

DIE BAUTECHNIK

10. Jahrgang

BERLIN, 8. April 1932

Heft 16

Alle Rechte vorbehalten.

Die Leistungsfähigkeit von Fluß- und Kanalschleusen.

Von Dr.-Ing. Gustav Mistol, Waldenburg-Altwasser.

Zur Untersuchung der Leistungsfähigkeit der kanalisiertes Oder wurden an einer Reihe von Oderschleusen Messungen der Ein- und Ausfahrtwege der schleusenden Fahrzeuge, der zugehörigen Fahrgeschwindigkeiten und -zeiten sowie der Füll- und Leerzeiten angestellt. Die Versuchsergebnisse wurden durch fünfjährige Aufzeichnungen der Schleusenbeamten über Wasserstände, Zahl der Schleusungen, der geschleusten Fahrzeuge und Schleusenzeiten ergänzt.

Die Untersuchungen haben zwischen Schleusengröße, Schleusenbetrieb und Schleusenleistung gesetzmäßige Zusammenhänge ergeben, die sowohl bei Aufstellung von Wirtschaftlichkeitsberechnungen als auch bei der Ausbildung und Größenbemessung von Schleusen als Berechnungsgrundlage benutzt werden können.

I. Der Begriff „Leistungsfähigkeit“.

Die Leistungsfähigkeit gibt die Summe der Ladetonnen bzw. die Zahl der Fahrzeuge an, die in der Zeiteinheit geschleust werden können.

Die Schleusenleistung ist im einzelnen abhängig von:

1. dem Schleusenbauwerk:
 - der nutzbaren Kammerfläche, dem Schleusengefälle, den Füll- und Leereinrichtungen, den Tor- und Schützantrieben;
2. der Vorhafenform, nach der sich die Lage der Aufstellplätze und damit die Ein- und Ausfahrtwege richten;
3. der Art der Bewegung der Fahrzeuge:
 - von Hand, durch Schleppschiff, durch Treidelanlage;
4. dem Anteil der verschiedenen Fahrzeuggrößen am Gesamtverkehr;
5. der Auslastung der Kähne.

Allgemein muß bestimmt werden:

1. wieviel Tonnen bzw. Fahrzeuge bei einer Schleusung durchgeschleust werden können (Fassungsraum der Kammer),
5. wie lange eine Schleusung dauert (Förderdauer).

II. Das Fassungsvermögen der Schleusenkammer.

Das Fassungsvermögen der Schleusenkammer, d. h. die Zahl der Fahrzeuge jeder Schleusung — mit der Zahl der Tonnen je Schleusung soll nur mittelbar gerechnet werden — hängt, sobald der Kammerraum voll ausgenutzt wird, von der nutzbaren Kammerfläche und dem Anteil der Fahrzeuggrößen am Gesamtverkehr ab.

Die nutzbare Kammerfläche F ist das Produkt aus nutzbarer Länge L und Breite B .

Wenn nur Fahrzeuge gleicher Größe, von der Breite B und der Länge L , durch die Schleuse fahren, beträgt die Anzahl der Schiffe je Schleusung

$$Z = \left[\frac{L}{l} \right] \left[\frac{B}{b} \right].$$

Beide Faktoren müssen ganzzahlig sein, Brüche sind nach unten abzurunden.

Bei Vorhandensein mehrerer Fahrzeuggrößen mit einem bestimmten Anteil am Gesamtverkehr (d. i. Verkehr durch die Schleuse, der mit der Zahl der auf der Wasserstraße verkehrenden Fahrzeuge nichts zu tun hat) errechnet man zuerst den Wert Z gesondert für jede einzelne Fahrzeugart unter der Voraussetzung, daß bei jeder betrachteten Schleusung nur Fahrzeuge gleicher Art die Kammer füllen. Die Wahrscheinlichkeit für jeden dieser Werte Z wird ausgedrückt durch die Wahrscheinlichkeitswerte

$$(1) \quad w = \frac{p}{Z},$$

wenn p den Anteil der einzelnen Fahrzeugart am Gesamtverkehr in Prozenten darstellt.

Bei t Ladetonnen je Fahrzeug beträgt die auf eine Schleusung entfallende Tonnenzahl

$$T = tZ$$

und damit die mittlere Tonnenzahl je Schleusung

$$T_m = \frac{\sum T w}{\sum w}$$

Weiter ist die mittlere Kahnlast $L_m = \frac{\sum t p}{100}$ und die theoretische mitt-

lere Anzahl der Fahrzeuge je Schleusung $Z_m = \frac{T_m}{L_m}$, daraus folgt nach einiger Umformung

$$(2) \quad Z_{m \text{ theor}} = \frac{100}{\sum p/z} = \frac{100}{\sum w}$$

Dieser durch vereinfachte Wahrscheinlichkeitsrechnung gewonnene Wert ist größer als $Z_{m \text{ prakt}}$. Es ist

$$(3) \quad Z_{m \text{ prakt}} = Z_{m \text{ theor}} k.$$

Der Ausnutzungsfaktor k ist eine Funktion der Kammer- und Fahrzeuggröße und des Anteils der Fahrzeugarten am Gesamtverkehr und, da deren Einfluß sich schon in $Z_{m \text{ theor}}$ ausdrückt, somit eine Funktion von $Z_{m \text{ theor}}$. Durch Versuche und Auswertung der statistischen Unterlagen wurde gefunden:

$$(4) \quad k = -0,032 Z_{m \text{ theor}} + 1,032.$$

Diese für $Z_{m \text{ theor}} = 1$ bis 10 ermittelte Gerade stellt eine enge Annäherung an eine leicht gekrümmte Kurve dar, die bei höheren Werten $Z_{m \text{ theor}}$ flacher wird. Es empfiehlt sich daher, ab $k = 0,5$ mit konstantem k zu rechnen.

Die mittlere Tonnenzahl je Schleusung beträgt:

$$(5) \quad T_m = Z_{m \text{ prakt}} L_m.$$

Bei diesem Verfahren sind Schleppdampfer wie Lastfahrzeuge zu behandeln, d. h. man geht auch von dem für sie geltenden Werte Z und ihrem Anteil am Gesamtverkehr aus. Es ist nur zu beachten, daß ihre Ladetonnen $t = 0$ betragen.

III. Die Schleusungszeit.

Die Schleusungszeit setzt sich zusammen aus:

1. gleichförmigen Zeitaufwänden:
 - Zeit für Torbewegung, Laufzeit der Schleusengehilfen zwischen den Häuptern; Kupplungszeit (s. weiter unten);
2. ungleichförmigen Zeitaufwänden:
 - a) sich gleichmäßig verändernden Zeitaufwänden:
 - Füll- und Leerzeit;
 - b) sich ungleichmäßig verändernden Zeitaufwänden:
 - Verholzeit, die sich aus Ein- und Ausfahrtzeit der Fahrzeuge zusammensetzt.

Die Zeiten für Torbewegung. Für die mit Stemmtoren versehenen Oderschleusen wurden folgende sich für Schließen und Öffnen der Tore gleichbleibende reinen Bewegungszeiten gefunden:

Bei elektrischem Antrieb 0,5 min, bei Handbetrieb 1,0 min.

Unter Einbeziehung gewisser Verluste, die zwischen Tor- und Schützbewegung nie ganz zu vermeiden sind, erhöhen sich diese Zeitaufwände auf 1,0 und 1,5 min.

Diese Werte lassen sich allgemein anwenden, ganz gleich, um welche Art von Toren es sich handelt. Z. B. werden die Klapptore der Schachtschleuse Minden in 25 sek bewegt. Die Schiebetore des Rhein-Herne-Kanals werden in 50 sek ausgefahren. Für Hubtore wurde beobachtet: Schachtschleuse Minden 75 sek, Schleuse Ladenburg (Neckar) 0,5 bis 1 min. Demnach gelten folgende Zeiten:

- a) Bewegung von handbetriebenen Stemmtoren 1,5 min.
- b) Bewegung von maschinell betriebenen Toren 1 min.

Laufzeit der Schleusengehilfen. Bei jeder vollen Schleusung (Füllen und Leeren) ist der Weg zwischen den Häuptern zweimal durch die Schleusengehilfen zurückzulegen (an manchen Oderschleusen benutzen die Gehilfen das Fahrrad zur Verringerung der Laufzeit). Nach den Messungen an den Oderschleusen erhält man die Laufzeit zu Fuß nach der Beziehung:

$$(6) \quad L_a = 0,85 L \text{ sek}$$

(L = nutzbare Kammerlänge in m).

Die Laufzeit fällt bei Fernschaltung, durch die die Einschaltung der Schützentriebe von dem gegenüberliegenden Haupt aus ermöglicht wird, fort.

Kupplungszeit. Beim Herausziehen der in der Kammer befindlichen Kähne durch nicht mitgeschleusten Dampfer fährt der Dampfer nach dem Toröffnen rückwärts in das Haupt, um die Kähne anzukuppeln. Der hierfür erforderliche Zeitaufwand, kurz Kupplungszeit genannt, ist mit 2 min anzusetzen.

Wird bei Verwendung einer Schleppvorrichtung das Schleppseil erst nach dem Türöffnen an den Kähnen befestigt, so ergibt sich ein entsprechender Zeitverlust von 1 min, wie Versuche mit als Schleppmittel benutztem Raupenschlepper ergeben haben.

Füll- und Leerzeit. Die Füll- bzw. Leerzeit ist, abgesehen davon, daß sie in gewissen Grenzen von Zahl, Art, Lage und Auslastung der sich in der Kammer befindenden Fahrzeuge beeinflusst wird, ein sich gesetzmäßig mit dem Gefälle und der Schützöffnung ändernder Zeitaufwand. Hauptfordernis ist ruhige Lage der Schiffe, der in der Kammer Langströmungen, Sog- und Schwingungswirkungen entgegenarbeiten. Diese Erscheinungen werden meist durch allmähliches Freigeben der Durchflußöffnungen, Staffelbetrieb, langsame Schützbewegung (hierzu ist mechanische Steuerung der Schützenantriebe angeregt worden) auf ein erträgliches Maß beschränkt. Der Zeitaufwand ist größer bei voll ausgelasteten als bei leeren Kähnen. Der Füll- oder Leervorgang kann um so schneller vor sich gehen, je mehr Spielraum die Fahrzeuge in der Kammer haben. Zum Füllen braucht man längere Zeit als zum Leeren, da die geringe Anfangstiefe in der Kammer kleinere Wassermengen und vorsichtige Änderung der Zuflußmengen bedingt.

Der praktische Betrieb hängt somit von vielen rechnerisch nicht erfassbaren Zufällen ab, so daß eine genaue Rechnung unmöglich ist. Man geht daher bei allen bereits bestehenden Schleusen, deren Leistung untersucht werden soll, am sichersten, wenn man die Füll- und Leerzeiten mißt und die gemessenen Zeiten nach der Beziehung

$$(7) \quad \frac{T_{f,e} \text{ gemessen}}{\sqrt[3]{h_{\text{vorhanden}}}} \sqrt[3]{h_m} = T_{f,e} \text{ mittel}$$

auf die Mittelwerte umrechnet.

(T_f = Füllzeit, T_e = Leerzeit, h = Schleusengefälle.)

Genau genommen ist diese Beziehung nur dann richtig, wenn die Durchflußquerschnitte sofort ganz oder staffelförmig freigegeben werden. Bei allmählicher und nicht stoßweiser Freigabe der Querschnitte ist die Füll- bzw. Leerzeit nicht mehr eine quadratische, sondern eine Funktion höherer Ordnung des Schleusengefalles. Die hierdurch entstehenden Abweichungen sind indes so unwesentlich, daß die Genauigkeit obiger Beziehung vollkommen ausreicht.

Bei Schleusenentwürfen bleibt, wenn Bauwerke ähnlicher Größe nicht zum Vergleich herangezogen werden können, nur die Rechnung übrig.

Die übliche Gleichung:

$$(8) \quad T_{f,e} = \frac{2 F_m}{\mu U \sqrt{2g}} \sqrt[3]{h},$$

in der F_m die mittlere Kammerfläche, U den Durchflußquerschnitt, μ den Durchflußbeiwert bedeuten, gilt für dauernd ganz freigegebenen Durchflußquerschnitt. Dies trifft nie zu, da der Querschnitt anfangs nur vorsichtig freigegeben wird. Die Gleichung liefert höchstens durch Zufall ein genaues Ergebnis, da der Durchflußbeiwert μ selten richtig zu erfassen ist. Er hängt von Einlauf-, Krümmungs- und sonstigen Reibungswiderständen ab, die man teilweise durch Schätzung festsetzen muß. Außerdem ist μ veränderlich, da turbulente und laminare Strömungen während der Durchflußzeit abwechseln.

Bei Staffelbetrieb ist eine umständliche Teilrechnung nötig, deren Genauigkeit mit der aufgewandten Arbeit in keinem Verhältnis steht.

Für eine Überschlagrechnung kann man immerhin $\mu = \sqrt{\frac{1}{1 + \sum \xi}}$, worin die ξ die nach Weisbach usw. zu ermittelnden Widerstandszahlen (Hütte I, 25. Aufl., S. 357 ff.) darstellen, errechnen — im allgemeinen ergeben sich μ -Werte zwischen 0,65 und 0,85 — und bei Staffelbetrieb auf die mit Hilfe von Gl. 8 gewonnenen Zeiten Zuschläge erheben.

Nach den an den Oderschleusen angestellten Versuchen belaufen sich die Zuschläge auf 60 bis 80 % für Füllen und 40 bis 60 % für Leeren.

