



fallen. Da der Sandboden im unteren Teil der aufgespülten Flächen verbaut und mit einer Schlickschicht überspült wird, so handelt es sich um wertvolles Neuland, das hohe Erträge verspricht.

An der Mündung des Seekanals in die Ostsee bei Pillau sind die Sicherungsarbeiten an den Molen, die während der Kriegszeit infolge fehlender Unterhaltung stark beschädigt wurden, nach mehrjähriger, schwieriger und kostspieliger Arbeit zu Ende geführt.

## 2. Verbesserung des Fahrwassers nach Elbing.

Die Industrie- und Handelskreise der Stadt Elbing traten nach dem Kriege dringend für eine Vertiefung der Zufahrt von See her ein, die durch den Elbingfluß und das Elbinger Fahrwasser gebildet wird, eine im Frischen Haff liegende Baggerrinne, deren im Jahre 1877 festgesetzte Soltiefe nur 3,14 m beträgt. Die Reichswasserstraßenverwaltung konnte sich diesen Wünschen um so weniger verschließen, als die Stadt Elbing wegen der durch die Kriegsfolgen verursachten Abschneidung von einem großen Teile ihres Hinterlandes und ihrer Verkehrsbeziehungen sich in ungünstiger wirtschaftlicher Lage befand. Der Durchführung einer Vertiefung stellten sich aber insofern Schwierigkeiten entgegen, als die schmale Haffrinne wegen Fehlens von Seitendämmen sehr starken Verschlickungen ausgesetzt war, so daß befürchtet werden mußte, daß die vertiefte Rinne mit vertretbaren Mitteln nicht mehr offen gehalten werden könnte, was auch durch eine 1925 hergestellte Probestrecke bestätigt wurde. Erst wenn es gelang, die Baggerkosten wesentlich herabzumindern, durfte erwartet werden, mit den bisherigen Mitteln auch die vertiefte Rinne zu unterhalten. Durch einen im Jahre 1926 von der Schichauwerft in Elbing erbauten Saugebagger nach Bauart Frühling wurde das gewünschte Ergebnis erzielt, so daß für 1927 die erste Rate zur Vertiefung des Elbinger Fahrwassers auf 4 m nutzbare Tiefe in den Haushalt eingestellt werden konnte, die für die Beschaffung eines zweiten Baggergeräts verwendet wurde (Abb. 1 zeigt den 1926 beschafften Saugebagger). Mit den Vertiefungsarbeiten wird 1928 begonnen werden, sie werden drei Jahre in Anspruch nehmen. Auch hier soll der gesamte Baggerboden für die Gewinnung fruchtbaren Neulandes hinter den Molen des Elbingflusses und am Haffufer der Frischen Nehrung verwendet werden, dessen Gesamtfläche auf rd. 350 ha geschätzt wird.

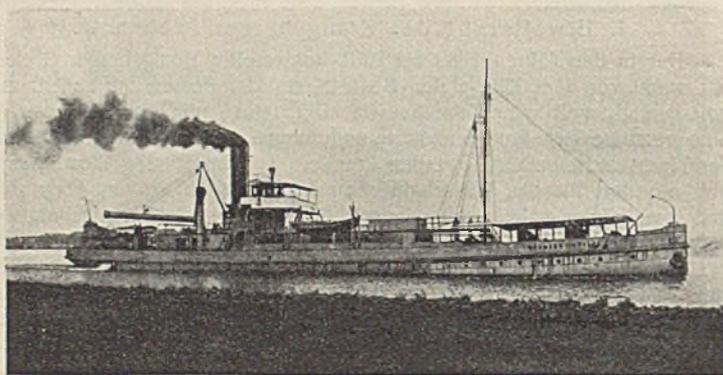


Abb. 1. Saugehopperbagger für das Elbinger Fahrwasser.

## 3. Verbesserung der Schiffahrtstraße Swinemünde—Stettin.

Der Zugang von See her zum Hafen Stettin<sup>3)</sup> ließ am Ende des Krieges ebenfalls sehr zu wünschen übrig, da nicht einmal mehr die Soltiefe von 7 m vorhanden war. Die Finanzierung des Ausbaues dieser Wasserstraße zunächst für Schiffe bis zu 7,5 m Tiefgang gelang auch hier im Jahre 1924 durch Bildung einer Gesellschaft aus der Provinz Pommern, Stadt und Kaufmannschaft Stettin, die einen Teil der Kosten übernahm. Die Arbeiten bestehen im wesentlichen in einer Vertiefung der Wasserstraße, in einer Begradigung durch Ausführung des Papenwasserdurchstiches und einer Verbesserung der Befueerung. Diese Arbeiten sollten 1929 vollendet werden, aber schon im vergangenen Jahre mußte eine weitergehende Verbesserung dieser Seewasserstraße in Aussicht genommen werden, da Stettin, um namentlich auch Danzig gegenüber wettbewerbsfähig bleiben zu können, unbedingt bei allen Wasserständen für 8 m tief gehende Schiffe zugänglich sein muß. Hierfür sind außer der entsprechenden Vertiefung weitere Begradigungen und insbesondere eine bessere Befueerung der Haffrinne erforderlich. Die Gesamtkosten der Vertiefungsarbeiten sind nunmehr auf 31,45 Mill. R.-M. veranschlagt. Im Bezirk des Hafenbauamts Swinemünde ist außer größeren Ufersicherungen an der Kaiser- und Mellinfahrt noch die eingeleitete Sicherung der Kōlpinsee-Niederung durch Anlage eines Seedeiches hervorzuheben.

## 4. Die Elbe unterhalb Hamburg.

Abgesehen von umfangreichen Unterhaltungsbaggerungen, galten die Arbeiten des Jahres 1927 in der Hauptsache der Regulierung der Fahr-

<sup>3)</sup> „Die Bautechnik“ 1926, Heft 12, S. 172.

wasserstrecke an der Ostebank, wofür bereits 1925 vorbereitende Maßnahmen getroffen wurden, da sich die Unmöglichkeit herausgestellt hatte, diese schwierige Fahrwasserstrecke allein durch Baggerungen in der erforderlichen Tiefe zu erhalten. Dort sind die Stackarbeiten zum Ausbau des südlichen Ufers zwischen Freiburg und der Ostemündung und zur Festlegung der Ostemündung gut gefördert worden. Da aber von den Stacks zunächst nur die Grunddeckungen vorgestreckt werden konnten, können sie eine wesentliche selbstströmende Wirkung auf das Fahrwasser noch nicht haben. Ihr Ausbau auf volle Höhe, der 1928 in erheblichem Umfange gefördert werden soll, wird diese Wirkung erst zeigen können. Die Fahrwasserstreckung und -vertiefung mußte 1927 deshalb noch durch Baggerung geschehen. Wesentliche Verbesserungen sind in der Übergangstrecke in der Sösmenhausener Richtfeuerlinie bereits erzielt worden.

Die Fahrwasserverhältnisse bei Pagensand haben sich in der Richtfeuerlinie Bassenfleth—Stadersand verbessert unter der Wirkung des bereits hergestellten Leitdammes auf dem oberen Ende des Pagensandes; für die gleichwohl nötige Regulierung der schwierigen Strecke ist ein Entwurf fertiggestellt, die ersten Mittel sind für 1928 angefordert.

Bei Schulau ist der Bau eines Liegehafens für die zahlreichen bisher zerstreut untergebrachten Fahrzeuge und Geräte der Reichs-Wasserstraßenverwaltung im Bau. Die Errichtung einer Reparaturwerft ist dort nicht geplant.

## 5. Die Weser unterhalb Bremen.

Die Arbeiten zur Fahrwasserverlegung in der Außenweser vom Wurster in den Fedderwarder Arm nähern sich ihrem Ende. Abgesehen von Querströmungen, die sich bisher dauernd im neuen Fahrwasser unterhalb der Imsumplatte gezeigt hatten, haben die Strombauwerke und die Baggerungen vollen Erfolg gehabt. Die Querströmungen sind jedoch in diesem Jahre im wesentlichen durch den Bau von einigen Ergänzungsbuhnen ebenfalls beseitigt worden. 1928 werden nur noch Restarbeiten nötig sein.

Die 1925 beschlossene Vertiefung und Verbreiterung der Unterweser mit dem Ziele, Bremen-Stadt für das Regelfrachtschiff des Weltverkehrs mit 8 m Tiefgang zugänglich zu machen, konnte gut gefördert werden; die Vertiefung ist 1927 im Einvernehmen mit der Preußischen Landespolizeibehörde auch auf preußischem Gebiet in Angriff genommen und nunmehr auf ganze Stromlänge, wenn auch noch nicht überall auf volle Breite, im wesentlichen durchgeführt worden. Die nächsten Baujahre werden vornehmlich der Verbreiterung des Fahrwassers zwischen Bremen und Vegesack dienen, die längere Zeit erfordert mit Rücksicht auf vorher durchzuführende Deichverlegungen.

Am Ochtum-Kanal sind große Deichvorlandflächen mit Baggerboden aufgespült worden und für die landwirtschaftliche Nutzung mit Kleiboden abgedeckt; eine zweite große Spülfäche wird unter Zuschüttung des Warflether Armes ebenso aufgehöhht werden.

## 6. Die Ems.

Die von Preußen begonnene und vom Reich übernommene Begradigung der Ems zwischen Papenburg und Leerort wurde fortgesetzt. Der Durchstich bei Pottdeich ist fertig und dem Verkehr übergeben, der letzte Durchstich bei Coldam ist begonnen worden, seine Fertigstellung steht 1928 in Aussicht.

Nachdem im Jahre 1926 an der Knock durch die Fahrwasserverlegung in das Alte Gatje eine erhebliche Streckung und Verbesserung erzielt worden war, durch die der Ebbe- und Flutstrom in eine Rinne gebracht und die für die Schiffahrt wie für die strombauliche Unterhaltung gleich ungünstigen Querströmungen im Fahrwasser beseitigt waren, wurde 1927 mit gutem Erfolge an der Verbreiterung und Vertiefung des Fahrwassers zwischen dem Emdrer Hafen<sup>4)</sup> und der Knock gearbeitet. Ein Beharrungszustand ist noch nicht erreicht, namentlich drängen fortgesetzte Sandeintreibungen über die Mittelplate das 1926 neu geschaffene Fahrwasser an der Knock nach Westen. Umfassende Strombeobachtungen sind im Gange, um Unterlagen für die Entscheidung zu gewinnen, ob und inwieweit etwa zur Festlegung und möglichst selbsttätigen Tiefhaltung des Fahrwassers auf dieser durch das Zusammentreffen der Wassermassen aus der oberen Ems und aus dem Dollart besonders schwierigen Fahrwasserstrecke Strombauwerke erforderlich sein werden.

Das die Stromführung in der neuen Fahrinne ungünstig beeinflussende Schleusentorwrack gegenüber der Knock ist in diesem Jahre beseitigt worden.

## 7. Die Insel Borkum.

Infolge erheblicher Strandabnahme liegen die Buhnen 1 bis 7 am Nordstrande von Borkum jetzt so hoch über dem Strande, daß sie, der Brandung besonders stark ausgesetzt, nicht mehr erhalten werden können. Sie sollen deshalb durch Neubauten ersetzt werden. Die neuen Buhnen werden den jetzigen Strandverhältnissen entsprechend um 1,0 bis 1,5 m tiefer gelegt, so daß ihre Kronen an der Buhnenwurzel auf der Höhe des Fußes der Dünenschutzmauer zu liegen kommen. Die Bauweise ist gänzlich geändert worden, nachdem Vorversuche mit einer Hilfsbuhne

<sup>4)</sup> „Die Bautechnik“ 1926, Heft 12, S. 172.

der gewählten neuen Bauart erfolgreich verlaufen waren. Die Bühnen bestehen aus zwei dichten, gegeneinander verankerten hölzernen Spundwandreihen, durch Querwände in Felder geteilt, die — soweit es das Arbeiten im Tidewechsel zuläßt — im oberen Teile mit Klinkern in Zementmörtel auf einer Betonunterlage dicht abgedeckt und im anschließenden unteren Teile mit Basaltsäulen auf Schotter- und Kiesunterlage (umgekehrtes Filter) ausgepflastert sind. Busch kommt nur für Sinkstücke zur Verwendung, die zur Sicherung des Kopfes der Bühnen gegen Unterspülung erforderlich sind. Zwei dieser neuen Bühnen sind im Bau.

8. Der Hindenburgdamm.

Der Hindenburgdamm zur Verbindung der Insel Sylt mit dem Festlande wurde endgültig fertiggestellt, nachdem er bereits am 1. Juni 1927 durch den Herrn Reichspräsidenten dem Verkehr übergeben werden konnte. Über seinen Bau wird demnächst Herr Regierungs- und Baurat Pfeiffer eingehend berichten.<sup>2)</sup>

B. Binnenwasserstraßen.

1. Bezirk Ostpreußen.

Die Hauptbinnenwasserstraße Ostpreußens verbindet den Memelstrom durch die Gilge, den Seckenburger Kanal, den Großen Friedrichsgraben und die Deime mit dem Pregel und Königsberg an seiner Mündung. Die vordringliche Pflege dieser Binnenwasserstraße ist besonders wichtig ge-

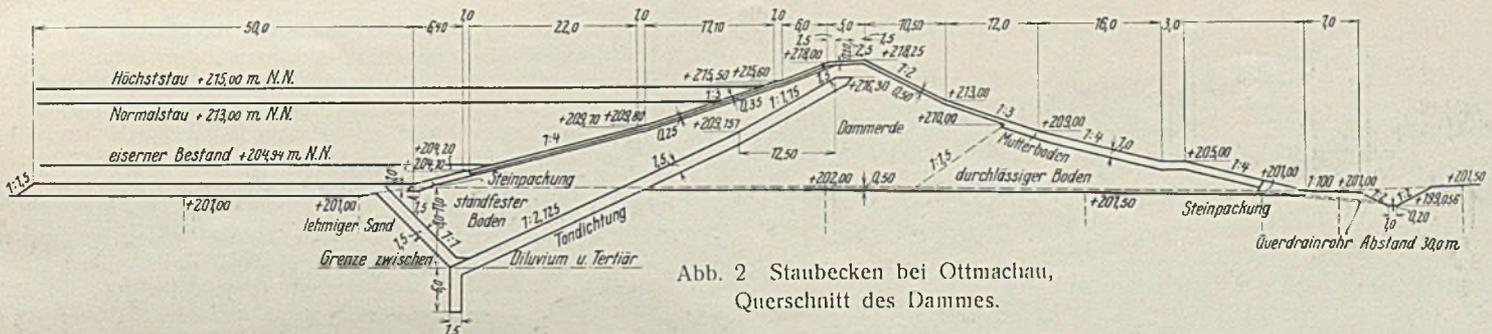


Abb. 2 Staubecken bei Ottmachau, Querschnitt des Dammes.

worden, weil die Mündung des Memelstromes nicht mehr zum Deutschen Reich, sondern zu Littauen gehört. Dem Handel vom oder zum Memelstrom und auf diesem Wege mit dem Auslande möglichst die Wege zu ebnen und ihn auf diese Weise über deutsche Umschlagstellen zu lenken, ist von großer Bedeutung. Es ist daher im Jahre 1927 die erste Bauarate für die Regulierung der „Krummen Gilge“ bewilligt, die im Zuge der Memel-Pregel-Wasserstraße eine durch scharfe Krümmungen und starke Strömungen der Schifffahrt besonders gefährliche Strecke bildet. Die Bauzeit wird voraussichtlich vier Jahre betragen. Die Baukosten sind zu rd. 4 000 000 R.-M. veranschlagt. Im Jahre 1927 wurde der erforderliche Grunderwerb getätigt.

