

DIE BAUTECHNIK

8. Jahrgang

BERLIN, 24. Oktober 1930

Heft 46

Alle Rechte vorbehalten.

Spülbagger mit Dieselmotorenantrieb.

Von Regierungs- und Baurat Ebelt, Münster i. W., und Regierungsbaumeister Steffens, Rheine i. W.

Wie bereits in der Bautechn. 1930, Heft 35, S. 528, bei der Beschreibung des für das Wasserbauamt Rheine erbauten Eimerkettenbaggers mit Dieselmotorenantrieb angegeben, wurde im Jahre 1928 für dieses Wasserbauamt auch ein Dieselspüler beschafft. Bei diesem Dieselspüler mußte, im Gegensatz zu dem in der Bautechn. 1929, Heft 24, 1930, Heft 18 beschriebenen Spüler „Plaue“, auf die Verwendung von dieselektrischen Aggregaten verzichtet werden, da sonst der Aufbau der Maschinenanlage wegen des beschränkten Raumes zu verwickelt und zu kostspielig geworden wäre. — In der beschränkten Ausschreibung für den Spüler erhielt die Maschinenbau AG. Schiffswerft Dresden-Uebigau den Bauauftrag.

Die Hauptabmessungen des Gerätes betragen:

Länge über alles	18,00 m
größte Breite über den Spanten	5,00 „
Seitenhöhe	2,20 „
Tiefgang	0,85 „

Die Sollleistung ist so bemessen, daß in einer Stunde reiner Arbeitszeit etwa 40 m³ fester Masse bei 8- bis 10fachem Wasserzusatz durch eine fest angeschlossene Rohrleitung auf eine Entfernung von 500 m bei 6 m Steighöhe gefördert werden können.

Das Gerät ist in der Zeichnung Abb. 1 im Schnitt dargestellt.

Von der Möglichkeit, den Saugrüssel so auszubilden, daß er auch für ein Saugbaggern aus dem Kanal zu verwenden ist, wurde abgesehen. Das Gerät ist also nur als Schutensauger gebaut. Der Schiffskörper hat Prahmform mit stumpf zugespitzten Schiffsenden. Der Boden ist vorn um 400 mm hochgezogen. Die Kimme ist rund.

Der Stauungsplan. Aus dem Stauungsplan der Zeichnung (Abb. 2) ist die Raumeinteilung ersichtlich. Vor dem mittschiffs gelegenen Maschinenraum und der Werkstatt befinden sich je eine besondere Kajüte für den Baggermeister und den Maschinisten. Im Hinterschiff, unmittelbar hinter der Werkstatt, ist eine gemeinsame Wohnküche untergebracht, die zugleich die Kojen für den Decksmann und Decksjungen enthält. Bei der Einrichtung der Küche ist darauf Wert gelegt, daß der Kochherd durch eiserne Klapptüren vollkommen vom Wohnraum getrennt werden kann, so daß die Dünste unmittelbar in die Außenluft geführt werden.

In dem Vorder- und Achterteil des Schiffes befindet sich je ein Kollisionsraum, der in seinem oberen Teil gleichzeitig als Reinwasserbehälter dient.

Alle Räume des Schiffes sind mit zentraler Warmwasserheizung ausgerüstet. Der Kessel steht in der Werkstatt. Innenräume und Deck werden elektrisch beleuchtet. Die Wohnräume sind mit Waschorrüttung mit fließendem Wasser ausgerüstet. Das Schmutzwasser fließt in die Bilge ab.

Abb. 3 zeigt den Spüler zu Wasser.

Der Maschinenraum. Im Maschinenraum sind zusammen mit den Antriebsmaschinen und Pumpen alle Getriebe und Hilfsmaschinen untergebracht. Außer einem Hauptniedergang ist auf dem gegenüberliegenden Ende eine eiserne Sprossenleiter als Notausgang angeordnet. Die Decklichter sind so ausgebildet, daß sie als Montageluken für die unter ihnen aufgestellten Maschinen dienen können. Selbst die größten Maschinentelle können mittels des Mastenkranes durch diese Luken über Deck geholt werden.

Die Werkstatt. Die achtern an den Maschinenraum anschließende Werkstatt enthält außer einem mit Druckluft anzublasenden Schmiede-

feuer eine Werkbank mit Zubehör, Bohrmaschine und Werkzeugschränke. Ferner sind Gestelle zur Aufnahme der Maschinensatzteile und Kleingeräte vorhanden. Vom Maschinenraum ist die Werkstatt durch eine

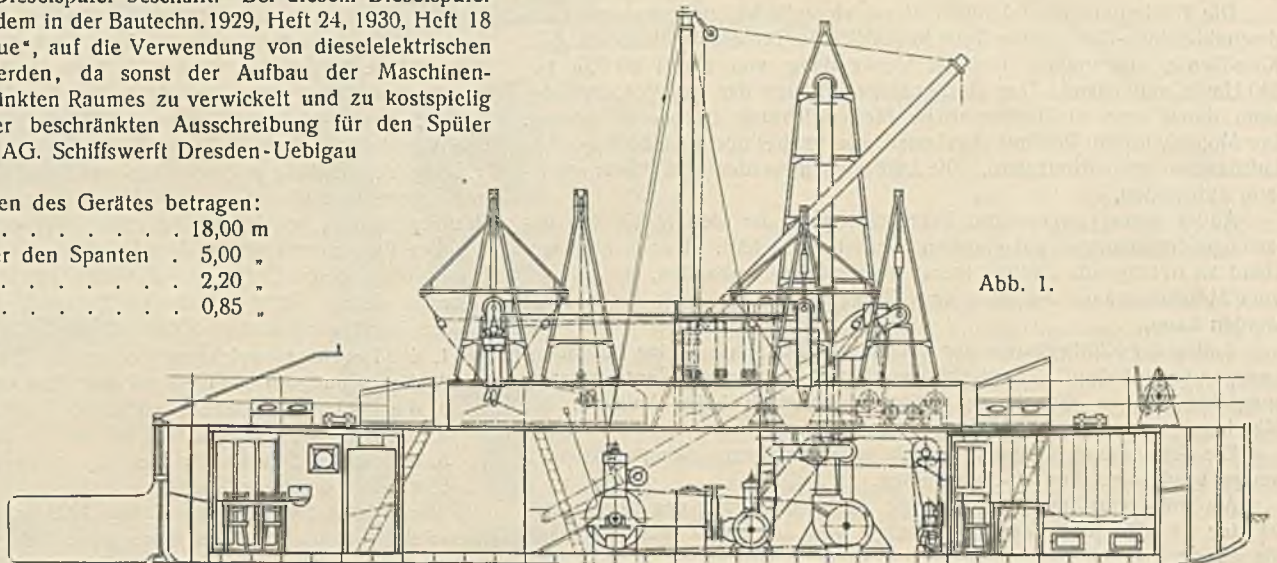


Abb. 1.

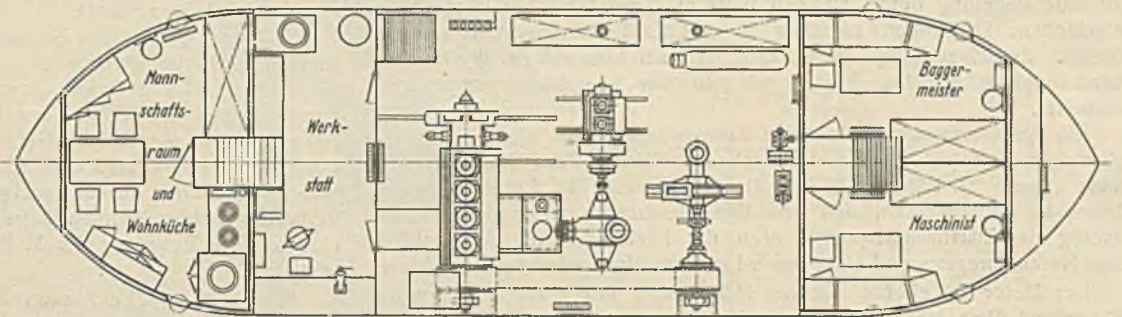


Abb. 2.

wasserdichte Schottwand abgetrennt. Die beiden in ihr vorhandenen Türen sind wasserdicht abschließbar, so daß alle Wohn- und Arbeitsräume vollkommen vom Maschinenraum abgesondert werden können.

Die maschinelle Anlage nebst Zubehör. Als Förderpumpe zum Ansaugen und Fortschaffen des Baggergutes ist eine Zentrifugalpumpe mit fliegend gelagertem Kreisel eingebaut von rd. 6700 l minutlicher Förderleistung bei 20 m manometrischer Förderhöhe, so daß sie



Abb. 3. Ansicht des Spülers.

in der Lage ist, die erwähnte Solleistung zu bewältigen. Das Lager der Pumpe wird von einer gesondert aufgestellten kleinen Kreiselpumpe mit Druckwasser als Schutz gegen eindringenden Sand und Schlamm versehen. Zur Kraftübertragung von der Motorwelle zur Welle der Förderpumpe ist Riementrieb gewählt worden. Die Gründe hierfür sind bereits auf S. 529 erörtert worden. Auch bei dem Spüler ist die Zwischenschaltung einer elastischen Rutschkupplung unerläßliche Voraussetzung für einen störungslosen Betrieb der Dieselmotoren. Es wurde daher eine von der Uebigauwerft besonders durchgebildete, mit Druckluft zu steuernde Rutschkupplung auf der Pumpenwelle in die Riemenscheibe der Pumpe eingebaut. Hierdurch wird der Riemen bei Stößen weniger belastet, als wenn die Kupplung auf der Motorwelle säße. Die Steuerung der Kupplung ist sowohl vom Führerstand als auch vom Maschinenraum aus leicht zu bedienen. Für den Riemen selbst ist ein Hochkantriemen gewählt.

Die Förderpumpe wird durch einen vierzylinderigen kompressorlosen Zweitakt-Schiffs-Dieselmotor Type SPMV 230 der Motorenfabrik Deutz AG., Köln-Deutz, angetrieben, der bei Verwendung von Gasöl 80 PSe bei 340 Umdr./min leistet. Das gleichmäßige Arbeiten der vier Motorzylinder kann durch eine elektrothermische Meßvorrichtung überwacht werden. Der Motor wird mit Preßluft angelassen, die in drei übereinanderliegenden Luftflaschen gespeichert wird. Die Luftflaschen werden vom Motor selbsttätig aufgeladen.

Außer einem angebauten Präzisionsregler, der den Motor bei Belastungsschwankungen auf gleichen Umdrehungen hält, ist noch eine von Hand zu betätigende Drehzahlstellvorrichtung vorhanden, die sowohl vom Maschinenraum als auch vom Führerstand über Deck aus bedient werden kann.

Außer der Kühlwasserpumpe ist an den Motor noch eine besondere Lenzpumpe angebaut. Die Kühlwasserleitung ist an die Zentralheizung angeschlossen, so daß in der kälteren Jahreszeit beim Anlassen der Maschine ein Anwärmen stattfinden kann.

Die Schmierleistung geschieht durch eine angebaute Schmieröldoppelpumpe sowie eine Aushilfs-Handpumpe.

Als Spül- oder Zusatzwasserpumpe zur Verflüssigung des Baggergutes ist eine schnellaufende Zentrifugalpumpe von 550 Umdr./min eingebaut, die unmittelbar mit einem besonderen Motor gekuppelt ist. Die Pumpe läßt eine Regelung derart zu, daß bei 8 m manometrischer Förderhöhe verschiedene Leistungen zwischen 90 und 120 l/sek eingestellt werden können. Zwischen Pumpe und Motor ist auch hier auf der Welle eine Rutschkupplung gleicher Bauart wie an der Hauptförderpumpe eingeschaltet.

Als Antriebmaschine für diese Zusatzwasserpumpe dient ein zweizylinderiger Zweitakt-Dieselmotor stehender Bauart der Motorenfabrik Deutz Type PMZ 122 von 25 PSe Dauerleistung. Die Leistung dieses Motors ist so bemessen, daß von ihm gleichzeitig außer der Höchstleistung der Zusatzwasserpumpe auch der Kraftbedarf für den Antrieb eines Notkompressors und einer Bosch-Lichtmaschine gedeckt werden kann.

Der Motor ist ebenso wie der Hauptmotor mit einer sowohl vom Führerstand über Deck als auch vom Maschinenraum aus zu betätigenden Drehzahlstellvorrichtung ausgerüstet, so daß er bis auf 250 Umdrehungen heruntergeregelt werden kann, ferner mit einer Kühlwasserpumpe, die auch das Kühlwasser für den Notkompressor liefert, sowie mit der erforderlichen Schmiervorrichtung.

Die Auspuffrohre beider Motoren haben je einen besonderen Schalldämpfer und sind in einem gemeinsamen Schornstein über Deck geleitet.

Der Hilfskompressor entstammt der Frankfurter Maschinenbau AG. vorm. Pokorny & Wittekind. Er hat bei einer Antriebsleistung von etwa 6 PS bei 600 Umdr./min eine stündliche Ansaugleistung von 24 m³ gegen 25 atü Verdichtungsdruck und wird mit Riementrieb über eine an der Vorderwand des Maschinenraumes liegende Transmission vom kleinen Motor aus angetrieben. Von der gleichen Transmissionswelle aus werden durch Ketten die Bosch-Lichtmaschine und die über Deck befindliche Zentralwinde angetrieben.

Außer den Förder- und Antriebmaschinen befinden sich im Maschinenraum die Luftflaschen für die Antriebsdruckluft von 27 atü sowie die

Hauptbrennstoffbehälter, die beide backbords gelagert sind und von Deck aus gefüllt werden können. Ihr Fassungsvermögen beträgt je 1,5 t, so daß sie den Monatsbedarf des Gerätes decken können. In einem besonderen Tagesbehälter von 200 l Inhalt in der Nähe des großen Dieselmotors wird der unmittelbar den Maschinen zuzuführende Tagesbrennstoffbedarf gespeichert. Das Überfüllen vom Hauptbehälter zum Tagesbehälter geschieht durch Handpumpe.

Von dieser Handpumpe kann über Dreivegeähne sowohl eine Brennstoffabgabe nach außenbords an andere Schiffe stattfinden, als auch ein Auspumpen des am großen Motor befindlichen Leckölsammelkastens, in den auch die Ableitung des Tagesbehälters einmündet.

Der Schmierölbedarf ist in einem 100 kg fassenden Behälter untergebracht.

Bemerkenswert ist der mit einem Drehrost ausgestattete Seeventilkasten. Aus ihm entnehmen außer der Zusatzwasserpumpe über ein Koksfilter auch sämtliche Kühlwasserpumpen der Motoren sowie die zur Spülung der Lagerbuchse vorhandene Kreiselpumpe ihr Wasser. Diese Pumpe liefert auch das Wasser zu Feuerlöschzwecken und zum Deckwaschen; sie kann beim Ausfall der an den Motoren befindlichen Kühlwasserpumpen oder der Lenzpumpe durch entsprechende Schaltung an den Ventilkasten auch an Stelle dieser Pumpen treten.

Die Verwendung je eines Saug- und Druckventilkastens in Verbindung mit einem weitgehend ausgebildeten Rohrsystem gewährt eine hohe Betriebsicherheit bei Ausfall der einen oder der anderen Pumpe.