Da bei der Größenbemessung von Schleusen Proberechnungen nötig sind, bis die der geforderten Leistung entsprechende Schleusengroße erreicht ist, lohnt es sich nicht, jedesmal genau Schützverschlüsse, Umlaufform und Umlaufgröße festzulegen. Es empfiehlt sich vielmehr, die Füll- und Leerzeiten nach folgenden Beziehungen zu ermitteln:

Für die Oderschleusen, deren Umlaufe einen durchschnittlichen Durchflußbeiwert $\mu = 0,65$ haben und deren Flächenverhältnis $\frac{F}{U}$ zwischen 200 und 250 schwankt, ergab sich bei Staffelbetrieb:

$$(9) \quad T_f = (0,00125 F + 2,43) \sqrt[3]{h} \text{ min}$$

$$(10) \quad T_e = (0,00115 F + 2,00) \sqrt[3]{h} \text{ min.}$$

Behält man dieses Flächenverhältnis vorerst bei, rechnet den Durchflußbeiwert aber zu rd. 0,85, so verkürzen sich obige Zeitaufwände auf rund

$$(11) \quad T_f = (0,001 F + 2,0) \sqrt[3]{h} \text{ min}$$

$$(12) \quad T_e = (0,0009 F + 1,5) \sqrt[3]{h} \text{ min.}$$

Bei mechanischer Steuerung der Schützenantriebe und fortlaufender Schützbewegung dürften sich diese für Staffelbetrieb gültigen Zeiten noch um etwa 20 % beim Füllen und 10 % beim Leeren vermindern.

Bei Anwendung aller Formeln ist darauf zu achten, daß die für die Vorkanäle zulässigen Höchstab- bzw. -zuflußmengen (z. B. Schleuse Anderten 40 m³/sek) nicht überschritten werden. Die Formeln gelten nicht für Sparschleusen.

Die Verholzeit. Die Verholzeit hat den Hauptanteil an der Schleusungszeit. Auf ihre möglichst genaue Ermittlung ist daher der größte Wert zu legen. Sie setzt sich aus Ein- und Ausfahrtzeit zusammen. Die Ein- und Ausfahrtzeiten sind von den Ein- und Ausfahrtwegen und den zugehörigen Fahrgeschwindigkeiten abhängig. Die Geschwindigkeiten ändern sich mit den Weglängen und der Fahrzeugart. Die Weglängen wieder richten sich nach Schleusenbauwerk, Vorhafenform und Fahrzeugart. Es erhellt, daß Verholzeitergebnisse, die auf ohne Berücksichtigung aller dieser Faktoren errechnete mittlere Geschwindigkeiten und Weglängen zurückgeführt werden, wenig zuverlässig sind.

Im folgenden wird der gleiche Weg wie bei Behandlung des Fassungsvermögens der Schleusenammer eingeschlagen.

Die Verholzeit wird für jede am Gesamtverkehr beteiligte Fahrzeugart, von der die Schleusenammer Z Fahrzeuge je Schleusung faßt, unter Berücksichtigung des Ausnutzungsfaktors k ermittelt. Aus den Einzelverholzeiten folgt nach Einführung der Wahrscheinlichkeitswerte w die mittlere Verholzeit.

Motor- oder Dampfschlepper sind auch hier gesondert zu betrachten. Bei Bewegung „durch Schleppschiff“ ist anzunehmen, daß die Kähne wohl der Kraft des Schleppschiffs unterliegen und die entsprechenden Geschwindigkeiten aufweisen, dieses sich jedoch nicht bei den zu der Schleusung gehörigen Kähnen befindet.

Zunächst sind die Ein- und Ausfahrtwege zu bestimmen.

Die Weglängen. In der Regel liegen die Fahrzeuge vor der Einfahrt anders zueinander als in der Schleusenammer, die Abstände nach Beendigung der Ausfahrt sind wieder anders. — Diese Verschiedenheit fällt durch Einführung der relativen Ein- und Ausfahrtwege fort.

Man stelle sich vor, die zu der Schleusung gehörigen Fahrzeuge befänden sich mit den während der Fahrt notwendigen Abständen in Ruhe und eine an der Außenkante des den Fahrzeugen zugekehrten Schleusenhauptes senkrecht zur Schleusenachse gedachte Bezuglinie bewege sich mit der Geschwindigkeit der Schiffe in bezug auf diese.

Bei der Einfahrt legt die Bezuglinie zuerst den Abstand k_e , der vor der Einfahrt zwischen dem Bug des ersten Fahrzeuges und dem Schleusenhaupt bestand, zurück. Dann gleitet die Bezuglinie an dem ersten Fahrzeug vorbei, im Abstände e folgt das zweite Fahrzeug usw. Nachdem das Heck des letzten Fahrzeuges erreicht ist, muß die Bezuglinie noch um die Hauptlänge h vorrücken, bis die Tore geschlossen werden können.

Bei der Ausfahrt geht die Bezuglinie durch den Bug des ersten Fahrzeuges, nachdem es um die Hauptlänge h vorgerückt ist. Bei einfachen Schleusungen für Verkehr in nur einer Richtung ist der Ausfahrtweg beendet, sobald die Bezuglinie das Heck des letzten Fahrzeuges erreicht hat. Bei Kreuzungsschleusungen ist noch der Wegabschnitt k_a zurückzulegen, bis die Einfahrt für den kreuzenden Zug frei ist.

Man muß demnach zwischen einfachen und Kreuzungsschleusen unterscheiden. Die Einfahrtwege sind für beide Schleusungsarten gleich, denn die Forderung nach Übersichtlichkeit des Schleusenbetriebes verbietet auch bei einfachen Schleusungen ein zu nahes Heranrücken der Fahrzeuge an das Schleusenaupt. Bei zu geringem Abstände würden die Fahrzeuge auch nicht die für ausreichende Steuerfähigkeit nötige Einfahrtgeschwindigkeit erreichen. Die Ausfahrtwege sind dagegen bei einfachen Schleusungen um das Maß k_a kürzer als bei Kreuzungsschleusungen.

Es ergeben sich bei z gleich großen Fahrzeugen je Schleusung von der Länge l mit dem gleichen Abstände e folgende Werte:

$$\text{Einfahrtweg: } s_e = k_e + z(l + e) - e + h$$

$$\text{Ausfahrtweg: } s_a = h + z(l + e) - e (+ k_a).$$

Die Verteilung der Geschwindigkeiten auf den Wegabschnitten — s, weiter unten — erfordert, zwei sich nach der Anordnung der Fahrzeuge in der Kammer richtende Fälle zu unterscheiden.

Fall 1: Die Schiffe fahren hintereinander und liegen in der Kammer auch hintereinander. Hier handelt es sich um „einfache Anordnung“ der Fahrzeuge.

Fall 2: Die Schiffe fahren hintereinander, liegen in der Kammer jedoch in zwei oder mehreren Reihen nebeneinander. Hier liegt „Staffelung“ vor. Je nach der Anzahl der Reihen ist zwei- oder mehrfache Staffelung zu unterscheiden. Bei n -facher Staffelung ergeben sich folgende Unterabschnitte:

Abschnitt 2a mit dem Ein- und Ausfahrtweg der ersten Reihe;
Abschnitt 2b mit den Ein- und Ausfahrtwegen der zweiten bis $(n - 1)$ ten Reihe;

Abschnitt 2c mit dem Ein- und Ausfahrtweg der n ten Reihe.
Bei zweifacher Staffelung fällt Abschnitt 2b fort.

Die Ein- und Ausfahrt von Fahrzeugen nebeneinander gehört zu den Ausnahmen, sie sind weder beabsichtigt noch erwünscht. Diese Ausnahmen werden daher bei der Rechnung vernachlässigt.

Obiger Unterteilung entsprechend werden die Wegabschnitte mit s_{e1} , s_{e2} , s_{a1} , s_{a2} , s_{e2a} , s_{a2a} . . . usw. bezeichnet. Bei gleichen Gesamtwegen $s_{e1} = s_{e2}$, $s_{a1} = s_{a2}$ entfallen bei n -facher Staffe lung folgende Anteile auf die Unterabschnitte:

Abschnitt 2a:

$$\text{Einfahrtweg: } s_{e2a} = k_e + \frac{z}{n}(l + e) - e + h;$$

$$\text{Ausfahrtweg: } s_{a2a} = \frac{z}{n}(l + e) - e;$$

Abschnitt 2b: (für jede Reihe einzeln)

$$\text{Einfahrtweg: } s_{e2b} = \frac{z}{n}(l + e);$$

$$\text{Ausfahrtweg: } s_{a2b} = \frac{z}{n}(l + e);$$

Abschnitt 2c:

$$\text{Einfahrtweg: } s_{e2c} = \frac{z}{n}(l + e);$$

$$\text{Ausfahrtweg: } s_{a2c} = \frac{z}{n}(l + e) + h + k_a.$$

Durch Einführung des Ausnutzungsfaktors k ändern sich diese z_{theor} entsprechenden theoretischen Weglängen um in die praktischen, $z_{\text{prakt}} = k z_{\text{theor}}$ entsprechenden Weglängen, die der Rechnung zugrunde zu legen sind:

1. bei einfacher Anordnung:

Einfahrtweg:

$$(13) \quad s_{e1} = k_e + k z(l + e) - e + h;$$

Ausfahrtweg:

a) bei einfacher Schleusung:

$$(14) \quad s_{a1} = h + k z(l + e) - e;$$

b) bei Kreuzungsschleusung:

$$(15) \quad s_{a1} = h + k z(l + e) - e + k_a.$$

2. bei n -facher Staffe lung:

Einfahrtweg:

$$(16) \quad s_{e2} = k_e + k z(l + e) - e + h;$$

$$(17) \quad s_{e2a} = k_e + \frac{k z}{n}(l + e) - e + h;$$

$$(18) \quad s_{e2b} = \frac{k z}{n}(l + e)$$

(für jede Reihe einzeln)

$$(19) \quad s_{e2c} = \frac{k z}{n}(l + e).$$

Ausfahrtweg:

a) bei einfacher Schleusung:

$$(20) \quad s_{a2} = h + k z(l + e) - e;$$

$$(21) \quad s_{a2a} = \frac{k z}{n}(l + e) - e;$$

$$(22) \quad s_{a2b} = \frac{k z}{n}(l + e)$$

(für jede Reihe einzeln)

$$(23) \quad s_{a2c} = \frac{k z}{n}(l + e) + h;$$

b) bei Kreuzungsschleusung:

$$(24) \quad s_{a2} = h + k z(l + e) - e + k_a;$$

$$(25) \quad s_{a2a} = \frac{k z}{n}(l + e) - e;$$

$$(26) \quad s_{a2b} = \frac{k z}{n}(l + e)$$

(für jede Reihe einzeln)

$$(27) \quad s_{a2c} = \frac{k z}{n}(l + e) + h + k_a.$$

In diesen Gleichungen sind der Ausnutzungsfaktor k , die Anzahl der Fahrzeuge je Schleusung z und die Fahrzeuglänge l bereits bekannt. Die Hauptlänge h , die Ein- und Ausfahrtabstände k_e und k_a und die Fahrzeugabstände e müssen noch ermittelt werden.

Die Hauptlänge h beträgt an den Oderschleusen $h = 15$ m. Dieser Wert dürfte auch von der Hauptlänge anderer Schleusen nicht erheblich abweichen.

Die Ein- und Ausfahrtabstände k_e und k_a hängen von der Ausbildung der Schleusenvorkanäle ab. An den Oderschleusen schließen sich die Vorkanalböschungen unmittelbar an die Schleusenhäupter an, so daß die Breite der Fahrrinne, da die wenigen Leitdalen oft schadhaf sind, bereits am Schleusenhaupt ein Mehrfaches der Hauptweite beträgt. Die an der einen Seite des Kanals ankommenden Fahrzeuge nehmen erst

kurz vor dem Schleusenhaupt Kurs auf die Schleuseneinfahrt, die ausfahrenden Fahrzeuge biegen bald nach dem Verlassen der Schleuse seitlich ab. Dadurch kann der Abstand k_e , mit dem die auf Einfahrt wartenden Schiffe vor der Schleuse liegen und auch der Abstand k_a , den der Bug des letzten ausfahrenden Schiffes von der Schleuse haben muß, um kreuzenden Fahrzeugen die Einfahrt zu ermöglichen, gering gehalten werden. Messungen ergeben folgende Mittelwerte für die Oderschleusen:

$$k_e = k_a = 30 \text{ m.}$$

Der an den Oderschleusen übliche Anschluß der Vorhafenböschungen an die Schleusenhäupter ist nicht zeitgemäß und wird bei neuen Schleusen nicht mehr angewandt, obwohl die dieser Vorhafenform allgemein zugeschriebenen betrieblichen Nachteile nicht vorhanden sind, sobald die Schiffer über die beim Schleusen nötige Erfahrung verfügen.

Bei neueren Schleusen werden die Schleuseneinfahrten mit Leitwerken versehen. Die Leitwerke biegen am Schleusenhaupt nach dem Lande zu schwach ab, gewöhnlich das ausfahrtseitige stärker als das einfahrtseitige. Die Leitwerke sind so abgebogen, daß die auf Einfahrt wartenden Fahrzeuge bis auf Schiffslänge an die Häupter heranrücken können. Daher ist mit folgenden Werten zu rechnen:

$$k_e = k_a = l,$$

wobei l die Länge der größten am Schleusenverkehr beteiligten Fahrzeuge darstellt.

Die Abstände e zwischen geschleppten beladenen und leeren Fahrzeugen auf freier Fahrt sind durch die Schiffsfahrtpolizeiverordnungen festgesetzt. Manchmal ist auch noch anzugeben, auf welches Mindestmaß sie bei der Schleusenein- und -ausfahrt verringert werden dürfen. Über die von nichtgeschleppten Fahrzeugen einzuhaltenen Abstände ist meist nichts gesagt.

Bestimmungen über Schiffsabstände werden aus Gründen der Betriebssicherheit erlassen. Ein Fahrzeug muß von dem vorfahrenden so weit abbleiben, daß es noch bremsen kann (außerhalb der Schleuse durch Ankerwerfen) und nicht aufläuft, sobald das vordere Schiff aus irgendwelchen Gründen, Havarie u. dgl., plötzlich anhält. Der erforderliche Bremsweg hängt, abgesehen von der Geschwindigkeit, von der zu bremsenden Masse ab. Diese wird durch die Fahrzeuggröße und Auslastung bestimmt. Die zulässigen Mindestabstände müßten demnach bei gleicher Auslastung mit der Fahrzeuggröße wachsen. Das trifft an den Oderschleusen für beladene Kähne zu, während die Abstände der Leerkähne in den Bergschleppzügen gleichbleiben. Versuche an zehn Oderschleusen verschiedener Größe haben folgende Mittelwerte ergeben:

1. Schleppzüge aus Leerkähnen:

Abstand des ersten Kähnes vom Schleppdampfer 30 m;

Abstand der gekuppelten Leerkähne untereinander 5 m;

2. Schleppzüge aus beladenen Kähnen:

Abstand des ersten Fahrzeuges vom Schleppdampfer 50 m;

Abstand der gekuppelten Kähne untereinander 0,55 l (Länge des nachfolgenden Kähnes);

3. nichtgekuppelte beladene Kähne:

geschleppte und nichtgeschleppte Einzelfahrzeuge haben bei gleicher Größe gleiche Abstände: 0,55 l des nachfolgenden Fahrzeuges.