Einen Zubringer zur Memel-Pregel-Wasserstraße bildet der Oberpregel, auf den in früheren Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts von Insterburg aus lebhaft Schifffahrt betrieben wurde, die jedoch im Jahre 1886 durch die damals im Interesse der Landwirtschaft erfolgte Beseitigung der alten Wehr- und Schleusenanlage in Gr.-Bubainen vernichtet wurde. 1921 wurde mit den Arbeiten zur Kanalisierung der Oberpregelstrecke<sup>3)</sup> oberhalb Gr.-Bubainen und zum Wiederanschluß Insterburgs an die Schifffahrtstraße durch den Bau eines 4 km langen Seitenkanals von Gaitzunen am Oberpregel aus auf gemeinschaftliche Kosten von Reich und Preußen begonnen. Die Arbeiten wurden 1926 fertiggestellt, gleichzeitig wurde der von der Stadt Insterburg erbaute Hafen eröffnet. Auf der neu ausgebauten Pregelstrecke oberhalb Gr.-Bubainen (genauer Schwägerau) können Schiffe von 250 t Tragfähigkeit verkehren, für die die unterhalb liegende nicht kanalisierte Strecke zwischen Schwägerau und Wehlau bei niedrigen Wasserständen nicht befahrbar ist. Besonders mangelhaft ist der Zustand der an die Schleuse Schwägerau stromabwärts anschließenden Pregelstrecke bis etwa Norkitten, auf der nach den Wasserstandsbeobachtungen von 1921 bis 1924 eine Schifffahrt durchschnittlich nur an 70 Tagen im Jahre wirtschaftlich (d. h. mit mehr als 40 % Ladung) möglich war. Das Reich will daher die Kanalisierung des Oberpregels noch bis etwa Norkitten herab ausführen, um dadurch die wirtschaftliche Befahrbarkeit des Oberpregels durchschnittlich an 146 Tagen zu ermöglichen, d. h. auf mehr als das Doppelte zu erhöhen. Die Baukosten sind auf annähernd 2 000 000 R.-M. veranschlagt. Mit den Arbeiten ist begonnen; sie werden im Jahre 1928 voraussichtlich fertiggestellt werden.<sup>4)</sup>

Einen weiteren Zubringer zur Memel-Pregel-Wasserstraße würde der Masurische Kanal nach seiner Fertigstellung bilden, der die Masurischen Seen mit der Alle, einem Nebenfluß des Pregels, verbindet. Der Masurische Kanalbau hat im Hinblick auf seine geringe Wirtschaftlichkeit im

Einverständnis mit Preußen im Winter 1922/23 zugunsten der Weiterführung der Bauten zur Elektrizitätsversorgung Ostpreußens wegen Mangels an Mitteln stillgelegt werden müssen, als er etwa zur Hälfte fertiggestellt war. Das Reich beabsichtigt, den Bau bei besserer finanzieller Lage wieder aufzunehmen, wenn Preußen wie früher sich zur Hälfte an den Baukosten beteiligen will. Schätzungsweise werden im ganzen noch über 20 000 000 R.-M. für die Fertigstellung des Masurischen Kanals aufzuwenden sein.

2. Odergebiet.

Die Schifffahrtstraße der Oder, die für den deutschen Osten und besonders Schlesien von besonderer Bedeutung ist, ist in allen Teilen des Stromlaufs weiter ausgebaut worden.<sup>5)</sup>

Auf der kanalisierten Strecke oberhalb Breslau ist an verschiedenen Staustufen durch Verlängerung der Trennungsdämme an den Einfahrten in die Schleusenkanäle den bis dahin dort häufig auftretenden Versandungen wirksam begegnet worden. Im Jahre 1927 sind diese Arbeiten in Groschwitz fertiggestellt, in Oderhof in Angriff genommen worden. Zur Verbesserung der Einfahrt in den Oberkanal der Schleuse Ransern bei Breslau wird zurzeit das vorspringende rechte Stromufer abgegraben, der Trennungsdamm verlängert und ausgebaut.

In Breslau ist an der Breitenbachfahrt bei Wilhelmsruh ein neuer Bauhof mit den erforderlichen Werkstätten sowie ein Liegehafen für die reichseigenen Fahrzeuge und Geräte mit Helling und Trockendeck seit

1925 im Bau begriffen. Die Gesamtkosten sind zu 870 000 R.-M. veranschlagt, die wasserbautechnischen Anlagen sind in der Hauptsache fertiggestellt.

Die reichseigene Fernsprechleitung der Oderstrombauverwaltung längs der kanalisierten Oder und des Klodnitzkanals wird zur Verbesserung der Schleusen- und Wehrbedienung und des Hochwassermelddienstes mit einem Aufwande von 135 000 R.-M. ausgebaut.

In Ausführung des preußischen Gesetzes vom 30. Juni 1913 ist im Jahre 1924 der planmäßige Ausbau des Stromes unterhalb Breslau auf Niedrigwasser in Angriff genommen worden. Die Arbeiten, deren Gesamtkosten auf etwa 55 Mill. R.-M. veranschlagt sind, bestehen in der Hauptsache in einem systematischen Ausbau der Strombauwerke, Abflachen zu scharfer Krümmungen und Ausführung einzelner Durchstiche. Die außerordentlich hohen Wasserstände der beiden letzten Jahre haben den Baufortschritt gehemmt.

Der durch das gleiche Gesetz vorgesehene Bau eines Staubeckens bei Ottmachau, das bei 135 Mill. m<sup>3</sup> Fassungsraum 90 Mill. m<sup>3</sup> Zuschußwasser für die Oder aufspeichern soll, ist eingeleitet. Die Gesamtkosten sind auf etwa 55 Mill. R.-M. zu schätzen. Der Grunderwerb ist großenteils getätigt. Die Arbeiten zur Verlegung der Eisenbahn Ottmachau—Patzschkau sind etwa zur Hälfte vollendet. Die umfangreichen Vorarbeiten und sorgfältigen Bodenuntersuchungen für den Bau des Staudammes sind abgeschlossen, die Erdarbeiten dafür ausgeschrieben. Mit dem Bau des Dammes wird im nächsten Frühjahr im Großbetriebe begonnen werden. Abb. 2 zeigt den für die Ausführung in Aussicht genommenen Querschnitt des Staudammes.

Für die Wasserbauämter in Steinau und Glogau werden zurzeit reichseigene Gebäude errichtet.

Verschiedene Oderbrücken sind unter Kostenbeteiligung der Reichswasserstraßenverwaltung neu- bzw. umgebaut worden. Dabei ist zur Verbesserung der Schifffahrt- und Vorflutverhältnisse auf eine Erweiterung namentlich der Stromöffnungen Bedacht genommen worden. Besonders zu nennen sind die Straßenbrücke bei Tschicherzig (Beitrag rd. 40 000 R.-M.), die Eisenbahnbrücken bei Dt.-Nettkow (Beitrag 420 000 R.-M.) und bei Cüstrin über Oder und Warthe<sup>6)</sup> (Beitrag etwa 3 Mill. R.-M.).

An der kanalisierten unteren Netze ist eine Vertiefung und Regelung ihres Laufes unterhalb Filehne in Angriff genommen, in Driesen a. d. Netze ein Sicherheits- und Winterliegehafen für die Fahrzeuge der Reichswasserstraßenverwaltung angelegt worden.

Die Arbeiten zur Verbesserung der Vorflut in der unteren Oder auf Grund des preußischen Gesetzes vom 4. August 1904 werden von Reich

<sup>2)</sup> Vorbericht siehe „Die Bautechnik“ 1926, Heft 1. — <sup>3)</sup> „Die Bautechnik“ 1924, Heft 43. — <sup>4)</sup> Ebenda 1928, Heft 1.

<sup>5)</sup> „Die Bautechnik“ 1927, Heft 55. — <sup>6)</sup> Ebenda 1927, Heft 39.

und Preußen gemeinsam seit Jahren planmäßig durchgeführt und gehen ihrem Ende entgegen. Die Maßnahmen für die Schifffahrt sind bereits abgeschlossen.

Vorarbeiten sind im Gange für eine bessere Schifffahrtverbindung des oberschlesischen Industriegebietes mit der Oder und für einen Donau-Oder-Kanal.

### 3. Märkische Wasserstraßen.

An den Wasserstraßen zwischen Oder und Elbe wurden durch Baggerungen, Ufersicherungen und sonstige Maßnahmen zahlreiche Verbesserungen erzielt, deren Aufzählung hier zu weit führen würde.

Die Arbeiten für den Ausbau des Ihle-Plauer Kanals auf die Abmessungen des Mittellandkanals wurden fortgesetzt. Für die Schleppzugschleuse Groß-Wusterwitz am Plauer Kanal ist die Baugrube fertiggestellt. Die Umfassungspundwände sind gerammt, und die Grundwassersenkungsanlage ist eingebaut, so daß im Frühjahr 1928 mit den Betonarbeiten begonnen werden kann. Die Arbeiten am Parcyer Durchstich konnten gut gefördert werden und werden voraussichtlich im Sommer 1928 beendet werden können.

Am Oder-Spree-Kanal<sup>10)</sup> wurde der Doppeldurchstich bei Streitberg fertiggestellt, der bei Berkenbrück wird im Frühjahr 1928 dem Verkehr übergeben werden können. Im Jahre 1928 soll ferner die Verlängerung je einer Schleuse in Kersdorf, Wernsdorf und Große Tränke auf 67,5 m

wie schon der Name sagt, aus zwei nebeneinanderliegenden Schleusen, der Achsabstand beträgt 34 m. Das Schleusenbauwerk ist aus Beton hergestellt, der je nach den Beanspruchungen der verschiedenen Querschnitte Eiseneinlagen erhalten hat. Die Schleusensole ist als eine 5 m starke biegungsfeste Eisenbetonplatte ausgeführt, die beiderseits bewehrten Seitenwände erhalten innen einen schwachen Anlauf und sind am Mauerfuß vorgezogen, um den Querschnitt an dieser besonders beanspruchten Stelle zu verstärken.

Das Gefälle der Schleusen ist abhängig vom Oderwasserstande, es beträgt bei NNW 14,28 m, bei MW 12,37 m und bei HHW 9,07 m. Die Wassertiefe der Schleuse beträgt über dem Oberdremmel 3,50 m, über dem Unterdremmel bei niedrigstem bisher beobachteten Unterwasser 3,44 m.

Jede Schleusenkammer erhält eine nutzbare Länge von 130 m und eine Breite von 12 m. Es können daher z. B. ein 1000-t-Schiff oder zwei Plauer Maßkähne von je 65 m Länge oder sechs Finowkähne gleichzeitig in einer Kammer Platz finden.

Die Ausbildung des Abstiegbauwerks als Doppelschleuse ermöglicht die reibungslose Abwicklung eines sehr starken Verkehrs. Die für eine Doppelschleusung, d. h. eine Kammer zu Berg, die andere gleichzeitig zu Tal, erforderliche Zeit vom Beginn des Einfahrens bis zur Beendigung des Ausfahrens ist auf 25 bis 30 Minuten errechnet. Die größte Tagesleistung bei sechzehnständigem Betrieb ergibt sich zu mehr als 30 000 Gütertonnen.

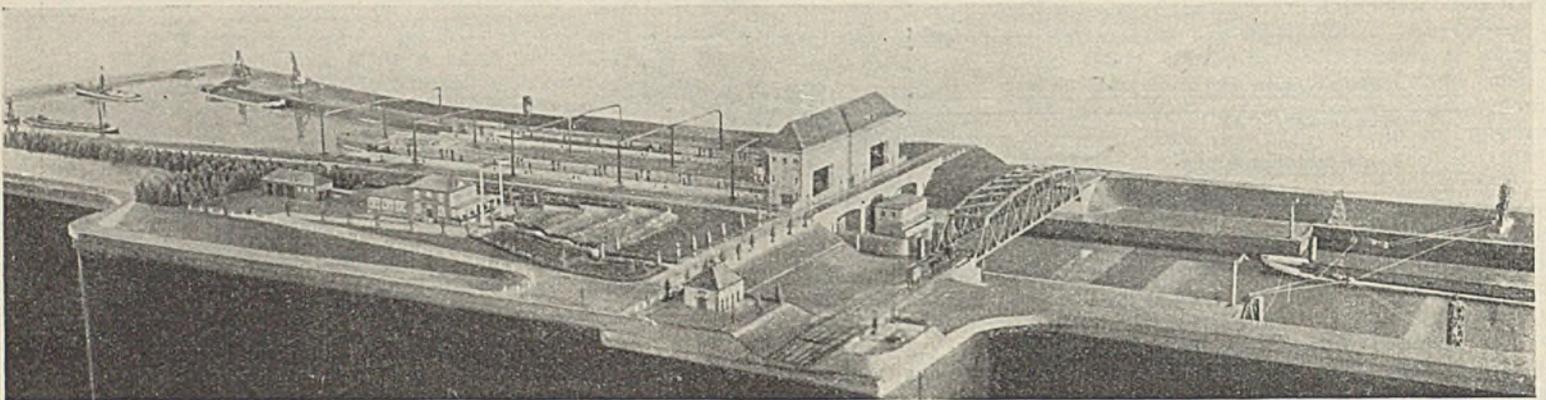


Abb. 3. Schleuse Fürstenberg, Modell der Gesamtanlage.

vorgenommen werden, so daß dann Plauer Maßkähne mit 750 t Lade-fähigkeit von der oberen Oder nach Berlin gelangen können, was günstige Rückwirkungen auf die Oderschifffahrt und Schlesien haben wird und einen gewissen Ausgleich für die Verkehrsverschiebungen darstellt, die durch den Bau des Mittellandkanals zu erwarten sind. Im Zusammenhang hiermit erfährt auch die Mündung des Oder-Spree-Kanals in die Oder bei Fürstenberg, die als östlicher Endpunkt der großen Querverbindung vom Rhein bis zur Oder einer der wichtigsten Schifffahrtspunkte Ostdeutschlands ist, eine gründliche Umgestaltung, da zu befürchten war, daß die bisherigen veralteten Schifffahrtanlagen der zu erwartenden Verkehrsentwicklung auf die Dauer nicht genügen, und da überdies die vorhandenen Schleusen mancherlei Schäden baulicher Art zeigten.