Der Führerstand ist auf dem Steuerborddeck etwa auf halber Schiffslänge vorgesehen. Er ist als dreiseitig geschlossener, nach der vierten Seite zu offener Stand mit Regenschutzdach ausgeführt. Von ihm aus können leicht geschaltet und bedient werden:

1. die Regelungsvorrichtung der beiden Dieselmotoren,
2. die Reibungskupplungen auf den Pumpenwellen,
3. die beiden Wechselklappen in der Zusatzwasserleitung,
4. die Saugrüsselhebewinde,
5. die beiden Spülrüsselwinden,
6. die Prahmverholwinde.

Der Spüler ist seit dem 1. Mai 1929 in Betrieb und hat während dieser Zeit nahezu ununterbrochen gearbeitet, wobei die stündliche Sollleistung von 40 m³ fester Masse nicht unterschritten, sondern zeitweise sogar überschritten wurde.

Während der letzten Baggerperiode hat der Spüler an 994 Arbeitsstunden gearbeitet und in dieser Zeit 17 426 kg Gasöl verbraucht, also stündlich rd. 17,5 kg Gasöl. Berücksichtigt man, daß der große Motor auf dem Prüfstand bei 80 PS Normalleistung einen Brennstoffverbrauch von 190 g/PS h und der kleine Motor bei einer Normalleistung von 25 PS einen Verbrauch von 200 g/PS h an Gasöl hatte, so läßt sich aus diesem Verbrauch annähernd die Belastung der Motoren feststellen. Der mittlere Verbrauch beider Motoren beträgt 192,4 g/PS h. Somit ergibt sich also eine mittlere Belastung der Motoren von 91,1 PS, rd. 87 % der Normalleistung.

Wirtschaftliche Auswirkung des Dieselmotoren-Betriebes. Die wirtschaftliche Auswirkung des Antriebes mit Dieselmotoren läßt sich unter den hier vorliegenden Verhältnissen zahlenmäßig schwer angeben, da annähernd gleich große, mit Dampfmaschinen angetriebene Geräte, die unter ähnlichen Bedingungen arbeiten, nicht vorhanden sind. Immerhin darf gesagt werden, daß der Dieselantrieb wirtschaftliche Vorteile bringt, insbesondere durch Fehlen des Brennstoffverbrauchs bei stillstehender Maschine in Baggerpausen, die hier im Kanalbetrieb verhältnismäßig groß sind, und vor allen Dingen auch durch Fortfall des Heizers, der bei einer Dampfanlage nicht zu entbehren wäre. An technischen Vorteilen des Dieselbetriebes werden besonders angenehm empfunden die schnelle Betriebsbereitschaft des Gerätes, die Möglichkeit, große Brennstoffmengen mitzuführen, und die bequeme Bunkerung des flüssigen Brennstoffes. Ein weiterer Vorteil, der sich gerade bei derartig kleinen, gedrängt gebauten Geräten bemerkbar macht, ist, daß der Maschinenraum auch an heißen Sommertagen verhältnismäßig kühl bleibt und das Personal nicht der heißen, stickigen und staubigen Luft des Dampfkesselbetriebes ausgesetzt ist.

Der Ostfeiler der Kanalbrücke des Schiffshebewerks Niederfinow und die an ihm durchgeführten Bodendruckversuche.

Von Regierungsbaurat Plarre, Eberswalde, und Regierungsbaurat Detig, Niederfinow.

(Schluß aus Heft 45.)

Das erste Verfahren wurde bereits vorher an einigen der neun im Jahre 1928 hergestellten Senkkasten des Hebewerkgrundbaues angewendet worden und hat den Zweck, die Tragfähigkeit des Untergrundes in der Gründungsschicht durch künstliche Belastung festzustellen. Bodendruckversuche durch Belasten der Gründungsschicht sind im Arbeitsraum eines Senkkastens vergleichsweise leicht auszuführen, da die Möglichkeit

besteht, die Belastung mit Hilfe einer Druckwasserpresse, die gegen die Decke des Arbeitsraumes abgestützt wird, zu erzeugen. Nach diesem Grundsatz war für die erwähnten, im Jahre 1928 in den Senkkasten des Hebewerkgrundbaues durchgeführten Versuche zunächst das in Abb. 11 dargestellte Prüfgerät I verwendet worden. Aufbau und Wirkungsweise sind aus der Abbildung ohne weiteres zu ersehen. Die darin dargestellte

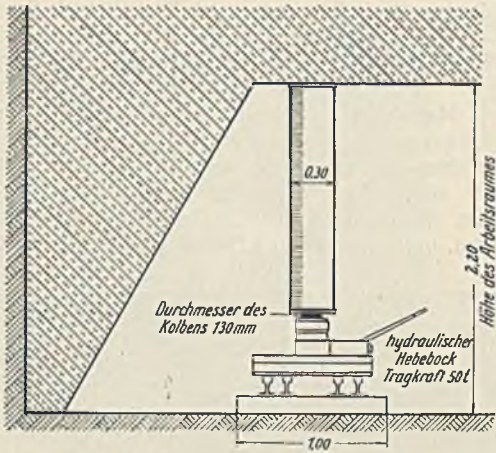


Abb. 11. Bodendruck-Prüfgerät I.

Zeigereinrichtung — die auch beliebig anders ausgebildet werden kann — muß in der Anordnung der Abbildung an drei Ecken der Druckplatte angebracht werden, um etwaiges Schiefstellen der Platte durch die Ablesungen zu erfassen. Die mit diesem Gerät durchgeführten Versuche ergaben jedoch kein zutreffendes Bild für die Verhältnisse bei Tiefgründungen, weil die Belastung des die Gründungsfläche umgebenden Erdreichs durch die darüber anstehenden Bodenmassen dabei nicht berücksichtigt werden kann. Es wurde deshalb das in Abb. 12 u. 13 dargestellte Prüfgerät II ausgebildet. Die gußeiserne Druckplatte wurde hier gemäß einem Vorschlage auf der Tagung der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen am 12. November 1928 zu $30 \times 30 \text{ cm} = 900 \text{ cm}^2$ bemessen³⁾. Um sie herum sind vier weitere gußeiserne Platten derart angeordnet, daß durch sie ein 30 cm breiter Streifen des umgebenden Bodens unter Vorbelastung gesetzt werden kann. Die Breite des Vorbelastungsstreifens wurde gleich der Seitenlänge der Druckplatte gewählt, weil durch Versuche festgestellt war, daß sich der Störungsbereich beim Vordringen des um einen zylindrischen Druckstempel vom Halbmesser r liegenden Bodens in die Tiefe und nach den Seiten bis zur Entfernung $2r$ erstreckt (vgl. Terzaghi, Erdbaumechanik, Leipzig u. Wien 1925). Die Vorbelastung wird durch Schraubenspindeln erzielt, die in den Schwerpunkten der vier Platten angreifen, auf geeichte Federn wirken und ihr Widerlager ebenfalls an der Senkkastendecke finden. Das Gerät läßt sich auch an freier Oberfläche verwenden, wenn durch einen genügend belasteten oder verankerten Gerüstüberbau ein entsprechendes Widerlager für Presse und Spindeln geschaffen wird.

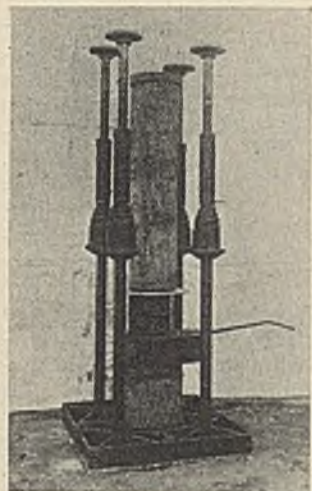


Abb. 13. Bodendruck-Prüfgerät II.

Die der Eigengewichtspannung des Bodens in der Tiefe — 16,20 m entsprechende Randbelastung um die mittlere Druckplatte herum errechnet sich aus der mittleren Erdauflast von rd. 26,50 m Höhe zu

$$h \cdot \gamma = 26,50 \cdot 1,6 = 42,3 \text{ t/m}^2 = 4,23 \text{ kg/cm}^2.$$

³⁾ In einer späteren Sitzung des Baugrundausschusses (vgl. Bauing. 1929, Heft 18, S. 328) wurden die Abmessungen zu a) 1 m^2 , b) $\frac{1}{2} \text{ m}^2$, c) $\frac{1}{10} \text{ m}^2$ empfohlen.

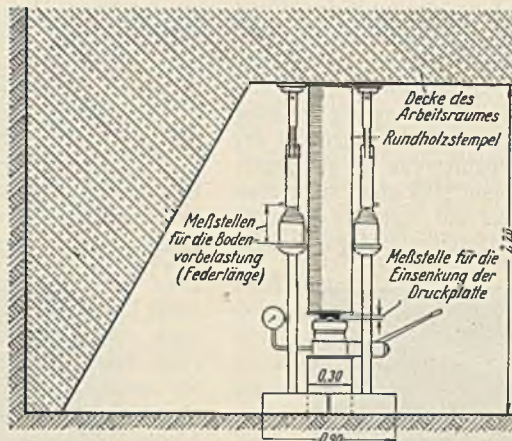


Abb. 12. Bodendruck-Prüfgerät II.

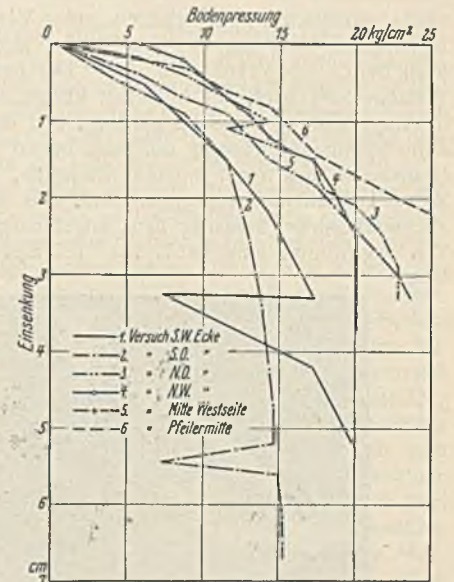
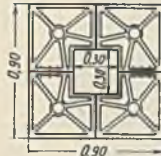


Abb. 15. Ergebnisse der Bodendruckversuche mit Prüfgerät II am Ostpfeiler der Kanalbrücke.

Diese Randspannung entspricht laut Eichdiagramm einer bestimmten Federlänge und wurde zu Beginn eines jeden Versuches hergestellt. Sie ging während der Versuche etwas zurück, indem die mittlere Druckplatte beim Tieferedringen in den Boden auch den Boden unter den Randplatten mitnahm, so daß diese im Laufe des Versuches etwas einsanken und die Federn teilweise entspannt wurden. Bei einem Teil der Versuche wurde bei jeder Ablesung des Manometers und der Einsenkung der mittleren Druckplatte auch die Randbelastung (Federlänge) nachgeprüft und erforderlichenfalls wieder auf die ursprünglich eingestellte Höhe von $4,23 \text{ kg/cm}^2$ gebracht.

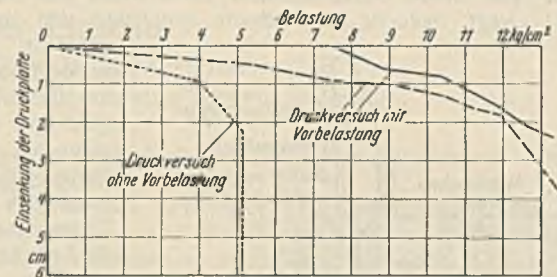


Abb. 14. Ergebnisse von Bodendruckversuchen mit Prüfgerät II am Grundbau des Hebewerks.

Auf diese Weise sind am Ostpfeiler im ganzen sechs Versuche durchgeführt worden. Die Ergebnisse sind in Abb. 15 dargestellt. Darin sind der Bereich der Proportionalität zwischen Bodenpressung und Einsenkung sowie die Grenze zu erkennen, wo die Auflösung des Bodengefüges eintrat. Die Bettungsziffer liegt nach den verschiedenen Versuchen zwischen rd. 8 kg/cm^3 und rd. 15 kg/cm^3 . Die Berücksichtigung des Modellmaßstabes, der nicht bekannt ist, würde dieses Ergebnis vermutlich noch verbessern.

Ein weiteres Eingehen auf diese Versuchsergebnisse, insbesondere auch auf ihre wissenschaftliche Auswertung bleibt späterer Erörterung vorbehalten, sobald die Ergebnisse weiterer Versuche vorliegen, die an dem in der Ausführung befindlichen Westpfeiler vorgesehen sind. Hier sollten nur das Versuchsverfahren, das inzwischen auch auf einer anderen Baustelle bei größerer Druckluftgründung sehr gute Dienste geleistet hat, und die Hauptergebnisse mitgeteilt werden. Da beim Westpfeiler im Gegensatz zum Ostpfeiler keine Druckluft zur Anwendung kommen wird, werden sich die dort vorgesehenen Versuche mit mehr Muße und in größerer Zahl durchführen lassen.

Das zweite, erstmalig beim Ostpfeiler der Kanalbrücke in Niederfinow angewendete Verfahren der Bodendruckmessung dient in der Hauptsache dem Zwecke, die unter dem fertiggestellten Pfeiler auftretenden Bodendrücke zu messen und ihre Veränderung, insbesondere auch nach der erst etwa zwei Jahre später eintretenden Belastung durch den Brückenüberbau zu verfolgen. Die eingehenden Voruntersuchungen hatten sich nicht nur mit der zweckmäßigsten Art der Aufnahme der Bodendrücke durch entsprechend ausgebildete Meßdosen, sondern besonders auch mit der Möglichkeit einwandfreier Übertragung der aufgenommenen Drücke aus 26 m Tiefe an die Erdoberfläche zu den Anzeleinstrumenten zu befassen. Nach mancherlei Schwierigkeiten führte schließlich ein

neues akustisches Meßverfahren unter Verwendung des von der Firma Maihak AG-Hamburg in den Handel gebrachten Ferndehnungsmessers nach Dr. O. Schaefer zum Ziel. Der Ferndehnungsmesser ist auf der Tatsache aufgebaut, daß bei einer klingenden Stahlsaite die Tonhöhe von der Zugspannung der Saite abhängt, und daß eine Änderung der Tonhöhe einer Spannungsänderung der Saite bedarf⁴⁾. Er besteht demnach in der Hauptsache aus einer kurzen Stahlsaite, die beiderseits in geeigneter Weise am Untersuchungsgegenstand, z. B. an einem Stab einer stählernen Fachwerkbrücke, befestigt bzw. angeklemt und auf einen bestimmten Ton abgestimmt wird (Abb. 16). Erleidet der Untersuchungsgegenstand

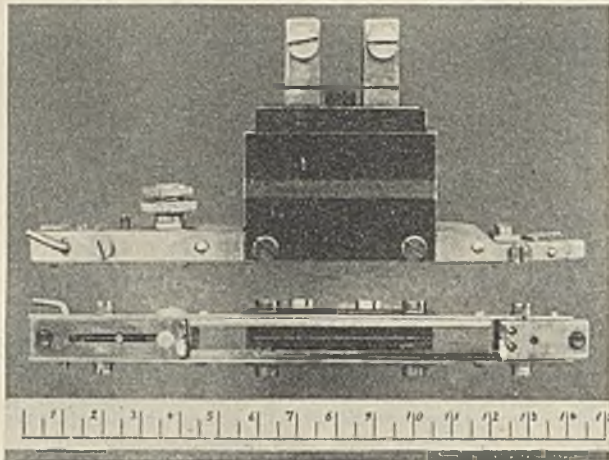
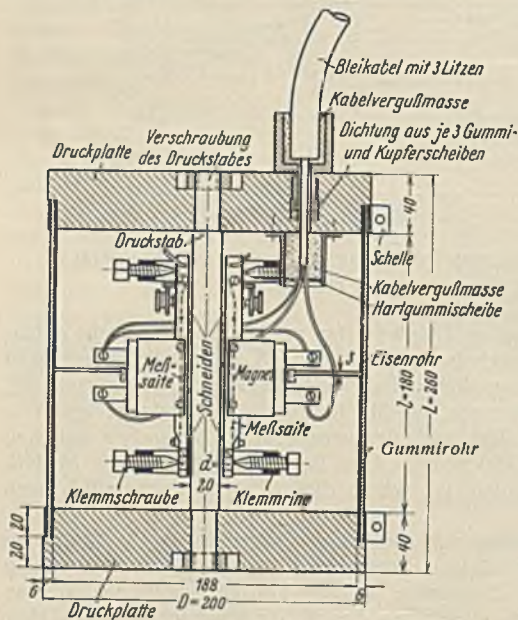


Abb. 16. Meßstelle für akustische Dehnungsmessung nach Dr. O. Schaefer.

eine Spannungs- und damit eine Längenänderung, so ändert sich auch die Länge der Saite und damit ihre Schwingungszahl. Die Anklammervorrichtung der Saite (Meßstelle) trägt dicht über der Saite einen Elektromagneten, der durch elektrische Leitung mit dem Empfangsgerät verbunden ist. Von diesem Gerät aus wird durch Druck auf einen Knopf der Magnet erregt, dadurch die Meßsaite angerissen und zum Tönen gebracht. Die tönende Saite erzeugt im Felde des zugehörigen Dauermagneten einen Strom mit der Frequenz des erzeugten Tones, der so über die Leitung an einem ebenfalls von der Firma Maihak gelieferten Empfangsgerät durch Kopfhörer und Lautsprecher abgehört



⁴⁾ Vgl. „Genauere Dehnungs- und Spannungsmessungen an Eisenkonstruktionen und Steinbauten“ von Obering. H. Hoffmann, Hamburg, im Bauing. 1930, Heft 18, S. 312.