Beobachtungen über die Abstände umgekuppelter Einzelleerkähne konnten nicht angestellt werden.

Es empfiehlt sich, bei Flußschleusen mit obigen Abstandswerten allgemein zu rechnen. Sie dürften für Schleusen an anderen Strömen eher zu hoch als zu niedrig bemessen sein, denn die für freie Fahrt geltenden Abstände werden beim Durchfahren von Schleusen meist verkürzt. Soweit obige Abstandswerte für Kanalschleusen nicht zutreffen, ist zweckmäßig mit den in der Wasserpolizeiverordnung vorgeschriebenen Abständen zu rechnen.

Da Schleppdampfer gesondert behandelt werden, indem man die Schleuse nur mit Schleppdampfern gefüllt annimmt, ist darauf zu achten, daß ihnen untereinander die im Schleppzug zwischen Dampfer und erstem Kahn bestehenden Abstände gegeben werden.

Die Geschwindigkeiten. Um über Größe und Verlauf der Geschwindigkeiten und die sie bestimmenden Einflüsse Aufschluß zu erhalten, wurden an folgenden Oderschleusen umfangreiche Messungen vorgenommen:

Schleuse Ransern: $L = 195$ m, Häupter versetzt, Fahrzeuge bei $B = 19,65$ m immer gestaffelt bei voller Ausnutzung des Kammerraumes

• Rosenthal $L = 185$ m

• Bartheln $L = 187$ m

• Janowitz $L = 188$ m

• Ottwitz $L = 67$ m

Gröschelschleuse $L = 55$ m

Schleppzugschleuse Januschkowitz . $L = 181$ m

Einschiffschleuse Januschkowitz . . $L = 55$ m

Schleuse Krappitz $L = 179$ m

Schleuse Schwanowitz $L = 178$ m.

Ferner wurden an den Schleusen Januschowitz (Schleppzug- und Einschiffschleuse), Krappitz, Schwanowitz und Janowitz Schleppversuche mit Raupenschlepper gemacht. Die Schleppgeschwindigkeiten wurden dabei so weit gesteigert, als die Sicherheit der geschleppten Fahrzeuge zuließ. Da diese Forderung für jede Schleppvorrichtung, sei es Raupenschlepper, Schlepplokomotive, -wagen, Treidelkatze usw., in gleicher Weise gilt, können die hierbei gewonnenen Versuchsergebnisse allgemein für Bewegung „durch Treidelanlage“ angewendet werden.

Nach Einführung der relativen Wege und Geschwindigkeiten waren die Versuche auf eine verhältnismäßig einfache Art möglich.

An den Vorkanälen wurden Fluchtlinien senkrecht zur Schleusenachse in teilweise noch unterteilten Abständen von 50 m abgesteckt. Durch gleichzeitige Messungen mit Stoppuhr und Taschenuhr wurden die Fahrzeiten für die Wege zwischen den Fluchtlinien, die Zeiten für das Vorbeifahren der Fahrzeuge an den Fluchtlinien und die Gesamtein- und -ausfahrzeiten gemessen. Aus den Fahrzeiten und den Weglängen folgten die Geschwindigkeiten der Bezuglinie in bezug auf die ein- oder ausfahrenden Fahrzeuge. Die Bezuglinie wurde meist bei der Einfahrt an Außenkante und bei der Ausfahrt an Innenkante Schleusenhaupt angenommen. Unter Ausschaltung herausfallender Höchstwerte wurde der mittlere Geschwindigkeitsverlauf für die verschiedenen Weglängen durch Mitteilung der Einzelkurven zeichnerisch festgelegt.

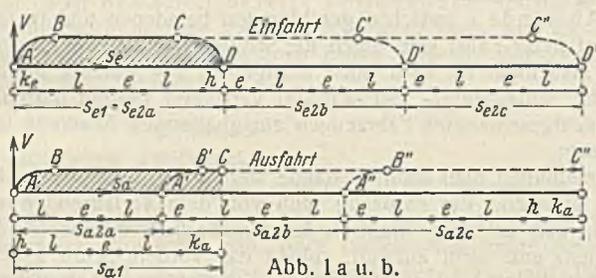


Abb. 1a u. b.

Die Versuche führten zu der in Abb. 1a, b und 2a, b schematisch dargestellten Verteilung der Geschwindigkeiten über die Weglängen.

Abb. 1a u. 1b enthalten die für Bewegung „von Hand“ geltenden Geschwindigkeitskurven. Die auf den Wegen s_{e1} und s_{a1} bei einfacher Anordnung der Fahrzeuge in der Kammer auftretenden Geschwindigkeiten sind durch starke Kurven mit schraffierter Fläche dargestellt, während die gestrichelten Kurven zu den Wegen s_{e2} und s_{a2} mit ihren Unterabschnitten bei Staffelung gehören. Als Beispiel ist dreifache Staffelung mit je zwei Fahrzeugen in einer Reihe gewählt worden.

Die Kähne werden bei Bewegung „von Hand“ durch Staken fortbewegt. Die waagerechte Kraftkomponente der in Richtung der schräg eingesetzten Stakhölzer ausgeübten Kraft bewirkt die Fortbewegung der Kähne.

Die Kähne werden auf dem Anfahrweg AB beschleunigt und haben von B bis C gleichbleibende Geschwindigkeit, da auf dieser Strecke die Antriebskraft gleich dem Schiffswiderstand ist.

Auf dem während der Einfahrt bei C beginnenden Bremswege fällt die Antriebskraft fort; oft beschleunigen die Schiffer den Bremsvorgang noch, indem sie den Kahn durch Festlegen von Tauen an Haltekreuzen oder Pollern abbremsen. Bei der Ausfahrt wird die Höchstgeschwindigkeit über den rechnermäßigen Ausfahrweg hinaus beibehalten. Da die Höchstgeschwindigkeit unabhängig von der Weglänge gleichbleibt, ist eine Unterteilung des Weges s_2 bei Staffelung nicht erforderlich.

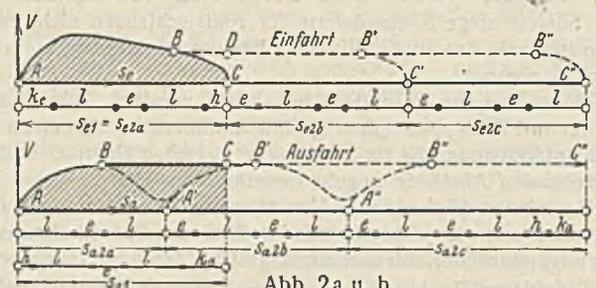


Abb. 2a u. b.

Abb. 2a u. 2b enthalten die Geschwindigkeitskurven bei Bewegung „durch Schleppschiff“ und „durch Treidelanlage“. Die Art der Darstellung ist die gleiche wie in Abb. 1a u. 1b. Die den beiden Bewegungszuständen entsprechenden Geschwindigkeiten unterscheiden sich nur der Größe nach, während ihre Verteilung über die Weglänge gleich ist. Deswegen können beide Bewegungsarten gleichzeitig behandelt werden.

Die Höchstgeschwindigkeiten ändern sich mit den Weglängen, infolgedessen ist zwischen den Geschwindigkeiten bei einfacher Anordnung und bei Staffelung zu unterscheiden:

1. Einfache Anordnung: Die Fahrzeuge werden bis zu ihrer Höchstgeschwindigkeit beschleunigt. Bei der Einfahrt läßt dann die Antriebskraft so weit nach, daß der Schiffswiderstand die Bewegungskraft übersteigt. Zum Schluß fährt das geschleppte Fahrzeug ohne Kraft und brems bis zum Stillstand ab. Bei der Ausfahrt fällt der Bremsweg fort. Die Höchstgeschwindigkeit wächst mit der Weglänge, bis der zulässige Höchstwert erreicht ist.
2. Staffelung: Für die Geschwindigkeit der ersten Reihe gilt bei der Einfahrt das für einfache Anordnung Gesagte. Nur der letzte Abschnitt des Bremsweges tritt bei den relativen Geschwindigkeiten nicht in Erscheinung, sondern die Geschwindigkeit geht für die zweite Reihe sanft zu der für Bewegung „von Hand“ geltenden Höchstgeschwindigkeit über. Dieser Wert wird auch von der letzten Reihe bis zum Beginn des Bremsweges beibehalten.

An Schleuse Ransern, die ungefähr doppelt so groß ist als die übrigen Schleppzugschleusen der Oder, kam es vor, daß mehrere kurze, mit Dampfer gezogene Schleppzüge gleichzeitig geschleust wurden. Nur der erste Zug konnte seine volle Geschwindigkeit bei der Einfahrt entfalten, während die nachfolgenden so vorsichtig und mit solchen Abständen einfahren mußten, daß die Einfahrt die gleiche Zeit erforderte, als wenn alle Reihen, außer der ersten, „von Hand“ bewegt worden wären.

Während der Ausfahrt wird die erste Reihe bis zu ihrer Höchstgeschwindigkeit beschleunigt. Die Geschwindigkeit wird dann aber wieder so weit verlangsamt, daß die inzwischen „von Hand“ in Bewegung gesetzte zweite Reihe angekuppelt werden kann. Dieses Manöver wiederholt sich beim Ankuppeln jeder folgenden Reihe. Der Schleppzug kann seine volle Geschwindigkeit erst nach dem Ankuppeln der letzten Reihe entwickeln. Die Höchstgeschwindigkeiten ändern sich wie bei der Einfahrt mit den Weglängen.

Werden mehrere Schleppzüge gleichzeitig geschleust, so kann sich der folgende Dampfer immer erst dann in Bewegung setzen, nachdem der vorfahrende Zug den Weg freigegeben hat. Die hierdurch entstehenden Zeitverluste wirken sich derart aus, daß die Gesamtausfahrzeit sich nicht wesentlich von der eines einzigen gestaffelten Schleppzugs unterscheidet.

Bei nicht mitgeschleustem Schleppdampfer wird das Schleppseil vor der Schleuse abgeworfen. Der Dampfer fährt zur Selte, um den Fahrweg frei zu machen. Die Fahrzeuge verlieren in diesem Falle die durch den Schlepper erhaltene Beschleunigung sehr schnell, um dann mit der für Bewegung „von Hand“ geltenden Geschwindigkeit einzufahren. Das wirkt sich schon bei einfacher Anordnung so aus, daß man bei der Einfahrt zweckmäßig nur mit den Geschwindigkeiten „von Hand“ rechnet. Bei der Ausfahrt hingegen ist es für die Geschwindigkeiten unwesentlich, ob der Dampfer mitgeschleust wird oder nicht. Die Versuche wurden zu einer Zeit, in der die Wasserführung der Oder volle Auslastung der Kähne bis zu einer Tauchtiefe von 1,50 m zuließ, vorgenommen. Die Versuche schlossen Geschwindigkeitsmessungen an beladenen und leeren Kähnen ein. Es handelte sich um folgende, am Oderverkehr beteiligte Fahrzeugarten:

1. Klodnitzkähne: Länge 34,5 m, Breite 3,98 m, größte Tauchtiefe 1,60 m, Ladefähigkeit 150 t, Ladung bei 1,50 m Tauchtiefe 137 t, Besatzung 2 Mann;
2. Finowschiffe: Länge 40,2 m, Breite 4,60 m, größte Tauchtiefe 1,80 m, Ladefähigkeit 225 t, Ladung bei 1,50 m Tauchtiefe 168 t, Besatzung 2 Mann;
3. Berliner Maßkähne: Länge 46,5 m, Breite 6,65 m, größte Tauchtiefe 1,65 m, Ladefähigkeit 350 t, Ladung bei 1,50 m Tauchtiefe 309 t, Besatzung 2 Mann und 1 Schiffsjunge;
4. Breslauer Maßkähne: Länge 55 m, Breite 8 m, größte Tauchtiefe 1,65 m, Ladefähigkeit 540 t, Ladung bei 1,50 m Tauchtiefe 478 t, Besatzung 3 Mann.
5. Plauer Maßkähne: Länge 65 m, Breite 8 m, größte Tauchtiefe 1,80 m, Ladefähigkeit 660 t, Ladung bei 1,50 m Tauchtiefe 522 t, Besatzung 3 Mann.
6. Neue Plauer Maßkähne: Länge 67 m, Breite 8,20 m, größte Tauchtiefe 1,80 m, Ladefähigkeit 760 t, Ladung bei 1,50 m Tauchtiefe 600 t, Besatzung 3 Mann.

Die Schleppdampfer entsprechen im Breslauer Bezirk ihrer Größe nach etwa einem Finowschiff, in den oberen Oderstrecken etwa einem Klodnitzkahn. — Die mit Breslauer Maßkähnen angestellten Versuche sind als Ausgangsversuche zu betrachten. Die Geschwindigkeiten dieser Kahnart wurden für die übrigen Kahnarten umgerechnet. Die an diesen Kahnarten vorgenommenen Versuche dienten zur Nachprüfung der errechneten Geschwindigkeitswerte.

Nachdem die Geschwindigkeiten der Breslauer Maßkähne in Kurven für verschiedene Weglängen festgelegt waren, geschah die Umrechnung auf Grund folgender Überlegung:

Die Höchstgeschwindigkeiten und die zu Anfahrt und Bremsweg gehörigen Werte sind verschieden zu behandeln. Während der Höchstgeschwindigkeit ist die aufgewandte Bewegungskraft gleich dem Schiffs-

widerstande, bei der Anfahrt überwiegt die Bewegungskraft, während des Bremsweges überwiegt der Schiffswiderstand, bzw. die Bewegungskraft fällt ganz fort oder wird noch durch eine Verzögerungskraft ersetzt.