Der Abstieg zur Oder wird bisher vermittelt durch eine Schleusentreppe, bestehend aus drei Schleusen, deren Gefälle für die beiden oberen je rd. 4,15 m, für die untere je nach dem Wasserstand der Oder 0,77 bis 5,98 m beträgt. Anschließend an die Schleusentreppe erreicht der Kanal in einem starken Bogen die Oder, in die er unmittelbar unterhalb der Stadt Fürstenberg einmündet.

Diese Mündung wird zur Verbesserung der Schifffahrtverhältnisse weiter stromauf an eine günstigere Stelle gelegt, wo sie weniger der Versandung ausgesetzt ist.

Der bisherige Schleusenabstieg zur Oder wird ergänzt durch einen kürzeren rd. 3 km langen Umgehungskanal, in dem die neu erbaute Zwillingsschachtschleuse liegt, die das ganze bei NNW der Oder bis zu 14,28 m betragende Gefälle in einem einzigen Hub überwindet. Im neuen Umgehungskanal oberhalb der Schachtschleuse liegt eine Hafenanlage der Stadt Fürstenberg, die besonders dem Umschlagverkehr dienen soll. Anschließend ist ein Nadelwehr erbaut, durch das im Bedarfsfall der ganze obere Vorhafen abgesperrt und trockengelegt werden kann.

Über das Unterhaupt der Schachtschleuse ist eine Chausseebrücke geführt, während kurz unterhalb des Abstiegbauwerks als selbständiges Bauwerk eine Eisenbahnbrücke von 80 m Spannweite für die zweigleisige Berlin-Breslauer Eisenbahn liegt. (Abb. 3 zeigt das Modell der Gesamtanlage.)

Das wichtigste und bedeutendste Bauwerk unter den genannten Neubauten bei Fürstenberg ist die Zwillingsschachtschleuse<sup>11)</sup>. Diese besteht,

Im allgemeinen steht immer die eine Kammer auf Oberwasser, die andere auf Unterwasser, so daß nach Einfahren der Schiffe gleichzeitig mit der einen Schleuse herauf-, mit der anderen heruntergeschleust wird. Beim Schleusen wird zuerst der Wasserspiegel in beiden Kammern durch Verbindungskanäle ausgeglichen, dann wird die eine Kammer nach dem Unterwasser entleert, die andere vom Oberwasser gefüllt. Es werden dabei 50% des Schleusungswassers von zwei einfachen Kammerschleusen gespart.

Als Schleusentore sind am Unterhaupt Hubtore mit den dafür erforderlichen Aufbauten, am Oberhaupt Klapptore vorgesehen. Während die maschinellen Anlagen und die Zentralsteueranlage am Unterhaupt in den Aufbauten Platz finden, sind die für die Maschinen erforderlichen Räume am Oberhaupt versenkt angeordnet, so daß die Übersicht hier durch keinerlei Aufbauten behindert wird.

Das Füllen der Schleusen vom Oberwasser geschieht durch Glockenzylinderschütze mit Mittelführung, die beiderseits der Tore angeordnet sind. Das Wasser tritt vom Dremmel aus in die Schleusen ein. Zur Entleerung der Schleusenkammern dienen Kanäle, die am Unterhaupt in der Mittelmauer liegen und durch Rollkeilschütze mit Dichtung nach dem Oberwasser verschlossen werden. Das ausströmende Wasser tritt dabei von der Mitte der ganzen Anlage aus, nachdem es noch durch besondere Einbauten verteilt ist, in den stark verbreiterten Unterhafen ein. Sowohl über den Füllungs- wie auch über den Entleerungsvorgang sind in der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Charlottenburg Versuche angestellt<sup>12)</sup>, die ein ruhiges Einströmen des Wassers in die Schleusenkammer und Ausströmen in den unteren Vorhafen erwarten lassen.

Im Oberhaupt liegen ferner die Kanäle zur Herstellung der Verbindung von Schleusenkammer zu Schleusenkammer, die gemeinsam mit den vom Oberwasser kommenden Kanälen in die Dremmelhöhlräume münden.

Die Verschlüsse für die Verbindungskanäle, die nach beiden Seiten kehren müssen, liegen in einem besonderen kellerartigen Raum in der Mittelmauer zwischen den Oberhäuptern. Es sollen zwei liegende Zylinderventile von der Firma Ardeit, Eberswalde, und zwei Walzenschieber von der Firma Freund-Starke-Hoffmann A.-G., Berlin-Charlottenburg, verwendet werden.

Den Bedürfnissen der Schifffahrtreibenden ist bei der Ausrüstung der Schleuse unter Berücksichtigung der Wünsche der Interessenten in weitgehender Weise Rechnung getragen. Leitern, Poller und Haltekreuze

<sup>10)</sup> „Die Bautechnik“ 1927, Heft 43 u. 45. — <sup>11)</sup> Ebenda 1927, Heft 15, S. 233.

<sup>12)</sup> Vergl. „Die Bautechnik“ 1926, Heft 9, S. 110.

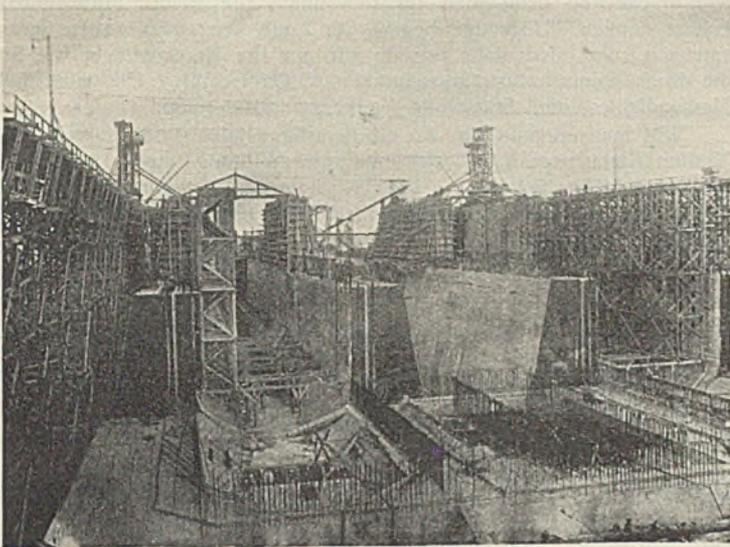


Abb. 4. Schleuse Fürstenberg während der Bauausführung.

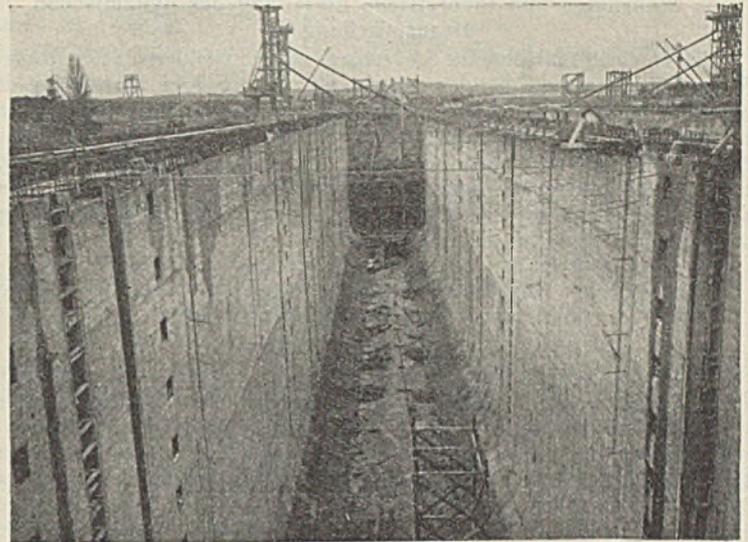


Abb. 5. Schleuse Fürstenberg, Blick in eine Kammer.

sind zahlreich vorhanden, besondere Erwähnung verdient die Anordnung von Schwimmpollern, d. h. solchen Festmachevorrichtungen, die sich mit dem Schiff herauf und herunter bewegen, wie sie bei anderen Schleusen bisher noch nicht ausgeführt sind.

Für das Hereinziehen und Herausschleppen der Schiffe wird eine neuartige Seilzugvorrichtung ausgeführt, die in der Herstellung und im Betrieb erheblich billiger ist als Schleppwagen.

Schließlich soll noch erwähnt werden, daß alle wagerechten und lotrechten Ecken und Kanten, sowie die Scheuerleisten bei diesem Bauwerk zum ersten Male durch Eisen, bestehend aus hochwertigem Grauguß von der Firma Ardelt, Eberswalde, geschützt sind, wodurch gegen die bisher übliche Ausführung in Stahlguß erhebliche Ersparnisse erzielt wurden. (Abb. 4 u. 5 zeigen zwei Aufnahmen während der Bauausführung.)

Mit den Arbeiten für die Erbauung des zweiten

Schleusenabstiegs bei Fürstenberg-Oder wurde Anfang Februar 1919, also unmittelbar nach Beendigung des Krieges begonnen. Die Zwillingsschachtschleuse, für die die Betonarbeiten im Oktober 1925 begannen, wurde im Frühjahr 1927 im Rohbau fertig, zurzeit wird noch an den Aufbauten und den maschinellen Anlagen sowie an der Hinterfüllung und den unmittelbar an die Schleuse anschließenden Teilen des oberen und unteren Vorhafens gearbeitet. Diese Arbeiten werden bis zum Juni nächsten Jahres beendet sein, so daß im Sommer 1928 die Schifffahrt den neuen Schleusenabstieg benutzen kann.

An der Mündung des Hohenzollern-Kanals bei Niederfinow wird in ähnlicher Weise wie bei Fürstenberg für den Oder-Spree-Kanal ein zweites Abstiegsbauwerk in Gestalt eines Hebewerks<sup>13)</sup> mit 36 m Hubhöhe ausgeführt, da auch hier die vorhandenen vier hintereinander liegenden Schleusen nicht mehr die erforderliche Sicherheit für den Schiffsverkehr Berlin—Stettin boten. Für dieses Bauwerk nebst Anschlußbrücke zum Oberhafen wurden die Entwürfe fertig-

gestellt, deren Kostenanschlag mit einer Gesamtsumme von 23,7 Mill. R.-M. abschließt, und die Ausschreibung eingeleitet.

Die Arbeiten für den oberen Vorhafen sind so gefördert worden, daß das Sicherheitstor und der Oberhafen bis zum westlichen Widerlager der Kanalbrücke annähernd fertiggestellt sind, so daß die Verbindung mit dem Hohenzollern-Kanal demnächst ausgeführt werden und dann der obere Vorhafen für die Heranbringung von Baustoffen für die Ausführung des Hebewerks ausgenutzt werden kann.

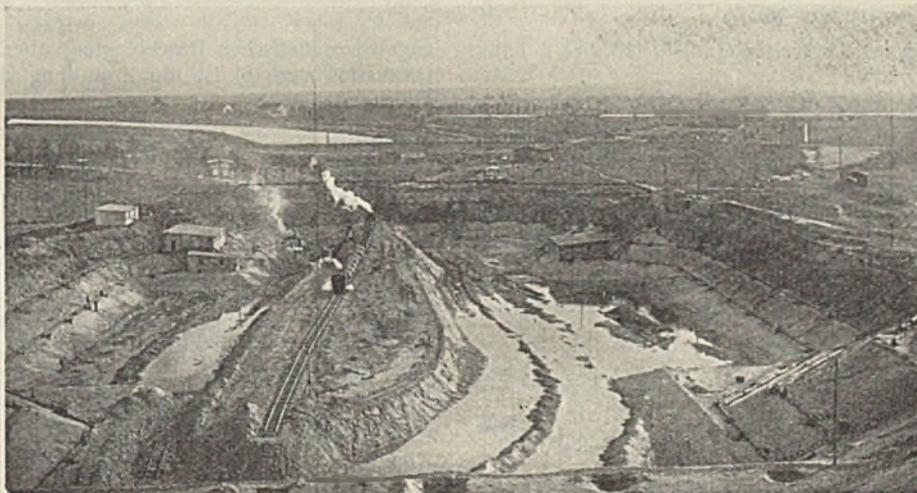


Abb. 6. Hebewerk Niederfinow, Blick auf die Baustelle.

Der untere Vorhafen ist bereits seit längerer Zeit fertig. Auch ist die Baugrube für das eigentliche Hebewerk unter Absenkung des Grundwassers bis zu der Tiefe ausgehoben, von der aus die vorgesehene Druckluftgründung angesetzt werden soll. (Abb. 6 gibt einen Blick auf die Baustelle des Hebewerks wieder vom November 1927.)

(Schluß folgt.)

<sup>13)</sup> „Die Bautechnik“ 1927, Heft 23 u. 32.

## Stoßbeanspruchungen und Schwingungen der Hauptträger statisch bestimmter Eisenbahnbrücken.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Prof. Dr. W. Hort.

Mitteilung aus dem Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung, Mechanische Abteilung.

### 1. Einleitung.

Die Frage nach den Schwingungs- und Stoßbeanspruchungen<sup>1)</sup> (zusammengefaßt: dynamische Beanspruchungen) der Brücken ist ein sehr altes Problem. Bereits 1849 befaßte sich G. G. Stokes damit in der Untersuchung: „Discussion of a Differential Equation relating to the Breaking of Railway-Bridges“.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Die nachstehenden Betrachtungen sind veranlaßt durch die Anregungen, die ich als Mitglied des Studienausschusses für Brückenmeßtechnik bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft insbesondere durch Herrn Reichsbahndirektor Dr.-Ing. ehr. Schaper erhalten habe.

<sup>2)</sup> Trans. Camb. Ph. Soc. VIII (1849), S. 707 = Math. Phys. Pap. (1883), Vol. VII, S. 178.

Damals war infolge einiger Brückenunfälle eine Kommission in Tätigkeit getreten, die durch Versuche ermittelt hatte, daß die Durchbiegungen und Beanspruchungen von Brücken oder Trägern mit der Geschwindigkeit der rollenden Last bis zu einem gewissen Betrage zunahmen und daß in einigen Fällen diese Beanspruchungen diejenigen, die sich durch ruhende Anbringung der rollenden Last in der Mitte des Trägers finden, um 100 bis 200 % überschritten. In diesen Messungen der englischen Kommission finden wir erstmalig die sogenannten Stoßzahlen vor, d. h. diejenigen Erfahrungszahlen, die heute dazu benutzt werden, aus den statischen Beanspruchungen die voraussichtlichen dynamischen durch gewisse Zuschläge zu ermitteln.