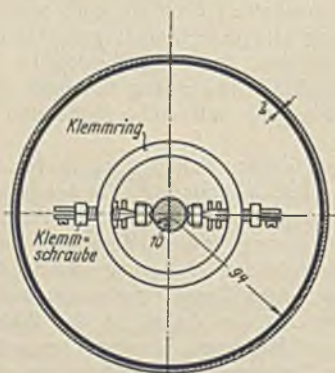


Abb. 17. Dose zum Messen von Pfeilerdrücken.

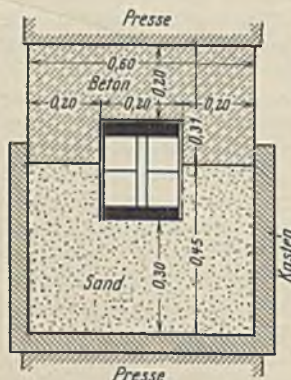


Abb. 19. Anordnung der Vorversuche.

werden kann. Das Empfangsgerät enthält eine verstellbare, durch Druck auf besonderen Knopf zum Tönen zu bringende, geeichte Vergleichsaite, mit deren Hilfe Tonänderungen der Meßsaite sehr genau abgehört und gemessen werden können.

Die durch die Firma Maihak in den Handel gebrachten Dehnungsmesser sind für große Kräfte und Dehnungen gebaut, wie sie z. B. in den Stäben stählerner Brücken auftreten. Sie waren daher nicht ohne weiteres zum Messen der vergleichsweise geringen Bodendrücke eines Brückenpfeilers verwendbar. Es wurde deshalb in Gestalt einer Meßdose eine Einrichtung ausgebildet, deren Aufbau und Einbau aus Abb. 17 bis 21



Abb. 18. Meßdose geöffnet; rechts daneben eine Meßstelle.

zu ersehen ist. Gemessen werden die Längenänderungen eines Druckstabes aus Flußeisen von 2,5 cm Durchm. und 26 cm Länge. Auf die Enden des Druckstabes sind Druckplatten von 20 cm Durchm. aufgeschraubt. Das Verhältnis der Fläche der Druckplatten zum Querschnitt des Druckstabes ist durch Voruntersuchungen so festgelegt worden, daß durch die auf die Platten wirkenden Bodendrücke in dem Stab Kräfte erzeugt werden, die in günstigem Meßbereich der oben beschriebenen Dehnungsmesser liegen und hinreichende Meßgenauigkeit (Tonschärfe) gewährleisten. Dieses Verhältnis ist 65 : 1. Auch bezüglich ausreichender Biegesteifigkeit des Druckstabes und insbesondere der Druckplatten ergaben sich die in Abb. 17 dargestellten Abmessungen auf Grund der Vorversuche als zweckmäßig. Um bei nicht ganz mittigem Lastangriff auf die Druckplatte infolge ungenauen Einbaues in der Gründungssohle oder schräger Druckrichtung den Einfluß von Biegespannungen des Druckstabes auf die Meßgenauigkeit auszuschalten, sind an dem Stab zwei einander gegenüberliegende Meßstellen angebracht, deren Tongradwerte gemittelt werden. Die Seitenwand der Meßdose wird durch einen zweiteiligen Eisenmantel (zwei Rohrstücke) gebildet, der in Dosenmitte eine Trennfuge von 3 mm Weite freiläßt. Um den Eisenmantel herum legt sich ein Gummirohr von 3 mm Stärke, das an beiden Enden durch Schellen fest und dicht an den Eisenmantel bzw. die Druckplatten angebracht wird und das Eindringen von Grundwasser und Erde in die Dose verhindert. Die Dosen sind in der reichsigen Werkstatt auf der Baustelle Niederfinow angefertigt worden.

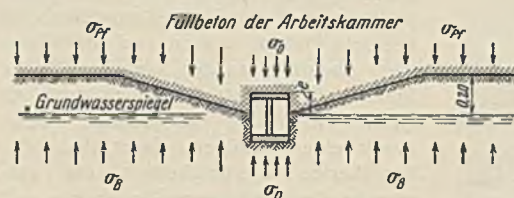


Abb. 20. Einbau einer Meßdose in die Pfeilersohle.

Die von der Firma Maihak gelieferten Meßstellen wurden im Materialprüfungsamt in Berlin-Dahlem geeicht, um die Beziehungen zwischen ihren Tongraden und den Spannungen des Druckstabes sowie den entsprechenden Bodendrücken festzustellen. Vorversuche in der in Abb. 19

dargestellten Anordnung bewiesen die Richtigkeit der angestellten Überlegungen. Ein ungünstiger Einfluß von Feuchtigkeit und Temperaturänderungen auf die Meßstellen konnte nicht festgestellt werden. Aus diesem Grunde wurden zunächst vorgesehene, frei in den Dosen aufgehängte Vergleichsmeßstellen nicht für erforderlich gehalten. Da für das Ausführen der Vorversuche nur kurze Zeit zur Verfügung stand, schien es trotzdem ratsam, einen hygroskopischen Stoff (Chlorkalzium) in die Dosen einzubringen (in Abb. 17 nicht dargestellt), welcher der eingeschlossenen Luft den Rest an Feuchtigkeit entziehen soll.

Im ganzen sind neun Meßdosen eingebaut worden, je drei in einem Querschnitt an den beiden Enden und in der Mitte des Pfeilers. Die Dosen wurden erst im Arbeitsraum des Senkkastens geschlossen, der unter Luftüberdruck von etwa 2 at stand. In ihrem Innern herrschte also der gleiche Überdruck wie außerhalb der Dosen, auch als nach deren Einbau die Druckluft abgelassen wurde und das Grundwasser nachdrang. Die Dosen sind bis über ihre Trennfuge in den Untergrund satt eingebettet, und der oben herausstehende Teil ist sorgfältig ein-

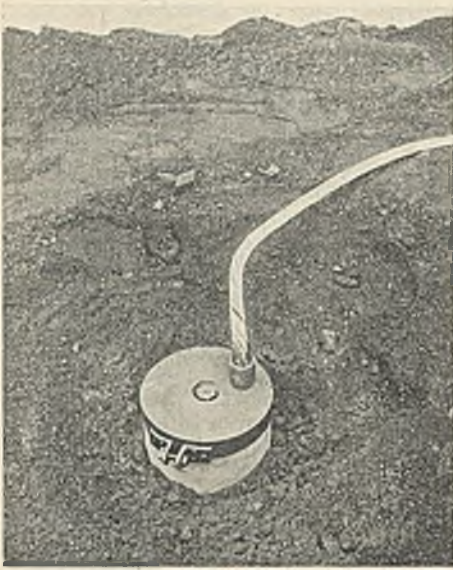


Abb. 21. Meßdose geschlossen, fertig zum Einbetonieren.

betoniert worden (Abb. 20 u. 21). Dabei hat sich das Ausstechen der Grube für die Meßdose durch vorsichtiges Eindrehen eines Rohres von etwas größerem Durchmesser als dem der Meßdose bewährt.

Die Schwingungen der Meßsaiten wurden nach dem Abhörgerät bei jeder Meßdose durch ein dreidriges Kabel übertragen; zwei Adern wurden als Zuleitung, eine Ader als gemeinsame Rückleitung für beide Meßstellen benutzt. In die Meßdose wurde das Kabel durch eine besonders gedichtete Bohrung in der oberen Druckplatte eingeführt. Über dieser Bohrung befand sich auf der inneren Seite der Druckplatte ein

Kabelverschluss, von dem aus die Adern zu ihren Klemmen geführt wurden. Die Kabel sind beim Ausbetonieren des Arbeitsraumes sowie des Pfeilerschachtes, in dem das Schachtröhre der Personenschleuse stand, sorgfältig miteinbetoniert worden. Besondere Sorgfalt verlangte das Durchführen der Kabel durch den im Schachtröhre der Arbeitsraumdecke vor dem Einstellen des Druckluftbetriebes herzustellenden Betonpfropfen, der aber trotz der Kabeldurchführung vollkommen dicht wurde.

Beim Abbau der Personenschleuse mußte jeder Rohrstoß des rd. 20 m langen Schachtröhres über die rd. 25 m langen Kabel hinweggezogen werden, was mit Hilfe des Portalkranes ohne Beschädigung der Kabel gelang. Die Kabel enden am Pfeilerkopf in einem gemeinsamen Kasten (in Abb. 8 noch nicht angebracht), der ein leichtes Anschließen des Empfangsgeräts und Umschalten auf jede der 18 Meßstellen gestattet.

Die ersten Messungen sind schon während des Ausbetonierens des Arbeitsraumes und des Einbringens des letzten Füllbetons im aufgehenden Pfeiler sowie während des Aufbaues des Pfeilerkopfes ausgeführt worden. Sie werden seitdem wöchentlich vorgenommen. Die ersten Ablesungen nach Fertigstellung des Pfeilers im Oktober 1929 ergaben Bodenpressungen, die geringer waren als die errechneten, daraus ergibt sich, daß die Bodenreibung an den Seitenwänden den Pfeiler anfangs noch festgehalten hat. Es wurde also noch nicht das ganze Pfeilergewicht auf den Untergrund übertragen. Mit der Zeit nahmen die Bodenpressungen fast regelmäßig zu und wurden allmählich fast konstant (immer geringere Zunahme). Erst unter dem Einfluß der im Mai ds. Js. begonnenen Arbeiten zum Hinterfüllen des Pfeilerkopfes wurden die Zunahmen wieder wesentlich stärker. Von den neun eingebauten Meßdosen hat eine sofort nach dem Einbauen versagt, eine weitere ist nach und nach gänzlich unbrauchbar geworden, anscheinend durch Eindringen von Grundwasser in die Meßdose oder durch Kurzschluß im Kabel. Bei drei weiteren Dosen geben die Meßsaiten gedämpfte, schwer wahrnehmbare Schwingungen. Die restlichen Dosen arbeiten einwandfrei mit großer Lautstärke und Abstimmsschärfe.

Ob die Messungen auch die absolute Größe der Bodenpressungen zutreffend angeben, kann zur Zeit noch nicht mit Gewißheit gesagt werden. Das werden die weiteren Messungen während und nach der Belastung des Pfeilers durch den Brückenüberbau voraussichtlich zeigen. Ein abschließendes Urteil über den Umfang der Verwendungsmöglichkeit der akustischen Bodendruckmessung kann jetzt noch nicht abgegeben werden. Die Möglichkeit, Bodendruckänderungen zu verfolgen, haben die bisherigen Messungen jedoch erwiesen.

Straßenbrücke mit angehängtem Sicherheitstor in der 2. Fahrt des Dortmund-Ems-Kanals an seiner Kreuzung mit der Emscher

zwischen km 1,9 und 3,8 des Zweigkanals nach Herne.

Von Regierungsbaurat Dr. Stecher, Münster i. W., und Regierungsbaumeister Schutte, Schleswig.

(Schluß aus Heft 43.)

Die Seilzugkräfte aus den Aufhängeseilen des Tores und der Gegengewichte erzeugen in den Seiltrommeln ein Drehmoment. Dieses wird durch Vorgelege teils unmittelbar, teils mittelbar (über die vorgenannte Stchwelle) nach der Welle 3 des nordwestlichen Triebwerks (Haupttrieb- welle) geleitet.

Die Welle 3 trägt eine Bandbremse mit Geschwindigkeitsregler (Schleuderbremse) und eine Klauenkupplung; mit der Kupplung kann das Drehmoment entweder an das ebenfalls auf der Welle 3 (lose) sitzende Motorvorgelege oder an das zum Handantrieb führende (ebenfalls lose) Kettenrad oder durch Ausrücken der Kupplung nur an die Bandbremse abgegeben werden (Kupplungsstellung „M“, „H“ und „L“).

Über die Anwendung der verschiedenen Betriebsmöglichkeiten wird weiter unten noch gesprochen.

Der Motor hat eine Leistung von 16,2 PS und bei 940 Umdrehungen/min 380 V Spannung. Er wird durch Anlasser mit Handrad in Tätigkeit gesetzt. Bei dem Anlassen löst ein mit dem Anlasser verbundener Bremslüftmagnet die Bandbremse.

Bei Erreichen der höchsten Stellung des Tores wird der Motor durch einen Endschalter selbsttätig ausgeschaltet. Der Endschalter besteht aus einem Schlitten, der auf einer durch das Zahnrad der Seiltrommel mit Vorgelege angetriebenen Spindel läuft. Damit das Tor beim Aufwärtsfahren nicht gegen den Überbau stoßen kann, ist zwischen der Torstellung, in der der Endschalter in Tätigkeit tritt, und der höchstmöglichen Stellung eine Bremsstrecke von rd. 20 cm vorgesehen.

Als Reserve ist ein Handantrieb, bestehend aus einer gewöhnlichen Zweimannkurbel und einem kleinen Vorgelege, vorhanden; er greift mit Gallscher Kette und Kettenrad an der Welle 3 an. Die Hauptwelle des Handantriebs trägt eine selbstsperrende Lastdruckbremse, die imstande ist, das Drehmoment der Welle 3 aufzunehmen. Zweck und Zusammenwirkung der Bandbremse und Lastdruckbremse werden weiter unten erläutert.