1. Höchstgeschwindigkeit: Bei Bewegung „von Hand“ ist die Bewegungskraft gleich der beim Staken wirkenden waagerechten Kraftkomponente. Der Breslauer Maßkahn hat 3 Mann Besatzung. Die Bewegungskraft wird durch 2 Mann erzeugt, der dritte ist Steuermann. Die Bewegungskraft P ändert sich mit der Besatzungszahl. Rechnet man die Kraft eines Schiffsjungen gleich der halben

Kraft eines Vollschiffers, so ergeben sich für die übrigen Kahnarten folgende Bewegungskräfte, wenn $P = W$ und W der Widerstand des mit Höchstgeschwindigkeit fahrenden Breslauer Maßkahns sind:

- Klodnitzkahn: $0,5 W$;
- Finowschiff: $0,5 W$;
- Berliner Maßkahn: $0,75 W$;
- Plauer Maßkahn: W ;
- Neuer Plauer Maßkahn: W .

(Schluß folgt.)

Die Verstärkung der Paradiesbrücke in Zwickau i. Sa. im Elektroschweißverfahren.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Bauing. Franz Hempel, Wilkau i. Sa.

Die im Jahre 1900 erbaute eiserne Straßenbrücke über die Mulde wurde nach DIN 1072 und 1073, Brückenklasse I, nachgeprüft, wobei sich ergab, daß sie in vielen Teilen zu hoch beansprucht war.

Das System, der Querschnitt und die Hauptmaße der Brücke sind aus Abb. 1 u. 1a ersichtlich. Die zu schwachen Stäbe sind mit starken Linien gekennzeichnet. Der Belag, die Längsträger, die Konsolgangbahnen und die Auflager erwiesen sich als reichlich stark. Dagegen waren die Querträger bei der geringen Stehblechhöhe von 655 mm bei 9180 mm Stützweite stark überbeansprucht und ergaben eine zu hohe Durchbiegung.

An den Hauptträgern waren beide Gurtungen, ein Teil der Streben und der Hängepfosten zu schwach, die Gurtungen insbesondere schon dadurch, daß bei den Stäben nach der Mitte zu die Erhöhung der Gurtkräfte durch oben aufgelegte Gurtplatten ausgeglichen worden war. Dadurch rückten die Schwerlinien immer weiter von den Systemlinien ab. Durch den außermittigen Kraftangriff entstanden erhebliche Angriffsmomente und erhöhte Spannungen.

Bei den Hängepfosten wie auch bei den Querträgern kam das Biegemoment durch die am Obergurt anzusetzende waagerechte, quer zur Brückenachse wirkende Kraft mit $\frac{O}{100}$ hinzu.

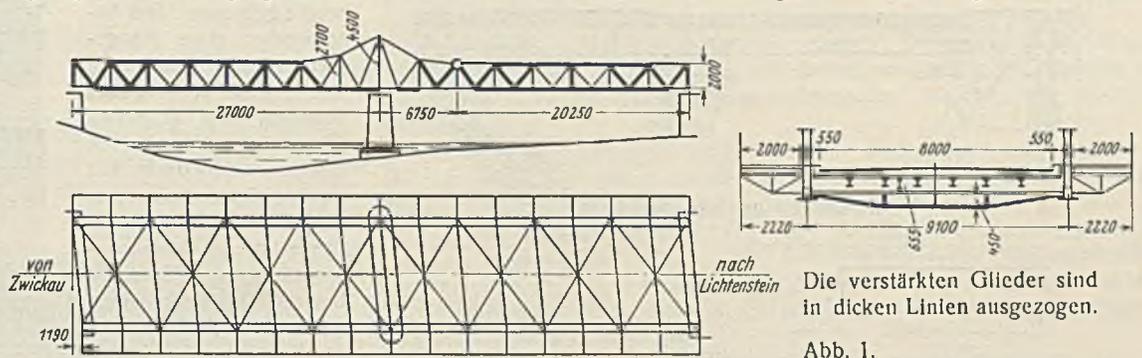
Bei der Bearbeitung des Verstärkungsentwurfs ergaben sich für das Anbringen des Verstärkungsmaterials große Schwierigkeiten, besonders bei den Streben, da diese an den Anschlußblechen noch Beiwinkel hatten. Mit Zustimmung des Tiefbauamtes wurde nun in schwierigen Fällen das Schweiß- statt des Nietverfahrens angewendet, und so war beim Ausschreiben der Verstärkungsarbeiten etwa $\frac{2}{3}$ in Schweißung und $\frac{1}{3}$ in Nietung vorgesehen. Von den anbietenden Firmen reichte die Firma Hummel & Merkel, Leipzig, einen Entwurf für die Ausführung ganz in Schweißung ein. Nach verschiedenen Abänderungen durch Tiefbauamt und Verfasser entschloß sich das Stadtbauamt, die Verstärkung ganz in Schweißung ausführen zu lassen und die Arbeiten der genannten Firma zu übertragen, wobei die Firma Esperstädt Nachf., Zwickau, einen Teil der Arbeiten im Unterauftrag erhielt. Besonders günstig ist für die Schweißung, daß während der Bauarbeiten keine Verschwächungen der Querschnitte und keine Verkehrshinderungen eintreten. Einen besonderen Vorteil aber bietet das Schweißverfahren dadurch, daß der entwerfende Ingenieur das Verstärkungseisen überall gut anbringen kann und immer den vollen unverschwächten Querschnitt hat.

Die Arbeiten begannen am 22. September 1930 und dauerten bis zum 10. Januar 1931. Es schweißten durchschnittlich drei Schweißer, die zuvor die vorgeschriebene Schweißprobe mit zur Hälfte Überkopfschweißung ablegen mußten. Als Zugfestigkeit wurde für die Probe 28 kg/mm^2 im Querschnitt verlangt. Von großem Werte bei der Prüfung war das Überkopfschweißen, das vor allem am Untergurt und an den Querträgern in Frage kam. — Die Verstärkungen sollen nachstehend der Reihe nach erörtert werden.

Gurtungen. Sowohl im Obergurt als auch im Untergurt waren die Querschnitte nur oben durch Gurtplatten verstärkt worden. Das Verstärkungseisen ist deshalb teils oben, teils in Mitte, teils unten aufgelegt worden, um dadurch die Schwerachse wieder möglichst mit der Kraftachse zusammenzubringen.

Die Querschnitte sind aus Abb. 2 bis 5 ersichtlich. Die seitlichen Verstärkungen könnten auch, wie es die Schweißfirma vorschlug und bei den Streben auch ausgeführt wurde, in Schräglage, die Nietköpfe überdeckend, angebracht werden. Die dreieckigen Öffnungen an den Enden wurden dann durch aufgeschweißte Deckel abgeschlossen. Die Nietköpfe wurden in dem aufgelegten Eisen ausgespart, dann ausgeschweißt und die vorstehenden Unebenheiten abgeschliffen. Auf diese Weise sind ganze Nietreihen bei O_2 in der aufgelegten Gurtplatte verschweißt worden

(Abb. 4). Die untenliegende Verstärkung am Obergurt $O_3 - O_5$, bestehend aus zwei Gurtplatten $130 \cdot 12$ (Abb. 2), hätte auch als eine Platte $260 \cdot 12$ mit nur zwei Schweißnähten aufgebracht werden können. Der Hohlraum würde an den Enden durch eingeschweißte Deckel abgeschlossen. Die mittleren zwei Nietreihen sind dann unzugänglich, auch machte der Anschluß zwischen den Knotenblechen Schwierigkeiten. Im Untergurt der Brücke



Aufriß, Grundriß und Querschnitt der Brücke.

Die verstärkten Glieder sind in dicken Linien ausgezogen.

Abb. 1.



Abb. 1a. Ansicht.

ist die Verstärkung mit nur einer Platte $250 \cdot 10$ bzw. $250 \cdot 16$ durchgeführt worden (Abb. 2, 5). — In den Druckgliedern ist keine Stoßdeckung aufgebracht worden. Die Stoßfugen mit etwa 10 mm Zwischenraum wurden um 2 mm höher gut ausgeschweißt und die seitlichen Schweißnähte nach den Enden zu verstärkt ausgeführt.

Abb. 2a u. 4a zeigen zwei obere Knotenpunkte.

In den Untergurten sind zunächst die Stoßfugen ausgeschweißt und dann noch Decklaschen, die wegen der Nähte entsprechend schmaler als die aufgelegten Gurtplatten gehalten sind, aufgeschweißt worden. Nach der Mitte wurde statt zwei Gurtplatten von je 10 mm Dicke eine solche von 20 mm bzw. 16 mm Dicke verwendet. Unter den Anschlußblechen sind dann die Zwischenräume ausgefüllt und darauf etwas schmalere Decklaschen geschweißt worden.

Ein Teil der Pfosten mußte verstärkt werden (Abb. 2), da das Biegemoment durch $\frac{O}{100}$ sehr groß wurde und der vorhandene Querschnitt nicht ausreichte. Durch aufgeschweißte Flacheisen $80 \cdot 12$ wurde beiderseits ein I-förmiger Querschnitt gebildet. Durch Nietung ist in diesem Falle schwer zu verstärken. Die oben vorstehende Kröpfung der Winkel wurde zuvor autogen glatt abgeschnitten. Der Abschluß der Pfosten gibt ein sehr gutes Bild. Die unteren Enden des Flacheisens $80 \cdot 12$ wurden gabelförmig ausgeschnitten und mit vier Schweißnähten an Blech und Winkel angeschweißt.

Die Streben (Abb. 2 u. 4) sind durchgehend durch schräg eingelegte Flacheisen von $95 \cdot 10$ bei Winkel von 100 mm Schenkelbreite und von

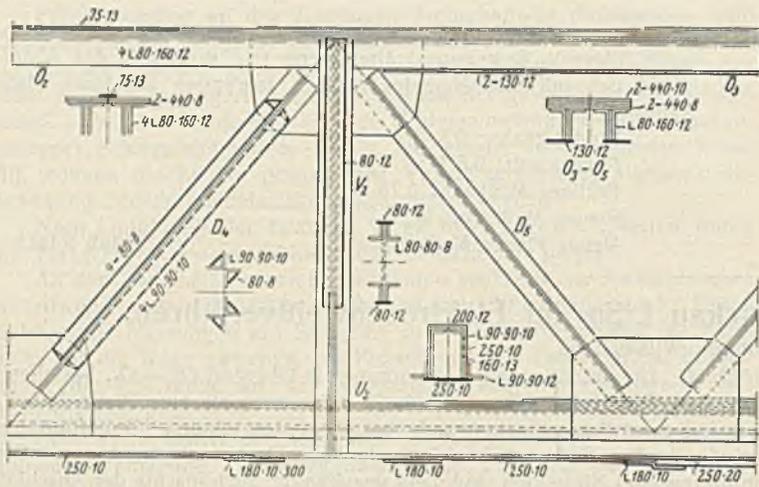


Abb. 2.

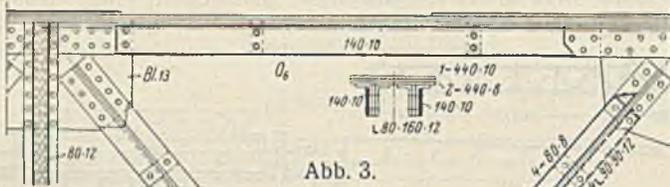


Abb. 3.

Verstärkungen im Auslegerträger.

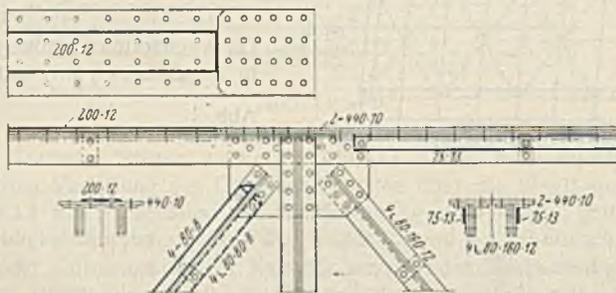


Abb. 4.

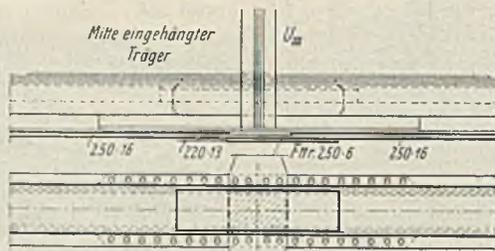


Abb. 5.

Abb. 4 u. 5. Verstärkungen im eingehängten Träger.

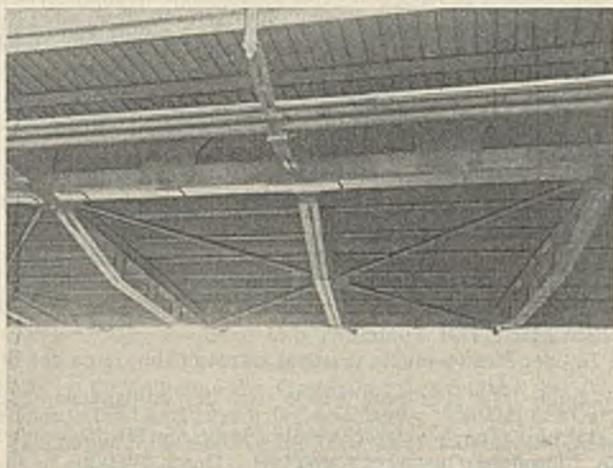


Abb. 5a. Untergurtverstärkung und Hängewerke.

80·8 bei 80 und 90 mm Schenkelbreite verstärkt und oben und unten durch dreieckige Deckel abgeschlossen worden. Eine andere Verstärkungsmöglichkeit ist das Auflegen der Flachisen auf die senkrecht stehenden Schenkel, wobei aber Nietkopflöcher ausgespart und ausgeschweißt werden müssen. Es fallen dafür aber die Abschlußdeckel weg.