2. Stoßzahlen und theoretische Einteilung der dynamischen Beanspruchungen.

Naturgemäß enthalten die Stoßzahlen, wie sie von der alten englischen Kommission gemessen wurden, ebenso wie die heutigen Messungen, die vorgenommen werden, um die tatsächlichen Beanspruchungen der Brücken zu kontrollieren, weil die Zuggeschwindigkeiten und Zuggewichte in dauerndem Zunehmen begriffen sind, die Übereinanderlagerung sehr zahlreicher Einflüsse, die sich schwer voneinander trennen lassen. Eine gewisse Einteilung dieser Einflüsse erhält man, wenn man regelmäßige und unregelmäßige Vorgänge unterscheidet.

3. Regelmäßige Einflüsse beim Fahrvorgang mit vollkommenem Massenausgleich des Triebfahrzeuges.

a) Wirkung der Fliehkraft.

Zu den ersteren gehört in erster Linie das glatte, stoßfreie Durchfahren der Brückenbahn durch eine Zugmasse, an der, abgesehen von der Schwere, nur Kräfte angreifen, die in der Fahrtrichtung liegen. Ein derartiger Vorgang würde sich bei einem Zug mit elektrischer Lokomotive, deren Triebwerkteile vollkommenen Massenausgleich besitzen, vollziehen. Die Wirkung wird dann zunächst die sein, daß das Durchfahren des Zuges durch die infolge der Biegung sich nach oben konkav krümmende Bahn Fliehkkräfte der Masse wahrhaft, die die Durchbiegung und die Beanspruchung erhöhen.

Der rechnerischen Ermittlung dieser Wirkungen sind einige theoretische Arbeiten seit Stokes gewidmet. Insbesondere hat H. Zimmermann in einer ausführlichen Studie „Die Schwingungen eines Trägers mit bewegter Last“ die durch die Fliehkraft allein zu erwartenden Beanspruchungszuschläge ermittelt. Das praktisch wichtigste Ergebnis findet sich durch die Feststellung einer Zuschlaggröße

$$(1) \quad \epsilon_z = \frac{1}{1, \alpha - 3},$$

die die dynamische Beanspruchung nach:

$$(2) \quad \sigma_{dyn} = \sigma_{stat} (1 + \epsilon_z)$$

liefert. Die für das Endergebnis entscheidende Größe  $\alpha$  ist aber definiert durch

$$(3) \quad \alpha = \frac{3}{2} \cdot \frac{g h E}{V^2 \sigma_{stat}}$$

Sie liefert z. B. mit den Werten  $g = 981 \text{ cm/Sek.}^2$ ,  $h = 30 \text{ cm} = \text{Trägerhöhe}$ ,  $E = 2 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2 = \text{Elastizitätsmaß}$ ,  $V = 2800 \text{ cm/Sek.} = \text{Fahrgeschwindigkeit}$  (100 km/Std.),  $\sigma_{stat} = 600 \text{ kg/cm}^2$  die Zuschlaggröße  $\epsilon_z = 0,14$ .

Dagegen findet sich bei  $h = 350 \text{ cm}$ ,  $V = 1800 \text{ cm/Sek.}$  (65 km/Std.) und Beibehaltung aller übrigen Festwerte  $\epsilon_z = 0,01$ .

Das theoretische Hilfsmittel, dessen sich Zimmermann bedient, ist die totale Differentialgleichung

$$(4) \quad \frac{d^2 \eta}{d \xi^2} + \frac{\alpha \eta}{(1 - \xi^2)^2} = 1,$$

wo  $\eta$  und  $\xi$  der Ordinate und der Abszisse der von der bewegten Masse beschriebenen Bahn proportional sind (vergl. Abb. 1). Es ist das Verdienst von Zimmermann, das allgemeine Integral dieser Differentialgleichung, das G. G. Stokes unbekannt geblieben war und daher von ihm durch Reihenentwicklungen ersetzt wurde, aufgefunden zu haben.

Die oben eingeführte Zahl  $\epsilon_z$  bedarf zum Unterschiede von später einzuführenden entsprechenden Zahlen für andere dynamische Wirkungen einer kurzen Benennung. Als solche entschließen wir uns, die Bezeichnung „Zimmermann-Effekt“ zu wählen.

Der Vergleich mit dem eingangs erwähnten Meßergebnis der alten englischen Kommission kann nicht wundernehmen, weil die Messungen ja auch alle anderen Einflüsse enthalten und auch wohl Meßfehler aufweisen können, worüber noch später zu sprechen sein wird. Bei richtig angelegten Versuchen und einwandfreien Meßinstrumenten kann man die Wirkung der Fliehkraft isolieren, worüber später ein Beispiel gegeben wird.

b) Auftreten von Schwingungen.

Das Auffahren eines Zuges auf eine Brücke erzeugt aber auch Schwingungen, und zwar aus folgendem Grunde. In der Abb. 2 sei die Brücke als ein „Stab“ (Träger) vorausgesetzt. Ist die Brücke als Vollwandträger hergestellt, so ist die Zulässigkeit dieser Vorstellung ohne weiteres ersichtlich. Handelt es sich um eine statisch bestimmte Fach-

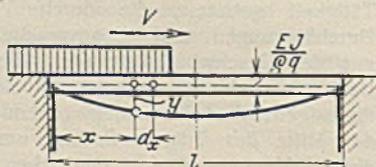


Abb. 2. Zur Theorie des Timoshenko-Effektes.

werkbrücke, so kann man sie sich durch äquivalente Vollwandbalken ersetzt denken. Über den Begriff der Äquivalenz wird weiter unten zu sprechen sein. Jedenfalls denken wir uns die Brückenträger wie Stäbe, die durch Querschnittsträgheitsmoment  $J$ , Querschnitt  $f$ , Elastizitätsmaß  $E$ , Massendichte  $\rho$  und Stützweite  $l$  gekennzeichnet seien.

Will man untersuchen, wie ein derartiger Balken, der frei von äußeren Kräften (Belastungen) sei, sich nur unter Wirkung seiner Trägheits- und Elastizitätskräfte bewegt, so schreibt man das Newtonsche Bewegungsgesetz für ein Stabelement der Länge  $dx$ : Masse mal Beschleunigung gleich Kraft hin:

$$(5) \quad \rho f dx \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = -d \left[ EJ \cdot \frac{\partial^3 y}{\partial x^3} \right].$$

Hier ist  $\rho f dx$  die Masse des Stabelements,  $\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$  seine Beschleunigung in lotrechter Richtung. Ferner ist  $M = EJ \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}$  das Moment der inneren

Kräfte,  $S = -\frac{\partial M}{\partial x} = -EJ \cdot \frac{\partial^3 y}{\partial x^3}$  die im betrachteten Querschnitt wirkende Querkraft,  $dS = -EJ \cdot \frac{\partial^4 y}{\partial x^4}$  die Differenz der Querkräfte in zwei um  $dx$  benachbarten Querschnitten. Durch Division mit  $dx$  erhält man die Differentialgleichung

$$(6) \quad \rho f \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + EJ \cdot \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = 0$$

der freien oder Eigenschwingungen des Stabes. Diese ist genau untersucht, auch für den Fall, daß eine zeitlich konstante Last  $p = f(x)$  für die Längeneinheit auf dem Träger aufruft. Dann ist die obige Differentialgleichung zu ersetzen durch:

$$(7) \quad \rho f \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + EJ \cdot \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = f(x),$$

und die Eigenschwingung lagert sich lediglich der durch

$$(8) \quad EJ \cdot \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = f(x)$$

gegebenen statischen Durchbiegung über. Das wesentliche Ergebnis der Diskussion von (6) ist die Ermittlung der Grundschwingungsdauer der Brücke:

$$(8a) \quad n = \frac{\pi}{2 l^2} \sqrt{\frac{EJ}{\rho f}}$$

Hierbei ist anzumerken, daß das Produkt  $\rho f$  nichts anderes ist, als die auf die Längeneinheit bezogene Systemmasse, für die auch  $p : g$  geschrieben werden kann, wo  $p$  nunmehr das Gewicht für die Längeneinheit bedeutet.

Handelt es sich nun darum, daß, wie in der Abb. 2 angedeutet, ein Lastenzug mit der Geschwindigkeit  $V$  auf die Brücke auffährt, so kann man nicht mehr von Eigenschwingungen allein reden, sondern man hat auch die erzwungenen Schwingungen zu berücksichtigen, die im allgemeinen dadurch gegeben sind, daß auf der rechten Seite der Differentialgleichung (6) Zeitfunktionen auftreten, also im einfachsten Fall:

$$(9) \quad \rho f \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + EJ \cdot \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = \eta(t).$$

Die Funktion  $\eta(t)$  ist aber im Falle des auffahrenden Zuges nicht in geschlossener Form zu schreiben, sondern sie ist zu definieren wie folgt:

$$(10) \quad \begin{cases} \eta(\xi) = p : 0 \leq \xi \leq x \\ \eta(\xi) = 0 : x \leq \xi \leq l \\ \xi = Vt, \end{cases}$$

wo  $p$  das Gewicht des auffahrenden Zuges je Längeneinheit bedeutet<sup>1)</sup> Führt man nach diesem Ansatz die Rechnung durch, so findet sich, daß

$$(11) \quad \sigma_{dyn} = \sigma_{stat} \cdot \frac{1}{1 - z^2}$$

ist, wo  $z$  definiert ist durch

$$(12) \quad z = \frac{V}{2ln};$$

schreibt man

$$(13) \quad z = \frac{1}{n} \cdot \frac{2l}{V} = \frac{T_s}{2T_F},$$

so erkennt man den halben Quotienten der Brückenschwingungszeit  $T_s$  und der Brückendurchfahrzeit

$$(14) \quad T_F = \frac{l}{V}.$$

Nach demselben Verfahren läßt sich der Fall behandeln, daß eine Einzelast über die Brücke fährt. Dann wird deren höchste dynamische Beanspruchungswirkung sich im Verhältnis zur statischen berechnen nach:

$$(15) \quad \sigma_{dyn} = \sigma_{stat} \cdot \left( \frac{1}{1 - z^2} + \frac{8}{\pi^2} \cdot z \right).$$

<sup>1)</sup> Eine Behandlung dieses und der folgenden Probleme findet man bei St. Timoshenko, Erzwungene Schwingungen prismatischer Stäbe. Z. f. Math. u. Phys., Bd. 59 (1911), S. 163 u. f.

Hiernach wird man auch vorgehen müssen, wenn eine Lokomotive über eine längere Brücke fährt. Betrachten wir eine Brücke von 35 m Länge und einer Schwingungszahl  $n = \frac{\pi}{2 l^2} \sqrt{\frac{EJ}{\rho J}} = 4,3$  i. d. Sek., auf die eine Lokomotive mit der Geschwindigkeit von 65 km/Std. auffährt, so finden sich  $z = 0,06$  und

$$(16) \quad \sigma_{dyn} = \sigma_{stat} (1 + 0,048).$$

Der dynamische Zuschlag beträgt demnach etwa 5% der statischen Beanspruchung.

Die soeben ermittelten Verstärkungszahlen verwandeln wir in die Zuschlagzahlen

$$(17) \quad \epsilon_{T_1} = \frac{1}{1 - z^2} - 1 = \frac{z^2}{1 - z^2}$$

und

$$(18) \quad \epsilon_{T_2} = \frac{1}{1 - z^2} + \frac{8}{\pi^2} \cdot z - 1 = \frac{z^2}{1 - z^2} + \frac{8}{\pi^2} \cdot z.$$

Für diese führen wir die Benennung „Timoshenko-Effekt“ ein, zur Kennzeichnung des Umstandes, daß der Genannte zuerst die Schwingungen, die beim diskontinuierlichen Überfahren eines Balkens entstehen, als erzwungene Schwingungen erkannt hat.  $\epsilon_{T_1}$  gilt für das Fahren eines Lastenzuges,  $\epsilon_{T_2}$  für eine Einzellast.

Würde man eine 100 m lange Brücke mit 100 km Std. Geschwindigkeit durchfahren, so wird  $z = 0,36$  (die Schwingungszahl einer so langen Brücke kann man — vergl. unten — zu 1,4 Hertz<sup>3)</sup> veranschlagen), wodurch sich der dynamische Faktor

$$(19) \quad \frac{1}{1 - z^2} + \frac{8}{\pi^2} \cdot z = 1,15 + 0,29 = 1,44$$

berechnet. Der Beanspruchungszuschlag, d. h. der Timoshenko-Effekt, ist also auf  $\epsilon_{T_2} = 0,44 = 44\%$  gestiegen.

Bei der obigen Behandlung der Ansätze 11 und 15 ist noch nicht berücksichtigt, daß durch das Auffahren eines Zuges sich die Masse und damit die Schwingungszeit des schwingenden Systems: Brücke + Zug ändert. Diesem Umstande trägt man am besten dadurch Rechnung, daß man in dem Ausdruck für  $z$  statt der Schwingungszeit  $T_s$  der unbefahrenen Brücke den Wert:

$$\frac{1}{2} (T_s + T_z)$$

einführt, wo  $T_z$  die Schwingungszahl der Brücke bedeutet, die ihrer ganzen Länge nach mit einem Zuge besetzt ist. Wir werden später sehen, wie sich  $T_z$  aus  $T_s$  berechnen läßt.

#### 4. Schwingungen der Brücken infolge der Massenwirkung nicht ausgeglichener Lokomotivtriebwerke.

Setzen wir voraus, daß die dynamischen Wirkungen der Triebwerkteile in lotrechter Richtung nicht vollkommen ausgeglichen sind, was bei allen Dampflokomotiven der Fall ist, so haben wir mit periodisch veränderlichen Achsdrücken der Lokomotive zu rechnen, deren Angriffspunkte sich über die Fahrbahn bewegen. Den veränderlichen Anteil der Achsdrücke bezeichnen wir mit  $f \cos \omega t$ , wo  $\omega$  die Winkelgeschwindigkeit der Triebräderdrehung

$$\omega = \frac{V}{R}$$

mit  $R$  = Triebradhalbmesser bedeutet. Der Wert von  $f$  findet sich aber zu:

$$(20) \quad f = m \cdot \frac{V^2}{R^2} \cdot r^2,$$

wo  $m$  die Masse eines Gegengewichts,  $r$  den Halbmesser seines Schwerpunktes bedeutet. Infolge der Versetzung der Kurbeln wird die Achsdruckschwankung einer Achse  $= f \sqrt{2}$  und der ganze resultierende veränderliche Achsdruck einer Lokomotive von  $j$  Triebachsen:

$$(21) \quad F = j \sqrt{2} m \cdot \frac{V^2}{R^2} \cdot r \cos \omega t = f_j \cos \omega t.$$

Um nun die Wanderung von  $F$  längs der Brücke zu berücksichtigen, ist  $F$  noch mit einer Zeitfunktion zu multiplizieren, die sich im allgemeinen als Fouriersche Reihe des einzelnen Termes

$$\sin i \pi \frac{t}{T_F}$$

darstellt.  $F$  wird so im allgemeinen von der Form sein

$$(22) \quad F = f_j \cos \omega t \cdot \sin i \pi \frac{t}{T_F},$$

also zeitlich abhängig von der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  der Triebradrotation und der Durchfahrzeit  $T_F$  der Brücke.<sup>4)</sup>

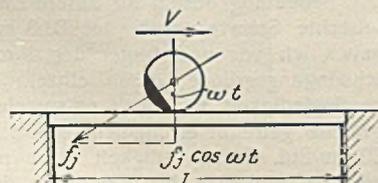


Abb. 3.