Zur Entlastung der Triebwerke und der Aufhängevorrichtungen bei Erneuerungsarbeiten sind zwei Torriegel vorgesehen, die an den beiden oberen Führungsgerüsten sitzen und, wenn das Tor oben hängt, unter dessen unterste Laufrollen geschoben werden können. Die Riegel werden mit abnehmbarer Handkurbel von dem südlichen Fußweg der Brücke aus bedient. Um ihre Betätigung durch Unbefugte zu verhindern, sind die oberen Kurbelwellen durch Fallriegel mit Schloßern festgelegt und die

Betätigungsvorrichtungen durch Schutzkasten umschlossen. Ihre genauere Ausbildung zeigt Abb. 10.

Zum Schutze der Triebwerke gegen Witterungseinflüsse und Einwirkungen Unbefugter sind Triebwerkhäuschen aus Eisenbetonfachwerk mit Ziegelausmauerung errichtet worden (Abb. 11). Sie stehen in keiner Verbindung mit der Stützkonstruktion der Windwerke oder mit den Unterbauten der Brücke und des Sicherheitstores, so daß bei Bergsenkungen diese Bauteile verschiedenartige Bewegungen ausführen können, ohne einander nachteilig zu beeinflussen. In den Wänden der Häuschen sind Aussparungen für die Durchführung der Stützträger und Triebwerk- teile in solcher Größe vorgesehen, daß etwaige kleinere Setzungsunter- schiede zwischen Brücken- und Torsystem einerseits und den Triebwerk- häuschen andererseits keinen Einfluß auf die Stand- und Betriebsicherheit der Triebwerke haben, größere dagegen rechtzeitig erkannt und unschädlich gemacht werden können.

Die Grundbauten der Triebwerkhäuschen sind zur Aufnahme der Gegengewichte schachtartig ausgebaut, je zwei einfache Schienen dienen zur Führung der Gegengewichte. — Die Häuschen sind von den Straßen- rampen aus zugänglich; zum Obergeschoß, in dem sich die Triebwerke befinden, führen eiserne Leitern.

Der Fußboden des Obergeschosses besteht aus einer flußeisernen Plattform mit Bodenklappe zum Durchlassen sperriger Triebwerkteile bei Instandsetzungsarbeiten; zur Unterstützung beim Ein- und Ausbau schwerer Stücke ist unter dem Dach ein Träger zur Aufnahme einer Laufkatze mit Flaschenzug vorgesehen. Die Plattform ist so abgestützt und befestigt und der Raum über ihr so hoch, daß sie bei Bergsenkungen leicht bis zu 1 m höher gelegt werden kann.

Zur Aufnahme von Längenänderungen und kleineren Richtungs- änderungen der Stchwelle zwischen den beiden Triebwerken infolge von Witterungsschwankungen oder Durchbiegungen ist eine Ausdehnungs- kupplung eingeschaltet. Die Verdrehung der Welle bei Vollast beträgt nur $\frac{1}{40}$, hält sich also innerhalb der zulässigen Grenzen. — Mit den Triebwerken können folgende Torbewegungen ausgeführt werden:

1. Schließen des Tores (= Herablassen) infolge seines Über- gewichtes in 2 min 50 sek.
2. Anheben des Tores mit elektrischem Antrieb in rd. 5 min.
3. Anheben des Tores mit Handantrieb (2 Mann in etwa 8 Std.).
4. Langsames Absetzen des Tores mit Handantrieb.

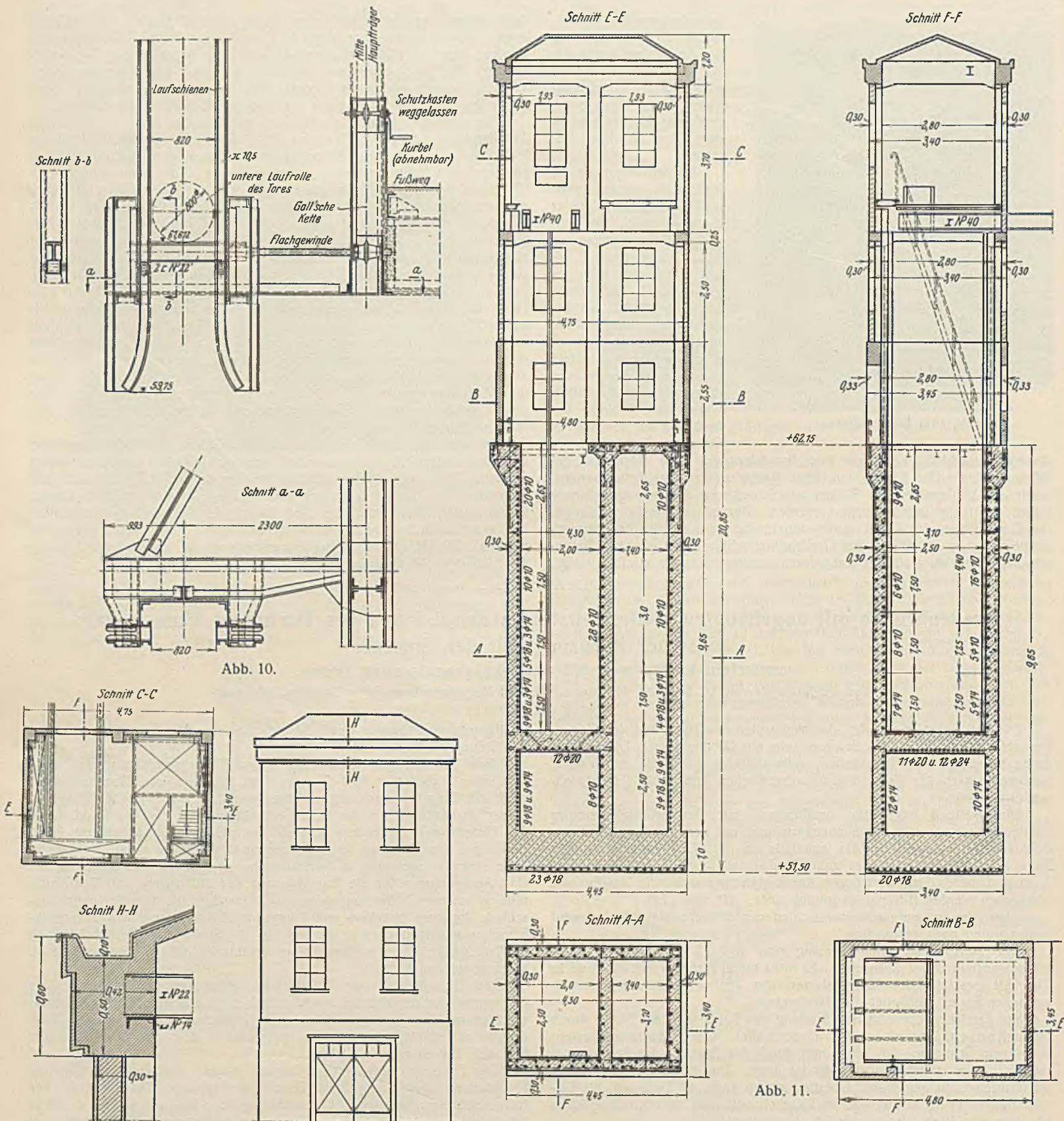


Abb. 10.

Abb. 11.

Zu Abb. 11.

Die Schaltung des Triebwerkes ist so eingerichtet, daß das Tor im Gefahrenfalle schnell geschlossen werden kann; durch zwangläufige Verriegelung der verschiedenen Bedienungshebel und -kurbeln ist dafür gesorgt, daß keine Betriebsstörungen durch falsche Handgriffe entstehen können. Eine weitere Sicherung gegen solche Betriebsgefahren liegt darin, daß das Tor im Gefahrenfalle vom Erdgeschoß des Triebwerkhäuschens aus durch ein zum Triebwerk im Obergeschoß führendes Bedienungsgestänge herabgelassen werden kann. Der maschinentechnisch nicht vorgebildete Torwärter hat nur ganz einfache und leichte Handgriffe auszuführen und braucht den eigentlichen Triebwerkraum überhaupt nicht zu betreten. Arbeiten am Triebwerk selbst werden dagegen stets unter fachmännischer Leitung ausgeführt, so daß bei Beachtung der

Betriebsvorschriften Betriebschäden in solchen Fällen so gut wie ausgeschlossen sind.

Gewöhnlich hängt das Tor frei in den Seilen in höchster Stellung an dem Brückenüberbau und wird durch die Bandbremse gehalten; die Kupplung wird auf „H“ gestellt, so daß bei einem etwaigen Versagen der Bandbremse sofort die im Handantrieb eingebaute Lastdruckbremse in Tätigkeit tritt. Beide Bremsen können jede für sich das größte Drehmoment aufnehmen. Die Torverriegelung wird nicht für die Sicherung des oben hängenden Tores benutzt, da sonst im Gefahrenfalle durch das Anheben des Tores und Lösen der Verriegelung zu viel Zeit verlorengehen würde, abgesehen davon, daß die Betätigung der beiden Torriegel von dem einen Triebwerkhäuschen aus verwickelte Übertragungsgestänge erfordert hätte.

Soll das Tor herabgelassen werden, so wird die Kupplung von „H“ (Handantrieb) auf „L“ (Los!) umgestellt und die Bandbremse gelöst.

An der Kupplung ist eine Riegelstange *R* (Abb. 9) befestigt, die über die Knagge *K* an den Tritthebel *T* faßt und dadurch diesem verwehrt, den Bremshebel 3 zu heben. Die Riegelstange hat jedoch eine Aussparung von der Größe der Knagge, die bei der Stellung „L“ der Kupplung über der Knagge steht; bei dieser Kupplungsstellung kann also die Bandbremse durch den Hebel *T* (entweder unmittelbar durch Drauftreten oder mittelbar durch Zug an dem unteren Bedienungsgestänge) gelöst werden. Die Verriegelung der Bandbremse bei den anderen beiden Kupplungsstellungen („H“ und „N“) ist aus folgenden Gründen notwendig: Bei Stellung „H“ könnte die Bandbremse — auch versehentlich — gelöst werden. Allerdings würden dadurch keine unmittelbaren Gefahren entstehen, weil ja dann immer noch die Lastdruckbremse das Tor festhält; wohl aber ist die falsche Reihenfolge der Handgriffe beim Schließen des Tores gefährlich.

(Richtig: 1. Kupplung von „H“ auf „L“, 2. Bandbremse los.) Würde etwa erst die Bandbremse gelöst und dann von „H“ auf „L“ gekuppelt, dann liefe das gesamte Drehmoment zeitweise durch die Kupplungsklauen in den Handantrieb. Im Augenblick des Ausrückens der Kupplungsklauen wäre der Kraftverlauf plötzlich unterbrochen, und das Tor würde ein Stück sehr schnell fallen, bis die inzwischen selbsttätig eingreifende Schleuderbremse die Geschwindigkeit auf das Sollmaß geregelt hätte. Die dabei zu befürchtenden Stöße könnten für den Überbau nachteilige Folgen haben.

Bei Stellung „M“ (Motorantrieb) der Kupplung darf die Bandbremse ebenfalls nicht durch den Tritthebel lösbar sein, weil sonst der stromlose Motor beim Lüften der Bremse durch das absinkende Tor „durchgezogen“ werden würde.

Beide Verriegelungen sind durch die oben erwähnte Riegelstange *R* erreicht. Sie könnten allerdings durch unmittelbaren Angriff an der Bandbremse (unter Umgehung des Tritthebels) unwirksam gemacht werden; deshalb ist die ganze Bremsstange mit einem Schutzkasten umschlossen, der nur bei Instandsetzungsarbeiten abgenommen werden darf.

Da es leicht geschehen könnte, daß beim Kuppeln mit Gestänge (d. h. also vom Erdgeschoß aus) die Kupplung von „H“ über „L“ hinaus versehentlich nach „M“ gestellt würde, ist über dem Kupplungsspindelgehäuse ein Federstecker *F* fest angebracht, der in gewöhnlicher Stellung in eine Aussparung eines Bleches an dem beweglichen Spindelgehäuse greift. Die Länge dieser Aussparung ist gleich dem Abstände der Kupplungsstellungen „H“ — „L“, d. h. die Kupplung kann also ohne Anheben des Federsteckers nur von „H“ nach „L“ und umgekehrt geschaltet werden. Das Triebwerk kann also beim Herablassen des Sicherheitstoies nur zwangsläufig richtig bedient werden.

Muß das Tor unterwegs aus irgendwelchen Gründen angehalten werden, so wird einfach die Bandbremse langsam angezogen.

Zum Hochziehen des Tores mit elektrischem Antrieb wird zunächst von „L“ nach „M“ gekuppelt; zu diesem Zwecke wird der vorbeschriebene Federstecker gehoben und das Kupplungskurbelrad (*K*) so weit gedreht, bis die Kupplung auf „M“ steht. In dieser Stellung wird der Federstecker losgelassen; er greift jetzt in ein Paßloch des Kupplungsspindelgehäuses und legt die Kupplung auf „M“ fest. Ein Umkuppeln während des Hochziehens des Tores ist dadurch unmöglich gemacht.

Sobald auf „M“ gekuppelt ist, kann das Kupplungskurbelrad abgenommen und auf den Anlasser gesteckt werden, wodurch der Strom eingeschaltet und der Motor angelassen wird; die Bandbremse wird beim Anlassen selbsttätig durch einen Bremslüftmagneten gelöst. Für Kuppelung und Anlasser ist nur ein Kurbelrad vorhanden, das für gewöhnlich auf der Kupplung sitzt. An seiner Nabe hat es einen nasenförmigen Vorsprung, der gegen ein festes Querblech stößt, wodurch das Kurbelrad auf

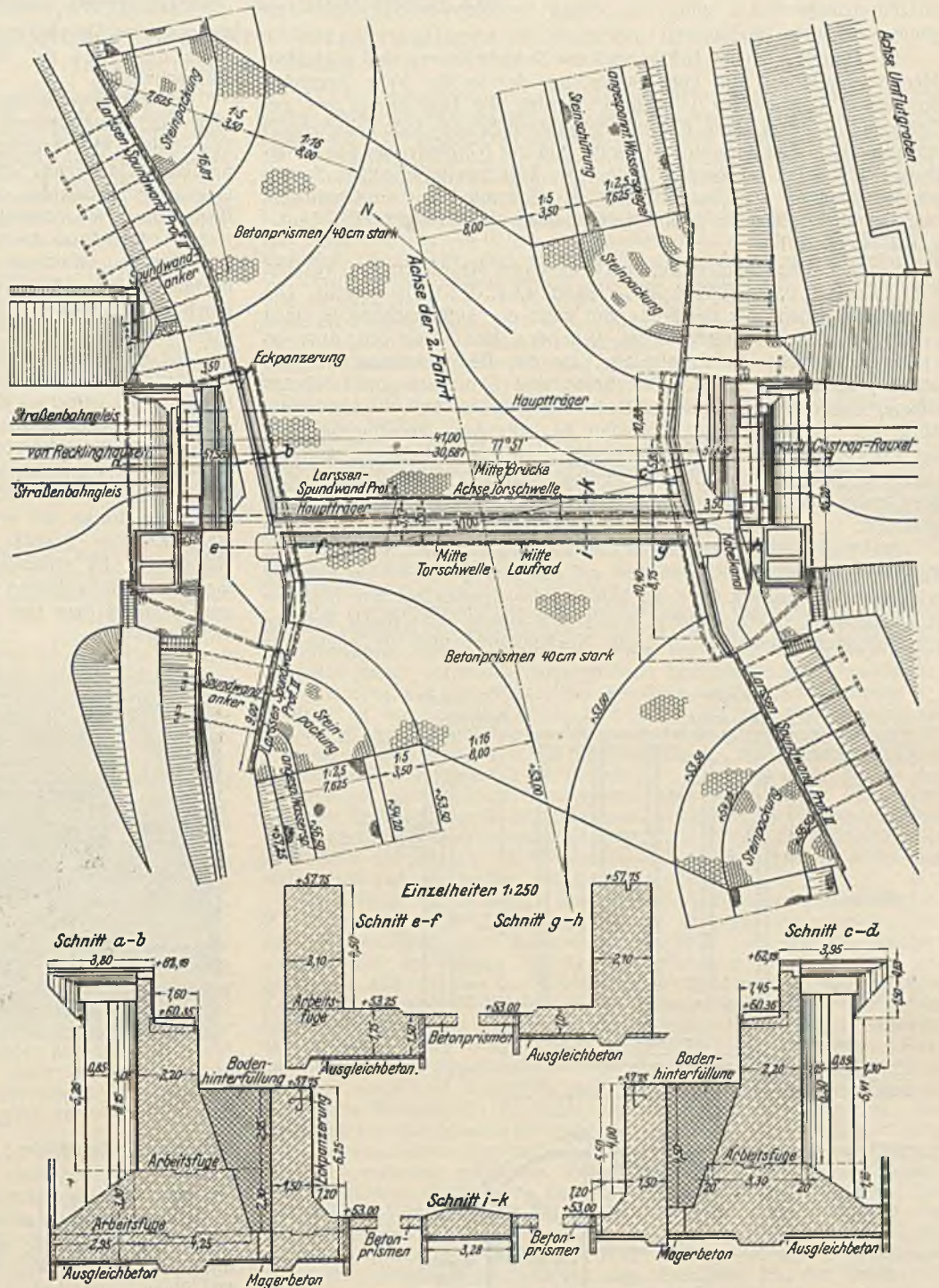


Abb. 12.