Die zu hoch beanspruchten Querträger sind durch Hängewerke verstärkt worden (Abb. 5a, 6 u. 6a). Eine Gegenüberstellung der zuerst in Nietung vorgesehenen, dann aber in Schweißung ausgeführten Konstruktion zeigt deutlich die Überlegenheit der bedeutend einfacheren Schweißausführung für Verstärkungszwecke. Die Hängewerke wurden in der Werkstatt soweit wie möglich fertiggestellt und dann angeschweißt. Im ganzen Bauwerk wurden 17 Hängewerke gebraucht. Das Anschweißen eines Hängewerkes erforderte einen Zeitaufwand von rd. acht Stunden. Die kritischen Längsnähte an den beiden Enden wurden durch den zuverlässigsten Schweißer ausgeführt. Bei 10 mm Dicke ist eine Scherbeanspruchung von 280 kg/cm² bei stärkster Verkehrslast vorhanden. Außerdem ist zur Erhöhung der Sicherheit der Zwischenraum zwischen Innerem Querblech und Gurtplattenende ausgeschweißt. Das mittlere □-Eisen dient zur Aufhängung. Der Stab hätte schwächer gehalten werden können. Die beiden angeschweißten, senkrechten Stegbleche an den Enden des Knotenbleches dienen zur Übertragung des Drehmoments, das dadurch entsteht, daß die Schwerlinie der beiden Hängewinkel nicht in die Mitte der Längsnähte fällt, und zur Aufnahme der senkrechten Seitenkraft von der schrägen Untergurtkraft. Die angeschweißten Hängewerke bieten ein gutes Bild. Die Höchstbeanspruchung im Obergurt des Querträgers ist 1480 kg/cm², ohne Hängewerk 1880 kg/cm². Die Durchbiegung von der Verkehrslast beträgt 5,4 mm, vorher 10 mm.

Als Höchstbeanspruchung des Eisens ist der Berechnung 1500 kg/cm² und für die Schweißnähte 750 kg/cm² zugrunde gelegt.

Über die Berechnung der Schweißnähte ist folgendes zu erwähnen.

Die Nahtspannung für einen zur Verstärkung angeschweißten Stab ist errechnet unter der Voraussetzung, daß von Mitte aus bis Ende Stab dieser mit seiner Zug- oder Druckspannung in den Querschnitt der Nähte mit ihrer Schweißnahtspannung aufgegangen ist,

$$\sigma_s = \frac{F\sigma}{n \cdot \frac{l}{2} \cdot h}$$

worin l die Stablänge, h die Höhe und n die Anzahl der Nähte bedeutet.

Die Verlaschungs- und Anschlußnähte erhalten eine Spannung von

$$\sigma_s = \frac{F\sigma}{nhl}$$

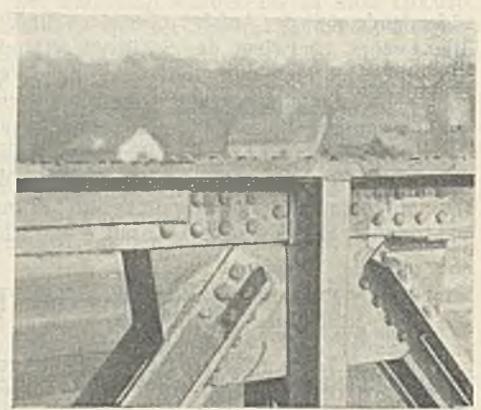


Abb. 2a. Oberer Knotenpunkt.

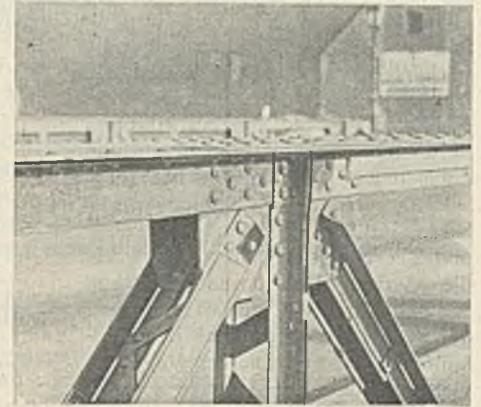


Abb. 4a. Oberer Knotenpunkt.

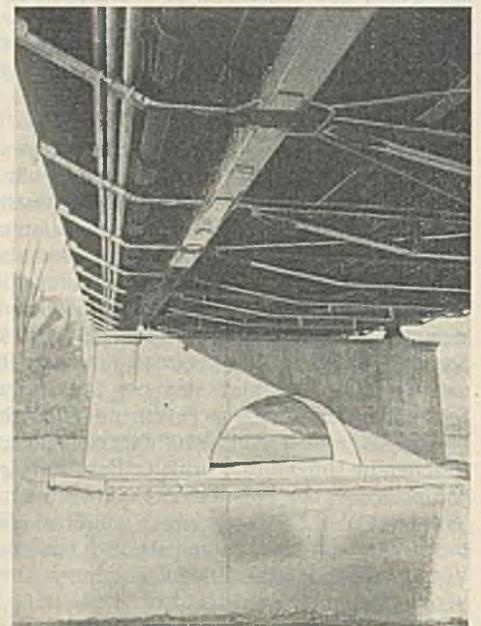


Abb. 6a. Untergurtverstärkung und Hängewerke.

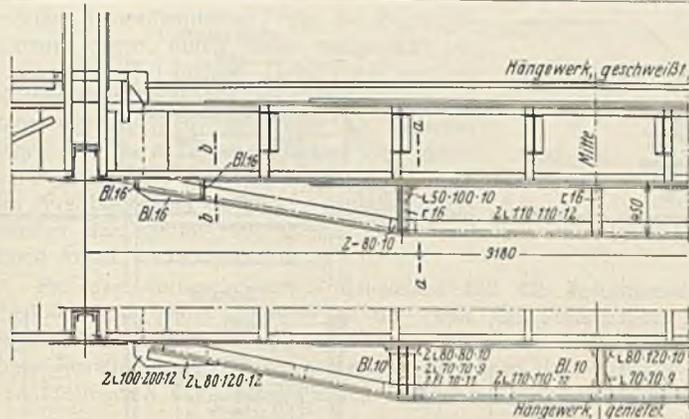
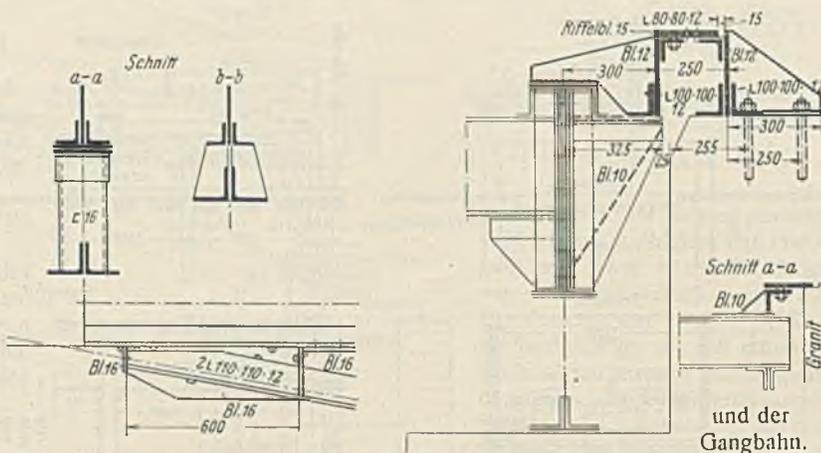


Abb. 6. Hängewerk.



Dehnungsfuge der Fahrbahn

Abb. 8.

und für die Fälle, wo ausgeschweißte Nietköpfe mit in Frage kommen, wird

$$d_s = \frac{F \sigma}{n h l + n_1 d^2 \frac{\pi}{4}}$$

wobei n_1 die Anzahl der Niete bedeutet.

Der Verfasser hatte die Bauleitung.

Geschweißt wurde mit 4 mm starken ummantelten Elektroden der Firma Hummel & Merkel, Breslau, und der Firma Kjellberg, Finsterwalde. Verschweißt wurden rd. 12 t Verstärkungsmaterial mit 2100 m Schweißnaht für Hauptträger und Hängwerke.

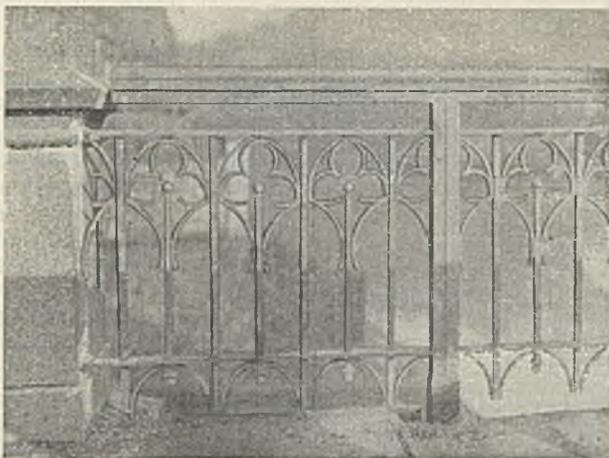


Abb. 7. Geländerabschluß.

Zur Verfügung stand dreiphasiger Wechselstrom von 220 V Spannung. Die Stromstärke betrug i. M. 145 A bei normaler obenliegender Naht, 180 A bei Überkopfnähten, bis 200 A bei schwer zugänglichen Ecken, um bei diesen gut einbrennen zu können.

Außer der Verstärkung der Haupt- und Querträger wurde auch die Ausbesserung der Geländer durchgeführt, die besonders stark durch Rost angegriffen waren. Die Geländersäulen aus zwei $\square 6\frac{1}{2}$ mit Flach-

eisen $65 \cdot 10$ wurden ausgewechselt und durch solche wieder aus zwei $\square 6\frac{1}{2}$, aber in Quadratform zusammengeschweißte, ersetzt. Da besonders in Gangbahnhöhe ein sehr starkes Rosten aufgetreten war, erhielten die neuen Säulen (Abb. 7) unten Flacheisenverstärkungen, die wie ein Sockel aussehen.

Alle Verbindungsstellen und Hohlräume sind zugeschweißt worden. Die quadratischen Säulen haben ein gutes Aussehen. An die in der Mitte herunterlaufenden Schweißraupen wird man sich bald gewöhnen. Die Anstrichfläche ist bei dieser Form auf ein Mindestmaß herabgedrückt.

Die Geländerfelder sind nach ihrer Ausbesserung eingeschweißt worden. Die Enden der Geländerlängsstäbe wurden in einzementierte kupferne Führungshülsen gebracht, die Handleisten selbst glatt abgeschnitten und mit Deckeln verschweißt.

Die Fahr- und Gangbahnen der Brücke gingen beiderseits ohne Trennung zur Straße über. Die Wärmeänderungen wirkten sich unangenehm an der Hintermauerung, den Bordsteinen und an den Grautbrüstungen aus. Aus diesem Grunde wurde eine gute Fahrbahn- und Gangbahndehnungsfuge eingebaut, die auf der Fahrbahn in zwei Teilen ausgeführt wurde, damit der Verkehr wechselweise verlegt werden konnte. Der Stoß in der Mitte wurde dann verschweißt (Abb. 8).

In Höhe der Gangbahn sind am Hauptträger über die Brücke hinweg Riffelblechabdeckungen, um die Zwischenräume zu schließen. Die Riffelbleche waren scharf an die durchdringenden Pfosten und Streben angepaßt. Es setzte sich Schmutz in den Ecken an, und das Rosten ging unbemerkt vor sich. An einigen Streben mußten diese Rostverschwächungen teils durch Ausschweißen, teils durch Aufschweißen von Flacheisenstücken wieder verstärkt werden. Die ganze Riffelblechabdeckung ist mit 8 bis 10 mm Zwischenraum autogen nachgeschnitten worden.

An den Stellen des Untergrundes, wo zwischen den Knotenblechen, dann auch der Nietköpfe wegen das Regenwasser nicht abfließen konnte, wurde eine aus Teer, Asphalt, Zement und Sand hergestellte Masse dachförmig aufgetragen, die sich gut mit dem Eisen verbindet und nach dem Erkalten noch elastisch bleibt.

Nebenher ging natürlich eine gute Reinigung, besonders des Untergrundes. Eine weitere gründliche Reinigung, vielleicht durch Sandstrahlgebläse, und ein guter mehrfacher Anstrich werden noch folgen.

Alle Rechte vorbehalten.

Über Sandprellböcke.

Von Reichsbahnoberrat Fahl, Salzwedel.

A. Beschreibung verschiedener Bauweisen.

Unter Sandprellböcken kann man sich schliertenartige Konstruktionen vorstellen, die durch die Puffer von bewegten Eisenbahnfahrzeugen in einen Sandhaufen gedrückt werden, wobei durch den Widerstand des Sandes die Kraft des Stoßes aufgezehrt wird. Wie mehrere Versuche ergeben haben, kann man solche Konstruktionen in sehr mannigfaltiger Weise ausführen. In der Bautechn. 1927, Heft 19, S. 279/280, sind mit A, B und C bezeichnete Bauweisen beschrieben, die aus einem Schwellenrost bestehen, der in Höhe der Puffer der Eisenbahnfahrzeuge liegt; vgl. Abb. 1 u. 2.

Abb. 3 bis 6 und 9 zeigen nun andere Ausführungen, bei denen die Schliertenkonstruktion nicht als ein Rost gebaut ist, sondern so, daß eine senkrechte Platte in den Sandhaufen hineingedrückt wird. Bei Abb. 7 u. 8, Form F, kann noch von einem Rost insofern gesprochen

werden, als außer der aus zwei oder drei Schwellen bestehenden senkrechten Platte B auch die Schiene S gegen den Sandhaufen gedrückt wird. Auch

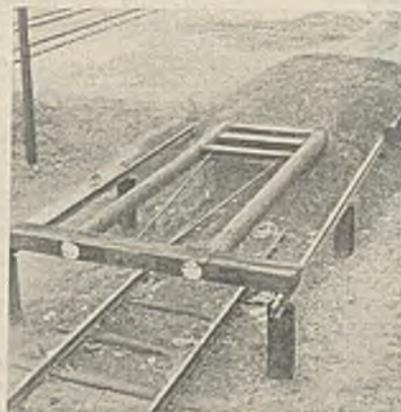


Abb. 1.