Zur Theorie des Räder-Effektes.

Außer diesen beiden durch die Lokomotivbewegung gegebenen Größen ist für die Lösung noch die Brückenschwingungszeit  $T_s$  von Wichtigkeit, die in den endgültigen Ausdruck für die dynamische Durchbiegung unter Vermittlung der Verhältniszahlen

$$(23) \quad z = \frac{T_s}{2 T_F} \quad \text{und} \quad \zeta = \frac{T_s}{2 \pi: \omega}$$

eingeht.

Hier kann aber

$$\frac{2 \pi}{\omega} = T_R$$

gleich der Umdrehungszeit der Triebräder gesetzt werden, wodurch sich findet

$$(24) \quad \zeta = \frac{T_s}{T_R}.$$

Mit diesen Festsetzungen stellt sich die Timoshenkosche Lösung des Problems dar durch:

$$(25) \quad y = \frac{f_j l^3}{EJ \pi^4} \sum_{i=1}^{\infty} \left\{ \frac{\sin \left( \frac{i \pi}{T_F} + \omega \right) t}{i^4 - (\zeta + i z)^2} + \frac{\sin \left( \frac{i \pi}{T_F} - \omega \right) t}{i^4 - (\zeta - i z)^2} \right. \\ \left. + \frac{z}{i} \left[ \frac{1}{(i z)^2 - (i - \zeta)^2} + \frac{1}{(i z)^2 - (i + \zeta)^2} \right] \sin \frac{2 \pi i t}{T_s} \right\}.$$

Bei dieser verwickelten Lösung ist vor allem die Diskussion des Falles der Resonanz wichtig, die mit  $\zeta = 1$  und somit  $T_R = T_s$  eintritt. Das Ergebnis dieser Spezialisierung ist, daß im Falle der Resonanz die Biegebungsbeanspruchung einer Brücke auf das  $\frac{0,25 \pi}{z}$  fache der durch den

Größtwert  $f_j$  des veränderlichen Achsdruckanteils verursachten statischen Beanspruchung steigen kann. Bei der unter Ziffer 3b betrachteten 35-m-Brücke war  $z = 0,06$ . Dies würde eine dynamische Beanspruchungssteigerung auf etwa das 13fache bedeuten. Bezieht man aber den Größtwert  $f_j$  des variablen Achsdruckanteils auf das Lokomotivgewicht  $G$ , so findet sich praktisch

$$(26) \quad G \approx 10 f_j \text{ bis } 12 f_j,$$

wodurch sich ein auf das Lokomotivgewicht bezogener dynamischer Spannungszuwachs von etwa 100% ergeben würde. Dieser hohe Wert darf nicht überraschen; in Wirklichkeit wird nämlich der dynamische Zuschlag, der der Resonanz zu verdanken ist, durch die bisher noch nicht berücksichtigte Dämpfung der Brücke herabgesetzt. Und ferner ist zu bedenken, daß er sich auf das Lokomotivgewicht allein bezieht, während die statische Beanspruchung bei einigermaßen langen Brücken von dem Gewicht  $G$  der Lokomotive und dem Gewicht  $W$  einer gewissen Anzahl Wagen herrührt.

Die oben ermittelte Verstärkungszahl  $\frac{0,25 \pi}{z}$  ersetzen wir durch die Zuschlagzahl, die wir als Rad-Effekt bezeichnen und kurz schreiben

$$(27) \quad \epsilon_R = \frac{0,25 \pi}{z} - 1 = \frac{0,25 \pi - z}{z}.$$

#### 5. Zusammenstellung der zahlenmäßigen dynamischen Zuschlaggrößen.

Die oben behandelte 35-m-Brücke, die von einer Güterzuglokomotive von 65 km Std. Geschwindigkeit befahren wurde, liefert folgende Höchstanteile dynamischer Zuschläge:

- a) infolge der Biegungskrümmung der Brücke: Zimmermann-Effekt  $\epsilon_Z = 0,01$ ,
- b) infolge von Schwingungen durch das Auffahren des Zuges: Timoshenko-Effekt  $\epsilon_{T_2} = 0,05$ ,
- c) infolge der veränderlichen Triebachsdrücke bei Resonanz: Triebrad-Effekt  $\epsilon_R = 1,00$ .

Zusammen: Dynamischer Effekt  $\epsilon_D = 1,06$ .

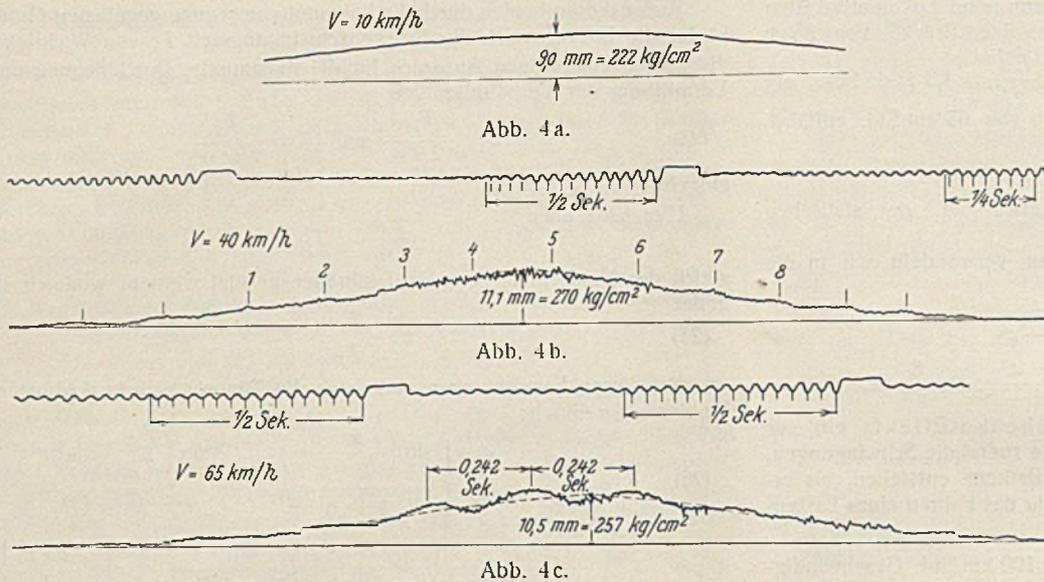
Gegenüber diesem sehr hohen dynamischen Zuschlag von 106% ist daran zu erinnern, daß er durch die Voraussetzung ungedämpfter Resonanz entstanden ist. Sobald der über die Brücke fahrende Zug die Resonanz vermeidet, muß sich ein wesentlich geringerer Betrag ergeben. Immerhin dürfte dieses Rechnungsergebnis mit den durch die eingangs erwähnte englische Kommission als möglich erwiesenen hohen dynamischen Steigerungen auf das 2- bis 3fache der statischen Beanspruchung im Einklang stehen.

#### 6. Unregelmäßige dynamische oder Stoßbeanspruchungen.

Gegenüber den in den Abschnitten 3 und 4 behandelten dynamischen Vorgängen, die einer theoretischen Analyse zugänglich sind, stellen wir die Stoßwirkungen, deren Entstehungsbedingungen sich nur schwer in mathematische Form bringen lassen und bei denen man auf die allgemeine physikalische Diskussion und auf Messungen angewiesen ist. Diese Stoßwirkungen machen sich in den Brückenspannungsdiagrammen nach Abb. 4

<sup>3)</sup> 1 Hertz = 1 Schwingung in der Sekunde.

<sup>4)</sup> Wegen näherer Begründung dieser Darstellungsweise ist auf die oben angezogene Untersuchung von St. Timoshenko zu verweisen.



Spannungsdiagramme von der Mitte des Untergurtes der 35 m langen Brücke über den Ruppiner Kanal bei Oranienburg. Fahrten mit einer Lok. Pt 4616 (Gewicht = 97 600 kg) bei 10 (4a), 40 (4b), 65 (4c) km/Std. Geschwindigkeit. Meßinstrument: Spannungsmesser Dr. Geiger älterer Konstruktion.

bemerkbar in den kurzzeitigen Überlagerungen der den Verlauf der Hauptbeanspruchungen darstellenden Schaulinien. Abb. 4a stellt den Spannungsverlauf im Mittelfelde des Untergurtes der mehrfach erwähnten 35-m-Brücke dar, während die Fahrbahn von einer Güterzuglokomotive Pt 4616 (Gewicht 97,6 t) mit der Geschwindigkeit  $V = 10$  km/Std. durchfahren wurde. Die Höchstspannung findet sich =  $222 \text{ kg/cm}^2$ ; der Gesamtverlauf ist ein ganz gleichmäßiger; irgendwelche Stoßwirkungen sind nicht zu sehen. Abb. 4b zeigt den Fahrvorgang mit einer Geschwindigkeit von  $V = 40$  km/Std. Hier ist die Hauptbeanspruchungslinie, deren Höchstwert einer Spannung

Radkränzen an die Schienen (im Zickzackkurs) anlaufen. Alle diese Wirkungen müssen sich, indem stets nur begrenzte Bezirke der Konstruktion (Längsträger, Querträger, Hauptträger) mit höheren Eigenschwingungszahlen getroffen werden, zu den Spannungsmeßstellen fortpflanzen.

Derartige Sekundärwirkungen der Fahrzeugbewegung werden überall da allein beobachtet, wo Gelegenheit zu den regelmäßigen Wirkungen, d. h. den Schwingungen des beiderseitig unterstützten Balkens fehlt. Ein solcher Fall liegt am reinsten vor bei der Bewegung der Straßenbahnwagen auf Schienen, die vollkommen im Erdboden eingebettet sind. Die Abb. 5a, b, c geben die Erschütterungen des Erdbodens beim Fahren eines vierachsigen Straßenbahnwagens (zwei Drehgestelle) über eine Schienenkreuzung wieder, die mit Seismometern nach den drei Komponenten in 25 m senkrechtem Abstand von der Straßenbahngleisachse gemessen wurden.<sup>7)</sup>

In dem Diagramm 5a treten die vier Vertikalschwingungsgruppen deutlich hervor, die die vier Räder des Straßenbahnwagens beim Fahren über die Kreuzung hervorrufen. Zum Vergleich mit der Fahrzeugbewegung über eine Brücke ist das Diagramm 5b wichtig, das beweist, daß auch beträchtliche Wirkungen parallel zur Fahrtrichtung vorhanden sein können. Wichtig ist schließlich auch die Periode aller dieser Schwingungen, die unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit zu  $1/30$  Sek. gefunden wurde, also größenordnungsgleich mit der Periode der Stoßschwingungen bei der Brücke und entsprechend der niedrigeren Schallgeschwindigkeit des Erdbodens gegenüber der Eisenschallgeschwindigkeit wesentlich länger als diese.

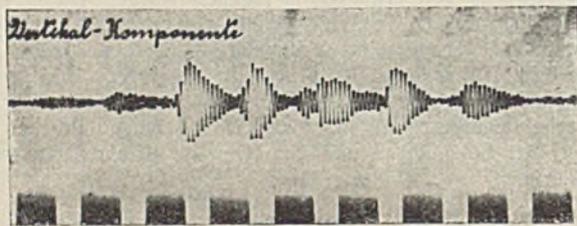


Abb. 5a.

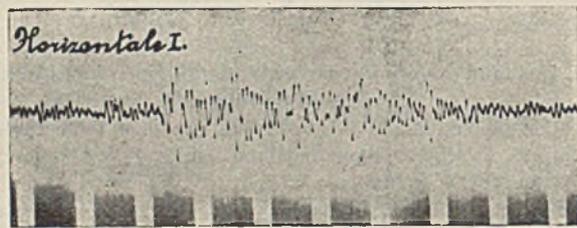


Abb. 5b.

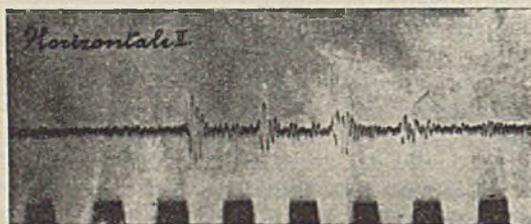


Abb. 5c.

Erdbebenerschütterungen durch einen Straßenbahnwagen. Die schwarzen Marken bedeuten die Zeitintervalle = 0,5 Sek.

von  $270 \text{ kg/cm}^2$  entspricht, von zahlreichen sehr raschen Schwingungen überlagert, deren Dauer man dadurch abschätzen kann, daß man die Schwingungen in einem der durch die Ziffern 1, 2, 3 . . . begrenzten Intervall, die je etwa einer Zeit =  $1/4$  Sek. entsprechen, auszählt. Die Dauer der einzelnen raschen Schwingung findet sich dann zu etwa  $1/80$

bis  $1/60$  Sek. Bei Abb. 4c, die einer Fahrgeschwindigkeit  $V = 65$  km/Std. entspricht, findet sich für die raschen Schwingungen ungefähr dieselbe Dauer.

Die kurze Schwingungsdauer gibt zunächst negativ den Hinweis, daß diese raschen Spannungsänderungen keinesfalls etwas mit der langsamen Hauptschwingung der Brücke zu tun haben. Sie können auch nicht durch die Fahrzeugbewegung an sich erregt werden; denn durch diese können nur Schwingungen von der Periode der Brückendurchfahrzeit oder der Triebradumdrehungszeit verursacht werden; diese Perioden sind aber rd. 160 mal bzw. 20 mal größer. Offenbar handelt es sich um Eigenschwingungen in begrenzten Bezirken der eisernen Konstruktion, die durch Stöße der Fahrzeugbewegung ausgelöst werden.

Diese Stöße sind unregelmäßige Sekundärerscheinungen des Fahrvorgangs, hervorgerufen durch die Abweichungen der Schienenoberkante von der glatten geraden Linie, der die Schienen berührenden Radbegrenzung von der strengen Kreisform und der Abweichung der Fahrzeugbewegung vom geraden Kurs; die einzelnen Fahrzeuge können, wie man weiß, mit den

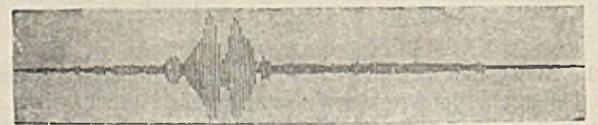


Abb. 6. Vor- und Nachläufer der Hauptstoßerschütterungen eines Straßenbahnwagens bei 33,3 km/Std. Geschwindigkeit.