der Kupplung festgehalten wird. Bei Stellung „M“ gleitet die Nase durch eine Aussparung in dem Querblech, das Rad kann also nur in Stellung „M“ abgenommen werden. Durch diese Einrichtung wird bezweckt, daß der Motor nur bei Kupplungsstellung „M“ angelassen werden kann und nicht etwa auch bei Stellung „L“; denn dann würde zwar der Motor leerlaufen, aber der Bremslüftmagnet die Bandbremse lüften, und das Tor unerwünschterweise absinken. Um falsche Betätigung der Kupplung zu verhindern, sind alle zugänglichen Teile der Kupplungsstellvorrichtung (z. B. Kettenrad für das Bedienungsgestänge) eingekapselt.

Will man das Tor durch Handantrieb hochziehen, so ist von „L“ auf „H“ zu kuppeln und an der Zweimannkurbel zu drehen. Das Tor wird dabei in jeder Lage durch die selbstsperrende Lastdruckbremse gehalten. Die Bandbremse wird ohne weiteres außer Wirkung gesetzt, weil bei der Aufwärtsbewegung des Tores ihre Sperrklinke das Sperrrad und damit die Bremsscheibe nicht mitnimmt.

Soll das Tor von Hand auf die Verriegelung abgesenkt werden, so muß zuvor der Schutzkasten über der Bandbremse abgenommen und die Bandbremse gelöst werden, da ein unmittelbares Lösen der Bandbremse bei Kupplungsstellung „H“ aus früher erörterten Sicherheitsgründen nicht möglich ist, und andernfalls bei der Abwärtsbewegung des Tores Sperrklinke und Sperrrad der Bremse ineinandergreifen und sie zur Wirkung bringen. Das Absetzen auf die Torriegel ist aber nur bei größeren

Instandsetzungsarbeiten nötig, bei denen für die Vorbereitungen Zeit genug vorhanden ist.

Die Grundbauten der Brücke und des Sicherheitstores sind auf festem Mergel gegründet. Um eine Gefährdung der in der Nähe liegenden bewohnten Gebäude zu vermeiden, wurden die Unterbauten bei der Gründung je durch einen Kasten aus eisernen Spundwänden (Larsen II) umschlossen. Aus demselben Grunde und zur Verhinderung der Unterläufigkeit wurden zu beiden Seiten der Torschwelle ebenfalls Spundwände gerammt. Zur Vergrößerung der Reibung zwischen Grundwerk und Gründungsschichten greift die Gründung zahnförmig in den Untergrund ein (Abb. 12).

Sämtliche Grundbauten sind aus Gußbeton im Mischungsverhältnis 1 R.-T. Zement : 0,3 R.-T. Traß : 3 R.-T. Sand : 4,5 R.-T. Kies hergestellt. Die Widerlager haben über der Sohle und unter der Auflagerebene je einen kräftigen, quer zur Brückenachse laufenden Rost von Rundeisen-einlagen, welche die Zusatzkräfte, die bei Bergsenkungen auftreten können, aufnehmen sollen. Die Roste sind berechnet unter der Annahme, daß das Widerlager am Ende auf $\frac{1}{6}$ seiner Länge oder in der Mitte auf $\frac{1}{3}$ seiner Länge unterhöhlt ist. Die Auflagersteine bestehen aus kräftig bewehrten Eisenbetonquadern; die Lagerschuh der Auflager sind auf ihnen durch Dollen festgelegt. Gegen Verschiebungen sind die Quader durch kräftige Rundeisenverbindungen mit dem Widerlager gesichert.

Die Tornischenkörper, in die die unteren Führungsgerüste des Tores eingelassen sind, haben den auf das herabgelassene Tor einseitig wirkenden Wasserdruck (eine der beiden Kanalstrecken bis zum höchsten rechnermäßigen Wasserstand gefüllt, die andere leer) durch Reibung am Untergrund aufzunehmen. Die Nischenkörper und die beiderseits

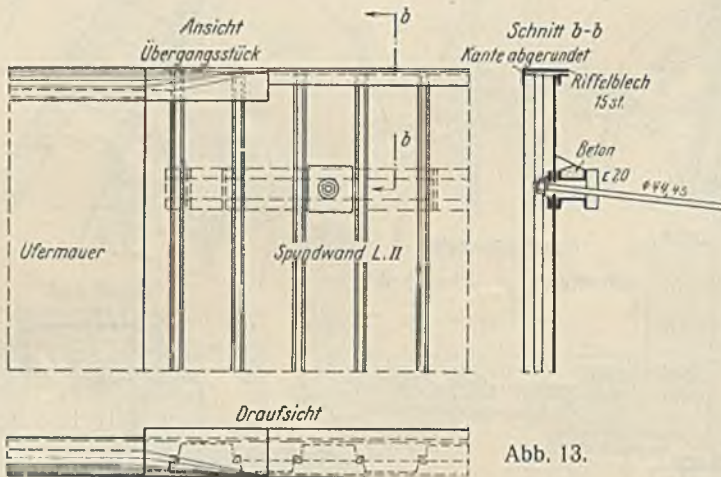
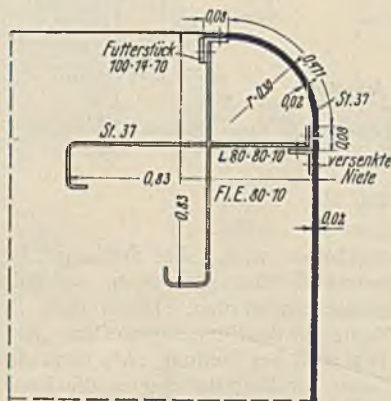


Abb. 13.



Zu Abb. 13.

ansetzenden Ufermauern sind daher in einem Stück hergestellt, die statische Mitwirkung ist durch einen unteren Rundeisenrost sichergestellt. Auch die Ufermauern haben zur Erhöhung ihrer Gleitsicherheit Sohlenverzahnung erhalten. Gegen Beschädigungen durch die Schifffahrt sind ihre Kanten durch flußeisernerne Bleche (Abb. 13) und die Ecken durch Stahlgußstücke geschützt.

Die Torschwelle ist als doppelt bewehrter Eisenbetonbalken ausgebildet. Sie schließt seitlich an die Umschließungspundwände der Ufermauern an und ist in sich durch zwei zahnförmige Trennungsfugen unterteilt; auf diese Weise brauchte nicht die ganze Torschwelle als ein Balken von großer Länge gegen Unterhöhungen infolge von Bergsenkungen bewehrt zu werden. Die Oberkante der Torschwelle liegt

auf NN + 53,25 m, also 25 cm höher als die Kanalsohle, um die Ablagerung von Sinkstoffen, die ein glattes Aufsetzen der unteren Dichtungskante des Tores auf die Torschwelle erschweren würden, möglichst einzuschränken.

Die Unterbauten der Triebwerkhäuschen sind aus Gründen der Stoff- und Platzersparnis dünnwandig mit kräftiger Rundeisenbewehrung hergestellt. Alle dauernd von Erde berührten Teile sind — wie auch bei den Widerlagern und Ufermauern — mit Inertol gestrichen. Die Gegengewichtschächte sind, soweit sie unterhalb Kanalwasserspiegel liegen, durch Innendichtung gegen Wassereintritt gesichert.

Die Anschlüsse der Ufermauern an die Kanalböschungen sind durch Larsen-Spundwände hergestellt, die mit Eisenbetonplatten in dem dahinterliegenden Erdreich verankert sind. Oben sind die Spundwände durch eine einfache Flußeisenkonstruktion mit Riffelblechen abgedeckt (Abb. 13).

Die Kanalsohle ist beiderseits der Torschwelle auf rd. 20 m durch sechsseitige Betonprismen von 40 cm Höhe befestigt, damit bei Wiederfüllung einer geleerten Kanalstrecke durch die im Tor befindlichen Füllschütze die Sohle nicht ausgespült wird. Aus demselben Grunde sind auch die Böschungskegel zum Teil mit Betonprismen belegt und zum Teil (wo die Böschung steiler als 1 : 4 ist) mit Quadern abgeplästert³⁾ (Abb. 12).

Die Leinpfade sind zur Erlangung der nötigen Durchfahrhöhe unter der Brücke mit einem Gefälle von 1 : 50 von NN + 59,50 m auf NN + 57,75 m gesenkt und mit Gegenkrümmungen von je 50 m Halbmesser im Grundriß geführt. Beide Maße (Gefälle wie Halbmesser) berücksichtigen den späteren Verkehr mit Treidelmaschinen von 1000 mm Spur und 14 t Dienstgewicht. Abb. 14 zeigt das fertige Sicherheitstor.

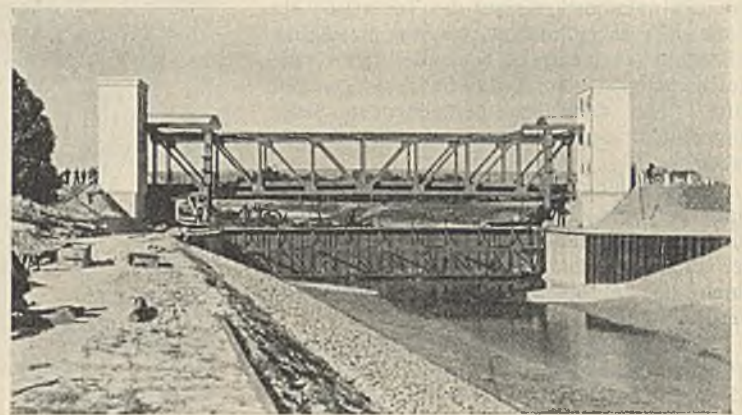


Abb. 14.

Berechnungsangaben.

Die Straßenbrücke wurde nach DIN 1072, Brückenklasse I, berechnet.

Die Belastung durch die Straßenbahn brauchte hierbei nicht besonders in Rechnung gestellt zu werden. Die Berechnungen sind nach DIN 1073 und unter Benutzung der Reichsbahnvorschriften durchgeführt. Die oberen Führungsgerüste sind dabei als „Verbände“ behandelt worden. Die Eigengewichtslast des Sicherheitstores ist zur Berücksichtigung der Schwingungen bei seiner Bewegung mit einem Stoßbeiwert $\varphi = 1,2$ eingesetzt. Die größte Beanspruchung durch das Tor erfährt der Überbau bei dem Aufsetzen des Tores auf die Riegel.

Das Eigengewicht des Tores einschließlich der Maschinenausrüstung beträgt rd. 52,5 t, die Eigengewichte für Fahrbahn einschließlich Tonnenbleche (aber ohne Traggerippe) 0,8 t/m², Fahrbahn mit Gerippe 0,9 t/m², Hauptträger und Verbände 1,0 t/m Hauptträger, der größte Auflagerdruck beläuft sich auf 220 t. An Eisen sind in den einzelnen Teilen eingebaut:

	St 48 t	St 37 t	Stg u. Ge t
Brücke	117,0	32,0	6,0
Tor	44,5	3,0	5,0
Führung oben	10,0	—	—
Führung unten	8,0	11,0	—
Aufhängung, Riegel usw.	5,0	4,0	—
Plattform in den Häuschen	—	4,0	—
Kantenschutz und Spundwandabdeckung	—	6,0	0,5

³⁾ Vgl. auch Bautechn. 1930, Heft 19, S. 290.

Alle Rechte vorbehalten.

Neue Normblätter für Straßenbrücken unter besonderer Berücksichtigung der Berechnungsgrundlagen für massive Brücken.

Von Regierungsbaurat Wedler, Berlin.

Der Ausschuß für Straßenbrücken hat nach etwa dreijähriger Arbeit seiner Sonderausschüsse in seiner Sitzung am 23. Mai ds. Js. drei neue Normblätter verabschiedet, und zwar Berechnungs- und Entwurfsgrundlagen für hölzerne Brücken, DIN 1074; Berechnungsgrundlagen für massive Brücken, DIN 1075 und Richtlinien für die Überwachung und Prüfung eiserner Straßenbrücken, DIN 1076¹⁾. Die drei Normblätter sind inzwischen von den zuständigen Behörden des Reiches und Preußens amtlich eingeführt worden. Es steht zu erwarten, daß sie auch von den außerpreußischen Ländern und von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft ebenso wie seinerzeit die drei Normblätter DIN 1071 bis 1073 übernommen werden.

Während die Richtlinien für die Überwachung und Prüfung eiserner Straßenbrücken im wesentlichen für den inneren Dienstbetrieb der mit der Brückenunterhaltung betrauten Behörden bestimmt sind, werden von dem Inhalte der beiden anderen Normblätter DIN 1074 bis 1075 weitere Kreise berührt.

Über die Berechnungs- und Entwurfsgrundlagen für hölzerne Brücken wird demnächst der Obmann des zuständigen Sonderausschusses besonders berichten. Im folgenden soll kurz auf den wesentlichen Inhalt des Normblatts 1076 und etwas ausführlicher auf das Normblatt 1075 eingegangen werden.

I.

Die Richtlinien für die Überwachung und Prüfung eiserner Straßenbrücken DIN 1076 sind in zwei Hauptabschnitte gegliedert, von denen der erste die Unterlagen für die Überwachung und Prüfung der eisernen Straßenbrücken, der zweite die Ausführung der Überwachung und Prüfung behandelt.

Das Brückenverzeichnis (§ 1) soll einen Überblick über die Brücken des Bezirks geben. Die Brückenakten (§ 2) sollen alle für die Unterhaltung der Brücke wichtigen Angaben, aber keine unwesentlichen Schriftstücke enthalten. Das Brückenbuch (§ 3), das für jede Brücke mit einer Stützweite ≥ 5 m anzulegen ist, dient im wesentlichen zur Aufnahme der Bescheinigungen über die Brückenprüfungen.