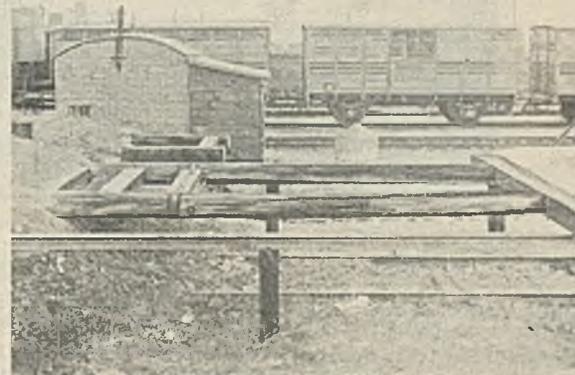


Abb. 2.

rechten Schwellenpfosten, die die Führungsschiene tragen, durch einige waagrecht liegende Schwellen ausfüllt. Damit die Schwellenpfosten nicht durch den waagerechten Erddruck umbogen werden, muß man sie entweder gegen das Nachbargleis abstützen oder durch Schwellenstücke *a* und *b* absteifen. Soweit das Prellbockgleis zwischen den Prellbockwänden durchgeführt ist, können diese auch mit dem Prellbockgleis durch Anker verbunden werden.

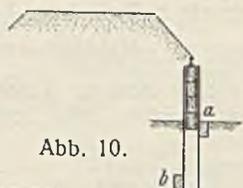


Abb. 10.

Bei den vorbeschriebenen Bauweisen soll die Resultierende des Prellbockwiderstandes ungefähr in der Höhe der Pufferachsen liegen. Man kann aber abweichend hiervon auch Bauweisen entwickeln, bei denen diese Resultante erheblich unter den Pufferachsen liegt. Dieses ist bei dem Prellbock *K* (Abb. 11) geschehen. Dieser hat senkrechte Seitenwände

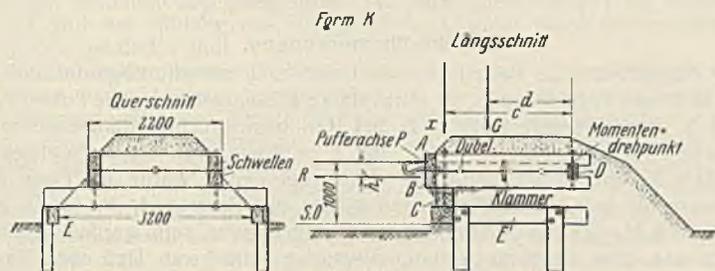


Abb. 11.

wie bei Abb. 10, weicht aber insofern von der Bauart der Abb. 10 ab, als bei dieser die Wände unbeweglich sind, während sie bei der Form *K* mit dem Schlitten verbunden sind und sich mit diesem verschieben. Der Schlitten hat bei dieser Bauart die Form eines unten offenen Kastens. Als Widerstand dienen die vorderen Schwellen *A* und *B*, der Brückenbalken *C* und die hintere Schwelle *D*. Der Brückenbalken verschiebt sich auf zwei seitlich außerhalb des Profils des lichten Raumes befindlichen waagrecht liegenden Schwellen *E*. Über die Berechnung dieser Prellbockart vgl. den Abschnitt C.

Während bei den vorgenannten Prellböcken der Schlitten sich in waagerechter Richtung verschiebt, ergibt sich bei der Form *H* (Abb. 12) eine kreisförmige Bewegung des beweglichen Teils des Prellbockes. Dieser Prellbock ist festen Prellböcken aus Schwellen mit Erdschüttung nachgebildet, bei denen oft eine Verschiebung durch Rangierstöße wahrgenommen wird, die jedoch insofern unvollkommen sind, als ein Zurückholen der verschobenen Konstruktion nicht ohne weiteres möglich ist. Das kann aber bei dem Prellbock *H* geschehen. Dieser besteht aus einer senkrechten Platte, die aus waagerechten Schwellen und zwei senkrecht stehenden Schienen zusammengesetzt ist. Die Platte dreht sich um einen etwa 1,20 m unter SO befindlichen Drehpunkt. Es wird sich empfehlen, den Drehpunkt

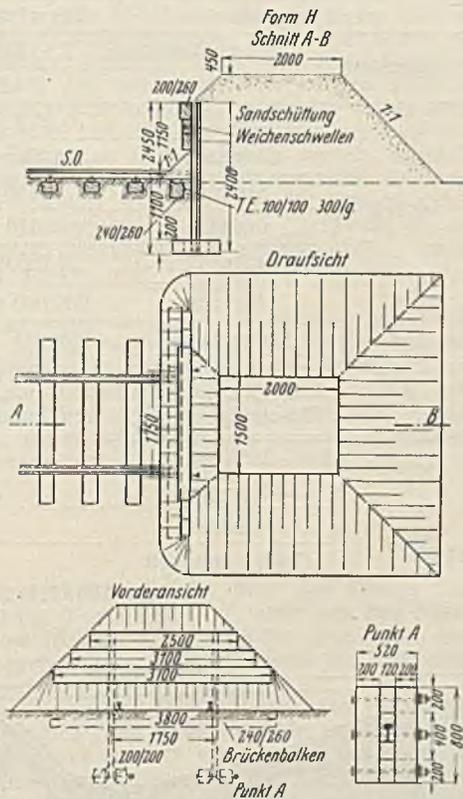


Abb. 12.

noch etwas tiefer zu legen und die Platte in der Ruhestellung um etwa 15 bis 20 cm gegen den Drehpunkt nach links geneigt aufzustellen. Dann wird man voraussichtlich eine Gesamtverschiebung von etwa 70 cm erreichen können. Nun werden zwar für die eigentlichen Prellböcke vielleicht die Bauweisen vorzuziehen sein, bei denen die Verschiebung in waagerechter Linie stattfindet. Jedoch scheint die Abb. 12 für den Bau von Kopframpen von Wert zu sein. Dazu ist folgendes vorzuschicken. Abb. 13 zeigt eine ausgeführte Kopframpe. Der bewegliche Teil besteht ähnlich dem Prellbock Form *D* (Abb. 3 u. 4) aus zwei übereinanderliegenden Balken, die sich in waagerechter Richtung verschieben lassen. Das Kippen der Platte wird durch Laschen verhindert,

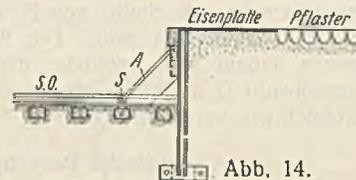
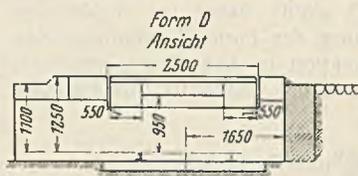


Abb. 14.

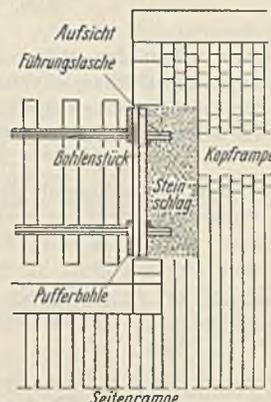
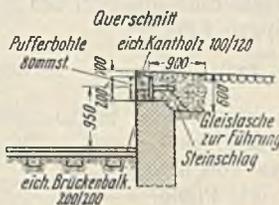


Abb. 13.

die zwischen die Balken gesteckt sind. Das Verschieben der Platte geht nun zwar wie beabsichtigt vor sich (Rennversuch s. unter B). Die Verschiebung ist aber stärker als beabsichtigt, so daß mitunter Ausbesserungen der Befestigung der Rampenoberfläche erforderlich werden. Auch könnte bei starken Stößen eine Beschädigung des Rampenmauerwerkes eintreten. Daher scheint eine Kopframpenbauweise nach Abb. 14 vorzuziehen zu sein. Bei dieser sind zu der Bauart Abb. 12 noch die Anker *A* hinzugefügt. Der Prellbock wirkt bei leichteren Stößen als fester Prellbock, so daß die Rampe unverändert bleibt. Wenn aber ein Stoß so stark wird, daß eine Beschädigung der Fahrzeuge eintreten könnte, werden die Scherbolzen *S* abgerissen. In diesem Augenblick wird der Prellbock zu einem beweglichen. Eine Beschädigung von Rampenmauerwerk kann nicht eintreten, weil das Mauerwerk durch die bewegliche Schwellenwand ersetzt ist. Statt der beiden unteren Holzschwellen kann man zur Verlängerung der Lebensdauer der Wand eiserne Schwellen verwenden. Um Ausbesserungen der Rampenoberfläche zu vermeiden, könnte man den neben der Schwellenwand befindlichen Teil der Rampe bis auf eine Entfernung von etwa 1,5 m von der Wand statt des Pflasters mit verschiebbaren Eisenplatten befestigen.

Das Zurückholen der verschobenen Prellböcke wird man im allgemeinen mit Lokomotiven ausführen. Dazu sind die Prellböcke zum Teil mit Zughaken versehen. Zum Teil ist auf Zughaken verzichtet, um die Schwächung der Querbalken zu vermeiden. Wo die Zughaken fehlen, wird um den Querbalken eine Kette geschlungen, die am Zughaken der Lokomotive befestigt wird. Bei den Prellböcken *D* und *H* ist bislang das Zurückholen durch Arbeiter mit Hilfe von Brechstangen, Hämmern u. dgl. ausgeführt worden.

B. Rennversuche.

Nachstehend werden einige Ergebnisse von ausgeführten Rennversuchen mitgeteilt.

Prellbock Form	Belastung		Mittlere Geschwindigkeit km/h	Verschiebung des Prellbocks	
	Zahl der Wagen	Gesamtgewicht der Wagen t		im ganzen m	auf 1 tm m
	<i>n</i>	<i>G</i>	<i>v</i>	<i>s</i>	$\frac{s}{A} = \frac{s \cdot 255}{G v^2}$
A	3	71	9	1,26	0,05
B	3	71	11	2,80	0,08
C	4	93	8	0,86	0,04
C	4	93	11	3,07	0,07
D (Abb. 13)	1	13	6	0,45	0,25
E	3	84	8,2	3,78	0,17
F (Abb. 7)	4	rd. 28	10	0,50	0,045
F (Abb. 8)	3	84	6,5	0,92	0,066
H	1	7	4	0,08	0,18
H	1	7	6	0,13	0,13
H	1	7	12	0,53	0,09

Die Rennversuche bei der Form *H* sind sogleich nach Fertigstellung des Prellbocks mit halber Anschüttung gemacht. Es ist anzunehmen, daß die Verschiebungen bei voller Anschüttung um etwa 40% geringer sind. Nach diesen Ergebnissen wird man bei den beschriebenen Prellböcken als normale Verschiebung etwa 5 cm/tm anzusehen haben. Bei den Bauweisen, die erheblich stärkere Verschiebungen als 5 cm/tm ergeben, wird man zweckmäßig den Widerstand durch konstruktive Änderungen zu erhöhen suchen. Dies trifft besonders zu für Form *D* (Abb. 13) mit einer Verschiebung von 25 cm/tm und für Form *E* mit einer Verschiebung

von 17 cm/tm. An Stelle von Form *D* würde daher bei Kopframpen Form *H* anzuwenden sein. Die Wirkung der Form *E* kann man verbessern, indem man entweder die punktiert in Abb. 5 eingezeichnete Querschwelle *Q* hinzufügt oder indem man die senkrechte Platte ähnlich ausbildet wie bei Form *F* oder *S*.

C. Statische Berechnung der Prellböcke.

Der Gesamtdruck *P* der Puffer, der auf die Platte oder den Rost übertragen wird, ergibt sich aus der lebendigen Kraft

$$\frac{G v^2}{255} = P s, \text{ also } P = \frac{G v^2}{255 s}$$

Als brauchbaren Mittelwert kann man $P \approx 15$ bis 20 t annehmen. Die Resultierende der Widerstände des Prellbockschlittens $R = P$, jedoch abgesehen von der Form *H*. Der Einheitsdruck auf 1 m² Platte (Abb. 15)

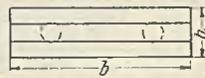


Abb. 15.

$$p = \frac{R}{b h} = \frac{P}{b h}$$

Wenn man aus verschiedenen Rennversuchen den Mittelwert *p* berechnet, kann man diesen Wert als mittleren spezifischen Widerstand des Sandes für 1 cm² Fläche der Platte für Berechnungen verwenden. Sobald man *P* und *p* gefunden hat, kann man die einzelnen Teile der Prellböcke leicht berechnen.

Wenn wie bei dem Prellbock *K* (Abb. 11) die Resultierende der Widerstände des Sandes erheblich unter der Pufferachse liegt, so entsteht ein Moment $M = R h_1$. Durch dieses Moment würde das linke Ende des Schlittens hochgehoben werden, wenn dem Moment nicht durch andere Kräfte entgegengewirkt würde. Dies geschieht bei dem Prellbock *K* durch das Eigengewicht *G* des Prellbocks und durch die auf dem Balken *C*

liegende Bodenlast *X*. Es ist $X c + G d = R h_1$. Daraus ergibt sich die Größe der erforderlichen Auflast $X = \frac{R h_1 - G d}{c}$. Bei einem Rawieschen Prellbock dient zur Verhinderung des Hochkippens des Prellbocks nicht eine Belastung durch Boden, sondern es werden Haken dazu verwendet,

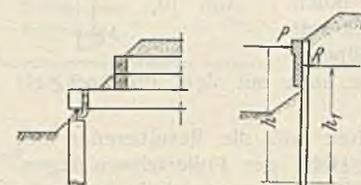


Abb. 16.

Abb. 17.

$$P h = R h_1 \text{ (Abb. 17), also } R = \frac{P h}{h_1}$$

D. Schlußbemerkungen.

Für schwächere Beanspruchung lassen sich zweckmäßig die Prellböcke *D* und *H* verwenden, für etwas stärkere Beanspruchung die Formen *F* und *S*. Für schwerere Stöße, z. B. bei stark beanspruchten Rangiergleisen kommen Formen nach Art von *C* und *E* in Frage, weil diese Prellböcke größere Verschiebungen zulassen. Für Kopframpen würde die Form *H* anzuwenden sein. Ausgeführt sind bisher die Formen *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *S* und *H*. Welche Formen allgemein einzuführen sein werden, dürfte noch von dem Ergebnis weiterer Versuche abhängen. Daß noch Verbesserungen der bisherigen Bauweisen möglich sind, kann man annehmen. Das Reichsbahn-Zentralamt hat die Bauweisen *C*, *D*, *E* und *F* den Reichsbahndirektionen zur Ausführung empfohlen.

Alle Rechte vorbehalten.

Über neuere Erddambauten in der Sowjetunion.