Bedeutung besitzt für unsere Zwecke auch das Diagramm Abb. 6, das lotrechte Schwingungen bei 33,3 km/Std. Geschwindigkeit zeigt. Hier haben wir vor und hinter der durch die Kreuzung ausgelösten Hauptschwingungsgruppe, deren einzelne Elemente infolge der hohen Fahrgeschwindigkeit nur noch entsprechend der Aufeinanderfolge der Drehgestelle getrennt erscheinen, schwächere Schwingungszüge, die bei etwa 30 km/Std. Geschwindigkeit ganz plötzlich aufzutreten beginnen. Wir erinnern uns hier des Vergleichs der Abb. 4a und 4b, von denen die erstere ganz stoßfrei verläuft, während bei 4b (40 km/Std.) die Stoßschwingungen schon voll ausgebildet sind. Es wäre bei späteren Versuchen zu ergründen, ob auch bei den Eisenbahnbrücken die Stoßschwingungen den Charakter des plötzlichen Einsatzes bei einer bestimmten kritischen Geschwindigkeit haben. (Fortsetzung folgt.)

<sup>7)</sup> Ich verdanke diese Diagramme der liebenswürdigen Zustimmung des Herrn Dr. W. Schneider, Potsdam, der demnächst in der Z. f. techn. Phys. 1928, Heft 1, über eine Untersuchung der Bodenerschütterungen durch Straßenbahnwagen berichten wird.

## Der Bau des Fußgängertunnels unter der Spree in Berlin-Friedrichshagen.

Von Dipl.-Ing. La Baume, Magistratsbaurat.

(Fortsetzung aus Heft 1.)

Alle Rechte vorbehalten.

Der Senkkasten besteht aus Eisenbeton mit profilierter Schneide, die durch eine aus I-Trägern gebildete Querverbindung besonders gesichert ist (Abb. 7). Der Tunnelquerschnitt (Abb. 8), ebenfalls in Eisenbetonkonstruktion, hat durchgehend etwa 45 cm Wandstärke und ist mit Rücksicht auf etwaige gegenseitige Versetzungen der beiden Tunnelhälften in Strommitte in den Lichtmaßen mit einem Spielraum von 20 cm in der

zwei Stützen zu tragen bzw. über 12,5 m auszukragen. Diese Längsbewehrung, die bei den meisten Tunneln fehlt, hatte zunächst den Zweck, den Tunnel gegen Durchbrechen beim Absenkungsvorgang zu sichern, sie bildet aber auch im fertigen Zustande eine gute Sicherung gegen ver-

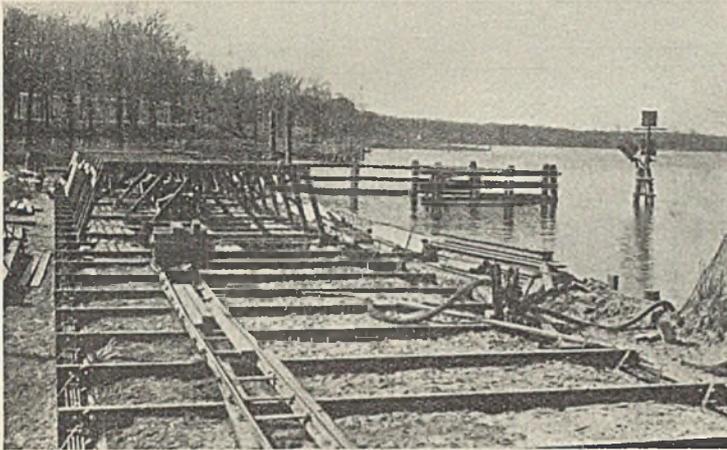


Abb. 7. Schneide und Traversen des Bauabschnitts I.

M.W. + 32,32

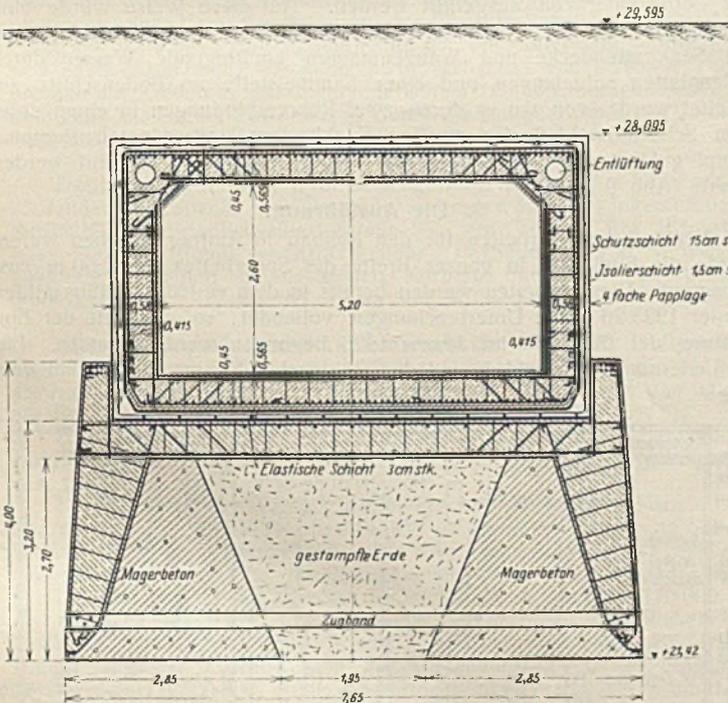


Abb. 8. Normaler Querschnitt.

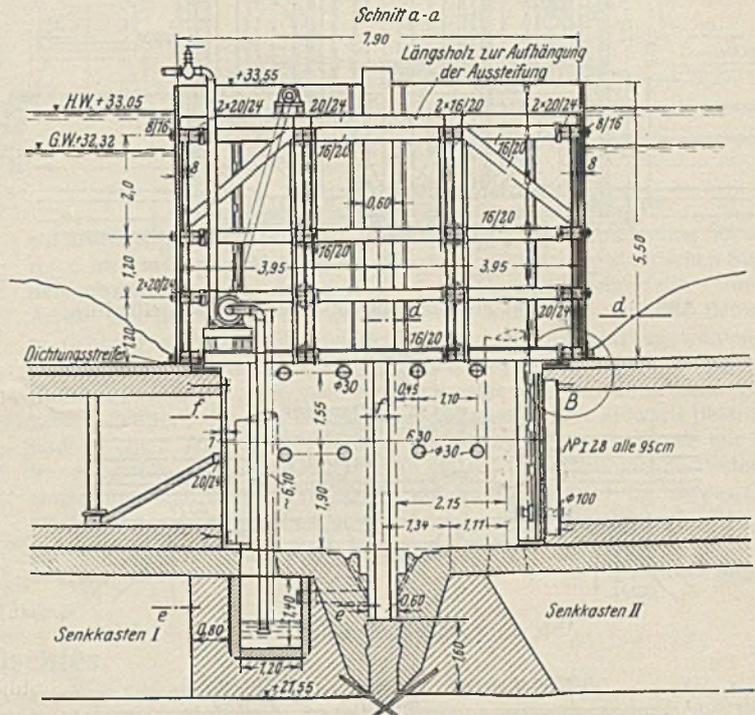


Abb. 9. Längsschnitt durch die Baugrube des Bauabschnitts III.

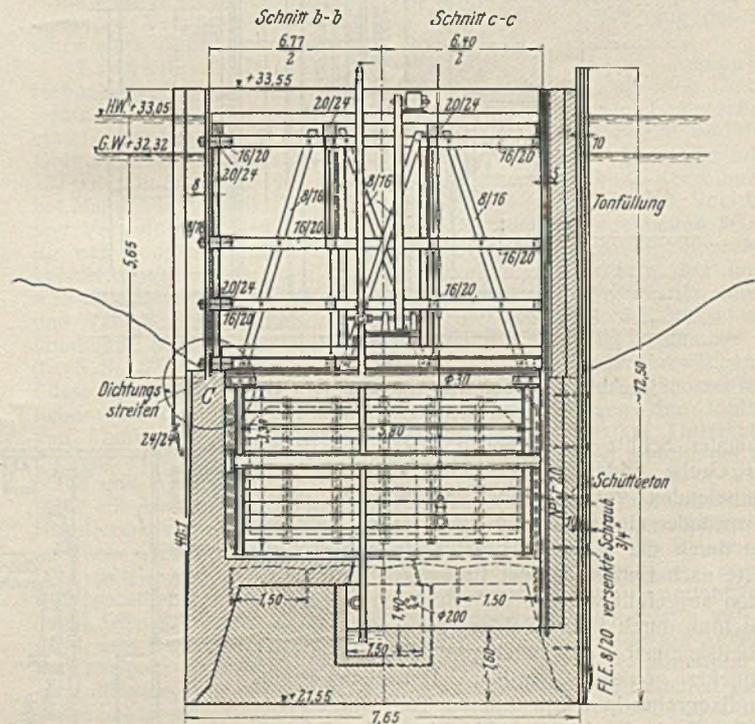


Abb. 10. Querschnitt durch die Baugrube des Bauabschnitts III.

Wagerechten und 10 cm in der Senkrechten ausgestattet, so daß seine lichte Öffnung im Rohbau 5,20 × 2,60 m beträgt. Die den Tunnel umgebende Dichtung besteht aus vier Lagen asphaltgetränkter Wollfilzplatte ohne jede Besandung. Die Dichtung wurde derartig verlegt, daß zwei aufeinanderliegende Schichten beiderseits mit reinem Asphalt gestrichen wurden, wodurch ein bedeutend besseres Anhaften der einzelnen Lagen erzielt wurde. Der äußere Schutz der Dichtung wurde erzielt durch eine in der Decke 12 cm, im übrigen 15 cm starke Betonschutzschicht, die mit Rücksicht auf den Absenkungsvorgang ringförmig bewehrt werden mußte. Sowohl der Senkkasten wie der Tunnelschlauch besitzen Längsbewehrung, letzterer derart, daß er in der Lage ist, sich über 25 m als Balken auf

schiedenartige Setzungen, weshalb sie durch das Mittelstück des dritten Bauabschnitts hindurchgeführt wurde, wo verschiedene Setzungen der beiden zeitlich getrennt abgesenkten Senkkasten am ehesten zu befürchten waren.

Die interessanteste Aufgabe war der Entwurf für den Bauvorgang der Verbindung beider abgesenkten Teile unter Wasser. Das Charakteristische dieses Bauabschnitts ist die Herstellung einer offenen Baugrube ohne Grundwasserabsenkung, deren Konstruktion in ihrem unteren Teil aus Eisenbeton, oberhalb der Tunneldecke aus hölzernen Spundwänden bestand, die während des Absenkungsvorganges aufgesetzt wurden. Die Baugrube war so eingerichtet, daß nach der Absenkung nur noch ein

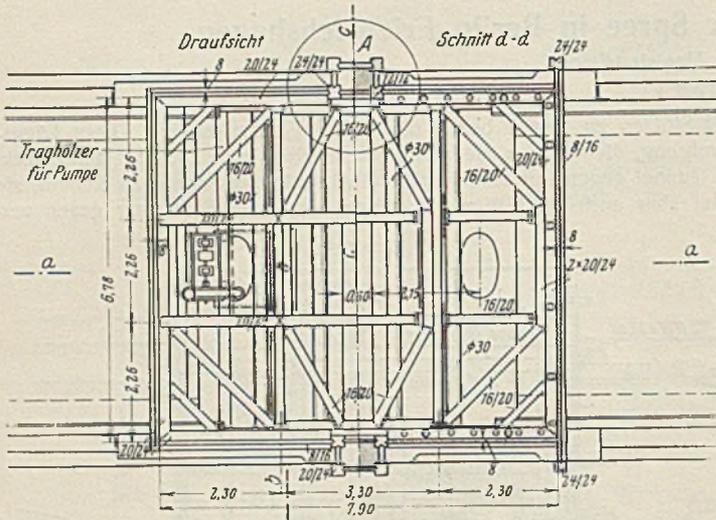


Abb. 11. Aufsicht auf die Baugrube des Bauabschnitts III.

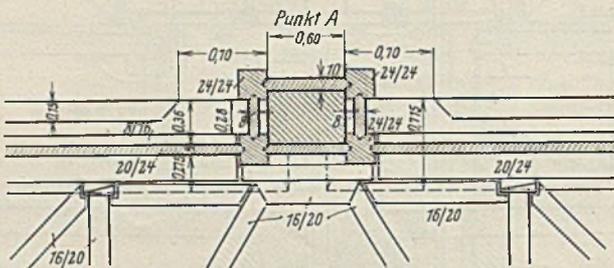


Abb. 13. Einzelheiten der Abb. 11.

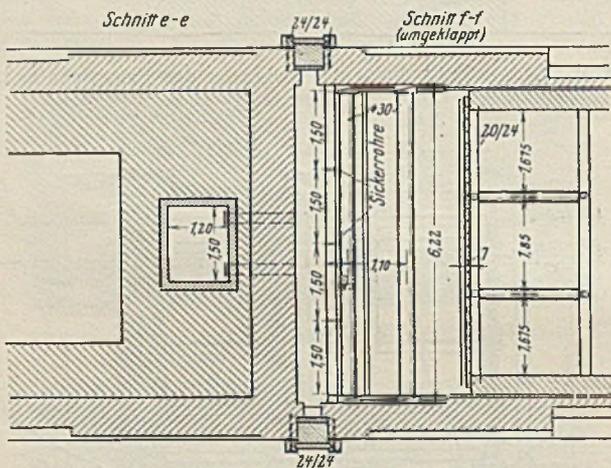


Abb. 12. Schnitt e-e und f-f der Abb. 9.

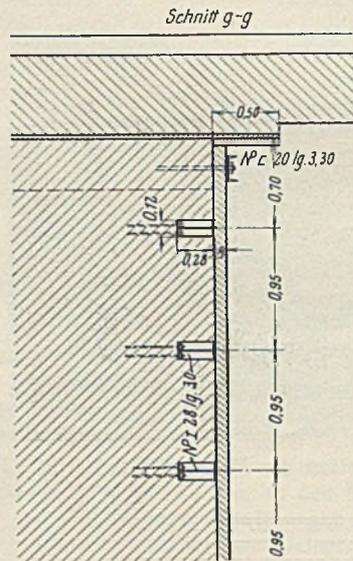
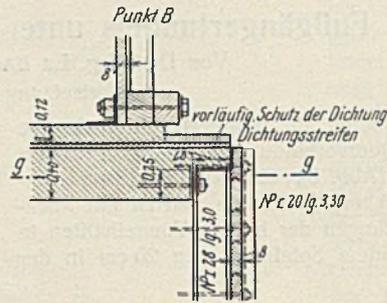


Abb. 14. Ansatz der Stülpwand auf die Tunneldecke.

