots (75)$$

Für $J = Y$ und $c = h$ wird $N = \frac{9}{22} \bar{M} = \text{rd.} \frac{pc^2}{30}$. (75^a)

Die Verbiegungen und Nebenmomente der anschließenden freien Gurtung sind sehr gering und dürfen außer acht bleiben.

Das größte Biegemoment des Endpfostens wird bei unendlich großem Trägheitsmoment $N = \bar{M} = \frac{(g+p)c^2}{12}$. Bei endlicher Größe desselben ($Y = Y_1$) wird das Biegemoment näherungsweise $N = \bar{M} : \left(1 + \frac{h J_1}{c Y_1}\right) \dots \dots \dots (76)$

und für $J_1 = Y_1$, $h = c$; $N = \frac{\bar{M}}{2} = \frac{(g+p)c^2}{24} \dots \dots \dots (76^a)$

Die Verhältnisse außerhalb der Elastizitätsgrenze.

Innerhalb der Gebrauchsspannungen ist die den vorstehenden Untersuchungen zugrunde liegende Hookesche Gleichung $\sigma = E\varepsilon$ entweder genau richtig, wie bei Eisen, oder die Abweichungen sind verhältnismäßig gering, so daß sie mit ausreichender Genauigkeit angewendet werden kann, wie bei Eisenbeton. Außerhalb der Elastizitätsgrenze trifft die Hookesche Gleichung nicht mehr zu. Die darauf aufgebauten Formeln sind hier nicht mehr ohne weiteres brauchbar; insbesondere können sie nicht zur sicheren Beurteilung des Bruchzustandes verwendet werden. Hier liegen die Verhältnisse bei Eisen und bei Eisenbeton etwas verschieden. Bei Eisen werden die Stammwerte, sofern der Träger symmetrisch zu einer Längsachse angeordnet ist, auch außerhalb der Elastizitätsgrenze nicht wesentlich geändert; die Beanspruchungen verteilen sich annähernd gleichmäßig auf beide gleich starke Gurtungen. Bei ungleich starken Gurtungen sind die Spannungen der schwächeren Gurtung größer als die der stärkeren; sie überschreiten daher früher die Elastizitätsgrenze; ihr Spannungsmodul E_1 wird kleiner als der der stärkeren Gurtung E_2 , und somit wird auch das Verhältnis $\frac{E_1 J_1}{E_2 J_2}$ außerhalb der Elastizitätsgrenze kleiner als innerhalb derselben. Dementsprechend übernimmt jetzt die schwächere Gurtung einen kleineren Teil der Gesamtquerkraft; sie wird auf Kosten der stärkeren Gurtung entlastet. Andererseits aber werden die Pfosten ungünstiger beansprucht. Ihr Momentennullpunkt rückt von der stärkeren Gurtung weiter weg; das größte Pfostenmoment wird demgemäß verhältnismäßig größer als innerhalb der Elastizitätsgrenze.

Bezüglich der Zuschlagwerte ist zu beachten, daß die Pfosten in der Hauptsache nur durch Biegungsspannungen, die Gurtungen aber durch Biegungsspannungen und durch Längsspannungen beansprucht werden. Die Spannungen der äußersten Fasern bewegen sich bei den Pfosten zwischen σ_{\max} und 0, bei den Gurtungen zwischen σ_{\max} und σ (Längsspannung). Die Gurtungen stehen daher unter einer größeren mittleren Spannung und haben somit außerhalb der Elastizitätsgrenze einen kleineren durchschnittlichen Spannungsmodul als die Pfosten, $E < E_3$. Infolge davon wird das Steifigkeitsverhältnis von Pfosten und Gurtung, $E_3 Y : EJ$, größer und die Zuschlagwerte kleiner. Haben außerdem noch die Pfosten einen übermäßigen Querschnitt, wie meist in Trägermitte, so ist dies noch in gesteigertem Maße der Fall; die Zuschlagwerte sind dann für den Bruch von ganz untergeordneter Bedeutung. Nur in Ausnahmefällen, wo die Gurtungen übermäßig stark sind, liegen die Verhältnisse umgekehrt. Die vergrößerten Zuschlagwerte der Gurtungen sind jedoch hier ohne Bedeutung, da ja der Bruch in den schwächeren Pfosten erfolgt. Die Pfosten selbst aber werden durch die vergrößerten Zuschlagwerte günstig beeinflusst.

Die Nebenspannungen nehmen in gleicher Weise und aus denselben Gründen wie bei den Fachwerkträgern außerhalb der Elastizitätsgrenze ab und sind für den Bruchzustand nur von geringer Bedeutung.

Bei Eisenbetonbauten kommen außer den hier weniger ins Gewicht fallenden Änderungen des Spannungsmoduls E noch die Änderungen der Trägheitsmomente infolge der

Zugrisse in Betracht. Diese treten am stärksten in der Zuggurtung, weniger stark in den Pfosten, am schwächsten bzw. gar nicht in der Druckgurtung auf. Dies kommt einer entsprechenden Minderung der Trägheitsmomente J_u der Zuggurtung und Y der Pfosten gegenüber denen der Druckgurtung J_o gleich. Hierdurch werden die Stammmomente der oberen Gurtung verhältnismäßig größer als der Rechnung innerhalb der Reißgrenze entspricht. Der Wendepunkt der Pfosten entfernt sich weiter von der Druckgurtung, die Pfostenmomente erhöhen sich.

Eine genaue Untersuchung dieser Verhältnisse läßt sich theoretisch nicht durchführen. Ein sicherer Aufschluß kann nur von sorgfältig angestellten Versuchen erwartet werden.

Bestimmung der Durchbiegung.

a) Parallelträger. Die Biegelinie einer Gurtung ergibt sich als eine Seillinie, deren Belastung die verzerrte Momentenfläche $\frac{\bar{M}}{J}$ und deren Seilzug der Elastizitätsmodul E bildet. \bar{M} bezeichnet hierbei das gesamte auf die Gurtung einwirkende Biegemoment (Stammmoment, Zuschlagmoment und Nebenmoment), $\bar{M} = M + X + N$. Innerhalb der Strecke der Anschlußverstärkungen sind die daselbst vorhandenen größeren Trägheitsmomente einzuführen; auf die Breite der Pfosten ist ein angemessenes Trägheitsmoment schätzungsweise anzunehmen. Analytisch erhält man die Durchbiegung in der Entfernung x vom Auflager

$$\delta = \frac{l-x}{l} \int_0^x \frac{\bar{M}x dx}{EJ} + \frac{x}{l} \int_x^l \frac{\bar{M}(l-x) dx}{EJ} \quad (77)$$

Statt die Nebenmomente N gleichzeitig mit den Stammmomenten und Zuschlagmomenten in Rechnung zu stellen, erscheint es meist zweckmäßiger, sie besonders zu behandeln und dabei auf ihre Ursache, die Stabdehnungen, zurückzugehen. Man erhält deren Einfluß am einfachsten mit Hilfe des Satzes der virtuellen Verschiebungen zu $\delta_2 = \sum_0^l \frac{S \delta s}{EF}$, wo S = wirkliche Stabkraft, δ = gedachte Stabkraft, die durch eine bei x angreifende Last 1 erzeugt wird, F = wirklicher Querschnitt.

Die Gesamtbiegelinie setzt sich nun zusammen aus der Biegelinie δ_1 der Gurtung (Trägheitsmomente J , Kraftmomente $M + X$) und aus der soeben bestimmten Biegelinie δ_2 . Man erhält insgesamt

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 = \frac{l-x}{l} \int_0^x \frac{(M+X)x dx}{EJ} + \frac{x}{l} \int_x^l \frac{(M+X)(l-x) dx}{EJ} + \sum_0^l \frac{S \delta s}{EF} \quad (78)$$

Bei δ_1 wurde, wie üblich, der geringe Einfluß der Stabquerkräfte nicht in Rechnung gestellt. Zum Ausgleich kann man für die Stabkräfte S und δ die etwas zu großen Stammwerte einführen.

b) Vieleckträger. Auch hier können die Gleichungen (77) und (78) bzw. die entsprechenden zeichnerischen Verfahren benutzt werden, wenn man jeweils J durch $J \cos \varphi$ ersetzt.