Dr.-Ing. Scheidig teilte im Rahmen eines von der Degebo veranstalteten Vortrages über „Baugrundforschung und Fundierungswesen in der Sowjetunion“ am 26. November 1931 u. a. folgendes mit:

Zwei Stauweiher sind in den Jahren 1930/31 bei Bobriki errichtet worden (Abb. 1). Das Kohlenbecken von Bobriki liegt etwa 50 km östlich

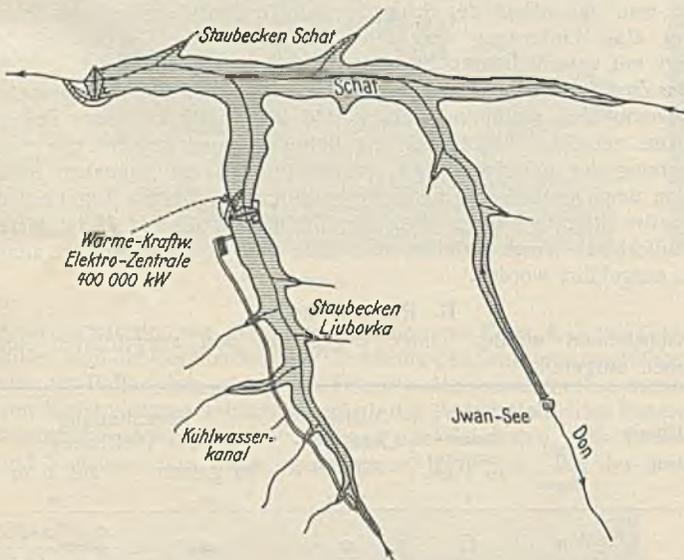


Abb. 1. Lageplan der Staubecken bei Bobriki.

von Tula und 200 km von Moskau entfernt. Hier soll ein großes chemisches Kombinat entstehen, hauptsächlich zur Erzeugung künstlichen Düngers. Außerdem wird ein Wärmekraftwerk von 400 000 kW errichtet, das auch Strom für Moskau liefern soll. Zu Kühlwasserzwecken wird ein Staubecken an der Ljubowka von 15 Mill. m³ Stauinhalt gebaut. Das Becken wird stets gefüllt gehalten. Das Warmwasser fließt durch einen 7 km langen Hangkanal an das obere Ende der Sperre und wird am Staudamm gekühlt wieder entnommen. Für die Wasserversorgung des chemischen Kombinats dient im Flusse Schat ein Staubecken von 70 Mill. m³ Nutzinhalt, dessen Spiegel um 7 m schwankt. Der Fuß der Ljubowkasperre liegt im Staubereich der Schatsperre. Die Entlastung geschieht durch Segmentschützen und Kaskaden. Grundablässe sind nicht vorhanden.

Die geologischen Verhältnisse an den beiden Sperrstellen sind einander ähnlich und denkbar ungünstig (Abb. 2). Der Talboden ist mit weichem Schlamm erfüllt, darunter folgt — insbesondere am Schat — Sand mit gespanntem Wasser, so daß beim Entfernen der Schlamm-schichten sich starke Wasser-einbrüche in die Baugrube ergaben. Die rechten steileren Tal-

		Schat	Ljubowka
Einzugsgebiet		487 km ²	150 km ²
max Hochwasser		310 m ³ /sek	130 m ³ /sek
Entlastung	Segmentschützen	5 × 8,00 m	2 × 8,00 m
	Sohle	▽ 177	▽ 182
Stau-becken	Inhalt	70 Mill. m ³	15 Mill. m ³
	Oberfläche	14,5 km ²	2,75 km ²
	Stauziel	▽ 180	▽ 185
	min Stau	▽ 173	▽ 185
Erd-damm	Flußsohle	▽ 165,60	▽ 167
	Massen	230 000 m ³	etwa 160 000 m ³
	Kronenlänge	500 m ▽ 182	380 m ▽ 187
	Böschung	wasser-seitig 1 : 3/1 : 7	1 : 3/1 : 4
Kühl-wasser-kanal	Böschung	luft-seitig 1 : 2/1 : 7/1 : 25	1 : 2/1 : 7
	Leistung		28 m ³ /sek
		Länge	7000 m
		Gefälle	J = 0,0001
		Geschwindigkeit	V = 0,60 m/sek

Zu Abb. 1.

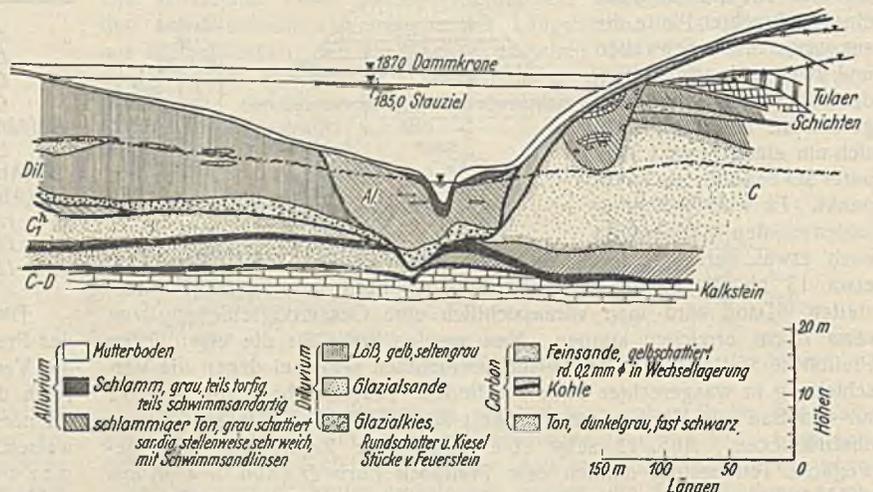


Abb. 2. Geolog. Profil an der Ljubowka-Sperrstelle.

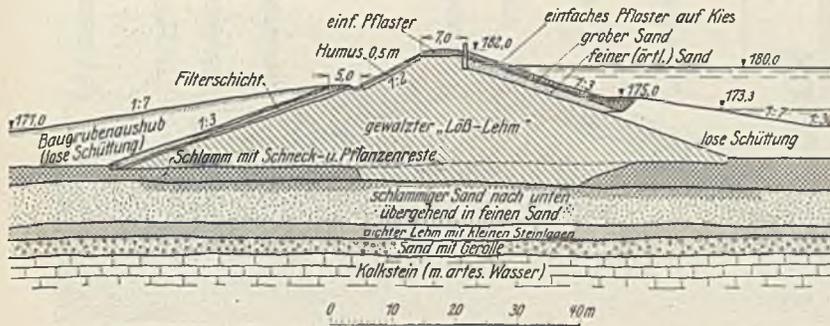


Abb. 3. Dammquerschnitt der Schat-Sperre.

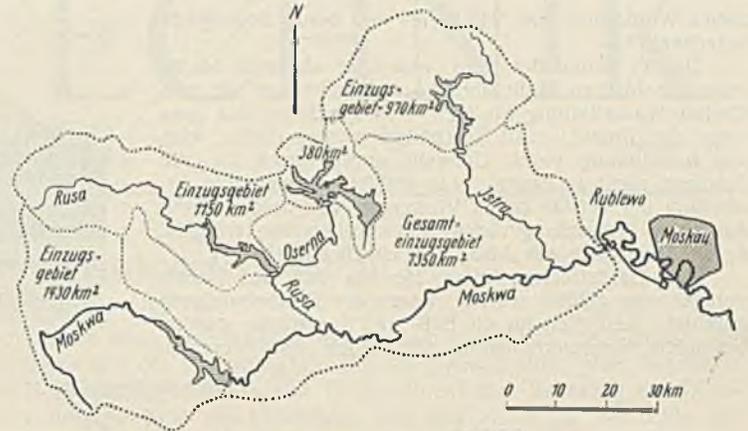


Abb. 4. Talsperrenprojekte an der oberen Moskwa.

hänge bestehen aus gefährlichen Feinsanden, die schwer zu dränieren sind und bei Bildung von sandführenden Quellen durch rückschreitende Erosion gefährdet sind.

Die linken flachen Talhänge sind mit 12 bis 15 m mächtigen Lößdecken bedeckt, dem einzigen Material, das als Dammbaumaterial zur Verfügung stand und dessen Eignung obendrein umstritten ist.

Trotz dieser ungünstigen Verhältnisse wurde im Frühjahr 1930 mit dem Bau ohne umfassende bodenmechanische Voruntersuchungen begonnen. Als man die Spornbaugrube aushub, setzte der Wasserandrang früher ein, als das geologische Profil voraussagte. Gleichzeitig rutschten die Schlammassen der Talhänge ab und bildeten tiefe Rutschrisse. Darauf beschloß man, den Schlamm zu belassen, und schüttete in den weichen Schlamm die Lößmaterial, das sich sofort verflüssigte. Durch Tag- und Nachtarbeit gelang es, die Spornbaugrube glücklich vollzuschütten. Die Schüttung schwankte allerdings wie Gummi, wenn sie vom Traktor befahren wurde.

Nachdem die Gründung auf diese Weise beendet war und während der Stützkörper hochgeführt wurde, traten Bedenken hinsichtlich des Untergrundes und der Eignung des Löß als Dammschüttungsmaterial auf. Ein Gutachten von Prof. Pusierewski aus Leningrad besagte, der Löß sei als Dammbaumaterial ungeeignet, und verlangte Böschungen von mindestens 1:12. Zu derselben Zeit erschien ein Aufsatz der Preußischen Geologischen Landesanstalt im Ztbl. d. Bauv., der besagte, daß Löß und Lößlehm zur Damm- und Deichschüttung ungeeignet seien.

Inzwischen wuchsen die beiden Lößdämme (Abb. 3) je um 2000 m³ täglich in die Höhe. Da ein Grundablaß fehlte, mußte man bauen, da man bereits staute. Ein kräftiger Landregen hätte die Dämme überspült und vernichtet. Diese kritische Zeit wurde nach vier Wochen glücklich überwunden; allmählich wuchs der Damm schneller, als das Wasser stieg.

Jetzt endlich entschloß man sich, Bodenproben zu entnehmen und sie an die Preußische Versuchsanstalt nach Berlin zu senden, nachdem die russischen Institute versagt hatten. Der Ausfall der Untersuchungen konnte natürlich nichts Wesentliches mehr ändern. Die Dämme ruhen auf weichem Schlamm, der von offenen Rutschrisse durchfurcht ist, die Hänge bleiben aus Feinsanden aufgebaut und der Dammkörper bleibt aus Löß geschüttet. Man konnte jetzt nur noch über gewisse Verstärkungen beraten.

Für die Moskauer Wasserversorgung sind ebenfalls große Erdammentwürfe vorhanden. Mit Rücksicht auf die ständige Zunahme der Bevölkerung und die Entstehung neuer Industrien ist die Erweiterung der Wasserversorgungsanlagen dringlich geworden. Eine Variante, die die Heranführung des Wassers aus dem Oka-Fluß durch eine 106 km lange Rohrleitung vorsah, ist aus wirtschaftlichen und technischen Gründen in den letzten Jahren fallengelassen worden. Vorläufig wurden in

kleinem Maßstabe Erweiterungen der bestehenden Anlagen durchgeführt. Die großzügige Erweiterung soll aber bestehen in der Erstellung von mächtigen Staubecken in den Quellflüssen der Moskwa (Istra, Rusa und Moskwa) (Abb. 4). Der Zweck, der mit diesen Becken verfolgt wird, ist ein doppelter: Aufhöhung des Niedrigwassers und Senkung der oft katastrophale Wirkungen ergebenden Hochwasserspitzen in Moskau.

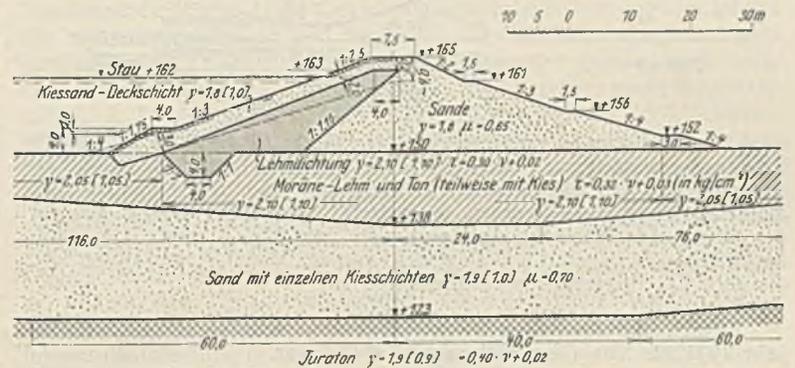


Abb. 5. Dammquerschnitt der Istra-Sperre.

Die hydrologischen und sonstigen Vorarbeiten wurden seit 1927 in verstärktem Zeitmaße durchgeführt. Gewarnt durch die schlimmen Erfahrungen in Bobrki u. a. O. hat man die Vorarbeiten hier gründlicher ausgeführt. Im Jahre 1930 bearbeitete die Siemens-Bauunion im Auftrage der Moskauer Stadtverwaltung den Entwurf für den Staudamm an der Istra mit zugehörigen Nebenanlagen. Der Entwurf, der im Herbst und Winter 1930 vorgelegt wurde, enthält mehrere Varianten bezüglich der Lage des Dammes an verschiedenen Stellen des Tales sowie hinsichtlich der Anordnung der Nebenanlagen. Die Hauptvariante ist ein Erddamm beim Dorfe Andrejewski, der einen Stauraum von rd. 120 Mill. m³ ergibt. Die erdbautechnischen Untersuchungen führte im Auftrage der Siemens-Bauunion die „Abteilung für Erdbau der Preußischen Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffsbau“ in Berlin durch. Abb. 5 gibt den Querschnitt des geplanten Erddammes mit den von der Versuchsanstalt ermittelten Bodenwerten. Sch.

Vermischtes

Weit gespannte Dreigelenkbogenbrücke über den Croton-See, N. Y. Im nördlichen Gebiet von Westchester, N. Y., wird nach Eng. News-Rec. 1931, Bd. 107, Nr. 3 vom 16. Juli, S. 94, über den Croton-See eine weitgespannte Dreigelenkbogenbrücke errichtet, die durch die Architektur und das angewendete Bauverfahren bemerkenswert ist.

Der Croton-See liegt in den unteren Catskill-Bergen und gehört zum Wasserversorgungssystem von New York. Die Baustelle wurde an einer möglichst schmalen Stelle des Sees gewählt, wo jedoch Wassertiefen bis zu 27 m vorhanden sind. Am Südufer unterliegt guter Fels in geringer Tiefe, am Nordufer dagegen erst 24 bis 46 m unterhalb der Wasserlinie, überlagert von Sand, Kies und Lehm mit Steingeröll. Die obere Schicht erschien jedoch für die Gründung geeignet.

Mit Rücksicht auf den ungleichen Baugrund für die beiden Hauptwiderlager wurde ein Dreigelenkbogen aus Stahlfachwerk, und zwar von 228 m Spannweite gewählt. Die Ansicht der Brücke ist in Abb. 1 dargestellt. Die Fahrbahn ist 12,16 m breit, jeder der beiden seitlichen Fußwege 2 m. Der Untergurt des Dreigelenkbogens ist parabolisch mit einer Pfeilhöhe von 38 m. Für gleichmäßig verteilte Last über die Brücke ist er das Haupttragglied und besteht aus St. Si. Obergurt und Füllstäbe bestehen aus Carbonstahl, sie dienen im wesentlichen der Versteifung bei ungleicher Lastverteilung. Die Konstruktion umfaßt 1400 t Carbonstahl, 600 t St. Si,

60 t Gußstahl und 300 t Bewehrungsstahl. — Die Fahrbahn ist als Gerbersystem ausgebildet, das in den Kreuzungspunkten mit dem Bogenuntergurt Auflager und an den Brückenenden negative Verankerungen hat, während die Gelenke für den in der Mitte eingehängten Koppelträger etwa in 30,4 m Entfernung von den Brückenenden liegen. An diesen Gelenkpunkten hat die als Eisenbetondecke ausgebildete Fahrbahndecke ihre Hauptdehnungsfugen. Die Brücke ist für Lastwagenzüge von 20 t in verschiedenen Fahrtrichtungen und für eine gleichmäßig verteilte Belastung von 485 kg/m² auf den Fußwegen, ferner für einen besonders

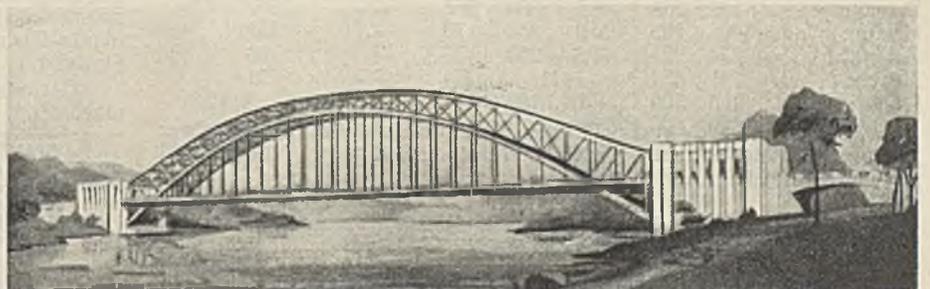


Abb. 1.

hohen Winddruck von 245 kg/m² auf beide Bogengurte berechnet.

Da der Grund des Sees vom Ufer ab rasch bis zu einer erheblichen Tiefe abfällt, und außerdem die alte Croton-Wasserleitung für New York am Boden des Sees unter der Brücke nicht beschädigt werden durfte, kam die Anwendung eines Unterstüztungsgerüsts für die Montage nicht in Frage. Man wählte vielmehr die Errichtung der Brücke durch Vorkragen von beiden Ufern aus unter Anwendung rückwärtiger Kabelverankerungen, deren Anordnung aus Abb. 2 ersichtlich ist.

Die Gerüsttürme, über die ein Teil der Kabelverankerung geführt wurde, waren aus Fahrbahnträgern gebildet. Lediglich für die Fuß- und Kopfstücke wurden besondere Konstruktionsteile erforderlich. Als Veranke-

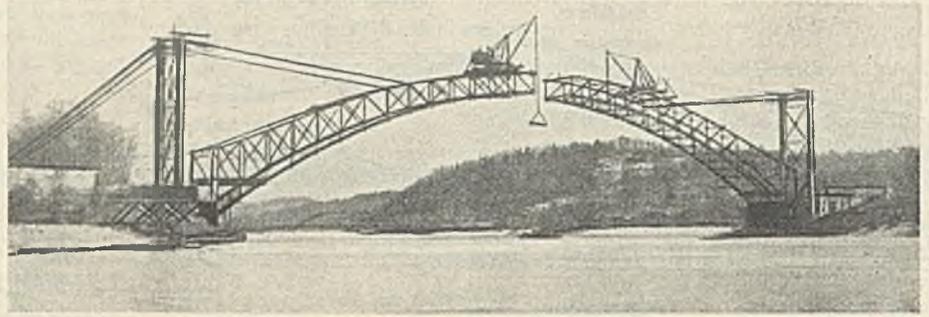


Abb. 3.

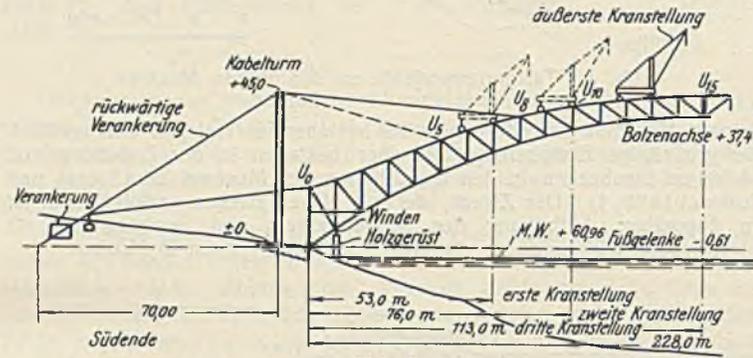


Abb. 2.

rung benutzte man galvanisierte Brücken-Stahlkabel von 2 3/8" ϕ . Durch Druckwasserwinden war ein Nachstellen der Kabel möglich. Die Verankerung geschah an Eisenbetonblöcken von 4,5 x 6,1 x 18,3 m. Die einzelnen Bogenfelder wurden vorgestreckt unter Verwendung von auf den Obergurten laufenden Auslegerkränen, wie Abb. 3 zeigt. Die Stahlkonstruktion ist geliefert und aufgestellt von der Mount Vernon Bridge Co., die auch das Bauverfahren ausgearbeitet hat.

Besuch der deutschen Technischen Hochschulen im Winterhalbjahr 1931/32. Die Gesamtbesucherzahl war:

	a) Studierende	b) Fachhörer	c) Gasthörer	Ins- gesamt ¹⁾	Davon:	
					Deutsche	Ausländer
Aachen . . .	994	14	403	1411 (1273)	1311	100
Berlin . . .	5871	293	409	6573 (6342)	—	—
Braunschweig .	1164	34	143	1341 (1321)	1276	65
Breslau . . .	846	29	103	978 (938)	—	—
Danzig . . .	1826	17	98	1941 (1914)	—	—
Darmstadt . . .	2581	7	323	2911 (2893)	2648	263
Dresden . . .	3964	48	211	4223 (4205)	3940	283
Hannover . . .	1866	41	190	2097 (1964)	2039	58
Karlsruhe . . .	1315	30	262	1607 (1465)	1189	418
München . . .	4042	15	178	4235 (4100)	3889	346
Stuttgart . . .	1965	39	—	2004 (2212)	1899	105

¹⁾ Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die Besucherzahl im Sommerhalbjahr 1931.

Von den Studierenden (a) gehörten an der Abteilung für:

	Bau- Inge- nieur- wesen	Archit- tektur	Ma- schin- nen- bau	Elek- tro- tech- nik	Chemie und Phar- mazie	Bergbau und Hütten- kunde	Mathe- matik und Physik	Kultur- und Staatswissen- schaften, Allgemeines
Aachen . . .	180	96	197	128	65	248	80	—
Berlin . . .	1280	756	1270	1142	307	283	313	206
Braunschweig .	126	132	203	159	166	—	43	335
Breslau . . .	163	27	234	149	94	113	66	—
Danzig . . .	421	169	379	298	165	—	92	106
Darmstadt . . .	370	228	772	527	152	—	224	308
Dresden . . .	349	384	617	330	253	—	—	1967
Hannover . . .	496	225	569	352	73	—	—	151
Karlsruhe . . .	254	221	376	263	133	—	—	68
München . . .	781	371	1411	274	—	—	—	721
Stuttgart . . .	413	500	457	193	172	4	122	104

Außerdem: Schiff- und Schiffmaschinenbau sowie Luftfahrzeugbau: Berlin 314, Danzig 196; Land- und Forstwirtschaft: Dresden 64, München 484 (einschl. Brautechn. Abt.).

Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft. Der Verwaltungsrat hat den seit 1926 im Amt befindlichen Generaldirektor Dr.-Ing. e.h.r. Dorpmüller einstimmig auf weitere drei Jahre zum Generaldirektor der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft gewählt; der Herr Reichspräsident hat diese Wahl bestätigt.

Deutscher Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband E. V. Donnerstag, den 21. April 1932, 17 Uhr, findet im Großen Saale der AEG-Ausstellung im Hause der Technik, Berlin N 24, Friedrichstr. 110/112, ein Vortrag von Prof. Dr.-Ing. E. Probst, Karlsruhe, über „Wege zur Klarstellung der Entwurfsgrundlagen von Gewichtstau-mauern“ (Messungen an zwei Gewichtstau-mauern) statt. Eintritt für jedermann frei.

Personalmeldungen.

Deutsches Reich. Reichsbahn-Gesellschaft. Ernann: zum Vizepräsidenten der Reichsbahndirektion: der Direktor bei der Reichsbahn Hölzel, bisher in München, unter Versetzung zur R B D Regensburg; — zum Reichsbahnoberrat: die Reichsbahnräte Noebke, Vorstand des Betriebsamts Breslau 3, Gertels, Dezerent des RZR in Berlin, Friedrich Müller, Werkdirektor des Ausbesserungswerks Königsberg (Pr.), Reckel bei der RBD Berlin unter Übertragung der Stellung als Vorstand des Maschinenamts Berlin 3, Luhmann, Werkdirektor des Ausbesserungswerks Brandenburg West, und Kund, Dezerent der R B D Ludwigshafen (Rhein); — zum Reichsbahnrat: die Reichsbahnbaumeister Boden bei der RBD Berlin, du Bois-Reymond beim Ausbesserungswerk Göttingen, Putze beim Ausbesserungswerk Berlin-Grunewald, Stapff beim Maschinenamt Köln, Haggenmiller bei der RBD Augsburg, Kaeb bei der RBD Nürnberg und Ruidisch bei der RBD München; — zum Reichsbahnrat: die technischen Reichsbahnoberräte Egeling in Altona, Postler in Brockau, Hillen in Dortmund, Kiefer in Friedberg (Hess.), Ziem in Halle (Saale), Keller in Nordhausen, Adolphs in Wuppertal-Elberfeld, Angermann und Tietsch in Dresden, Zentner in Karlsruhe, Knittel in Mannheim und Schaal in Stuttgart.

Versetzt: die Reichsbahnoberräte Brunner, Dezerent der R B D Oppeln, als Dezerent zur RBD Trier, Max Schmidt, Dezerent der RBD Oppeln, als Dezerent zur RBD Köln, Bonnemann, Dezerent der R B D Köln, als Abteilungsleiter der R B D Halle (Saale), und Grützner, Dezerent der RBD Königsberg (Pr.), als Dezerent zur RBD Oppeln, die Reichsbahnrate Emil Beck, bisher bei der RBD Breslau, zum RZB in Berlin, Klingel, Vorstand des hochbautechnischen Bauamts Kaiserslautern, zur RBD Ludwigshafen (Rhein), Emil Koch, Vorstand des Maschinenamts Meiningen, als Vorstand zum Maschinenamt Jena, Hochheim, bisher beurlaubt, zum RZM in Berlin, Brill, bisher bei der RBD Berlin, als Vorstand zum Maschinenamt Meiningen, van Hees, Leiter einer Abteilung beim Ausbesserungswerk Brandenburg West, als Vorstand zum Maschinenamt Glogau, Peters, bisher beim Maschinenamt Berlin 4, zum Abnahmeamt Berlin 1, und Dr.-Ing. Kettler, bisher beim RZM in Berlin, zum Maschinenamt Hirschberg (Schles.), die Reichsbahnbaumeister Boettcher, bisher beim Maschinenamt Wuppertal, als Leiter zur Betriebsabteilung Schweidnitz, Binder, bisher beurlaubt, als Leiter einer Abteilung zum Ausbesserungswerk Brandenburg West, Förstner, bisher bei der Betriebsabteilung Dessau, zum RZM in Berlin und Rensinghoff, bisher beim Ausbesserungswerk Leipzig, zum Ausbesserungswerk Opladen.

Übertragen: dem Reichsbahnoberrat Kuhn, Vorstand des Betriebsamts Oppeln 1, die Stellung eines Dezerenten bei der RBD Oppeln, Zur Beschäftigung einberufen: die Regierungsbaumeister des Eisenbahn- und Straßenbauamtes Sasse im Bezirk der RBD Hannover und Ast im Bezirk der RBD Halle (Saale).

In den Ruhestand getreten: der Direktor bei der Reichsbahn Rosenfeld, Dezerent der RBD Berlin, der Reichsbahnoberrat Georg Schmid, Dezerent der RBD München, die Reichsbahnrate Ludwig Pfaff bei der RBD Mainz, Theiß beim RZE in Berlin und Friker beim Abnahmeamt Köln, sowie die Reichsbahnratmänner Döring in Brockau, Martin Zierold und Paul Zierold in Cottbus und Hagenlocher in Stuttgart.

Gestorben: der Reichsbahnrat Stadtmüller bei der RBD Karlsruhe.

INHALT: Die Leistungsfähigkeit von Fluß- und Kanalschleusen. — Die Verstärkung der Paradesbrücke in Zwickau i. Sa. im Elektroschweißverfahren. — Über Sandprellböcke. — Über neuere Erdammbauten in der Sowjetunion. — Vermischtes: Weit gespannte Dreigelenkbogenbrücke über den Croton-See, N. Y. — Besuch der deutschen Technischen Hochschulen im Winterhalbjahr 1931/32. — Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft. — Deutscher Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband E. V. — Personalmeldungen.