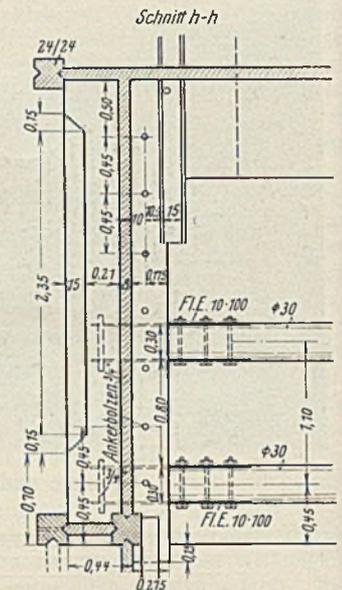
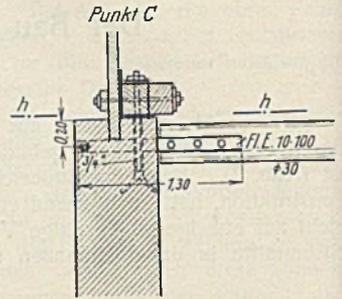


Abb. 15. Ansatz der Stülpwand auf die Wangenmauer.

geschlossen zu werden brauchte. Zur Sicherheit konnte der Seitenschlitz mit Beton oder Ton ausgefüllt werden. Auf diese Weise wurde eine allseitig geschlossene Baugrube geschaffen, in der das durch den Beton der Senkkastendecke und Wangenmauern eindringende Wasser durch Rillenplatten aufgefangen und einer Sammelstelle im Bodenschlitz zugeleitet wurde, von wo es durch zwei Rohrverbindungen in einen unter dem Schachtdurchlaß des zweiten Senkkastens angeordneten Pumpensumpf geführt und von dort durch eine Kreiselpumpe entfernt werden konnte (Abb. 9 bis 15).

### 3. Die Ausführung.

Noch ehe die Arbeiten für den Rohbau in Auftrag gegeben waren, wurde die Flußsohle in ganzer Breite des Spreebettes auf 2,50 m ausgebagert. Diese Arbeiten wurden bereits in dem verhältnismäßig milden Winter 1925/26 ohne Unterbrechungen vollendet, so daß mit der Einrichtung der Baustelle im Januar 1926 begonnen werden konnte. Für die Lieferung der Druckluft und des elektrischen Stromes wurde auf dem

schmalen Schlitz zu schließen war. Den Boden der Grube bildeten die wasserseitig über die Tunnelenden vorspringenden Senkkasten, deren Stirnwände einen Abstand von 60 cm besaßen. Der durch die Stirnwände gebildete Bodenschlitz sollte nach Entfernung der Erdmassen mit Schüttbeton ausgefüllt werden. Er erhielt einen unteren Abschluß durch kurze Bohlenstücke, die von der Arbeitskammer her unter die Stirnseiten der Schneide getrieben wurden. Die Seitenwände der Baugrube in ihrem unteren Teil wurden gebildet durch die bis zur Oberkante der Tunneldecke verlängerten Seitenwände der Senkkasten, entsprechend den Wangenmauern unter den Treppen. Der weitere Abschluß nach oben hin wurde durch die auf die Wangenmauern und die Tunneldecke aufgesetzten Stülpwände hergestellt. Diese im Grundriß U-förmigen, aus Spundwänden bestehenden Holzkonstruktionen trugen an den Enden zwei starke Kanthölzer, die an den vorderen Stirnflächen der Wangenmauern bis zur Schneide herunterliefen. Sie bildeten die Begrenzung des nach der Absenkung zu schließenden Seitenschlitzes, der nur durch das Einschieben von zwei starken Bohlen in die Nuten der Kanthölzer

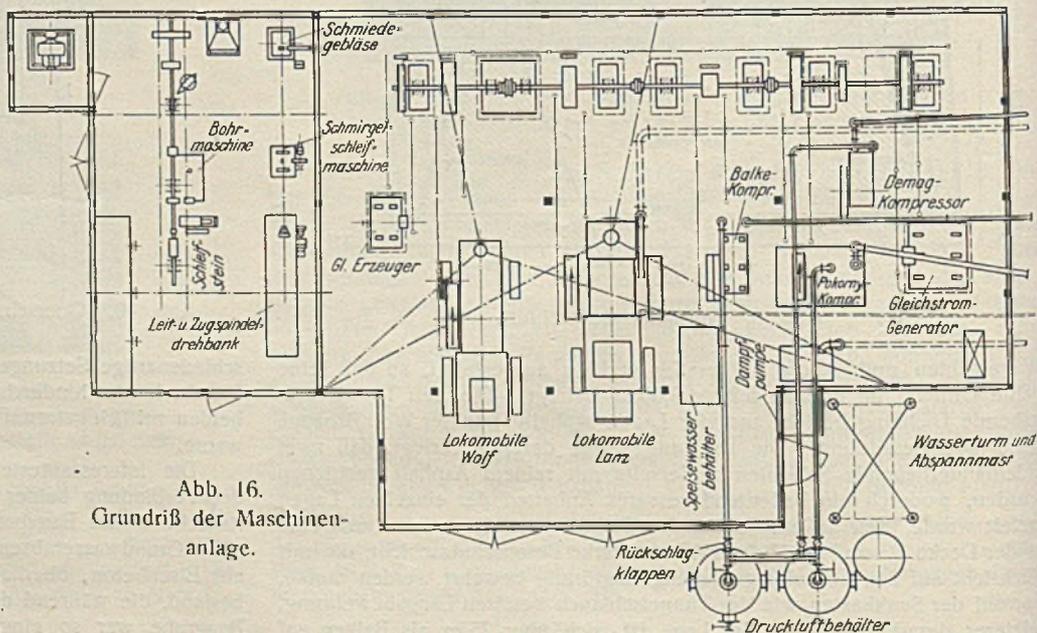


Abb. 16. Grundriß der Maschinenanlage.

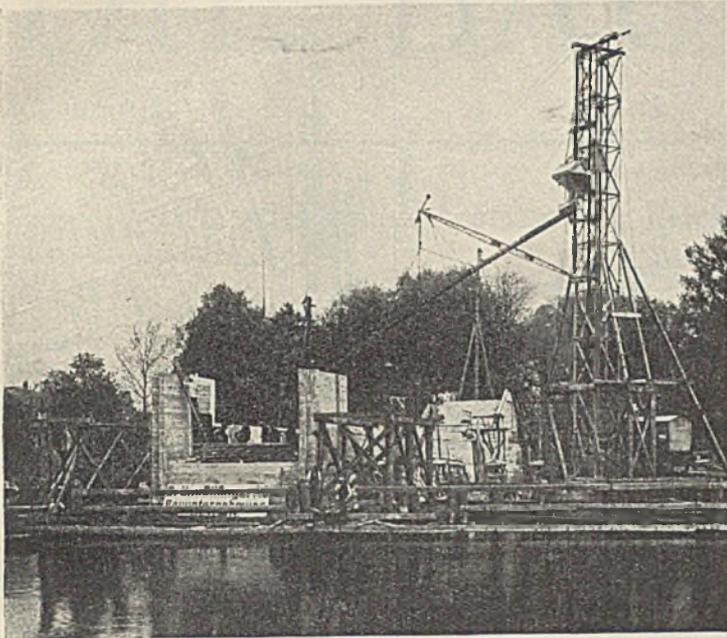


Abb. 18. Betoniervorrichtung und wasserseitige Wangenmauern.

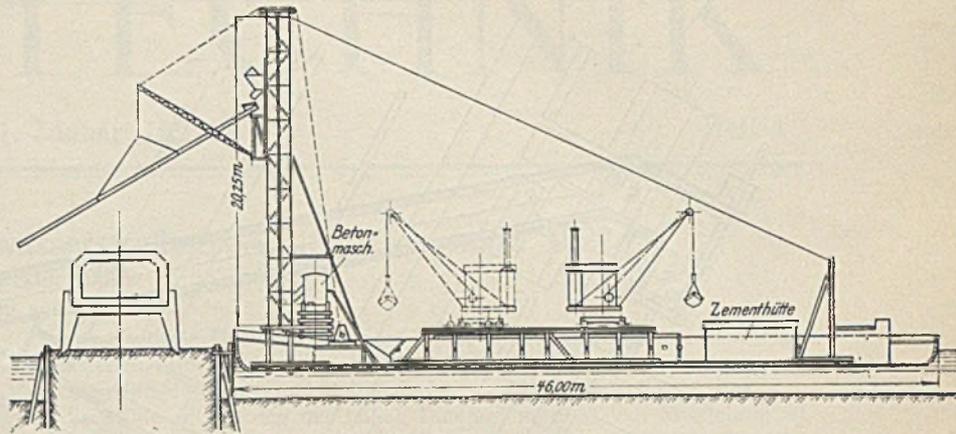


Abb. 17. Betoniervorrichtung.

Gelände des Müggelparks ein Maschinenhaus errichtet, das mit zwei Lokomobilen von 100 bzw. 80 PS Leistung ausgestattet war. Die Druckluft wurde durch zwei Kompressoren erzeugt; zwei Elektromotoren lieferten die Energie für den Baustellenbetrieb und die Beleuchtung. Dazu kam

ein dritter Kompressor für einen Druckluftmotor zum Betrieb einer Schüttelrinne im Innern der Senkkasten. Die Anlage, die vom städtischen Stromnetz unabhängig war, ist in Abb. 16 im Grundriß dargestellt. Um die Arbeit des Betonierens zu vereinfachen, wurde die gesamte Betoniervorrichtung schwimmend eingerichtet. Auf einem Fahrzeug wurden ein Zementschuppen, ein Kieskran, der den Kies von dem längsseits liegenden Kahn entnehmen konnte, die Mischmaschine und das 20 m hohe Turmgerüst montiert, das den Beton aus der Mischmaschine aufwärts beförderte und in einen Trichter kippte, von wo er durch eine Gießrinne zur Verwendungsstelle gelangte (Abb. 17 u. 18). Die schwimmende Betoniereinrichtung hat sich gut bewährt; ihr einziger Fehler lag in der übermäßigen Längsbeanspruchung des Fahrzeugs, das sich infolge der Turmlast auf dem Vorschiff zum Schluß der Arbeiten stark verzogen hatte und unbrauchbar wurde. (Schluß folgt.)

### Vermischtes.

**Beton u. Eisen, Internationales Organ für Betonbau** (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W8). Das am 20. Januar erschienene Heft 2 (1,50 R.-M.) enthält u. a. folgende Beiträge: Prof. Dr.-Ing. A. Kleinfogel: Die Schalengewölbe der Großmarkthalle Frankfurt a. M. — Oberbaurat Ing. M. Spindel: Bildliche Darstellung der geeignetsten Zusammensetzungen und Vorausbestimmung der Druckfestigkeit von Mörtel und Beton mit Hilfe des Parallelogramms für das Vierstoffsystem. — Ing. Robert Schwarz: Berechnung des Rahmenwindverbandes von Zweigelenbogenbrücken mit Kreisform und unveränderlichem Trägheitsmoment bei Berücksichtigung elastischer Einspannung durch die Endquerträger. — Vorläufige Leitsätze für die Baukontrolle im Eisenbetonbau.

**Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen.** Am Mittwoch, den 25. Januar 1928, abends 7,30 Uhr, findet im großen Saale des Ingenieurhauses, Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Straße 27, ein Vortrag des Reichsbahnrates Dr.-Ing. Rudolf Bernhard über „Bestimmung von verwickelten Spannungszuständen in elastischen Körpern mit Hilfe von Versuchsmodellen“ statt. Eintritt frei, Gäste sind willkommen.

**Aus dem preußischen Staatshaushalt für 1928.** Die laufenden und einmaligen Ausgaben sind veranschlagt auf zusammen 4 046 876 444 R.-M., die Ausgaben auf zusammen 4 120 553 444 R.-M., so daß von den letzteren ein Betrag von 73 677 000 R.-M. unausgeglichen bleibt.

Für Unterhaltungs- und Neubauten auf den Gebieten des Bauingenieur- und Kulturbauwesens erscheinen an dauernden und einmaligen Ausgaben u. a. (sämtliche Summen in Reichsmark):

**Domänenverwaltung.** Wege-, Brücken-, Schleusen-, Kanal-, Deich- und andere Ufer- und Wasserbauten, die der Domänenverwaltung obliegen, 500 000, Beihilfen zu Wegebauten und Eisenbahngüterhaltstellen, die von wesentlichem Nutzen für die Domänenverwaltung sind, 200 000, Neubau der Leinebrücke bei der Domäne Ruthe, Kreis Hildesheim, 170 000.

**Forstverwaltung.** Unterhaltung und Neubau öffentlicher Wege innerhalb der Forsten 6 500 000, Kosten für Vorflut (Grabenräumung) 600 000, außerordentlicher Zuschuß zum Forstkulturfonds 5 000 000, desgl. zum Forstbaufonds 1 500 000, Wege- und Brückenbauten sowie Bau und Unterhaltung von Eisenbahngüterhaltstellen, die von wesentlichem Nutzen für die Forstverwaltung sind, 600 000, Wasserbauten in den Forsten 375 000.

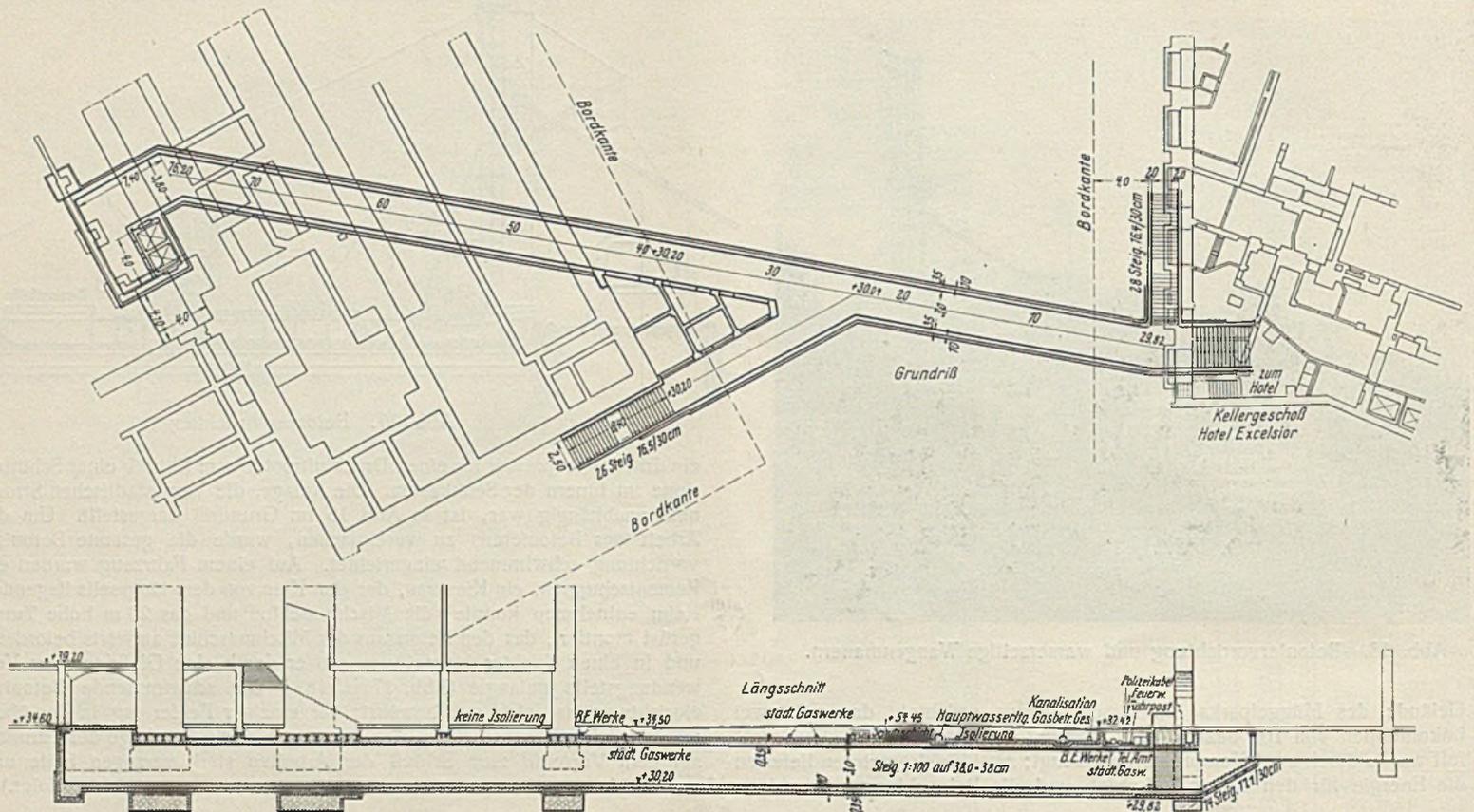
**Gestütsverwaltung.** Neubau einer zentralen Wasserversorgungsanlage für das Haupt- und Landgestüt Neustadt a. d. Dosse 132 000.