Das Normblatt enthält auch Vorschriften für das Nachrechnen und Einstufen bestehender eiserner Straßenbrücken. Bei gutem Unterhaltungszustand und befriedigender baulicher Ausbildung darf man gegenüber den in DIN 1073 — Berechnungsgrundlagen für eiserne Straßenbrücken — angegebenen zulässigen Spannungen eine Erhöhung bis zu 100 kg/cm^2 zulassen, ehe die Brücke in die nächst niedrigere Brückenklasse nach DIN 1072 — Straßenbrücken, Belastungsannahmen — eingestuft und für schwerere Lasten gesperrt oder verstärkt werden muß. Die Richtlinien sehen außer der ständigen Überwachung (§ 5) alle drei Jahre einfache Prüfungen und alle sechs Jahre Hauptprüfungen vor. Ausführlich ist auf alle die Punkte hingewiesen, auf die bei der ständigen Überwachung und bei den regelmäßig wiederkehrenden Prüfungen zu achten ist. Bei den Hauptprüfungen müssen auch die Niet- und Schraubenverbindungen der Anschlüsse und Stoßdeckungen durch Abklopfen auf festen Sitz und die Einzelteile auf Risse untersucht werden. Außerdem sind hierbei Höhenmessungen (§ 8) vorzunehmen. Belastungsversuche (§ 7) sind in der Regel nur vor der Inbetriebnahme neuer oder verstärkter Brücken zu machen.

Bei allen Bestimmungen des Normblatts ist, soweit tunlich, zum Ausdruck gebracht, welche Verantwortung im einzelnen die Personen haben, die mit der Überwachung und Prüfung der eisernen Straßenbrücken betraut sind. Das Normblatt soll, wie die Überschrift sagt, nur Richtlinien geben. Seine Festsetzungen sind nicht dazu bestimmt, ändernd in eine Verwaltungspraxis bei der Führung der Prüfungsunterlagen einzugreifen, die sich bisher bewährt hat. In solchen Fällen empfiehlt es sich vielmehr nur, die Brückenverzeichnisse, -bücher und -akten allmählich den Angaben des Normblatts anzupassen.

II.

Das Normblatt 1075 behandelt die Berechnung massiver Brücken, Pfeiler und Widerlager aus bewehrtem und unbewehrtem Beton und aus Mauerwerk. Es gilt sowohl für massive Brücken unter Fußwegen, Straßen und Straßenbahnen, als auch für massive Brücken unter Gleisen der Eisenbahnen des allgemeinen Verkehrs und unter Industriegleisen. Als Industriegleise im Sinne der Berechnungsgrundlagen gelten solche Gleise, die nicht von den Lokomotiven der Eisenbahnen des allgemeinen Verkehrs befahren werden (§ 6 Ziff. 1a, Fußnote 4), z. B. Brücken unter Privatanschlußgleisen von der Anschlußgrenze ab und Brücken unter Werkbahnen. Bei der Mannigfaltigkeit der vorkommenden Bahngattungen konnten nicht alle besonders angeführt werden. Ihre Eingruppierung muß vielmehr in jedem Einzelfalle der zuständigen Aufsichtsbehörde überlassen bleiben. Das Normblatt umfaßt also alle vorkommenden üblichen massiven Straßen- und Bahnbrücken. Für sehr große oder den üblichen Bauweisen nicht entsprechende massive Brücken und bei Verwendung ungewöhnlicher Baustoffe können besondere, von diesen Normen abweichende Bestimmungen getroffen werden, ebenso für außergewöhnlich leichte Bauwerke, z. B. besonders leichte Gangstege.

Für die Berechnung von Brücken aus bewehrtem und unbewehrtem Beton bilden die Berechnungsgrundlagen für massive Brücken im wesentlichen eine Ergänzung der Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton, die auch für diese Brücken gelten, soweit sich nicht aus dem Normblatt Abweichungen ergeben (s. Vorbemerkungen). Das Normblatt enthält dementsprechend für diese Brücken im wesentlichen nur insoweit Festsetzungen, als die anders gearteten Verhältnisse beim Brückenbau einer vom übrigen Beton- und Eisenbetonbau abweichenden Regelung bedürfen. Andererseits sind aus den Eisenbetonbestimmungen alle die Vorschriften übernommen worden, die sich lediglich auf die Berechnung von Brücken beziehen, z. B. § 10 — Sondervorschriften für Brücken unter Eisenbahngleisen. In den Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton sollen diese Bestimmungen gelegentlich der zur Zeit im Gange befindlichen Neubearbeitung gestrichen werden. Im übrigen sind einzelne Festsetzungen der Eisenbetonbestimmungen in den Berechnungsgrundlagen für massive Brücken, soweit erforderlich, kurz wiederholt oder angezogen worden.

Bestimmungen über die bauliche Ausbildung massiver Brücken sollen gegebenenfalls einem einstweilen zurückgestellten weiteren Normblatt vorbehalten bleiben. Für Brücken aus bewehrtem und unbewehrtem Beton gelten in dieser Hinsicht bis dahin uneingeschränkt die Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton.

Die Gliederung des Blattes DIN 1075 lehnt sich im allgemeinen an die des Normblattes DIN 1073 — Berechnungsgrundlagen für eiserne Straßenbrücken — an.

Die Festsetzungen über die Berücksichtigung der Temperaturschwankungen stimmen im wesentlichen mit den Angaben in den Eisenbetonbestimmungen überein. Beim Feststellen der geringsten Abmessungen brauchen jedoch vollständig umschlossene Hohlräume, z. B. bei Kastenquerschnitten, nicht abgezogen zu werden. Ungleiche Erwärmung der Bauteile ist nur ausnahmsweise, z. B. beim Zugband von Zweigelenbogen, zu berücksichtigen, da die auftretenden Unterschiede im allgemeinen gering sind. Der zur Berücksichtigung des Schwindens anzunehmende Temperaturabfall ist gestaffelt und dem heutigen Stande der Erkenntnisse entsprechend bei geringer Bewehrung höher festgesetzt. Von der Berücksichtigung des „Werfens“ von Rahmen und Bogen infolge des Widerstandes unsymmetrischer Bewehrung gegen das Schwinden ist abgesehen worden, da das Werfen im allgemeinen günstig wirkt und rechnerisch nur sehr schwer verfolgt werden kann.

Die Werte von E und G sind für alle Stahlsorten gleichmäßig zu 210000 bzw. 810000 kg/cm^2 angegeben. Es steht zu erwarten, daß auch die entsprechenden Angaben in DIN 1073 und den BE geändert werden. Bei den beiden für das Elastizitätsmaß von Mauerwerk angegebenen Mittelwerten von 100000 kg/cm^2 für Bruchsteinmauerwerk in Zementmörtel und 50000 kg/cm^2 für Mauerwerk in Zementmörtel aus Hartbrandziegeln oder Klinkern ist darauf hingewiesen, daß diese Werte sehr schwanken, und daß es sich daher empfiehlt, bei wichtigen Bauausführungen aus Mauerwerk Versuche durchzuführen.

Sehr eingehend behandelt sind die Bestimmungen über die lastverteilende Wirkung der Fahrbahn und der Aufbauten (§ 6 Ziff. 1). Abweichend von den Eisenbetonbestimmungen (Teil A, § 17 Ziff. 4) ist hier scharf unterschieden zwischen der Berechnung der Platten auf Biegung und der Berechnung auf Schub. Bei der Berechnung auf Biegung infolge von Einzellasten (Raddrücke) darf in der Regel ohne Rücksicht auf die Stellung der Verkehrslasten mit einem mitwirkenden Plattenstreifen von gleichbleibender Breite gerechnet werden, weil praktisch fast nur Laststellungen in der Nähe der Mitte in Frage kommen oder doch wenigstens die dort stehenden Verkehrslasten den Ausschlag für die Größe des Biegemomentes geben. Die Breite des als mitwirkend anzunehmenden Plattenstreifens ist nach oben begrenzt. Bei der Berechnung auf Schub, die aber bei den üblichen Fahrbahnplatten bis $2,0$ m Stützweite in der Regel nicht erforderlich ist (§ 15), darf für die Lasten und die Querschnitte in der Nähe der Feldmitte mit der gleichen Verteilungsbreite wie bei der Berechnung auf Biegung, für die Lasten und Schnitte in der Nähe des Auflagers aber nur mit einer kleineren Breite gerechnet werden. Ähnliche Angaben über die Lastverteilung bei kreuzweis bewehrten Platten sind zur Zeit noch nicht möglich. Für Platten unter Eisenbahngleisen sind geringere Verteilungsbreiten zugelassen als für Platten unter Straßen, Straßenbahnen und Industriegleisen.

Wohl auch mit Rücksicht auf Äußerungen in der Fachpresse ist in diesem Abschnitt darauf hingewiesen, daß bei entsprechendem rechnerischen Nachweis die Verteilung der Lasten durch durchlaufende Querträger auf mehrere Hauptträger berücksichtigt werden darf.

Auch für Gewölbe ist die zulässige Verteilungsbreite für die Verkehrslasten im einzelnen festgelegt. In der Längsrichtung darf nicht mit Lastverteilung durch die Fahrbahn, den Aufbau oder die Überschüttung gerechnet werden. In der Querrichtung sind bestimmte höchstzulässige Verteilungsbreiten festgesetzt. Bei Belastung mit den Regellasten gemäß DIN 1072 darf angenommen werden, daß das Gewölbe auf seiner ganzen Breite gleichmäßig trägt. Diese Bestimmung erscheint auch auf den Scheitelstrecken sehr breiter Gewölbe unbedenklich, weil sich die Ersatzlasten der Lastkraftwagen und die Belastung durch Menschengedränge nach DIN 1072 nur wenig voneinander unterscheiden, und weil die schwerste Last, die Dampfwalze, nur einmal und nicht, wie bei

¹⁾ Vgl. Bautechn. 1929, Heft 12, S. 193. Die „Berechnungsgrundlagen für massive Brücken“ sind inzwischen auch erschienen im Verlage von Wilh. Ernst & Sohn, Berlin W8.

Eisenbahnlastenzügen, mehrmals in einer Reihe hintereinander aufzustellen ist.

Der Einfluß der Windkräfte braucht bei Bogenbrücken nicht in allen Fällen nachgewiesen zu werden (§ 6 Ziff. 3).

Die Stoßzahlen (§ 7) sind unter Berücksichtigung des bei den einzelnen Tragwerken verschiedenen Verhältnisses von Eigengewicht zu Verkehrslast gestaffelt, wobei die Stoßzahl höher gewählt wurde, wenn der betreffende Bauteil unmittelbar vom Stoß getroffen wird, z. B. Fahrbahntafeln. Außerdem sind besondere Gruppen von Stoßzahlen festgesetzt für Brücken unter Straßen und Straßenbahnen, für Brücken unter Industriegleisen ohne Schotterbett mit und ohne Holzschwellen und für Brücken unter Eisenbahn- und Industriegleisen mit Schotterbett. Die letzte Gruppe ist noch nach Schotterbettstärken abgestuft. Werden bei Industriegleisen zwischen Schienen und Beton nur sog. elastische Zwischenlagen (ohne Holzschwellen) angeordnet, so ist die Stoßzahl für Brücken ohne Schotterbett und ohne Holzschwellen maßgebend. Werden die Schienen auf der Brücke nicht geschweißt, so sind die Stoßzahlen für die Fahrbahntafel um 10% zu erhöhen.

Eingehende Vorschriften sind für die Berechnung bestimmter Bauteile gegeben. Die Platte unter der Fahrbahn muß mit Ausnahme von Brücken der Klasse IV (DIN 1072) mindestens 12 cm dick sein. Für die Mindestnutzhöhe der Platten gelten auch bei Brücken die Festsetzungen der Eisenbetonbestimmungen (A § 14 Ziff. 7), meines Wissens schweben aber Erwägungen, diese Vorschriften der Eisenbetonbestimmungen zu ändern. Für die Berechnung der üblichen, bis zu 2 m gespannten Fahrbahnplatten, die über mehrere starr mit ihnen verbundene und durch Querverbindungen versteifte Rippen durchlaufen, ist eine vereinfachte Berechnung unter Zugrundelegen eines Einzelfeldes zugelassen. Sonderfestsetzungen sind getroffen für die Berücksichtigung der verschiedenen Einsenkung der stützenden Träger bei der Berechnung der Fahrbahnplatten und für die Berechnung der Endfelder der Platten (§ 8). Bei der Ermittlung der Stützkräfte von durchlaufenden Platten und Längsträgern der Fahrbahn braucht auch bei Brücken die Kontinuität nicht berücksichtigt zu werden, bei Hauptträgern ist dies aber erforderlich.

Für die Hauptträger von Balkenbrücken sind die Vorschriften der Eisenbetonbestimmungen über die Nutzhöhe der Balken und Plattenbalken außer Kraft gesetzt (§ 9). Die Annahme freier Drehbarkeit durchlaufender Hauptträgerbalken (§ 9 Ziff. 1) soll nicht nur bei Anordnung besonderer Lagerkörper, sondern auch bei Anordnung einfacher Trennungsfugen zulässig sein.

Ein besonderer Abschnitt ist auch in diesem Normblatt den Walz- und Blechträgern in Beton gewidmet (vgl. DIN 1073, Abschnitt B V). Sie dürfen nicht als Eisenbetonkonstruktionen berechnet werden. In der Längsrichtung ist mit Einzellasten zu rechnen, in der Querrichtung darf die Achslast von Straßenfahrzeugen gleichmäßig auf eine Breite von 2,5 m, die der regelspurigen Eisenbahnfahrzeuge auf eine Breite von 3,5 m gleichmäßig verteilt werden (vgl. B E, Abschnitt B III).

Bei durchlaufenden Platten, Balken und Plattenbalken darf bei Vorhandensein von Schrägen die Nutzhöhe in der Nähe von Zwischenstützen nicht größer angenommen werden, als sie sich bei einer Neigung der Balkenschräge von 1:3 ergeben würde (vgl. Eisenbetonbestimmungen von 1916, § 16 Ziff. 4). Fehlen die Balkenschrägen, so darf nicht mit einer Vergrößerung der wirksamen Höhe innerhalb der Stützen gerechnet werden.