**Handels- und Gewerbeverwaltung.** Kosten bei Vorarbeiten auf dem Gebiete des Hafens-, Brücken- und Fährenbaues 20 000, Unterhaltung und Betrieb der staatlichen Häfen und Schiffahrtsanlagen sowie der Brücken und Fähren über natürliche Reichswasserstraßen im Seeschiffahrtsgebiet, Förderung von derartigen nichtstaatlichen Anlagen; Seeschiffsvermessungen 6 725 500, Unterhaltung und Betrieb der staatlichen Häfen und Schiffahrtsanlagen sowie der Brücken und Fähren über natürliche Reichswasserstraßen im Binnenschiffahrtsgebiet, Förderung von derartigen nichtstaatlichen Anlagen; Binnenschiffvermessungen 950 000, Ausbau von Uferschutzwerken östlich des Hafens Rügenwaldermünde (4. Teilbetrag) 160 000, Untersuchung staatlicher Brücken auf ihre Standsicherheit, Feststellung der erforderlichen Um- und Neubauten dieser Brücken sowie

sonstige bautechnische Untersuchungen 129 000, Neubau der Weserbrücke in Hameln (1. Teilbetrag) 400 000, Versuche auf dem Gebiete des Eisenbetonbaues (Ergänzungsbetrag) 3000, Zuschußanteil Preußens an der Unterhaltung des Betriebes einer Schnelldampferlinie Swinemünde—Pillau 253 500, einmalige Verstärkung des bei Kap. 71 Tit. 51 zur Förderung des Luftfahrzeugwesens vorgesehenen Betrages 4 500 000.

**Landwirtschaftliche Verwaltung.** Laufende Ausgaben: Hebung der Fischerei insgesamt 174 000, Unterhaltung von Deichen, Dämmen, Ufern, staatseigenen Entwässerungsanlagen und Liegenschaften einschl. aus besonderen Fonds, ferner von Wasserläufen zweiter und dritter Ordnung und von wasserbaufiskalischen Brücken über diese Wasserläufe 237 000, Unterhaltung der Meliorationsanlagen im Gebiete der Elbumflut bei Magdeburg 24 500, Dünenwesen an der Ostseeküste 30 000, Vorarbeits- und Verwaltungskosten in Kultur- und Deichbauangelegenheiten 500 000, für das Moorwesen einschl. der Beihilfen zur Unterhaltung einer Moorversuchsstation in Bremen und der Vergütungen für zehn bei ihr beschäftigte Beamte 220 000, Ausführung des Gesetzes, betr. Schutzwaldungen und Waldgenossenschaften, sowie Förderung der Wald- und Wiesenkultur überhaupt 80 000, Ausführung des Gesetzes vom 16. September 1899 (G.-S. S. 169), betr. Schutzmaßregeln im Quellgebiete der linkseitigen Zuflüsse der Oder in der Provinz Schlesien 3000, Förderung genossenschaftlicher und kommunaler Flußregulierungen und Anlagen zum Einlassen von Flußwasser in bedeckte Flußniederungen 1 600 000, Unterhaltung preußischer Wasserläufe erster Ordnung und ihrer Häfen einschl. der Leinpfade und Wasserleitungen, von Fähren und Brücken über diese Wasserläufe mit Ausschluß der größeren Neubauten und Hauptinstandsetzungen, Regulierung dieser Wasserläufe und Bezeichnung des Fahrwassers in ihnen, auch zur Gewährung von Beihilfen zur Förderung von der Binnenschiffahrt nützlichen, wie von Entschädigungen für die Beseitigung von der Binnenschiffahrt hinderlichen Anlagen, Beschaffung von Beamtenhäusern nebst Dienstländereien 2 300 000, Unterhaltung von Seeufern und von nicht dem allgemeinen Verkehr dienenden Seewasserstraßen mit Ausschluß der größeren Neubauten und Hauptinstandsetzungen, Unterhaltung und Vervollständigung von Dünen, auch zur Gewährung von Beihilfen hierfür, Beschaffung von Beamtenhäusern nebst Dienstländereien 2 005 000, Abwendung und Bekämpfung der Hochwasser- und Eisgefahr 37 800, Unterhaltung der Wege, Brücken und Fähren auf Grund rechtlicher Verpflichtungen des Wegebau fiskus 125 000, Beobachtung der in den Flüssen vorkommenden Wasserstände und Messung der hierbei zum Abfluß gelangenden Wassermengen sowie Feststellung des tatsächlichen Verlaufes der Hochwasserwellen in den preußischen Stromgebieten 67 000, Unterhaltung und Ergänzung der baulichen und maschinellen Anlagen der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin 110 000, Z. V. für literarische und andere gemeinnützige Zwecke im Fache der Baukunst und Bauwissenschaft 4000. (Schluß folgt.)

**Verbindungstunnel zwischen dem Anhalter Bahnhof — Ecke Möckernstraße, Askanischer Platz — und dem Hotel Excelsior in Berlin.** Die Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen, Ortsgruppe Brandenburg, veranstaltete am 9. Dezember 1927 eine Besichtigung des im Bau begriffenen Tunnels. Das auf eine Bausumme von etwa 500 000 R.-M.



Verbindungstunnel zwischen dem Anhalter Bahnhof und dem Hotel Excelsior in Berlin.

veranschlagte, von der Julius Berger Tiefbau A.-G. ausgeführte Bauwerk ist für die leichtere, durch den starken Verkehr in der Königgrätzer Straße nicht gehemmte Verbindung zwischen Bahnhof und Hotel bestimmt, dient also in erster Linie der Bequemlichkeit der Hotelgäste. Wie die Abbildung zeigt, kann der Tunnel jedoch auch von Straßenfußgängern für die Überquerung der Königgrätzer Straße zwischen der Einmündung der Möckernstraße und dem nördlichen Fußweg der ersteren benutzt werden und bildet so eine sehr zu begrüßende Erleichterung auch des öffentlichen, an dieser Stelle recht beengten Verkehrs.

In technischer Hinsicht bemerkenswert ist die Ausführung vor allem durch die Unterfangung der starken, schwer belasteten Hauptmauern des Bahnhofsgebäudes sowie durch die während der Bauzeit erforderliche Aufhängung, und spätere Unterstützung zahlreicher Rohrleitungen und Kabel.

Ki.

**Gebührenordnung für Ingenieure vom 1. Juli 1927.** Aufgestellt vom A.G.O., Berlin. Verlag von Julius Springer. Preis 75 Pfg. Die neue GO schließt sich in ihrer Anordnung dem Aufbau der GO der Architekten vom 1. Juli 1926 an. Alle Rechtsfragen, die früher in Teil I der GO standen, sind herausgenommen, dafür sind der GO gleich Bestimmungen angedruckt über das Vertragsverhältnis zwischen Auftraggeber und Ingenieur, die sich bis auf kleine Abweichungen decken mit den Vertragsbestimmungen der Architekten. Die rechtlichen Vereinbarungen haben aber, soweit sie die sonstigen Rechtsbestimmungen ergänzen oder abändern, nur dann Rechtskraft, wenn der Ingenieur mit dem Auftraggeber einen Vertrag abgeschlossen hat, daß für das Bauvorhaben die GO samt den Vertragsbestimmungen als integrierender Teil des Vertrages Gültigkeit haben sollen.

Die neue GO hat dieselben Prozentsätze wie die GO vom 10. November 1925, nur fällt der 15%ige Abschlag von der Gebühr fort. In den Bauklassen sind einige kleine Verschiebungen und Ergänzungen eingetreten. Geblieben sind die Stundensätze und die Reiseaufwandsentschädigungen. Neu ist, daß bei den Leistungen der Ingenieure auch die örtliche Bauleitung mit festen Prozentsätzen aufgeführt wird. Da ihre Übernahme bei den Ingenieuren nur fakultativ ist, so findet sich die örtliche Bauleitung auch unter den Nebenkosten; sie kann also wie bisher auch nach den wirklichen Aufwendungen einzeln berechnet werden.

Neu ist ferner ein Abschnitt mit festen Prozentsätzen nach der Rohbausumme für statische Berechnungen als Sonderleistung sowie für deren Prüfung und für die Hilfeleistung der Ingenieure bei der Oberleitung schwieriger Hochbaukonstruktionen.

Hoffentlich wird die Neufassung der GO auf längere Zeit unverändert Gültigkeit haben und sich dann auch den Gerichten gegenüber ebenso allgemein durchsetzen, wie das bei der GO von 1901 der Fall war, die fast 20 Jahre unverändert bestanden hat.

**Personalnachrichten.**

**Bayern.** Verliehen wurde: der Titel eines Oberregierungsrates auf die Dauer der derzeitigen Verwendung dem Regierungsbaurat 1. Kl. bei der Regierung der Pfalz Georg Dirrigl; — der Titel und Rang eines Oberregierungsrates dem Oberbauamtman und Vorstand des Straßen-

und Flußbauamts Speyer Karl Bundschuh, dem Oberbauamtman und Vorstand des Kulturbauamts Pfarrkirchen Eugen Vogler, dem Oberbauamtman und Vorstand des Kulturbauamts Landshut Otto Hahn, dem Oberbauamtman und Vorstand des Landbauamts Augsburg Friedrich v. Cramer; — der Titel und Rang eines Regierungsbaurates 1. Kl. dem Regierungsbaurat im Staatsministerium des Innern Eugen Zehrer; — der Titel und Rang eines Oberbauamtmanes den Bauamtännern Emil Berndt des Landbauamts Landshut, Peter Vollert des Landbauamts Würzburg, Max Schmautz des Landbauamts Kempten, Georg Vogel des Landbauamts Weilheim, Karl Martin der Sektion für Wildbachverbauung Rosenheim, Karl Knab des Straßen- und Flußbauamts Augsburg, Heinrich Puchner des Straßen- und Flußbauamts München, Gregor Scheitel des Neubauamts für Großschiffahrtstraße Rhein—Main—Donau in Würzburg, Oskar Falkner von Sonnenburg des Straßen- und Flußbauamts Simbach, Robert Schorer des Straßen- und Flußbauamts Kronach, Dominikus Trommer des Kulturbauamts Weilheim, Hans Schneeberger des Kulturbauamts Pfarrkirchen, Friedrich Stoll des Kulturbauamts Pfarrkirchen, Joseph Bauer des Kulturbauamts Weilheim; — der Titel und Rang eines Regierungsbaurates den Bauassessoren Max Leidlein bei der Regierung der Pfalz, Bruno Wiesinger bei der Regierung von Oberbayern; — der Titel und Rang eines Bauamtmanes den Bauassessoren Ludwig Meyerhofer beim Straßen- und Flußbauamt Ingolstadt, Friedrich Wittstadt beim Straßen- und Flußbauamt Landshut, Konrad Häckel beim Straßen- und Flußbauamt Traunstein, Ludwig Seywald beim Neubauamt für Großschiffahrtstraße Rhein—Main—Donau in Regensburg.

**Sächsische Straßen- und Wasserbauverwaltung.** Angestellt: Regierungsbaumeister Gerstenberger beim Kanalbauamt Leipzig ab 1. 7. 1927; Regierungsbaumeister Schall beim Straßen- und Wasserbauamt Freiberg ab 1. 7. 1927.

Ernannt: Regierungsbauinspektor Eberding beim Straßen- und Wasserbauamt Chemnitz zum Vorstand des Neubauamts für Straßenneubauten im Bezirke des Straßen- u. Wasserbauamts Chemnitz ab 1. 10. 1927.

Versetzt: Regierungsbaurat Dr.-Ing. Jehne vom Wasserkraftbauamt Wurzen zur Wasserbaudirektion ab 1. 7. 1927; Regierungsbaurat Eichler von der Straßenbaudirektion als Regierungsbauinspektor zum Straßen- und Wasserbauamt Schwarzenberg ab 1. 9. 1927, Regierungsbaurat Rentzsch vom Straßen- und Wasserbauamt Bautzen zur Straßenbaudirektion ab 1. 9. 1927.

Ausgeschieden: Regierungsbaurat Funke bei der Straßenbaudirektion am 30. 6. 1927, Regierungsbaurat Hirsche bei der Wasserbaudirektion am 31. 7. 1927, Regierungsbaurat Busch, Vorstand des Neubauamts für Straßenneubauten im Bezirke des Straßen- und Wasserbauamts Chemnitz in Chemnitz am 30. 9. 1927.

**INHALT:** Die wichtigsten Arbeiten der Reichswasserstraßenverwaltung im Jahre 1927. — Stoßbeanspruchungen und Schwingungen der Hauptträger statisch bestimmter Eisenbahnbrücken. — Der Bau des Fußgängertunnels unter der Spree in Berlin-Friedrichshagen. (Fortsetzung.) — Vermischtes: Inhalt von Beton u. Eisen, Internationales Organ für Betonbau. — Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen. — Aus dem preußischen Staatshaushalt für 1928. — Verbindungstunnel zwischen dem Anhalter Bahnhof (Ecke Möckernstraße, Askaniischer Platz) und dem Hotel Excelsior in Berlin. — Gebührenordnung für Ingenieure vom 1. Juli 1927. — Personalnachrichten.