Als bewehrte Betonbogen und Gewölbe im Sinne der Berechnungsgrundlagen gelten nur solche, deren Längsbewehrung oben und unten mindestens je 6 cm² auf 1 m Gewölbbreite und zusammen mindestens 0,1% beträgt (§ 9 Ziff. 3). Statisch unbestimmte Bogenträger sind auf Grund der Elastizitätslehre zu berechnen, nur gewölbte Durchlässe mit reichlicher Überschüttungshöhe und günstigem Pfeilverhältnis ($f \geq \frac{1}{2}$) dürfen nach dem Stützlinienverfahren untersucht werden. Für weitgespannte massive Bogenbrücken ist auch die Knicksicherheit innerhalb der Tragwandebene für die größte im Viertelpunkte des Bogens auftretende Normalkraft aus ständiger Last und Verkehrslast nachzuweisen, wobei nach der Eulerschen Knickformel mindestens eine dreifache Knicksicherheit vorhanden sein muß. Die hierbei anzunehmende freie Knicklänge ist besonders für den Dreigelenkbogen unter Hinweis auf das Buch von R. Mayer, „Die Knickfestigkeit“, Berlin 1920, angegeben worden.²⁾

Bei den Bestimmungen über die Berechnung von Eisenbetonstützen (§ 11 Ziff. 1) ist nicht mehr zwischen Stützen mit und ohne Knickgefahr unterschieden. Zur Vereinfachung sollen vielmehr alle mittig beanspruchten Stützen nach der Formel $\sigma = \frac{\omega S}{F i}$ berechnet werden, wobei für die Verhältnisse $\frac{h}{d}$ bzw. $\frac{h}{D} \leq 15$ die Knickzahl $\omega = 1$ ist. Die Knickzahlen für quadratische und rechteckige Stützen mit einfacher Bügelbewehrung sind bis zum Schlankheitsverhältnis $\frac{h}{d} = 40$ erweitert worden. An dieser Stelle sei gestattet, nochmals kurz auf die Festsetzungen der Knickzahlen einzugehen.³⁾

Zur Vereinfachung der Rechnung sind die Knickzahlen für die Verhältnisse $\frac{h}{d}$ und $\frac{h}{D}$ angegeben, wobei h die Länge der Netzlinie, d bei rechteckigen Stützen die kleine Querschnittseite und D der mittlere Durchmesser

messer der Umschnürungsspiralen bei umschnürten Stützen (= Kerndurchmesser) ist.

Für rechteckige und quadratische Stützenquerschnitte ist:

$$i = \sqrt{\frac{J}{F}} = \sqrt{\frac{b d^3}{12} \cdot \frac{1}{b d}} = d \sqrt{\frac{1}{12}}$$

$$\lambda = \frac{h}{i} = \frac{h}{d} \sqrt{12} = 3,46 \cdot \frac{h}{d}$$

Für den Kern umschnürter Stützen ergibt sich

$$i = \sqrt{\frac{\pi D^4}{64} \cdot \frac{4}{\pi D^2}} = \frac{D}{4}$$

$$\lambda = 4,0 \cdot \frac{h}{D}$$

Bei der Ermittlung der Umrechnungswerte 3,46 und 4,0 sind die Eiseneinlagen unberücksichtigt geblieben. Ihr Einfluß ist im allgemeinen gering.

Da nur wenige Versuchsergebnisse vorliegen, sind die Knickzahlen $\omega = \frac{\sigma_{bzul}}{\sigma_{kzul}}$ für den Bereich der mittleren Schlankheitsgrade in Anlehnung an die Knickformel von Navier-Ritter-Mörsch

$$(1) \quad \sigma_{kzul} = \frac{1,25 \sigma_{bzul}}{1 + 0,0001 \cdot \lambda^2}$$

im Bereich größerer Schlankheitsgrade in Anlehnung an die Euler-Formel

$$(2) \quad \sigma_{kzul} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\nu \cdot \lambda^2}$$

festgesetzt worden, in der die Sicherheit $\nu = 9$ und $E = 140\,000 \text{ kg/cm}^2$ eingeführt wurde. σ_{bzul} wurde hierbei = 35 kg/cm² gesetzt (vgl. DIN 1075 § 14, Tafel 4, Ziff. d). Die Grenze des Bereichs $\omega = 1$ (keine Knickgefahr) ist unter Abrundung aus Gl. (1) bestimmt worden.

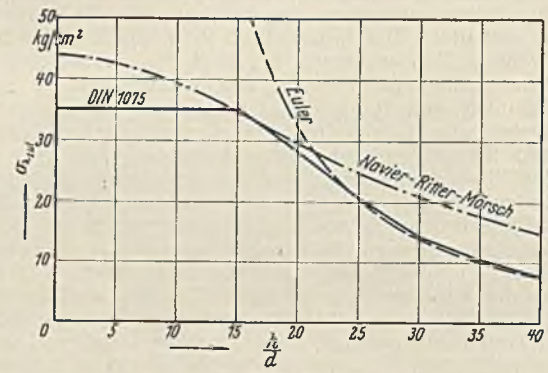


Abb. 1.

Als Beispiel sind in Abb. 1 zu den Schlankheitsgraden als Abszissen die zulässigen Knickspannungen für rechteckige und quadratische Stützen mit einfacher Bügelbewehrung für $\sigma_{bzul} = 35 \text{ kg/cm}^2$ nach den Berechnungsgrundlagen für massive Brücken und nach den Formeln (1) und (2) aufgetragen. Abb. 2 zeigt die zugehörigen ω -Werte.

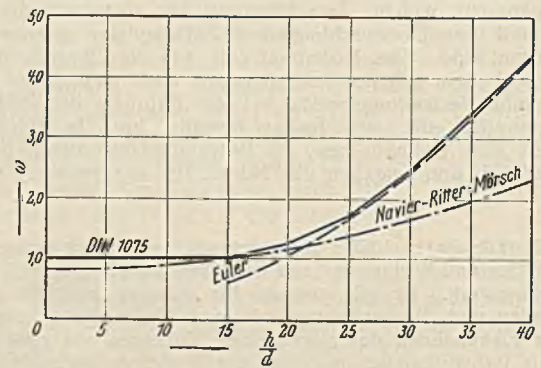


Abb. 2.

Die Bestimmungen über die Berechnung außermittig gedrückter Stützen ist gegenüber den Eisenbetonbestimmungen von 1925 wesentlich geändert. Solche Stützen sind zunächst für Biegung mit Längskraft ohne Knickzahl zu berechnen, wobei die höheren Spannungen der Ziff. e bzw. b der Tafel 4 (Rahmen und rahmenartige Tragwerke) zugelassen sind. Sodann ist die Sicherheit gegen Knicken wie für eine mittig belastete Stütze nachzuweisen, wobei die niedrigeren Spannungen der Ziffer d der Tafel 4 (mittig gedrückte Stützen) nicht überschritten werden dürfen.

Bei Stützen und Pfeilern aus unbewehrtem Beton und Mauerwerk sind die zulässigen Spannungen mit steigendem Verhältnis $h:d$ abzumindern, jedoch in geringerem Maße, als dies in den Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton, Teil C, für Bauwerke aus unbewehrtem Beton vorgeschrieben ist. Bei hohen Brückenpfeilern, z. B. von Viadukten, sind Ausnahmen gestattet.

²⁾ Vgl. B. u. E. 1930, Heft 17, S. 318.

³⁾ Vgl. auch Gehler, „Erläuterungen mit Beispielen zu den Eisenbetonbestimmungen 1925“, S. 170 ff. Berlin, Wilh. Ernst & Sohn.

Bei der Berechnung der Widerlager von Balkenbrücken kleiner Spannweite bis etwa 8 m (auch bei Walz- und Blechträgern in Beton) darf eine gewisse gegenseitige Abstützung der Widerlager durch den Überbau angenommen werden. Bei eisernen Überbauten ist dies nicht zulässig.

Die zulässigen Spannungen (Abschn. V) hängen nur von der Würfel- festigkeit W_{b28} bzw. M_{28} ab. Bei Brückenbauten kann daher der nach den zur Zeit gültigen Eisenbetonbestimmungen zu führende Nachweis von W_{e28} wegfallen. Die Mindestfestigkeit ist für Eisenbetonteile auf 150 kg/cm² erhöht worden, da die in den Eisenbetonbestimmungen vorgeschriebene Festigkeit von 100 kg/cm² für Brücken nicht genügt. Um die Gleichmäßigkeit des Betons zu gewährleisten, sind fortlaufend Steifversuche zu machen.

Auch für Mauerwerk sind Mindestfestigkeiten angegeben. Jedoch wird ihr Nachweis nicht verlangt, wenn die Beanspruchung im Bauwerk nicht größer als $\frac{1}{5}$ der vorgeschriebenen Mindestwerte wird.

Da nach DIN 1072 — Belastungsannahmen — der Einfluß der Temperaturänderungen und des Schwindens abweichend von den früher im Massivbrückenbau herrschenden Gepflogenheiten zu den Hauptkräften zu zählen ist, wird der Einfluß der Zusatzkräfte bei massiven Brücken in der Regel sehr klein. In den Berechnungsgrundlagen ist daher für die zulässigen Spannungen außer bei den Lagern nur ein Wert angegeben. Dafür sind aber die Betonspannungen nach der Art der Tragwerke abgestuft.

Die zulässige Beanspruchung der Eiseneinlagen ist für alle Brückenarten und -teile gleichmäßig auf 1200 kg/cm² festgesetzt worden. Bei Straßenbrücken darf in vollen Rechteckquerschnitten bei Verwendung von hochwertigem Stahl (St 48 oder St 52) die Eisenzugspannung auf 1500 kg/cm² erhöht werden. Bei Plattenbalken ist dies nur gestattet, wenn die zulässige Betondruckspannung auch ohne Berücksichtigung der Platte nicht überschritten wird.

Die bei Brücken aus Eisenbeton unter Straßen, Straßenbahnen und Industriegleisen im allgemeinen zugelassenen Spannungen des Betons sind mit Rücksicht auf die Einführung der Stoßzahlen höher festgesetzt als in den Eisenbetonbestimmungen. Unter genau festgelegten Bedingungen darf bei Nachweis der Würfel- festigkeit ein Bruchteil der nachzuweisenden höheren Würfel- festigkeit bis zu einer oberen Grenze als zulässige Spannung angenommen werden. Zur Erhöhung der Sicherheit ist dieser Bruchteil jedoch kleiner gewählt als in den Eisenbetonbestimmungen, während die obere Grenze besonders bei weitgespannten Bogenbrücken nicht unerheblich hinaufgesetzt ist. Die Bedingungen für die Anwendung dieser höheren Spannungen lauten:

„Berechnung, Durchbildung und Ausführung müssen den strengsten Anforderungen genügen. Der Bau darf nur von einem Unternehmer ausgeführt werden, der eine besonders gründliche Erfahrung und Kenntnis im Eisenbetonbrückenbau besitzt. Für die Überwachung der Ausführung muß ein in Eisenbetonbauten erfahrener und mit der Standsicherheitsberechnung der betreffenden Brücke vertrauter Ingenieur der Bauunternehmung auf der Baustelle anwesend sein. Der verwendete Zement muß den normenmäßigen Festigkeitsansprüchen für hochwertigen Zement nach 28 Tagen entsprechen. Sand und gröbere Zuschlagstoffe sind getrennt aufzugeben und entsprechend der durch Versuche festgestellten Kornzusammensetzung zu mischen.“

Die Beanspruchungen für Brücken unter Gleisen der Eisenbahnen des allgemeinen Verkehrs sind im allgemeinen etwas niedriger festgesetzt worden als für die übrigen Brücken.

Die zulässigen Druckspannungen für Brücken, Pfeiler und Widerlager aus unbewehrtem Beton und aus Mauerwerk sind ähnlich gestaffelt. Ein Unterschied zwischen Brücken unter Eisenbahngleisen und anderen Brücken ist hier nicht gemacht. Auch hier sind bei Nachweis der Würfel- festigkeit höhere Spannungen zugelassen, wenn die oben angeführten Bedingungen sinngemäß erfüllt werden. Bei Gewölben aus unbewehrtem Beton und bei statisch bestimmten Gewölben aus Mauerwerk sind Zugspannungen ausgeschlossen, bei statisch unbestimmten Gewölben aus

Mauerwerk dürfen die Zugspannungen höchstens $\frac{1}{5}$ der im Querschnitt gleichzeitig auftretenden Druckspannung und höchstens 5 kg/cm² betragen.

Bei allen Eisenbetontragwerken außer Bogen und Gewölben wird die volle Schubsicherung gefordert. Nur bei Platten, bei denen $\max \tau_0 \leq 6$ kg/cm² ist, das sind in der Regel die üblichen Fahr- bahnplatten bis 2,0 m Stützweite, wenn sie mit Schrägen an die Rippen angeschlossen sind, wird im allgemeinen ein Nachweis der Schubsicherung nicht verlangt. Eine günstigere Behandlung der Platten erschied dem Sonderausschuß berechtigt, weil ihre Bewehrungseisen besser von Beton umgeben sind als die der Balken und daher länger der Zerstörung der Platte Widerstand leisten. Mit Rücksicht auf die Einführung der Stoßzahl brauchen die Abmessungen der Rippen erst vergrößert zu werden, wenn $\tau_0 > 16$ kg/cm² wird (bisher 14 kg/cm²). Aus dem gleichen Grunde ist die zulässige Haftspannung auf 6 kg/cm² erhöht worden. Die Forderung, die Linie der Momentendeckung zu zeichnen, soll besonders auch das Nachprüfen der Berechnung erleichtern.

Eingehende Vorschriften sind für die Berechnung der Wälz- gelenke aus Beton (§ 17 Ziff. 2) und für die zulässige Pressung bewehrter Auflager- und Gelenksteine bei Teilbelastung (§ 19) gegeben.

Auf der ganzen Bauwerksbreite durchlaufende stark bewehrte Auflagerbänke aus Eisenbeton dürfen unter den Lagerkörpern mit 80 kg/cm² beansprucht werden, wenn hier kreisförmig umschürte Kerne oder mehrlagige Rundsenoste angeordnet sind (§ 18, Tafel 7). Ein Beispiel für die Ausbildung einer solchen Bank ist beigegeben. Die zulässige Pressung zwischen den Auflagersteinen und dem Mauerwerk (Ziff. 2 der Tafel 7) ist niedriger festgesetzt als die zulässigen Spannungen an den übrigen Stellen der Widerlager und Pfeiler (Tafel 5, Ziff. c und d), weil das Mauerwerk unter den Auflagersteinen in besonderem Maße Stößen und anderen zufälligen Belastungen, z. B. durch außermittigen Kraft- angriff, ausgesetzt ist.

Für die Berechnung hölzerner Lehrgerüste und Schalungsunter- stützungen massiver Brücken sollen im allgemeinen die Bestimmungen des Normblattes DIN 1074, bei Brücken unter Reichsbahngleisen die Vor- läufigen Bestimmungen für Holztragwerke (BH) maßgebend sein. Von einer Erhöhung der hierin zugelassenen Spannungen ist mit Rücksicht auf die Standsicherheit und die Gefahr zu großer Zusammendrückungen ab- gesehen worden.

Die Berechnungsgrundlagen für massive Brücken werden in Zukunft auch bei eisernen Brücken für die Berechnung der Fahr- bahnteile aus Eisenbeton und der massiven Pfeiler und Widerlager zugrunde zu legen sein. Es ist beabsichtigt, die einschlägigen Bestimmungen von DIN 1073 demnächst entsprechend zu ändern. Eine Reihe von Festsetzungen der Berechnungsgrundlagen für massive Brücken wird auch auf die Neu- fassung der Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton zurückwirken. Bei den hierzu begonnenen Arbeiten sind sie m. W. zum größten Teil bereits berücksichtigt.

Außer der bevorstehenden, mehr redaktionellen Neubearbeitung des Normblattes 1073 — Berechnungsgrundlagen für eiserne Straßenbrücken —, die im wesentlichen durch die Verabschiedung der Normblätter 1074 und 1075 und durch die Einführung des St 52 notwendig geworden ist, wird der Ausschuß für Straßenbrücken nunmehr zunächst die Frage zu prüfen haben, welche Änderungen das Normblatt DIN 1072 — Belastungs- annahmen — mit Rücksicht auf die Zulassung schwererer Lastkraftwagen und Anhänger erfahren muß, die durch die Verordnung des Herrn Reichs- verkehrsministers über Änderungen der Regelung des Kraftfahrzeugverkehrs vom 15. Juli ds. Js. ausgesprochen worden ist. Neben der Behandlung einiger Abänderungs- und Ergänzungsvorschläge zum Normblatt DIN 1071 — Straßenbrücken, Abmessungen — ist außerdem in Aussicht genommen, demnächst die Bearbeitung von Vorschriften für die bauliche Ausbildung genieteter eiserner Straßenbrücken und von Richtlinien für die Über- wachung und Prüfung massiver Brücken in Angriff zu nehmen. Über den Fortgang der weiteren Arbeiten des Ausschusses für Straßenbrücken wird zu gegebener Zeit berichtet werden.

Vermischtes.

Reichsbahnrat J. Grapow †. Am 23. September d. J. verstarb in Berlin-Charlottenburg nach langem, schwerem Leiden unser geschätzter Mitarbeiter Herr Reichsbahnrat Julius Grapow im frühen Lebensalter von 41 Jahren. Geboren am 12. 8. 1889 zu Lissa in Posen, studierte er von 1909 bis 1913 an der Technischen Hochschule Berlin das Bauingenieur- fach und legte im Dezember 1913 die Diplom-Hauptprüfung ab. Vom November 1914 bis Dezember 1918 diente er beim Eisenbahnregiment Nr. 4, hat also den Weltkrieg fast von Beginn bis zum Schlusse mitgemacht. Im Dezember 1919 bestand er die Staatsprüfung im Bau- fach und wurde sogleich als Regierungsbaumeister zur Reichsbahndirektion Osten berufen; während der letzten neun Jahre war er beim Betriebsamt I Berlin tätig; 1923 wurde er zum Regierungsbaurat befördert.

In der „Bautechnik“ hat Grapow folgende Arbeiten veröffentlicht: Jahrgang 1925, Heft 40: Instandsetzung der gewölbten Brücken der Berliner Stadtbahn; Jahrgang 1927, Heft 46: Erneuerung der großen Bahn- hofhallen Schlesischer Bahnhof und Alexanderplatz usw. Außerdem hatte er einen Aufsatz über die beiden genannten Bahnhöfe vorbereitet, der dem „Stahlbau“ übergeben wurde.

Wir werden unserem vortrefflichen Mitarbeiter stets ein ehrendes Andenken bewahren.

Die Neubauten im Hafen von Cherbourg. Nach einem Bericht in Gén. Civ. 1930, Nr. 18, S. 421, bestehen die teilweise schon vollendeten, teils noch im Bau begriffenen Erweiterungen: 1. im Bau einer 600 m langen Mole zur Verlängerung der Hafenanlagen des früheren Arsenals; 2. wurde zum Schutze der Nordseite der neuen Mole ein Hafendamm „des Flamands“ errichtet, der beim Fort „des Flamands“ beginnt und bis zu einem Abstände von 500 m als Einfahrt in die Höhe des alten Hafendamms du Hamet geführt ist; 3. wurde der so gebildete Vorhafen „die kleine Reede“ auf 11 m Wassertiefe ausgebaggert; 4. soll neben der neuen Mole noch eine zweite gleich große errichtet werden (Abb. 1).

Der Hafendamm „des Flamands“ ist in einem Winkel von 137° ab- gekröpft. Die beiden Teile sind 878 und 525 m lang. Sein Packwerk- fundament ruht unmittelbar auf dem Hafengrund auf und ist auf 1,5 m über Normalnull aufgeführt (Abb. 2). — Das Packwerk besteht aus Natur- blöcken mit einer kleinsten Stärke von 1,75 m für die Außenlage und 1,2 m für die Innenlage. Die Blöcke der Außenlage wiegen 1000 bis 12 000 kg, die der Innenlage 1000 bis 5000 kg. Auf dem Packwerk ruhen rechteckige Blöcke aus Beton von 4,5 · 2 · 2 m und 4,1 · 2 · 2,5 m für die unteren und oberen Lagen. Falls Senkungen eintreten, wird die 7,5 m über Normal- null reichende Höhe des Damms durch Aufmauern aufrechterhalten.

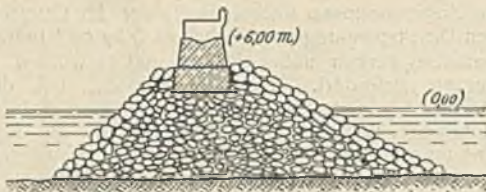


Abb. 2. Querschnitt durch den Hafendamm „des Flamands“.

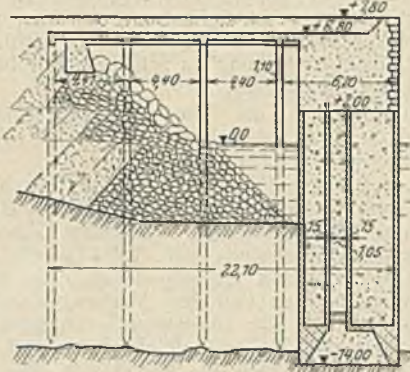


Abb. 3.

Die neue Mole, auf der ein Bahnhof errichtet wird, wurde von dem beim Ausbaggern gewonnenen Material aufgefüllt und an der Außenseite mit Lagen aus Ton, Kies und Packwerk versehen. Als Fundamentträger für den Bahnhof wurden 19 m lange Eisenbetonpfähle bis auf den felsigen Untergrund eingerammt. Im ganzen wurden 917 Pfähle von 32·37 cm Querschnitt geschlagen. Die Pfähle sind mit vier 26 mm starken Stahleinlagen bewehrt. Auf zwei Seiten des einzutreibenden Pfahls wurden Spülvorrichtungen angebracht, die mit Druckwasser von 10 at arbeiteten. Der Pfahl wird beim Einspülen mit vier 4 t schweren Bär einer Ramme belastet, sinkt ein und wird schließlich festgerammt. Um Hochseeschiffen das Anlegen unmittelbar zu ermöglichen, wurde die Mole nachträglich mit einer Kaimauer versehen (Abb. 3).

Die Kaimauer besteht aus 21 Eisenbetonsenkasten von 33 m Länge, 6,2 m Breite und 16 m Höhe. Diese wurden unmittelbar vor der Mole versenkt und ihr Oberteil durch Eisenbetonträger von 2,1 m Höhe und 800 mm Breite mit den Eisenbetonpollern der Mole verbunden. Senkrecht zu diesen Verbindungsträgern wurden 250 mm starke Längsträger angeordnet, die gleichzeitig mit den Querträgern die Verbindungsdecke zur Mole tragen. Diese Verbindungsdecke ist 15,9 m breit und für eine Belastung von 5000 kg/m² berechnet. Der Zwischenraum zwischen Senksteinen und Mole wurde nicht ausgefüllt, sondern es wurden für den Wasserdurchgang in der Kaimauer zwei Verbindungsöffnungen zum Außenhafen offen gelassen. Die Senkkasten für die Kaimauer wurden in einem besonderen Trockendock errichtet, in dem gleichzeitig zwei Senkkasten hergestellt werden konnten.

Die Senkkasten wurden in Metallschalungen gegossen und zunächst nur 8,5 m hoch aufgeführt. Dann wurden sie schwimmend an ihren Bestimmungsort gebracht und dort auf 16 m Höhe vollends fertiggestellt und mittels Druckluft von 8 at eingespült (Abb. 4).

Beim Einspülen wurde jeder Senkkasten mit Bruchstein und Beton gefüllt. Jeder Senkkasten faßt 8000 m³ Füllung.

Der Hafenbahnhof der Mole besteht aus einem Hauptgebäude, daran anschließend der Bahnhof, neben dem eine Wagenhalle liegt. Das 280 m lange und 42 m breite Hauptgebäude ist zweigeschossig und in Eisenbeton ausgeführt. An seiner Vorderseite ist eine Galerie vorgesehen, vor der drei fahrbare Laufstege von 2,5 m Breite und 31 m Länge angeordnet sind, die die Verbindung mit dem festgemachten Schiff herstellen. Schm.

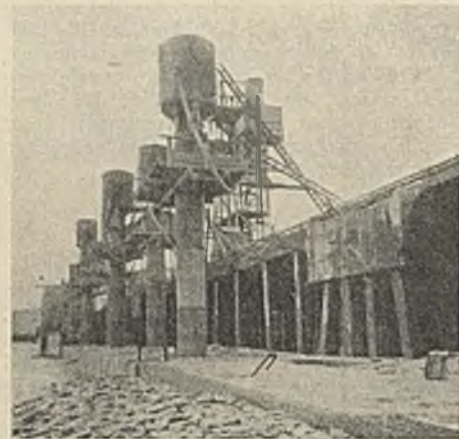


Abb. 4.

Mitteilung. Mit dem von Herrn Dr. Piston im Verlage Dr. Fr. Wedekind & Co., Stuttgart, herausgegebenen Buche: Dr. H. Weiher, „Richtig isolieren“ habe ich nichts zu tun.

Dr. H. Reiber, Vorstand des Instituts für Schall- und Wärmeforschung der Technischen Hochschule Stuttgart.

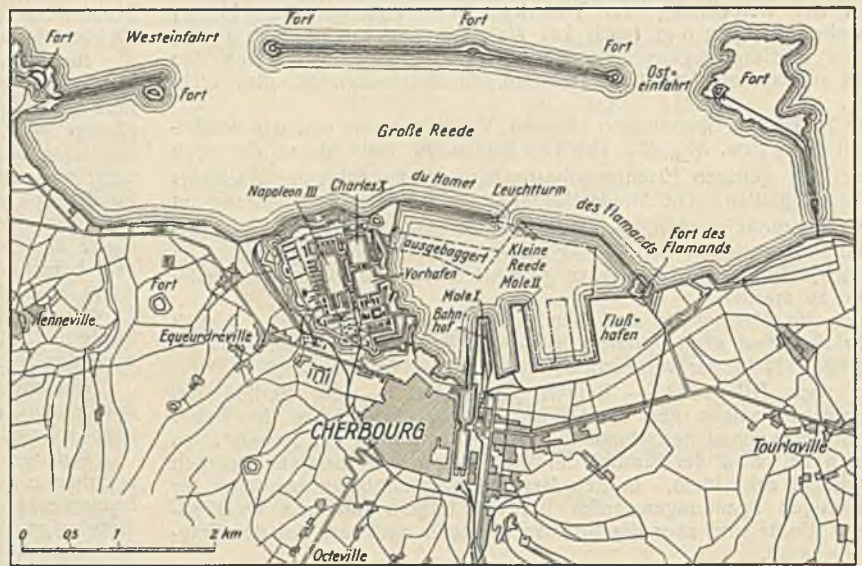
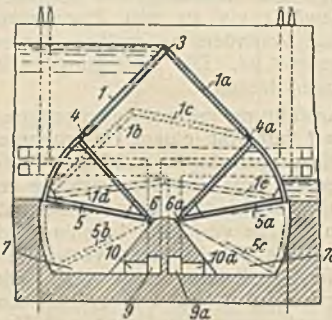


Abb. 1.

Patentschau.

Bearbeitet von Regierungsrat Donath.

Doppelklappenwehr. (Kl. 84a, Nr. 484 226 vom 10. 5. 1927 von Dr.-Ing. František Jermař in Opava (Troppau), Tschechoslowakische Republik.) Um die Länge der Wehrklappe und die Breite des Wehrunterbaues zu verkürzen sowie die zur Aufnahme der Sektoren dienenden Kammern kleiner gestalten zu können und besondere Hilfsmaschinen zum Heben und Senken des Wehres zu ersparen, stellt man das Wehr aus zwei Sektoren 5 und 5a her, die durch zwei Wehrklappen 1 und 1a miteinander verbunden und um Lager 6 und 6a drehbar sind, die am Wehrunterbau befestigt sind. Die Wehrklappen sind an der Spitze bei 3 dachartig angelenkt und bei 4 und 4a mit den Segmenten gelenkig verbunden. Die Segmente liegen in Kammern 7 bzw. 7a, die durch Zweigkanäle 10 und 10a mit den zum Ober- und Unterwasser führenden Kanälen 9 und 9a verbunden sind. Beim Senken des Wehres sperrt man den Kanal 9 und damit den Zufluß des Oberwassers ab und öffnet den Abfluß zum Unterwasser, so daß das Wasser in der Kammer 7 abfließt und das Wehr in die Lage 5b-1b-1a-5a sinkt. Dann schließt man den Kanal 9a gegen das Oberwasser, verbindet ihn mit dem Unterwasser, und das Wehr sinkt in die niedrigste Lage 5b-1d-1e-5c. Will man das Wehr aufrichten, dann sperrt man beide Kanäle gegen das Unterwasser ab und verbindet z. B. den Kanal 9a mit dem Oberwasser, so daß sich die Kammer 7a füllt und das Segment 5a in die Lage 5b-1b-1c-5a angehoben wird. Sodann verbindet man Kanal 9 mit dem Oberwasser; die Kammer 7 füllt sich mit Wasser, und das Segment 5 richtet sich in die Lage 5-1-1a-5a auf.



5b-1b-1a-5a sinkt. Dann schließt man den Kanal 9a gegen das Oberwasser, verbindet ihn mit dem Unterwasser, und das Wehr sinkt in die niedrigste Lage 5b-1d-1e-5c. Will man das Wehr aufrichten, dann sperrt man beide Kanäle gegen das Unterwasser ab und verbindet z. B. den Kanal 9a mit dem Oberwasser, so daß sich die Kammer 7a füllt und das Segment 5a in die Lage 5b-1b-1c-5a angehoben wird. Sodann verbindet man Kanal 9 mit dem Oberwasser; die Kammer 7 füllt sich mit Wasser, und das Segment 5 richtet sich in die Lage 5-1-1a-5a auf.

Personalnachrichten.

Sachsen. Straßen- und Wasserbauverwaltung. Versetzt: Reg.-Baudirektor Oberreg.-Baurat Lehnert vom Straßen- und Wasserbauamt Pirna als Oberreg.-Baurat zur Wasserbaudirektion; Reg.-Baurat Dr.-Ing. Sachs vom vorm. Talsperrenbauamt Kriebstein zur Wasserbaudirektion; Reg.-Baudirektor Voigt vom Straßen- und Wasserbauamt Annaberg als Vorstand zum Straßen- und Wasserbauamt Pirna; Reg.-Baudirektor Dr.-Ing. Schober vom Straßen- und Wasserbauamt Schwarzenberg als Vorstand zum Straßen- und Wasserbauamt Annaberg; Reg.-Baurat Dr.-Ing. Zschunke vom Talsperrenbauamt Weiterswiese in Eibenstock zum Straßen- und Wasserbauamt Schwarzenberg.

Amtsbezeichnung: „Oberregierungsbaurat“, Reg.-Baudirektor Künzel beim Straßen- und Wasserbauamt Freiberg.

Wiedereingestellt in den Staatsdienst: Reg.-Baurat Hirche bei der Wasserbaudirektion.

INHALT: Spülbagger mit Dieselmotorenantrieb. — Der Ostpfeiler der Kanalbrücke des Schiffshewerks Niederflinow und die an ihm durchgeführten Bodendruckversuche. (Schluß.) — Straßenbrücke mit angehängtem Sicherheitstor in der 2. Fahrt des Dortmund-Ems-Kanals an seiner Kreuzung mit der Emscher. (Schluß.) — Neue Normblätter für Straßenbrücken. — Vermischtes: Reichsbahnrat J. Grapow. — Neubauten im Hafen von Cherbourg. — Mitteilung. — Patentschau. — Personalnachrichten.

Schriftleitung: A. Laskus, Geh. Regierungsrat, Berlin-Friedenau. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin. Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin.