

# DIE BAUTECHNIK

3. Jahrgang

BERLIN, 21. August 1925

Heft 36

## Einrichtungen, Hilfsmittel und Erfahrungen bei beschleunigten Brückenumbauten.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Reichsbahn-Betriebsingenieur Alfred Berg, Hersfeld.

Bei Überwachung der Brückenbauten aus Stein und Eisen wurde — wie auf anderen älteren Reichsbahnstrecken — auch im Betriebsamtsbezirk Hersfeld in den letzten Jahren eine bedenkliche Verschlechterung des Zustandes der älteren Bauwerke beobachtet. Die Ausbesserungen der Eisenbauten durch die Brückenschlosser im Anschluß an die Jahres- und Hauptprüfungen, der Ersatz einzelner Überbauten sowie die übliche Unterhaltung der gewölbten Brücken genügten nicht mehr. Häufigere Besichtigungen durch die Aufsichtsbeamten, ständige Beobachtung des Verhaltens schwächerer Bauteile führten zu der Erkenntnis, daß eine Reihe von Bauwerken sich der Grenze ihrer Lebensdauer näherten. In Frage standen hierbei vor allem die zahlreichen Überbrückungen und Flutöffnungen der Haune zwischen Marbach und Hersfeld, sowie die Fuldabrücken bei Hersfeld und Blankenheim.

a) Ursache und Art von Brückenmängeln. Dieser Teil der Strecke Frankfurt a. M.—Bebra—Berlin ist in den Jahren 1864 bis 1866 durch die Verwaltung der Bebra-Fulda-Hanauer Eisenbahn erbaut worden. Die Brücken sind seit der Bahnerbauung, also seit 60 Jahren im Betriebe. Nur ein Teil der eisernen Überbauten im Gleis Bebra—Frankfurt wurde in den Jahren 1905 bis 1910 erneuert. Unter dem starken Verkehr schwerer Lokomotiven werden die Bauwerke unzulässig hoch beansprucht. Die entstandenen Schäden sind jedoch auch auf Fehler der gemauerten Brücken und Durchlässe zurückzuführen. Daß die Anordnung der Einzelheiten bei den älteren Eisenbauten nicht den Anforderungen der in den letzten Jahrzehnten vervollkommenen Berechnungsart und der neueren Brückenbautechnik entspricht, ist allgemein bekannt.

So wiederholten sich bei allen älteren Bauwerken des Betriebsamtsbezirks Erscheinungen, die auf fehlerhafte oder unzweckmäßige Anordnungen bei dem Bau zurückzuführen sind.

Wenig feste, daher schnell der Zerstörung ausgesetzte Sandsteine wurden verwendet, wie sie in kleineren Steinbrüchen in der Umgebung (z. B. bei Rückers und Gruben) noch heute gewonnen werden. Der Mörtel besteht aus stark lehmhaltigem Sand mit nur wenig Kalk oder anderen Bindestoffen. Der Mauerverband ist daher vielfach schlecht. Bei den Brücken mit eisernem Überbau fehlen Auflagersteine aus geeignetem Hartgestein (Basaltlava oder Granit). Die Quadern sind vielfach in Stücke gebrochen, Gewölbesteine gelockert; in den Widerlagern und Gewölben zeigen sich Ausbauchungen.

Einige bei den älteren Eisenbauten sich wiederholende Fehler sind:

1. Plattenaufleger ohne gewölbte Oberfläche. Bei einigen Brücken mit mehreren Öffnungen (Haunebrücken in km 134,11 und 135,18) waren für je zwei eiserne Überbauten gemeinsame Plattenaufleger angeordnet. Die wagerechte Ausführung der Auflagerfläche führt zu starken Kantenpressungen für die Auflagersteine bei der elastischen Durchbiegung der Hauptträger. Hierdurch erklären sich zum Teil die entstandenen Lockerungen und Risse der Steine.

2. Ungenügende Queraussteifung der zu schwachen Stegbleche. Hierauf waren Ausbauchungen und Ribbildungen in der Stegblechmitte bei km 134,11 zurückzuführen, die vor drei Jahren durch nachträgliche Winkelaussteifungen unschädlich gemacht wurden.

3. Bei schiefen Endabschlüssen Anordnung mehrerer strahlenförmig nach dem Ende des zurückstehenden Hauptträgers zusammenlaufender Querträger. An diesem Punkte wird die ordnungsmäßige Nietung unmöglich; sie ist teilweise durch Einziehen von Mutter-schrauben ersetzt worden. Die Schiefelage der Brückenbalken und hieraus entspringende weniger gute Befestigung des Oberbaues, sowie ungünstiger Abschluß des Bettungskoffers waren weitere Mängel dieser Anordnung.

4. Zu große Nietteilungen der Quer- und Schwellenträger; daher rechnungsmäßig zu hohe Beanspruchungen der Niete auf Abscheren und zu großer Lochleibungsdruck.

5. Mangelhafte Trägeranschlüsse, die bei mehreren Brücken zu Rissebildungen in den Anschluß- und Gurtwinkeln, sowie im Stegblech der Längs- und Querträger geführt haben.

6. Kröpfungen auch tragender Teile und der Anschlußwinkel von Trägern bedeuten Schwächungen des Querschnitts; sie waren vielfach vorhanden.

b) Wachsende Belastungen. Die Belastungen der Brücken sind gegenüber den Berechnungsannahmen bei der Erbauung durch die Einführung schwerer Lokomotiven und Wagen, besonders nach Kriegsbeginn mit der Inbetriebnahme der G 12- und anderer schwerer Lokomotiven, zuletzt der P 10-Schnellzuglokomotiven stark angewachsen.

c) Beginn der Brückenumbauten. Die Bauwerke werden unzulässig hoch beansprucht. Erst nach Überwindung der wirtschaftlichen Schwierigkeiten der Inflationszeit konnte an eine großzügige Verstärkung bzw. Erneuerung der Brücken hergetreten werden.

Anträgen bei der Hauptverwaltung entsprechend wurden von Ende des Jahres 1923 an die Mittel hierzu bereitgestellt.

d) Erste Umbauten. Fuldabrücken. Aus besonderem Baufonds konnten zunächst die Erneuerungen der beiden Fuldabrücken und eine Fuldaflutbrücke bei Hersfeld und Blankenheim begonnen werden. Die drei annähernd gleichen Öffnungen der Fuldaflußbrücken von insgesamt rd. 70 m Gesamtstützweite sind durch Erbauung neuer Pfeiler unter den alten eisernen Überbauten im zweigleisigen Betriebe in eine große Mittelöffnung (Fachwerkbrücken) von 50 bzw. 45 m Stützweite und zwei kleine Seitenöffnungen (Blechträgerbrücken) umgewandelt worden. Der Zusammenbau der größeren eisernen Überbauten geschah auf Montagegerüsten neben den alten Überbauten. Die kleinen Blechträgerbauten wurden teilweise auf Werkplätzen nahe den Baustellen fertiggestellt. Die Auswechslung der eisernen Überbauten geschah unter Verwendung von Portalkranen, deren obere Querträger mit Laufkatzenbahn ein Betriebsgleis und ein seitliches Montagegerüst überspannte.

Diese Umbauten wurden unter Leitung der Bauabteilung Hersfeld in etwa 1 1/2 Jahren durchgeführt. Die Erneuerung der Pfeiler und von Teilen der Widerlager geschah durch die Firma Dyckerhoff & Widmann A.-G. in Biebrich. Von der Brückenbauanstalt Schiege in Leipzig sind die eisernen Überbauten der Fuldabrücken bei Blankenheim, von dem Eisenwerk Kaiserslautern die Eisenbauten der Fuldabrücke bei Hersfeld ausgewechselt worden. Die Sicherungseinrichtungen und Verlegung von Weichenanlagen während des eingleisigen Betriebes waren Sache des Betriebsamtes Hersfeld, von dem der Betrieb nach besonderen Anweisungen in den einzelnen Bauabschnitten geregelt wurde.

e) Beschleunigte weitere Brückenumbauten. Bedenkliche Zerstörungerscheinungen traten an einer Anzahl Haune- und anderer Brücken nach einer kurzen Frostperiode anfangs Februar 1924 auf. Zunächst zeigten sich am 8. Februar 1924 an der Haunebrücke in km 142,64 der Strecke Frankfurt a. M.—Bebra erhebliche Rissebildungen und stark verschobene Gewölbesteine. Die Schäden waren bei einer Besichtigung wenige Tage vorher noch nicht vorhanden. Die Zerstörungen mußten plötzlich eingetreten sein. Einzelne Steine hatten sich bis zu 20 cm aus dem zerstörten Gewölbegefuge gesenkt. Risse liefen in der Gewölbescheitellinie und dieser parallel im mittleren Gewölbedrittel durch. Die Fuge zwischen Gewölbe- und Stirnmauerwerk war lose, was auf eine geringe Gewölbesenkung schließen ließ. Im unteren Widerlagmauerwerk verliefen Rissebildungen schräg durch die Steinschichten.

Ähnliche mehr oder weniger umfangreiche Zerstörungerscheinungen folgten kurz nachher an den Haune-Bach- und Flutbrücken km 143,6 bis 143,8 und 144,42. Diese Bauwerke hatten gleiche Sandsteingewölbe wie die Brücke km 142,64 mit Spannweiten von 7,60 m l. W., 7,70 m Hm. Besonders ungünstig auf die Widerlagmauern wirkte der wagerechte Schub wegen der vorhandenen geringen Pfeilhöhe = 1,00 m des Kreisbogengewölbes, worauf neben den ungünstigen Fundierungsverhältnissen auch zum Teil die obenerwähnten Rissebildungen in den Widerlagern des Bauwerks in km 142,64 zurückgeführt werden konnten. Eine früher (im Jahre 1914) hergestellte Verankerung (durchgehend unter den Gewölben bis hinter die Widerlager) sowie eine 40 cm starke Betonübermauerung des 0,70 m starken Gewölbes hatten anscheinend nicht ganz den gedachten Zweck erfüllt. In der nächsten Zeit wurden durch die Bahnmeistereien auch für andere Bauwerke Zeichen der beginnenden Zerstörung des Mauerverbandes gemeldet und durch die Aufsichtorgane untersucht. Die gewölbte Steinbachbrücke in km 132,923, die gewölbten Brücken und Wegunterführungen

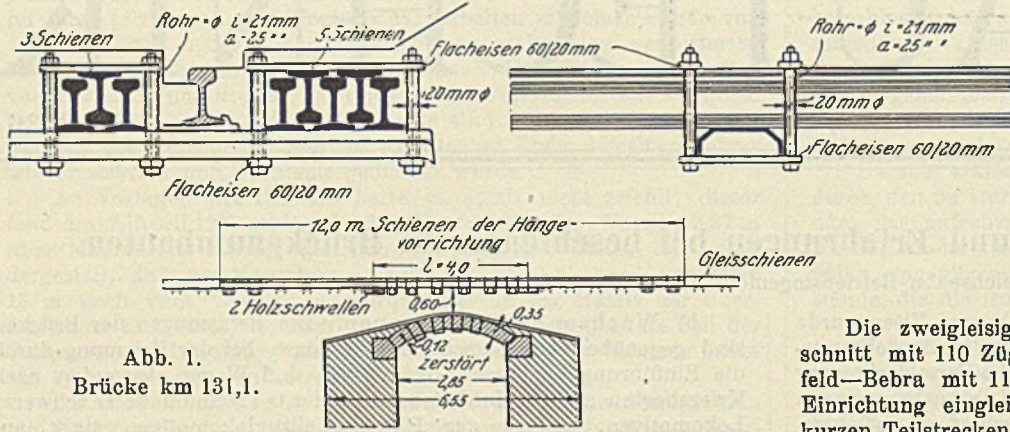


Abb. 1.  
Brücke km 131,1.

in km 131,11 — 135,643 — 145,1 — 147,7 — 152,5 wiesen ähnliche Mängel wie die vorhin erwähnten Bauwerke auf. Außerdem ergab sich die Notwendigkeit baldigster Verbesserung oder gänzlicher Erneuerung auch der Eisenteile für die Brücken mit eisernen Überbauten in km 123,3 — 128,21 — 133,993 — 134,1 — 134,228 — 134,667 — 135,18 — 158,18 und 158,23 der Strecke Frankfurt a. M.—Bebra, der Haselbachbrücke in km 213,85 der Linie Erfurt—Bebra—Kassel.

Die schnell fortschreitenden Zerstörungen älterer Brücken hatten zur vorläufigen Zurückhaltung der neuen P 10-Lokomotiven aus dem Betriebe in mehreren Direktionsbezirken geführt. Ihre baldige Einführung empfahl sich besonders auf den Gebirgsstrecken der Schnellzugbahnen, u. a. auf der Teilstrecke Hanau—Bebra zur Ersparnis von Druck- und Vorspannmaschinen im wirtschaftlichen Interesse.

Die Reichsbahn-Hauptverwaltung bewilligte vom April 1924 ab nach und nach die Mittel zur Durchführung aller erforderlichen vorerwähnten Neu- und Verstärkungsbauten von Stein- und Eisenbrücken.

f) Vorbereitung der Bauarbeiten. Über die Grundsätze, wonach die Einteilung der Reichsbahnstrecken nach dem ihnen zufallenden Verkehr und nach ihren Neigungsverhältnissen in N-, E- und G-Strecken stattfindet, gibt die Abhandlung von Dr.-Ing. chr. Schaper im „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ 1925, Heft 6, einen guten Überblick. Die Strecke Frankfurt a. M.—Bebra—Erfurt—Berlin entspricht in ihren Gebirgstrestrecken im Direktionsbezirk Frankfurt a. M. den Voraussetzungen für die Eingruppierung in die N-Strecken. Die ungünstigsten Neigungsstrecken sind:

- I. Bahnhof Salmünster-Soden bis Block Katzenberg = 21,0 km bis zu 1 : 98
- II. Block Katzenberg bis Bf. Neuohof . . . . . = 8,0 „ „ 1 : 133
- III. Bf. Fulda bis Bf. Götzenhof . . . . . = 4,5 „ „ 1 : 90
- IV. Bf. Götzenhof bis Bf. Hünfeld . . . . . = 12,1 „ „ 1 : 128
- V. Überholungsbf. Blankenheim bis Bk. Faßdorf = 4,8 „ „ 1 : 100

Die Teilstrecken IV und V liegen im Betriebsamtsbezirk Hersfeld. Die Reichsbahndirektion Frankfurt a. M. hatte nach Erlaß 32 D. 5397 vom 12. Juli 1924 bei der einstweiligen Einteilung ihrer Strecken als erwünschten Zustand in bezug auf die Tragfähigkeit der Brücken die Teilstrecke Frankfurt a. M. bis Bebra-Faßdorf durch farbige Übersichtskarte im August 1924 als N-Strecke festgelegt.

Der vorhandene Zustand im Betriebsamtsbezirk Hersfeld in bezug auf die Tragfähigkeit der eisernen Brücken entsprach damals: von Götzenhof bis Burghaun dem der K-Strecken, von Burghaun bis Neukirchen (Kreis Hünfeld) dem der I-Strecken, von Neukirchen bis Bk. Lämmerberg dem der K-Strecken und Lämmerberg bis Faßdorf dem der E-Strecken. Der damals vielfach schlechtere Zustand der

Steinbrücken kommt in der Übersichtskarte nicht zur Darstellung.

Die gebotene Beschleunigung in der Bauausführung legte die gleichzeitige Inangriffnahme einer größeren Anzahl von Neu- oder Umbauten nahe. Dem stand in erster Linie die Rücksicht auf den Betrieb und die pünktliche Durchführung des Fahrplanes gegenüber. Ferner war die Beschaffung bzw. Herstellung der nötigen Anzahl von Hilfsbrücken notwendig, unter denen die sichere Bauausführung im Betriebe stattfinden sollte.

Die zweigleisige Teilstrecke Fulda—Hünfeld ist im Jahresdurchschnitt mit 110 Zügen täglich, Hünfeld—Hersfeld mit 88 und Hersfeld—Bebra mit 115 Zügen täglich (in 24 Stunden) belastet. Eine Einrichtung eingleisigen Betriebes war daher nur als Ausnahme auf kurzen Teilstrecken für beschränkte Zeitdauer erträglich.

Diese leitenden Gesichtspunkte für die Durchführung des umfangreichen Bauprogramms machten eine Anzahl vorbereitender Maßnahmen unabweisbar.

g) Vorbeugende Maßnahmen. Einerseits der wenig befriedigende Zustand der Bauwerke, andererseits die Unmöglichkeit, ihre Erneuerung in allen Fällen sofort zu beginnen, ließ es notwendig erscheinen, auf Mittel zum Schutze der Bauwerke und des Betriebes bis zum Beginn des Umbaus zu sinnen. Naturgemäß und nach Anordnung des Betriebsleiters mußte auf der erstklassigen Schnellzuglinie Zahl und Dauer der Langsamfahrstrecken möglichst eingeschränkt werden.

Ein Mittel hierzu boten Schienenaufhängungen (Abb. 1), durch die eine Entlastung der Gewölbe kleinerer Bauwerke, sowie von schwachen Teilen von größeren Brücken so weit erreicht wurde, daß die Aufrechterhaltung der fahrplanmäßigen Geschwindigkeit über die gesicherten Bauwerke bis zum Baubeginn unbedenklich schien. Über den gefährdeten Stellen der Brücken sind die aus Schienenbündeln und Hängebügeln nach den Angaben des Verfassers hergestellten Gleisaufhängungen alsbald angebracht worden.

Einige Anwendungsformen, die nach überschläglicher Berechnung für verschiedene Stützweiten ausgeführt wurden, zeigen Abb. 1. u 2.

Die Anwendung solcher Entlastungsvorrichtungen erscheint theoretisch nicht restlos befriedigend. Rechnerisch läßt sich der Anteil der Hängevorrichtung in der Aufnahme der Biegungsspannungen und Querkräfte aus den Verkehrslasten nicht zuverlässig genau ermitteln. An den Enden der Gefahrzone (bis zu 7 m Stützweite) liegen die unterstützenden hölzernen Querschwellen. Zwischen den Unterstüztungen liegt die Schienenaufhängung im Bettungskoffer des Gleises eingebettet. Mit den Zufälligkeiten einer mehr oder weniger starken Unterstützung der Schienenaufhängung im Bettungskoffer wechseln auch die Beanspruchungen der Schienen des Fahrgleises und der Schienenaufhängung. Es geht nicht an, das volle Widerstandsmoment aus dem gesamten Querschnitt der Hängevorrichtungsschienen in ihrer Lage über, in Abb. 2 auch unter den Gleisquerschwellen der Berechnung zugrunde zu legen. Der Bügelrahmen gewährt keine vollkommen unverrückbare Verbindung der Schienen eines Bündels. Die Erfahrung hat jedenfalls gelehrt, daß die als statisch mehrfach unbestimmte System anzusehende Hängevorrichtung ihren Zweck vollkommen erfüllt. Bis zu vier Monaten Dauer sind einzelne starkbeschädigte Bauwerke, über denen Schienenaufhängungen der Fahrgleise angebracht waren, mit voller Geschwindigkeit bis zu 85 km/Std. befahren worden, ohne daß eine weitere Bewegung an den zerstörten Stellen der Bauwerke beobachtet werden konnte. Es darf festgestellt werden, daß die beschädigte Brückenzone nach Anbringung der Schienenaufhängungen ausreichend entlastet war. Der Zerstörungsvorgang hat an keiner so gesicherten Brücke erkennbare weitere Fortschritte gemacht.

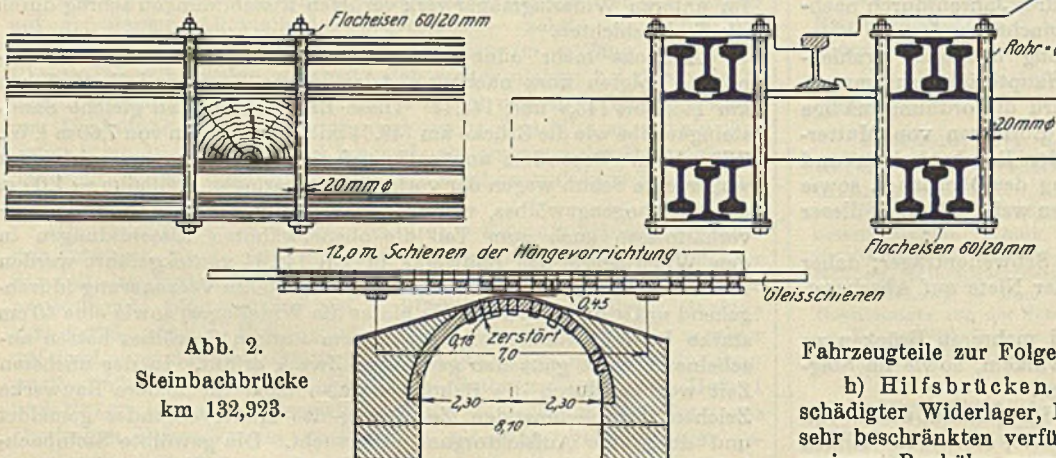


Abb. 2.  
Steinbachbrücke  
km 132,923.

Die Hängevorrichtung nähert sich sehr der unteren Umgrenzungslinie des lichten Raumes. Es ist daher darauf zu achten, daß durch tägliches Prüfen und nötigenfalls durch Anziehen der Schraubenverbindungen der Bügel Profilüberschreitungen vorgebeugt wird, die eine Beschädigung der Schienenaufhängungen durch tiefhängende Fahrzeugteile zur Folge haben könnten.

b) Hilfsbrücken. Als Hilfsbrücken bei der Erneuerung beschädigter Widerlager, Pfeiler und Gewölbe konnten wegen der meist sehr beschränkten verfügbaren Höhe nur Einrichtungen mit möglichst geringer Bauhöhe verwendet werden. Neben unbedingter Sicherheit

für den Zugverkehr über die Hilfsbrücken und ungehindertem Bau unter ihnen war nach Möglichkeit auf eine nicht zu stark verminderte Geschwindigkeit auf der Langsamfahrstrecke hinzuwirken. Die Zuggeschwindigkeit wurde über alle Baustrecken auf 30 km/Std. ermäßigt. Die Einrichtung der Baustellen ließ diese Höchstgeschwindigkeit unbedenklich zu.

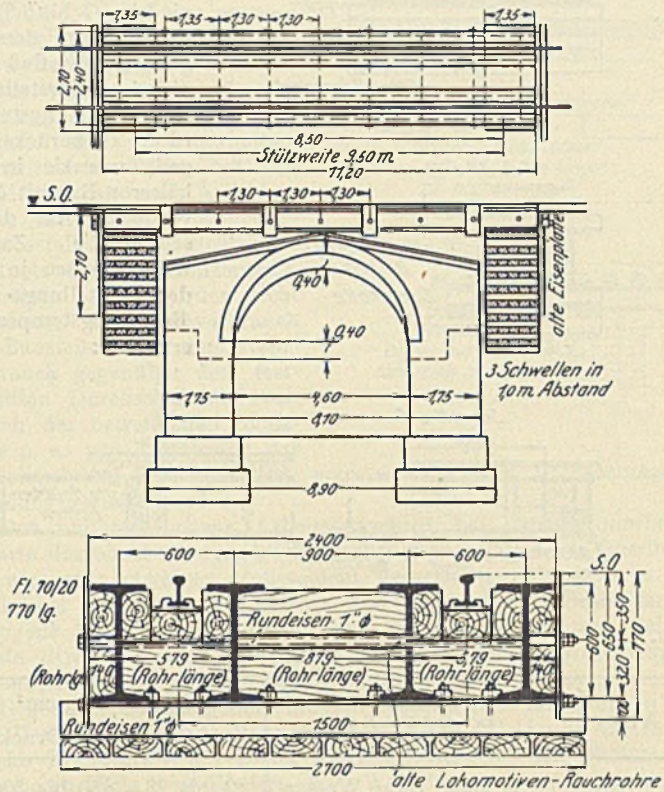


Abb. 3. Steinbachbrücke in km 132,923 Frankfurt a. M.—Bebra.

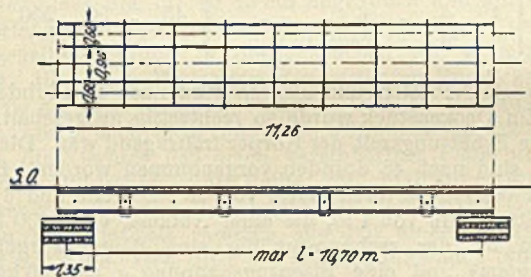


Abb. 4. Wegeunterführung in km 123,3 der Strecke Frankfurt a. M.—Bebra.

Beim Beginn der beschleunigten Brückenumbauten standen an geeigneten älteren eisernen Überbauten von geringer Bauhöhe — als Hilfsbrücken verwendbar — zur Verfügung:  
 zwei Zwillingsträgerbrücken von je 5 m Stützweite,  
 " " " " " " 12 " "  
 (Diese nur bei Mittelunterstützung genügend stark.)

Diese Hilfsbrücken eigneten sich nur zur Verwendung bei wenigen Brückenerneuerungen. Da die endgültige Einführung der P 10-Lokomotiven ursprünglich zum 1. Februar 1925 vorgesehen war, mußte mit allen Mitteln versucht werden, die Bauarbeiten zur Verstärkung von vorerst 22 Brücken, Wegeunterführungen und Durchlässen in sieben Monaten durchzuführen. Gleichzeitige Durchführung von vier bis sechs Umbauten und die Herstellung weiterer Hilfsbrücken schien unerlässlich. Die leihweise Überlassung von vorübergehend entbehrlichen 24 Differdinger I 60 von je 11,20 m Länge durch die Bauabteilung Fulda kam diesem Plane sehr gelegen. Eine Schwächung der Träger durch Anschrauben oder Anieten von Quer- und Windverbänden war nicht angängig. Löcher durften nur nahe den neutralen Fasern gebohrt werden. Nach den Angaben und Berechnungen des Verfassers wurden aus den I D 60-Trägern sechs Hilfsbrücken unter Benutzung von Altstoffen durch Bahnhandwerker hergestellt. Abb. 3 u. 4 geben ein Bild der als Zwillingsträger angeordneten Hilfsbrücken und einiger Verwendungsfälle bei dem Umbau gewölbter und eiserner bauwerke. Bauhöhe = 0,65 m. Die behelfsmäßig hergestellten Brücken genügten allen billigen Anforderungen bis zu einer Stützweite von 10,70 m, wie die überschlägliche Berechnung zeigt:  $l = 10,70 \text{ m}$

4 I D-Träger . . . . .	≈ 10 600 kg
8 Fl.-Eisen 70 · 20 . . . . .	= 70 "
Rundeisen mit Schraubenkopf, Muttern, sowie Rohrstücke (4 · 2,8 + 5 · 2,4) 9,86 + 4 · 2,8 · 4,18 =	280 "
Holzteile = [(22,4 + 44,8) · 0,26 · 0,16 + 22,04 · 0,29 · 0,29 + 7,04 · 0,26 · 0,26] · 800 . . . . .	= 4 100 "
Schienen, Hakenplatten, Klemmplatten, Holzschrauben, Federringe = 2 · [45,05 · 11,2 + (7,336 + 1,336 + 3 · 0,469 + 2 · 0,115) · 19] . . . . .	≈ 1 410 "
Gesamtgewicht der Hilfsbrücke . . . . .	≈ 16 460 kg
$\max M_0 = \frac{16 460 \cdot 1070}{8} = 2 200 000 \text{ kgcm.}$	

Für Lastenzug E nach den Vorschriften für Eisenbauwerke

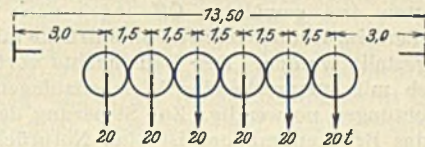


Abb. 5.

von 1922:  $M_p = 167 + 29.5 \cdot 0.7 = 187,65 \text{ tm} = 18 765 000 \text{ kgcm}$   
 $\max M = 20 965 000 \text{ kgcm.}$  Vorhandenes  $W = 4 \cdot 5977 = 23 908 \text{ cm}^3$ .  
 $\sigma = \frac{20 965 000}{23 908} \approx 880 \text{ kg/cm}^2$ .

Unter Berücksichtigung der Stoßzahl  $\eta = 1,65$  würde sich  $\sigma$  erhöhen auf:  $\sigma = 880 \cdot 1,65 \approx 1450 \text{ kg/cm}^2$ , was als zulässig zu erachten ist.

Zur Auflagerung der Hilfsbrücken wurden Stapel aus kreuzweise geschichteten hölzernen Bahnschwellen hergerichtet, die mit einer obersten Schicht alter, gut lagerhaft gehobelter Brückenbalken abgedeckt und mit Eisenklammern sowie verschraubten Flacheisen zu einem in sich abgeschlossenen Ganzen unverrückbar verbunden worden sind. Die Hilfsbrücke wird auf alten eisernen Platten verlegt. Der Bettungskoffer ist mit Holzschwellen so abzuschließen, daß ein schädlicher Einfluß des wagerechten Schubes auf die Stapel nicht ausgeübt werden kann.

Der Einbau der Holzstapel geschieht im Betriebe in ausreichender Entfernung hinter den alten Widerlagern durch allmähliches Einschlitzen und Verbauen im Bahnkörper. Das alte Kammermauerwerk muß vor der Verlegung der Hilfsbrücken entfernt und durch den schon erwähnten Holzschwellenabschluß nach der Hilfsbrückenverlegung gegen den Bettungskoffer ersetzt werden.

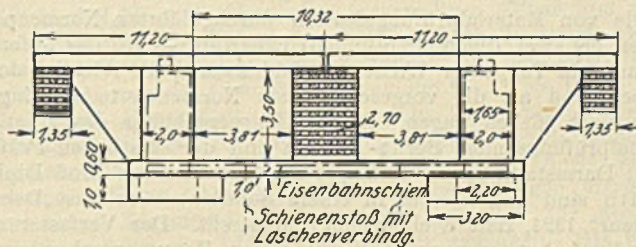


Abb. 6. Hauneflutbrücke in km 133,9 der Strecke Frankfurt a. M.—Bebra.

Wird die Verwendung mehrerer Hilfsbrücken hintereinander notwendig, so ergibt sich die in Abb. 6 dargestellte Anordnung von Mittelunterstützungen.

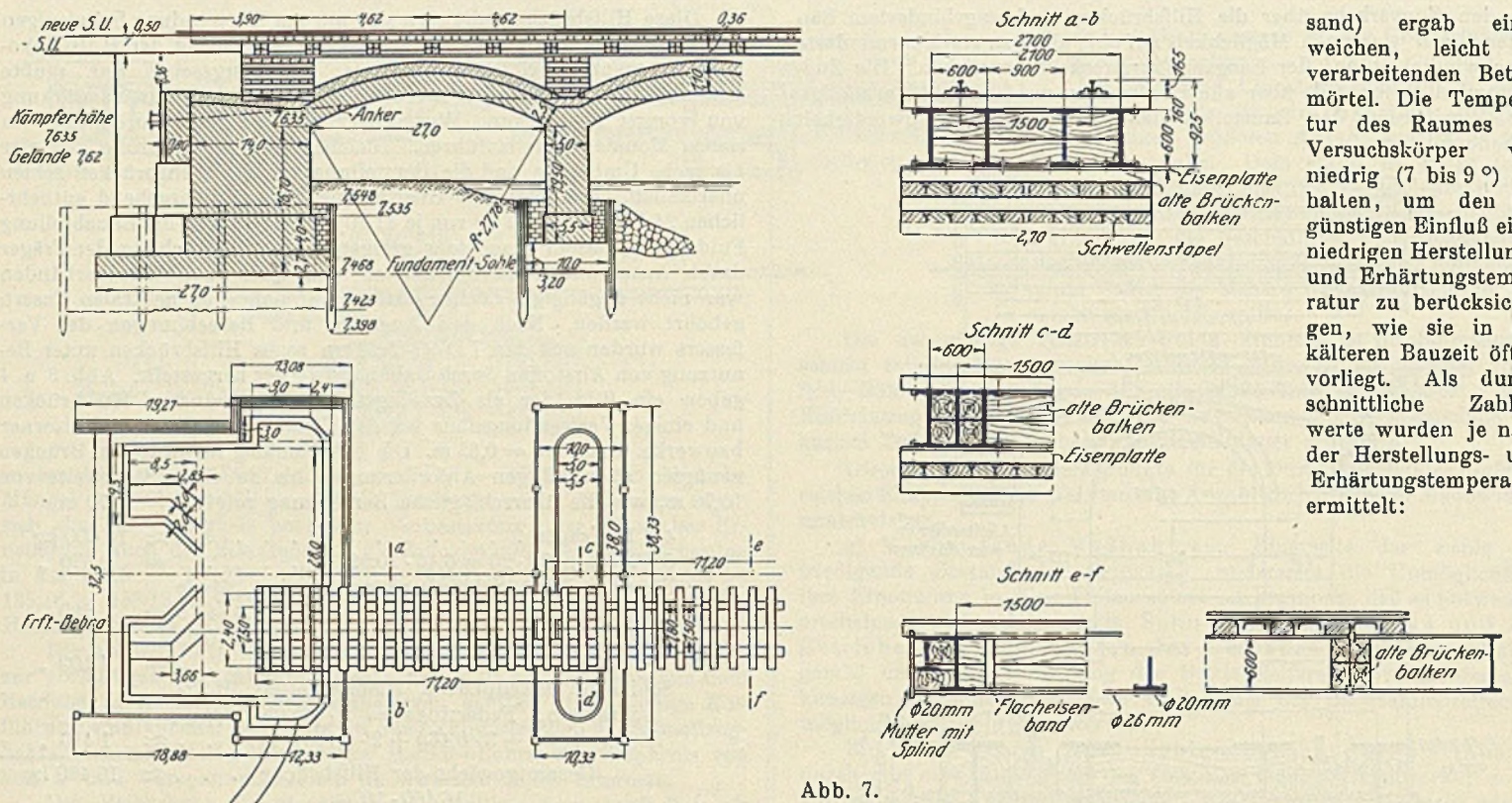


Abb. 7.

Eine besondere Ausbildung hat die Notbrücke im Gleis Frankfurt a. M.—Behra bei km 142,64 erfahren. Hier sollte als Ersatz der stark beschädigten drei gewölbten Öffnungen nach Erbauung eines neuen Mittelpfeilers im Haunebachbette eine Brücke mit zwei größeren Öffnungen hergestellt werden. Der Bau machte vorübergehend eingleisigen Betrieb mit entsprechenden Weichenanlagen, Signalen und Sicherungseinrichtungen notwendig. Zur Sicherung des Betriebes und Erleichterung des Brückenumbaues ist eine Notbrücke über die beschädigten Brückengewölbe hinweg nach Abb. 7 durch den Verfasser entworfen und durch Bahnhandwerker aus Altstoffen hergestellt worden. Die Darstellung des alten Mauerwerks in der Skizze ist der Bauzeichnung von 1864 (in Kasseler Fuß und Zoll) entnommen.

In den Seitenöffnungen zeigt die Notbrücke die Anordnung von Zwillingsträgern ID 60; in der Mittelöffnung sind einfache ID 60 unter Zufügung eines ID 38 auf jeder Seite vorhanden.

Bei der schwächeren Mittelnotbrücke ergab die überschlägliche Festigkeitsberechnung eine Trägerbeanspruchung von 805 kg/cm<sup>2</sup> für Lastenzug E; die Durchbiegung betrug 10 mm.

Da die Verlegung des Gleises auf die Notbrückenträger stattfand, vergrößerte sich die Bauhöhe auf 925 mm. Das Gleis wurde nach der um 0,50 m gehobenen Schienenoberkante des Notbrückengleises beiderseitig mit Neigung 1:100 angerammt.

Bei fast sämtlichen übrigen Bauten war eine Änderung der Schienenoberkante bei Anwendung der Hilfsbrücken nicht notwendig.

i) Verwendung hochwertigsten Portlandzements. Die schnelle Durchführung der Brückenumbauten wurde ferner hervorragend gefördert durch weitgehende Verwendung von hochwertigsten Zementen, die seit Anfang 1924 auch von deutschen Fabriken hergestellt werden. Hauptsächlich ist der durch die Portlandzementfabrik Dyckerhoff & Söhne in Amöneburg bei Biebrich a. Rhein, die Marke „Dyckerhoff Doppel“ in Anwendung gekommen.

Die von Materialprüfungsämtern durchgeführten Normenproben ergaben bei zwei Tagen (48 Stunden) Erhärtung — ein Tag in feuchter Luft und ein Tag unter Wasser — Zahlenwerte, die reichlich doppelt so hoch sind als die vorgeschriebenen Normenwerte auf Zug und Druck nach sieben Tagen. Die Prüfungsergebnisse des staatlichen Materialprüfungsamtes Berlin-Dahlem und der staatlichen Prüfungsanstalt Darmstadt, sowie umfangreiche Versuche von Prof. Dipl.-Ing. G. Rütth sind von diesem in einem Sonderabdruck aus „Der Bauingenieur“ 1924, Heft 7, eingehend dargestellt. Der Verfasser dieser Abhandlung hat es vermieden, bei seinen Hauptversuchen nur vergleichsmäßige Werte für einen Mörtel zu ermitteln, wie er auf Baustellen nicht hergestellt wird, sondern er hat eine Mörtelzusammensetzung und einen Wasserzusatz gewählt, wie er auf den Eisenbetonbaustellen üblich ist. Das Mischungsverhältnis war: 250 kg Zement auf 1 m<sup>3</sup> gemischten Rheinkiesesand (1:5,5 in Raumteilen) mit einem Wasserzusatz von etwa 14 Raumprozenten (bezogen auf Zement + Kies-

sand) ergab einen weichen, leicht zu verarbeitenden Betonmörtel. Die Temperatur des Raumes für Versuchskörper war niedrig (7 bis 9°) gehalten, um den ungünstigen Einfluß einer niedrigen Herstellungs- und Erhärtungstemperatur zu berücksichtigen, wie sie in der kälteren Bauzeit öfters vorliegt. Als durchschnittliche Zahlenwerte wurden je nach der Herstellungs- und Erhärtungstemperatur ermittelt:

Alter	Lagerung	Festigkeit in kg/cm <sup>2</sup>	
		auf Zug	auf Druck
2 Tage	1 Tag Luft, 1 Tag Wasser	24 bis 28	250 bis 300
7 "	1 " " 6 Tage "	30 " 34	400 " 450
28 "	1 " " 27 " "	34 " 36	500 " 550
28 "	1 " " 6 " " und 21 Tage Luft	45 " 50	550 " 600

Die Würfel, Platten und Balken sind nach 24 Stunden entfernt worden. Ein Deckenstück wurde so rechtzeitig ausgeschalt, daß nach 47stündiger Erhärtungszeit der Körper freitragend war. Die Biegemessungen sind nach 48 Stunden vorgenommen worden. Bei der Belastung der 48 Stunden alten Platte von 25 cm Breite und 6 cm Stärke bei einer Stützweite von 1 m, die einer Nutzlast von 5600 kg/m<sup>2</sup> entsprach und bei der rechnermäßig eine Biegedruckspannung  $\sigma_b = 160 \text{ kg/cm}^2$  und eine Eisenzugspannung  $\sigma_e = 1700 \text{ kg/cm}^2$  vorlag, hatte sich eine Durchbiegung der Platte von etwa 6,5 mm ergeben, während Zerstörungen in der Platte nicht zu erkennen waren.

Aus dem Gesamtergebnis der Versuche schließt Prof. Rütth, daß mit dem untersuchten hochwertigsten Portlandzement sowohl in erdfeuchter als auch bei weicher Verarbeitungsweise Beton hergestellt werden kann, der nach zwei- bis dreitägiger Erhärtung in jeder Hinsicht mindestens die gleichen Festigkeiten hat wie entsprechend zusammengesetzter gewöhnlicher Portlandzement im Alter von 28 bis 45 Tagen. Die Schwindung des Betons vollzieht sich entsprechend der raschen Anfangserhärtung ebenfalls bedeutend rascher als bei normalem Beton unter gleicher Zusammensetzung, ohne das Gesamtmaß des Schwindens zu übersteigen.

Trotz der Neuheit der Fabrikation der hochwertigsten Portlandzemente in Deutschland trug das bauleitende Betriebsamt Hersfeld — angeregt durch die geschilderten eingehenden Versuchsergebnisse — kein Bedenken, bei den Schnellbauten zum Ersatz abgängiger Durchlässe und Unterführungen, steinerner Brücken, sowie für die Widerlager- und Pfeilererneuerung bei Brücken mit eisernen Überbauten die Zementmarke „Dyckerhoff Doppel“ weitgehend zu verwenden. Hierzu zwang schon die vorrückende Winterzeit 1924/25 und die möglichste Einhaltung der Frist für die endgültige Einführung der P 10-Lokomotive. Die Beobachtung des Verhaltens der Betonmauerwerke während und nach dem Bau rechteckigen in jeder Hinsicht die an die Verwendung hochwertigsten Zementes gestellten Anforderungen. Die Ausschalung fertiger Betonmauerwerke konnte unbedenklich nach drei Tagen geschehen. Rissebildungen sind bisher nicht festgestellt worden. Die Bauwerke werden weiter beobachtet.

Gegen Überraschungen durch plötzlichen Eintritt von Kälte oder von den im Haune- und Fuldatale mehrfach im Jahre üblichen Überschwemmungen mußten nach Möglichkeit Vorkehrungen getroffen

werden. Die Herstellung von Beton- und Eisenbetonmauerwerk geschah in diesem Zeitabschnitt durch ununterbrochene Tag- und Nachtarbeit. In den Angebotbogen bei der engeren Ausschreibung war diese Arbeitsweise festgelegt. Die Unternehmer waren gehalten, die Beleuchtung an der Baustelle einzurichten und zu unterhalten. In den meisten Fällen bot sich die Möglichkeit eines Anschlusses in einer nahen Eisenbahnbetriebsstelle an das elektrische Lichtnetz der Überlandzentrale. Besondere Zähler wurden nicht eingebaut. Der Lichtverbrauch der Baustelle ist in dem Mehrverbrauch gegenüber dem festgestellten Durchschnittsverbrauch der betreffenden Blockstelle o. a. vor Einführung der Baubeleuchtung in Erscheinung getreten und dem Unternehmer in Rechnung gestellt worden.

Der ununterbrochene Arbeitsfortschritt bei den Betonarbeiten ersparte das sonst notwendige Aufräumen und Reinigen der Oberfläche des vor einer etwaigen Ruheschicht hergestellten Mauerwerks. Es wurde bei der gewählten Arbeitsweise eine sichere Gewähr für die homogene Beschaffenheit des fertigen Mauerwerks geboten. Schutzwände, Strohmatte und Dachpappe, sowie Koks Körbe wurden gegen Kälteüberraschung bereitgehalten.

Gegen Hochwassergefahr mußten besondere Vorkehrungen bei dem Umbau der beiden Haunebrücken in km 134,11 und 135,18 der Strecke Frankfurt a. M.—Bebra getroffen werden. Die Erneuerung der oberen Teile von Pfeilern und Widerlagern, sowie der Einbau von Granitauflagerquadern für neue eiserne Überbauten konnte erst beginnen, nachdem die alten eisernen Überbauten zur Gewinnung des Arbeitsraumes um bis zu 15 cm angehoben und auf Gerüstjoche und Unterfangungsträger gelagert waren. Die Hebe- und späteren Senkungsarbeiten wurden in Betriebspausen von je sechs Stunden ausgeführt, die durch Verlegung des gesamten Zugverkehrs in das andere Gleis auf dem Streckenabschnitt zwischen den zwei Nachbarbahnhöfen für eine Brücke mit drei Öffnungen geschaffen worden sind. Für die Gerüste ließ nach vereinbarten Pläne die Baufirma Dyckerhoff & Widmann eine Reihe von Pfählen (3 bis 4 m lang, 25 cm Durchm.) vor jedem Widerlager und beiderseitig von den zwei Pfeilern in das Flußbett rammen, die mit eingelassenen Schienen, Stirn- und Schwelldhölzern über die alten Spundwände (vom Brückenbau 1864 herrührend) hinweg die Grundlage zur Aufstellung der Gerüste boten. Zum Schutze gegen Hochwassergefahr wurden die sechs Gerüstjoche durch Bohlenwände so abgeschlossen, daß etwa bei Hochwasser antreibende Baumstämme u. a. ohne Gefährdung der Gerüste durch die Brückenöffnungen abgeführt werden wären.

Infolge des milden Verlaufes der Wintermonate und der nicht zu ungünstigen Hochwasserverhältnisse in dieser Zeit sind die Vorbeugungseinrichtungen nicht in vollem Maße zur Auswirkung gelangt.

k) Anwendung von Kranen. Bei kleineren Bauwerken mit einer Öffnung unter 10 m Stützweite sind im allgemeinen zum Ein- und Ausbau von Hilfsbrücken und eisernen Brückenüberbauten fahrbare Eisenbahnkrane verschiedener Größen und Bauarten mit einer Tragfähigkeit von 4 bis 10 t Gewicht verwendet worden. Die Verwendung dieser fahrbaren Krane führte zu mancherlei Schwierigkeiten auf der verkehrsreichen Strecke. Zu ihrem Gebrauche mußten beide Gleise in dem betreffenden Streckenabschnitt gesperrt werden. Der Verwendungsvorgang spielte sich nach besonderer Dienstweisung im allgemeinen in der geschaffenen Betriebspause von durchschnittlich einer Stunde folgendermaßen ab: Nach Sperrung des Baugleises und Signaldeckung der Baustelle wurde an dieser das Gleis abgebaut und die freie Öffnung zum Ein- oder Ausbau einer Hilfsbrücke oder eines Brückenüberbaues vorbereitet. Im anderen, ebenfalls gesperrten Streckengleis rückte planmäßig der Kranzug vor, bestehend aus Lokomotive, einem Kranwagen, einem Plattformwagen, einem Kranwagen. Beim Halten des Zuges an der Baustelle steht der Plattformwagen zur Aufnahme der aus- oder einzubauenden Eisenbrücke neben der Bauöffnung. Die Krane werden durch die zwei Kranwärter und etwa acht Hilfskräfte nach Anzügen an den Gleisschienen (gegen Kippen) arbeitsfähig gestellt. Nach Abladen oder Aufladen des Eisenbauwerks durch die zwei Krane, die mit dem Haken an Ketten (um die Brückenden) angreifen, Einholen der Kran- und Gegengewichtsausleger und Entzangen fährt der Zug nach dem Ausgangsbahnhof zurück,

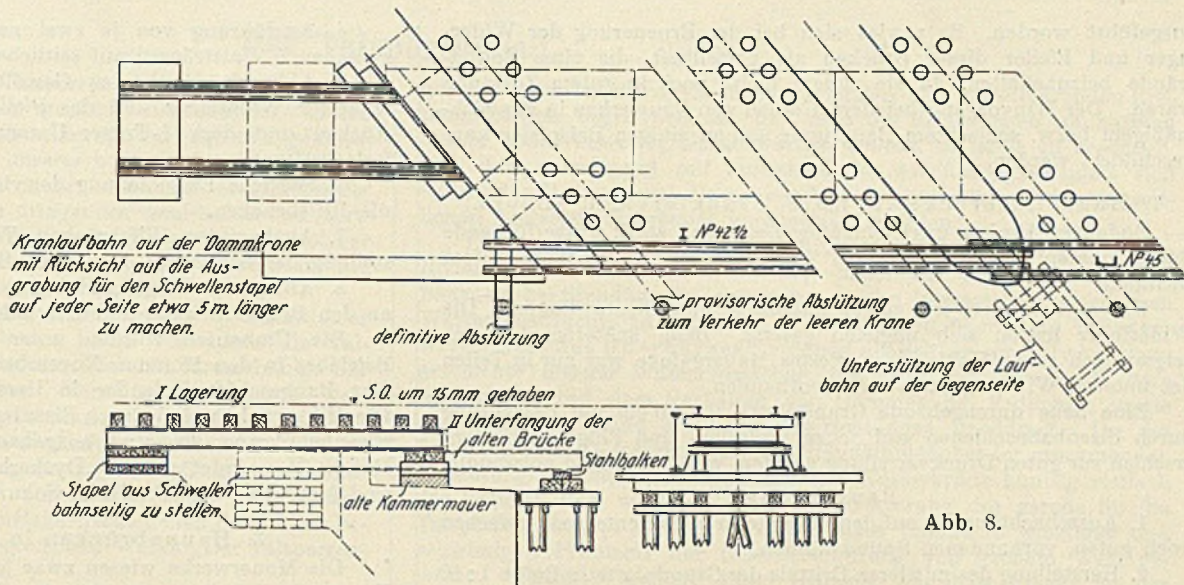


Abb. 8.

der die Aufhebung der Sperrung dieses Gleises alsbald veranlaßt. Das andere Gleis (Baugleis) konnte durchschnittlich nach zwei Stunden wieder in Betrieb genommen werden (alsdann Langsamfahrstrecke über die Brücke).

Trotz gründlicher Vorbereitung aller Einzelhandlungen blieben Erschwernisse und Störungen wiederholt nicht erspart. In zwei Fällen setzte sich das Drahtseil bei Bewegungen der Last zwischen Rolle und Rollenführungseisen fest. Die Beseitigung der Hemmung verursachte Überschreitungen der Betriebspause und Zugverspätungen. In einem dritten Falle sind Kranbeschädigungen und erhebliche Verzögerungen für den Zugverkehr durch Versehen des Bedienungspersonals entstanden. Die ungünstigen Erfahrungen bei der Anwendung von Eisenbahnkranen im Brückenbau auf stark belasteter Verkehrslinie veranlaßte die Bauleitung zur möglichsten Verwendung von Portalkranen, sofern die Größe des Bauwerks dies rechtfertigte und es wirtschaftlich begründet war. Die Portalkrane waren in üblicher Weise gebaut.

Die Fahrbahn der Portalkrane bestand aus Eisenbahnschienen, die in Entfernung von 8,40 m von Mitte zu Mitte Schiene auf kurzen Querbalken aufgeschraubt wurden. Das Krangleis ist auf den Bahnbanketten vor und hinter der Brücke, in den Brückenöffnungen auf besonders gebauten und berechneten Gerüsten (Abb. 8) verlegt worden. Die trapezförmigen Ständer des Kranes laufen mit je zwei Rollen, die den Schienenkopf beiderseits umfassen. Die Querträger, die als Fahrbahn für die Laufkatze dienen, waren mit den Ständern entsprechend verschraubt und seitlich mit Blechen und Winkelleisen gegen Seitenverschiebungen des Kranrahmens entsprechend ausgesteift. Derartige Krane wurden in Ausführungen bis zu 20 t Tragfähigkeit verwendet. Bei mehreren Haunebrücken mit drei Öffnungen war die Aufstellung von vier Portalkranen notwendig, um den Ausbau der drei alten Überbauten und den Einbau der drei neuen Brücken bei achtstündigem eingleisigem Betriebe an einem Tage (Sonntags) durchzuführen. Diese Zugpause hat nach genauer vorheriger Festlegung aller Arbeitsvorgänge für die gleichzeitige Auswechslung in jedem Falle genügt. Für die sonstigen Brückenumbauten genügten zwei Portalkrane.

In einem Bauabschnitt zwischen den Blockstellen Rothenkirchen und Hohenwehrda waren zwei Brücken mit je drei Öffnungen und zwei Brücken mit je einer Öffnung zu erneuern. Zur Vermeidung von wiederholten Erschwernissen und Gefahrmöglichkeiten für den Zugverkehr empfahl es sich, die vier Portalkrane bei drei Brücken in km 134,11, 134,667 und 135,18 ohne jedesmaligen Abbau und erneute Zusammensetzung zu verwenden. Die Kranfahrbahn wurde daher in Längen von 40 m vorgelegt. Die Zeitdauer für den gesamten Beförderungsweg von rd. 1 km Strecke von km 134,11 bis 135,18 betrug rd. drei Tage. Kurze Geländerstücke, sechs Telegraphenstangen und ein Vorsignal standen im Umgrenzungsprofil der Portalkrane. Die Hindernisse für die Kranbewegung wurden vorher durch seitliche Versetzung entfernt. Dieses Verfahren ersparte einen viermaligen Abbau bzw. Zusammenbau der Krane und ließ für den Baufortschritt drei bis vier Wochen Arbeitszeit gewinnen. Die Kostenersparnis war erheblich. Die Vorteile für den Zugverkehr sind bereits erwähnt worden.

l) Bauweise bei ungleichem oder schlechtem Baugrunde. Ungleiche Beschaffenheit oder schlechter Baugrund wurde bei der Untersuchung der Bodenverhältnisse für eine Anzahl Haunebrücken festgestellt. Auch Fundamente kleinerer Flutbrücken waren zwischen hölzernen Spundwänden bei den alten Bauten in den Jahren 1864/66

ausgeführt worden. Es erwies sich bei der Erneuerung der Widerlager und Pfeiler dieser Brücken als vorteilhaft, die alten Spundwände beizubehalten, da sie zudem meist noch in gutem Zustande waren. Der Bauvorgang bei dem Umbau von Bauwerken in ungleichmäßigem bezw. schlechtem Baugrunde soll an einigen Beispielen kurz geschildert werden.

#### 1. Hauneflutbrücke km 133,997 Frankfurt a. M.—Bebra.

Bodenverhältnisse ungleichmäßig, Lette und stark wasserführende Sandschichten. Spundwände bei der alten Brücke noch in gutem Zustande.

Das alte Mauerwerk zeigte äußerlich mörtelleere Fugen. Die Widerlager hatten sich ungleich gesetzt. Beim späteren Abbruch zeigten sich große Hohlräume. Festes Mauergefüge war nur in Teilen des unteren Widerlagmauerwerks vorhanden.

Eine neue durchgehende Grundplatte von 60 cm mit Bewehrung durch Eisenbahnschienen und neues Widerlag- und Flügelmauerwerk erschien zur guten Druckverteilung auf dem weichen Boden notwendig.

#### Bauvorgang:

1. Ausschachtung bis auf den untersten Fundamentabsatz zwischen noch guten, vorhandenen Spundwänden.

2. Herstellung des mittleren Drittels der Grundplatte in Beton 1:10 „Dyckerhoff-Doppel“-Zement mit reinem Mainsandkies.

3. Drei Tage später Aufbau des mittleren Kreuzstapels auf der mittleren Grundplatte. Zwei kleine Lagerstapel im Bahnkörper waren vorher im Betriebe eingebaut worden.

4. Einbau der vier Hilfsbrücken (Abb. 3).

5. Abbruch der Widerlager und Flügel bis auf den untersten Fundamentabsatz.

6. Verstärkung des Fundamentes auf 3,20 m Breite und Herstellung der äußeren Drittel der Grundplatte nach Anlaschen der weiteren Bewehrungsschienen in Beton 1:12 mit einfachem Zement.

7. Herstellung der neuen Widerlager und Parallelfügel, unten in Beton 1:8 mit einfachem Zement, oben in Beton 1:6 mit „Dyckerhoff-Doppel“-Zement; Einbau neuer Granitauflagerquadern.

8. Ausbau der Hilfsbrücken und Einbau der neuen eisernen Buckelplattenbrücken (bei achtstündigem, eingleisigem Betriebe).

9. Restarbeiten (Kiesmauerwerk, Geländer).

Die Arbeiten wurden unter Aufrechterhaltung zweigleisigen Betriebes in den Monaten Januar bis März 1925 ausgeführt. Die Erd- und Mauerarbeiten sind durch das Baugeschäft Bolender in Hersfeld, die eisernen Überbauten durch die Meguin-A.-G. in Butzbach, Hessen, ausgeführt worden. Der Beton wurde in einer Mischmaschine gemischt. Zur Wasserhaltung hat der Bauunternehmer einen Elektromotor mit Saugpumpe aufgestellt. Zum Ausbau der zwei alten eisernen Überbauten, zum Ein- und Ausbau der vier Hilfsbrücken, sowie zum Einbau der neuen Buckelplattenbrücken dienten zwei Portalkrane von je 20 t Tragfähigkeit, die von der Brückenbauanstalt Meguin hergeliehen wurden.

#### 2. Hauneflutbrücke km 145,1 Frankfurt a. M.—Bebra.

Der Baugrund besteht aus weichen, mit Sand durchsetzten Letteschichten. Diesem Umstande und dem sehr flachen Gewölbe dürfte es vorwiegend zuzuschreiben sein, daß die Gewölbe in der Leibung und an den Kämpfern gerissen waren. Beim späteren Abbruch zeigten diese Bauteile schlechten Verband und Hohlräume.

Bei dem Umbau sollte auch den Notwendigkeiten Rechnung getragen werden, die sich a) aus der Grundstückszusammenlegung in den Gemarkungen Odensachsen und Hermannspegel durch das Kulturamt Hersfeld, b) aus der Beseitigung der Wegübergänge bei km 145,12 und 145,35 sowie aus dem Wegfall des Schrankenpostens 113 ergaben. Diesen Zwecken entsprach die Anlage eines Flutgrabens in der südlichen und einer Wegunterführung in der nördlichen Brückenöffnung.

Nach eingehender Untersuchung des alten Bauwerks wurde der Bauplan festgelegt. Wegen des unzuverlässigen Baugrundes empfahl sich die Anordnung neuer Erdbogen zwischen den alten Fundamenten der Widerlager und des Mittelpfeilers, sowie den seitlichen gut erhaltenen Spundwänden. Hiermit sollte einerseits einer Längsverschiebung der Widerlager vorgebeugt werden, andererseits war durch Fundamentverbreiterung eine gleichmäßigere Druckverteilung und Verhinderung zu starker Bodenpressung anzustreben.

#### Bauvorgang:

1. Verlegung der zwei alten ausgebauten Zwillingsträger-Überbauten von 13,20 m Länge — durchgehend auf drei Stützen —, und zwar in der Mitte auf einem I-Träger, an den Enden auf dem (beizubehaltenden) hinteren Widerlagmauerwerk.

2. Ausschachten des Bodens in den Brückenöffnungen auf erforderliche Tiefe.

3. Einstemmen der Widerlagflächen an den Widerlag- und Pfeilerfundamenten und Herstellung der Erdbogen. Die Arbeiten wurden zonenweise in Ringstücken von 1,50 m Breite nach und nach durchgeführt.

4. Ausführung von je zwei neuen Überbauten aus Grobmörtel zwischen I-Walzträgern auf seitlichen Gerüsten.

5. Abbruch der beiden Gewölbe und schlechter oberer Mauer- teile der Widerlager und des Pfeilers, bei letzterem in kurzen Teilstücken und dem I-Träger-Untertzuge der Hilfsbrücke allmählich fortschreitend.

6. Seitliche Einschiebung der vier neuen Trägerbetonplatten unter die Hilfsbrücken.

7. Ausbau der Hilfsbrücken, Verlegung und betriebsfertige Herstellung der Gleise auf den neuen Brückenplatten.

8. Anlage der Wegunterführung und des Flutgrabens, Restarbeiten an den Brückenstirnen und Herstellung seitlicher Fußstege.

Die Umbauten wurden unter Aufrechterhaltung zweigleisigen Betriebes in den Monaten November und Dezember 1924 fertiggestellt. Das Baugeschäft Bolender in Hersfeld führte die Bauarbeiten aus. Die Hilfsbrücken sind durch Eisenbahn-Arbeitskräfte mittels fahrbarer Eisenbahnkrane ein- und ausgebaut worden. Mörtelmischung von Hand. Verwendet wurde „Dyckerhoff-Doppel“-Zement sowie Sand und Mankies von Jahreiss & Sohn in Hof.

#### 3. Hauneflutbrücken in km 143,6 und 144,42.

Die Mauerwerke wiesen zwar loses Mauergefüge und ausgespülte Fugen, doch keine nennenswerten Verdrückungen der Bogen, Pfeiler und Widerlager auf. Die Nachrechnung ergab, daß die Brücken für Lastenzug N genügen, wenn ein neuer einwandfreier Mauerverband geschaffen werden konnte.

Die Wiederherstellung der beiden Bauwerke mit je drei überwölbten Öffnungen geschah durch die Preßzementbau-Akt.-Ges. August Wolfsholz in Berlin.

Die Ausspülungen der Fugen mit Druckwasser und die Vollpressung mit flüssigem Zementmörtel wurden vorsichtig nach und nach in dem bekannten Verfahren in den Monaten Juli bis September 1924 durchgeführt.

Die Ausführung hat sich nach den bisherigen Erfahrungen bewährt. Wesentliche Mängel sind bisher nicht festgestellt worden.

Von den unter e) erwähnten 20 beschleunigten Brückenumbauten wurden 19 Bauten betriebsfertig in reichlich sieben Monaten von August 1924 bis März 1925. Die Haselbachbrücke km 213,85 der Strecke Erfurt—Bebra—Kassel gelangte nachträglich im April d. J. zur Erneuerung. Die Tragfähigkeit dieser Brücken entspricht jetzt dem Lastenzug N. Das Bauprogramm ist damit im wesentlichen innerhalb der gestellten Frist erfüllt worden. Mängel als Folge des Schnellbaues sind an keiner der umgebauten Stein- und Eisenbrücken bisher festgestellt worden.

Die Überwachung der Durchführung des Bauprogramms lag dem Brückenbau-Dezernenten der Reichsbahndirektion Frankfurt a. M. ob. Die Festigkeitsberechnungen und Entwürfe zu den eisernen Brücken und einzelnen Steinbrücken wurden teils im Brückenbau-Bureau der Reichsbahndirektion, teils von den Eisenbauanstalten Gustavsburg, Lavis in Offenbach a. M. und Meguin A.-G. in Butzbach, Hessen, aufgestellt, denen die Herstellung neuer eiserner Überbauten übertragen war.

Das Betriebsamt Hersfeld stellte die sonstigen Einzelentwürfe zu den Bauwerken in Beton und Stein auf; es bereitete die Ausschreibung und Bauausführung in allen Einzelheiten vor. Hierbei war die Änderung von Brückenöffnungen u. a. von der Zustimmung der Wasserbauverwaltung (Kulturbauamt Fulda) abhängig. Auch mußte den Notwendigkeiten der zwischen Hünfeld und Hersfeld im Gange befindlichen Grundstückszusammenlegung (Kulturamt Hersfeld) Rechnung getragen werden. In zahlreichen Dienstanweisungen waren durch das Betriebsamt alle Anordnungen für das Betriebs- und Baupersonal, sowie für die Fahrbediensteten in den einzelnen Bauabschnitten zu treffen, deren Durchführung ständig überwacht wurde.

Die örtliche Bauaufsicht am Tage und zur Nachtzeit stellte ebenfalls hohe Anforderungen an die beteiligten Bahnmeistereien (insbesondere Dienststellenvorsteher und Vertreter der Bahnmeisterei Burghaun und Hünfeld).

An den Verstärkungsbauten waren außer den oben erwähnten Eisenbauanstalten besonders beteiligt die Betonbauanstalt Dyckerhoff & Widmann A.-G. in Biebrich, ferner die Baugeschäfte Bolender in Hersfeld, H. J. Schäfer in Hünfeld, Witzel & Jakob in Bebra.

Die Verstärkung aller erheblich beschädigten oder verhältnismäßig hoch beanspruchten Bauwerke hat in kurzer Zeit geordnete bauliche Zustände geschaffen und eine Haupt Sorge der Betriebsleitung beseitigt. Die Schnellbauweise hat die Kosten der Bauausführung sehr vermindert, da die Zeit günstiger Preislage ausgenutzt werden konnte. Stoffkosten und Arbeitslöhne wuchsen seit einem Jahre wesentlich an. Die hohen Unterhaltungskosten der schadhafte alten Brücken sind weggefallen; die umgebauten Brücken werden voraussichtlich längere Zeit wenig Unterhaltung verursachen.

Alle Rechte vorbehalten.

## Der Talsperrenbau.

Die entsetzlichen Folgen eines Talsperrenbruches und die großen Baukosten von Wassersammelanlagen machen hohe Stauwerke zu den verantwortungsreichsten und volkswirtschaftlich wichtigsten Ingenieurbauten. Die künftigen Aufgaben unserer hochentwickelten Wasserwirtschaft werden in steigendem Maße den Bau ausgleichender Staubecken veranlassen, so daß ein dringendes technisches und wirtschaftliches Interesse besteht, daß die Bemessungsgrundlagen solcher Bauwerke neben ausreichender Sicherheit auch volle Gewähr für die Ausschöpfung aller Ersparnismöglichkeiten bieten.

Zu den Bauwerken, bei denen sich die Erörterung wirtschaftlicher Bauverfahren besonders lohnt, gehören heute vor allem die Talabschlüsse aus Erde und losem Steinmaterial mit ihrem infolge der noch wenig erforschten statischen Verhältnisse vielfach verschwenderischen, stets aber gewaltigen Baustoffaufwande. Die Staudämme sind es aber auch, bei denen die Meinungen über verschiedene wesentliche Grundlagen ihrer Formgebung, Baustoffwahl und Bauverfahren zum Teil noch erheblich auseinandergehen. Aus diesen Gründen kommt dem soeben in 3. Auflage erschienenen Band I des bekannten und längst vergriffenen Ziegler'schen Werks „Der Talsperrenbau“ besonderer dringlicher Wert zu.<sup>1)</sup>

Die im Jahre 1900 erschienene 1. Auflage behandelte auf 15½ Seiten und durch 12 Abbildungen belegt die Staudämme; in der im Jahre 1911 erschienenen 2. Auflage sind 25 Seiten und 33 Abbildungen diesem Talsperrentyp gewidmet. Die 3. Auflage besteht aus drei Lieferungen, deren zweite die Berechnung und den Bau massiver Talsperren behandelt, während die 3. Lieferung den wasserwirtschaftlichen und wirtschaftlichen Grundlagen des Talsperrenbaues gilt. Mit dieser äußeren Entwicklung des dem Erddammbau gewidmeten Teils des maßgebenden Ziegler'schen Werks ist der Aufstieg genügend gekennzeichnet, den dieser Zweig des Talsperrenbaues in den letzten 25 Jahren genommen hat.

Einleitend sind in straffer Darstellung die Gesichtspunkte für die Anlage großer Wasserkraft- und Wassersammelanlagen erörtert. Gestützt auf Einzelbeobachtungen und systematische Beschreibungen von Einzelfällen, baut sich sodann der umfangreiche und schwierige Stoff über Talsperren aus Erde und losem Steinmaterial auf. Vom Dammaterial ausgehend, spannt sich die Gruppe der erörterten Probleme über die Gründungsfläche von Dämmen zur Dammichtung. Besondere Beachtung verdienen unter anderem die Erörterungen über die Wechselwirkungen zwischen Stauwasser und Dammaterial, über die Filterwirkung und den Nachfall, über Durchfeuchtungswirkungen und den Dammquerschnitt. Da in letzter Zeit außer amerikanischen Ingenieuren auch deutsche Forscher sich um die wissenschaftliche Förderung des Erddammbaues und dessen Hilfswissenschaften verdient gemacht haben, so hätten unter anderem auch die wertvollen Untersuchungen von Schaffernak Erwähnung verdient. Die ebenso wichtige wie schwierige Frage der Dammichtung ist auf rd. 100 Seiten sehr ausführlich und in vielfacher Mannigfaltigkeit behandelt, ohne daß der Studierende oder der entwerfende Ingenieur durch umständliche Einzelbeschreibungen abgeschreckt würde. Dabei wurde dem hydraulischen Bodengewinnungs- und Aufschüttungsverfahren bei seinem hohen technischen und wirtschaftlichen Wert eine besonders eingehende Behandlung zuteil, ohne die Schwierigkeiten und Gefahren zu verschweigen, die mißverständene Anwendung in sich schließt. Da es bei den nur mit

größter Verantwortlichkeit zu entwerfenden und auszuführenden Erddammbauten begreiflich ist, daß man die Erfahrungen im eigenen Lande höher bewertet als auswärtige Lehren, so ist es zu begrüßen, daß den vorwiegend auf amerikanische Ausführungsbeispiele sich stützenden Darlegungen die verwandten Arbeitsverfahren des neuzeitlichen deutschen Bergbaues vorangestellt wurden.

Daß der Verfasser bei unserem derzeitigen Stande der technischen Bodenphysik darauf verzichtet hat, näher auf die statischen Verhältnisse bei Staudämmen einzugehen, ist im Interesse des praktischen Wertes des Buches zu begrüßen. Der Abschnitt über „Die Wasserwirtschaft des Oberharzes“ verdient als Beitrag zur Entwicklungsgeschichte unserer Wasserwirtschaft besondere Beachtung. Weitere Abschnitte sind dem Verhalten von Dämmen bei Erdbeben, sowie den Entnahme- und Entlastungsvorrichtungen gewidmet. Da der Standort vieler Talsperren, auch von Staudämmen, bei der zunehmenden Bedeutung speicher- und spitzenfähiger Wasserkräfte künftig vielfach das Gebirge sein wird, so wäre die Erörterung des gerade für die Talsperren unseres alpinen Gewässernetzes besonders wichtigen und schwierigen Problems der Geschiebeführung von großem Wert gewesen. Vielleicht genügt dieser Hinweis, um diese Fragen bei der Fortsetzung des Werkes nachzuholen.

Bei den bemerkenswerten Ausführungen über den Hochwasserüberfall wäre auch ein Hinweis auf die vorbildlichen Veröffentlichungen der Bayerischen Landesstelle für Gewässerkunde<sup>2)</sup> und die lehrreichen Versuche der Mittleren Isar-A.-G. an Hebermodellen Heynscher Bauart erwünscht gewesen. Da die Einrichtungen zur Entnahme und Hochwasserentlastung an sich und ihrem Verhältnis zum Staudamm ebenso wichtig sind wie die Bauweise und Dichtung des letzteren, so sind diese Anlagen im 1. Bande besonders eingehend behandelt. Weiterhin sind die Darlegungen über die Ausnutzung des Überfallwassers zur Gefällvermehrung bei der auch bei uns zunehmenden Bedeutung der Überfallsperrn wasserkräftetechnisch sehr beachtenswert.<sup>3)</sup>

Schon der 1. Band der neuen Auflage ist ein Beweis dafür, wie umfangreich die Talsperrenwissenschaft geworden ist. Deshalb ist das in dem Buch überall zutage tretende Bestreben nach kurzer Fassung und scharf umrissenen kritischen Ansichten vom Standpunkte des ausübenden Ingenieurs besonders anzuerkennen. Diesen Vorzug verdanken wir neben der klaren Urteilsbildung und dem guten Darstellungsvermögen des Verfassers zum Teil auch dem Umstande, daß Ziegler seit Jahrzehnten den Talsperrenbau mit bestem Erfolge als Sondergebiet pflegt, während sonst für viele Forscher einmal — und heute leider oft recht frühzeitig — der Augenblick kommt, wo mit der Erkenntnis der Problemstellung ihr Interesse an der Aufgabe befriedigt ist und andere Fragen sie locken.

Da der Verfasser in der 1. Lieferung die Vor- und Nachteile der Erddammbauweise ohne Voreingenommenheit in wissenschaftlicher und klarer Darstellung zu würdigen versucht, so berechtigt dies zu der Hoffnung, daß auch die neue Auflage, ebenso wie ihre Vorgänger, zum unentbehrlichen Hilfsmittel und dauernden Ratgeber für alle diejenigen werden wird, die als Bauingenieure, Geologen, Hydrologen, Verwaltungsbeamte und Volkswirtschaftler mit dem Talsperrenwesen zu tun haben. Ihnen allen wird das vom Verlag in jeder Hinsicht mustergültig ausgestattete Buch sehr willkommen sein, zumal sein Erscheinen in drei Lieferungen den Handgebrauch und die Anschaffung erleichtert.

Dr.-Ing. Marquardt.

<sup>1)</sup> „Der Talsperrenbau“. Von P. Ziegler, Regierungs- und Baurat zu Clausthal. 3. Auflage, Band I: A. Gesichtspunkte für die Anlage großer Wasserkraft- und Wassersammelanlagen. B. Talsperren aus Erde und losem Steinmaterial. 247 S. u. 337 Textabb. Berlin 1925. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. Preis geh. 24 R.-M., geb. 26 R.-M.

<sup>2)</sup> Kurze starke Regenfälle in Bayern, ihre Ergiebigkeit, Dauer Intensität, Häufigkeit und Ausdehnung. Bearbeitet von Dr. Hauser. München 1919 und 1922.

<sup>3)</sup> Vergl. unter anderem auch Krey: Die Wirkung von Ejektoren-schützen. Zentralbl. d. Bauverw. 1920, Nr. 75.

Alle Rechte vorbehalten.

## Zur Berechnung der Knickbelastung von Bogenträgern.

Von Dr. techn. Ing. J. Fritsche, Privatdozent an der Deutschen Technischen Hochschule in Prag.

(Schluß aus Heft 35.)

### B. Der eingespannte Bogen (Abb. 2).

Auch hier gilt wegen der Erfüllung der Bedingung

$$\int \eta dz = 0,$$

daß die elastische Linie des ausgeknickten Bogens eine antisymmetrische Form zeigt; folglich ist wiederum

$$(14) \left\{ \begin{array}{l} \eta = a \sin z + cz \\ + \beta \left[ \frac{1}{2} \cdot az^3 \cos z - \frac{7}{4} \cdot az^2 \sin z - \frac{15}{4} \cdot az \cos z - \frac{2}{3} \cdot cz^3 \right] \end{array} \right.$$

Für  $z = z$  muß  $\eta = 0$  sein; daher lautet die erste Gleichung zur Bestimmung der Integrationskonstanten  $a$  und  $c$

$$(15) \left\{ \begin{array}{l} a \sin z + cz \\ + \beta \left( \frac{1}{2} \cdot az^3 \cos z - \frac{7}{4} \cdot az^2 \sin z - \frac{15}{4} \cdot az \cos z - \frac{2}{3} \cdot cz^3 \right) \end{array} \right. = 0,$$

die zweite folgt aus der Unverdrebarkeit der beiden Bogenkämpfer.

Diese Bedingung erfordert, daß  $\Delta \varphi = \bar{\varphi} - \varphi \approx \text{tg } \Delta \varphi$  für  $z = x$  gleich Null wird. Es ist

$$\text{tg } \bar{\varphi} = \frac{y^I}{x^I} = (y^I + \eta^I)(1 - \xi^I) = y^I + \eta^I(1 + y^{I2}), \text{tg } \varphi = y^I$$

$$\text{tg } \Delta \varphi = \frac{\text{tg } \bar{\varphi} - \text{tg } \varphi}{1 + \text{tg } \varphi \text{tg } \bar{\varphi}} = \frac{\eta^I(1 + y^{I2})}{(1 + y^{I2})(1 + y^I \eta^I)} = \eta^I(1 - y^I \eta^I) \approx \eta^I.$$

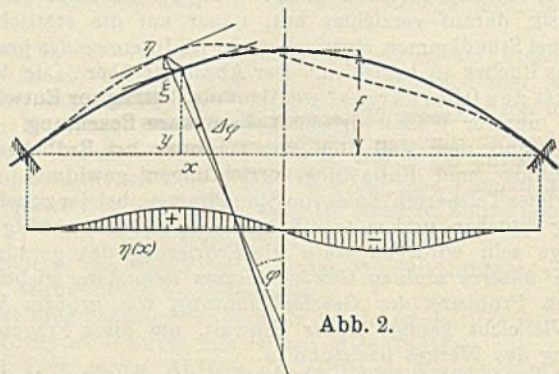


Abb. 2.

Für  $z = x$  muß daher  $\eta^I = 0$  sein. In der Statik der Bogenträger ist es üblich, die Bedingung für die Unverdrebarkeit der Bogenkämpfer in der Form anzuschreiben, daß

$$\int_{+x}^{-x} \frac{M}{EJ} \cdot ds = \int_{+x}^{-x} \eta^{II} \left(1 - \frac{1}{2} \cdot y^{I2}\right) \cdot \left(1 + \frac{1}{2} \cdot y^{I2}\right) dx = \int \eta^{II} dx = 0$$

sein muß; daraus folgt

$$\int_{+x}^{-x} \eta^{II} dx = [\eta^I]_{+x}^{-x} = 0,$$

welche Forderung nur erfüllt werden kann, wenn  $\eta^I$  an beiden Bogenkämpfern gleich Null ist. Es war

$$\eta^I = a \left[ \cos z + \beta \left( -\frac{1}{2} \cdot z^3 \sin z - \frac{1}{4} \cdot z^2 \cos z + \frac{1}{4} \cdot z \sin z - \frac{15}{4} \cdot \cos z \right) \right] + c(1 - 2\beta z^2),$$

folglich ist

$$(21) \quad \left[ a \left[ \cos z + \beta \left( -\frac{1}{2} \cdot z^3 \sin z - \frac{1}{4} \cdot z^2 \cos z + \frac{1}{4} \cdot z \sin z - \frac{15}{4} \cdot \cos z \right) \right] + c(1 - 2\beta z^2) = 0. \right.$$

Daraus ergibt sich

$$c = +a \left[ -\cos z + \beta \left( \frac{1}{2} \cdot z^3 \sin z - \frac{7}{4} \cdot z^2 \cos z - \frac{1}{4} \cdot z \sin z + \frac{15}{4} \cdot \cos z \right) \right].$$

Nun kann man  $c$  in Gl. 15 eliminieren und erhält dann die Knickebedingung für den eingespannten Bogen mit

$$\sin x - x \cos x + \beta \left( \frac{1}{2} \cdot x^4 \sin x - \frac{7}{12} \cdot x^3 \cos x - 2x^2 \sin x \right) = 0$$

oder

$$(22) \quad \text{tg } x - \frac{x(12 + 7\beta)}{12 + \beta(6x^2 - 12)} = \text{tg } x - f_1(x) = 0.$$

Für  $\beta = 0$  bekommt man  $x = \text{tg } x$ ; dem entspricht  $x = 4,49$ , liegt daher in der Nähe von  $\frac{3}{2} \cdot \pi$  mit dem Werte 4,71.

### C. Der Dreigelenkbogen (Abb. 3).

Beim Dreigelenkbogen verhindert die Anordnung eines Gelenkes im Bogenscheitel die Ausbildung einer antisymmetrischen Form der elastischen Linie; das Gelenk als Nullstelle des Biegungswiderstandes wird maßgebenden Einfluß auf sie nehmen. Ein Tragwerk knickt jeweils in der Richtung des geringsten Widerstandes aus, den es jeder möglichen Formänderung entgegengesetzt. Beim Dreigelenkbogen werden aber Scheitelbewegungen mit überwiegender lotrechter Komponente

am leichtesten eintreten können, folglich ist es wahrscheinlich, daß stets eine solche das Ausknicken des Bogens einleiten wird. Tatsächlich hatte sich bei dem Versuche, den Dozent Dr.-Ing. R. Mayer zur experimentellen Ermittlung der Knickbelastung eines Dreigelenkbogens durchführte, gezeigt, daß schon das Aufbringen kleiner Belastungen verhältnismäßig große Scheitelsenkungen zur Folge hatte. Dabei ist zu bemerken, daß sich der Scheitel des Bogens nicht nur lotrecht nach abwärts bewegt, sondern auch wagerecht ausweicht; eine nur lotrechte Verschiebung würde als notwendige Folgerung haben, daß sich jeder Schenkel genau so verhält, wie ein Bogen über der Sehne  $AC$ .

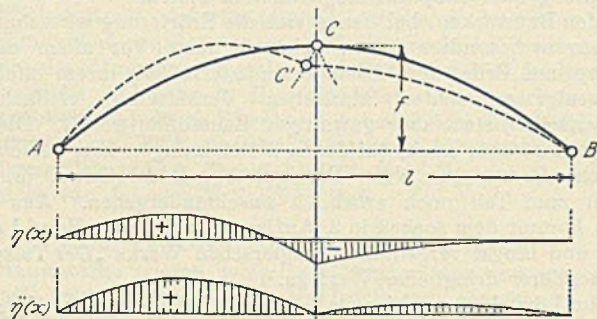


Abb. 3.

Eine flüchtige Betrachtung des Problems könnte die Meinung aufkommen lassen, daß die Tatsache der Ausbildung eines Wendepunktes der elastischen Linie im Bogenscheitel beim Ausknicken des Zweigelenkbogens bereits die Möglichkeit zuließe, daß dort auch ein Gelenk angeordnet sein könnte, ohne eine Änderung der Knickbelastung zu bewirken; einem Wendepunkte entspricht ja immer ein Momentennullpunkt. Dies ließe aber die Knickbelastung eines Dreigelenkbogens wesentlich überschätzen.

Die Stelle des Gelenkes bedeutet in mathematischer Beziehung eine Unstetigkeitsstelle für die Funktionen  $\eta(x)$  und  $\xi(x)$ , und es muß nun die Frage untersucht werden, ob bei Zulassung unstetiger Funktionen  $\eta(x)$  und  $\xi(x)$  mit der Unstetigkeitsstelle im Bogenscheitel nicht kleinere Belastungen als beim Zweigelenkbogen gleicher Form ein labiles Gleichgewicht bewirken können. Auf Grund dieser Möglichkeit muß nun sowohl  $\eta(x)$  als auch  $\xi(x)$  für den linken und für den rechten Bogenschenkel mit verschiedenen Integrationskonstanten angeschrieben werden. Es ist nun

$$\text{links} \quad \varphi_0^l(z) = a_1 \sin z + b_1 \cos z + c_1 z + d_1,$$

$$\text{rechts} \quad \varphi_0^r(z) = a_2 \sin z + b_2 \cos z + c_2 z + d_2.$$

Die symmetrischen Teile der Lösung, die sich an die Konstanten  $b$  und  $d$  binden, dürfen hier nicht ohne weiteres gestrichen werden; es zeigt aber die Bedingung, daß für  $z = 0$  sowohl für den linken, als auch für den rechten Teil der Lösung  $M = 0$  sein muß, daß

$$b_1 = b_2 = 0$$

ist;  $d$  jedoch ist stets von Null verschieden, nur folgt aus  $\eta_l = \eta_r$  für  $z = 0$

$$d_1 = d_2.$$

Nun bekommt man

$$\eta_{l,r} = a_{1,2} \sin z + c_{1,2} z + d$$

$$+ \beta \left[ a_{1,2} \left( \frac{1}{2} z^3 \cos z - \frac{7}{4} z^2 \sin z - \frac{15}{4} z \cos z \right) - \frac{2}{3} c_{1,2} z^3 \right]$$

$$M_{l,r} = a_{1,2} \sin z$$

$$+ \beta \left[ a_{1,2} \left( \frac{1}{2} z^3 \cos z + \frac{1}{4} z^2 \sin z + \frac{1}{4} z \cos z - 4 \sin z \right) + 4 c_{1,2} z \right]$$

dem Zeiger  $l$  entspricht der Index 1, dem Zeiger  $r$  der Index 2. Aus der Bedingung, daß für  $z = +x \dots \eta_l^x = 0, M_l^x = 0$  für  $z = -x \dots \eta_r^{-x} = 0, M_r^{-x} = 0$  sein muß, ergeben sich vier Gleichungen zur Bestimmung von  $a_1, a_2, c_1, c_2, d$ . Die zu ihrer eindeutigen Berechnung noch fehlende 5. Gleichung folgt daraus, daß für  $z = 0$

$$\xi_l^0 - \xi_r^0 = 0$$

sein muß, wenn der Zusammenhang des ganzen Tragwerkes nicht gestört werden soll. Damit ergibt sich nach einigem Umrechnen:

$$(23) \quad \begin{cases} (a_1 - a_2)(x \sin x + \cos x - 1) \\ + (a_1 - a_2) \beta \left[ A(x) - \frac{41}{4} \right] \\ + (c_1 - c_2) \cdot \frac{1}{2} x^2 (1 - \beta x^2) = 0 \end{cases}$$



$$A(x) = \frac{1}{2}x^4 \cos x - \frac{9}{4}x^3 \sin x - 7x^2 \cos x + \frac{41}{4}x \sin x + \frac{41}{4} \cos x.$$

Diese Gleichung ist für  $a_1 = a_2$ ,  $c_1 = c_2$  von selbst erfüllt, da ja für den Fall der Stetigkeit der Lösung, wie er beim Zweigelenkbogen auftritt, auch  $d=0$  ist und zur Ermittlung der beiden Konstanten  $a$  und  $c$  zwei Gleichungen genügen. Nach Elimination von  $(c_1 - c_2)$  geht Gl. 23 über in

$$(a_1 - a_2) \left[ + x \sin x + \beta \left( \frac{1}{2}x^4 \cos x - \frac{3}{4}x^3 \sin x + \frac{1}{4}x^2 \cos x - 12x \sin x - 8 \cos x + 8 \right) \right] = (a_1 - a_2) B(x) = 0,$$

die übrigen Randbedingungen liefern ebenso wie bei stetiger Lösung

$$(a_1 + a_2) \left[ \sin x + \beta \left( \frac{1}{2}x^3 \cos x - \frac{5}{12}x^2 \sin x + \frac{1}{4}x \cos x - 8 \sin x \right) \right] = (a_1 + a_2) C(x) = 0,$$

ganz entsprechend der Gl. 17 für  $a_1 = a_2$ . Zwei Bedingungen von der Form

$$\begin{aligned} B(x) (a_1 - a_2) &= 0 \\ C(x) (a_1 + a_2) &= 0 \end{aligned}$$

kann nur gleichzeitig entsprochen werden, wenn

$$B(x) \cdot C(x) = 0$$

ist. Nach Ausführung dieser Rechnung erhält man als Bestimmungsgleichung für  $x$

$$(24) \left\{ \begin{aligned} &x \sin^2 x + \beta \left( x^4 \cos x \sin x - \frac{7}{6}x^3 \sin^2 x \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{2}x^2 \cos x \sin x - 20x \sin^2 x - 8 \sin x \cos x \right. \\ &\quad \left. + 8 \sin x \right) = 0. \end{aligned} \right.$$

Als Lösung von (24) kommt zunächst

$$\sin x = 0 \quad x = 0, \pi, 2\pi \dots \nu\pi$$

in Frage. Es muß aber noch gezeigt werden, ob durch Nullsetzen des Ausdruckes

$$x \sin x + \beta \left( x^4 \cos x - \frac{7}{6}x^3 \sin x + \frac{1}{2}x^2 \cos x - 20x \sin x - 8 \cos x + 8 \right) = 0$$

nicht ein noch kleinerer Wert für  $x$  bestimmt ist. Daß dies der Fall ist, wird später an einem Beispiel gezeigt werden. Berücksichtigt man, daß  $\beta = \frac{f}{x^2}$ , so erhält man nach einigem Umrechnen den Ausdruck

$$(25) \left\{ \begin{aligned} &\text{tg } x + \frac{3 \mathcal{J} [x^2 (2x^2 + 1) + 16 (\sec x - 1)]}{x [x^2 (6 - 7 \mathcal{J}) - 120 \mathcal{J}]} \\ &= \text{tg } x + f_2(x) = 0. \end{aligned} \right.$$

aus dem am einfachsten auf zeichnerischem Wege der kleinste Wert von  $x$  bestimmt werden kann.

**Beispiel.**

Der Bogen, den R. Mayer zu seinen Knickversuchen verwendete, die in seinem Buche „Die Knickfestigkeit“, Berlin 1921, Julius Springer, ausführlich beschrieben sind, hatte eine Spannweite von  $l=180$  cm, eine Pfeilhöhe von  $f=24$  cm, ein Trägheitsmoment auf die wagerechte Achse bezogen, von  $0,1343$  cm<sup>4</sup>. Das Elastizitätsmaß des Versuchsaustoffes gibt er mit  $2\,000\,000$  kg/cm<sup>2</sup> an. Damit ist

$$\mathcal{J} = 8 \left( \frac{f}{l} \right)^2 = 0,142.$$

Die Auflösung der Gl. 19 geschieht am raschesten auf zeichnerischem Wege; man sucht den Schnitt der Linien  $\text{tg } x$  und  $f(x)$ , was sich ohne viele Mühe durchführen läßt, da man weiß, daß  $x$  in der Nähe von  $\pi$  liegt. Mit Vorteil benutzt man zum Auftragen von  $\text{tg } x$  die fünfstelligen Tafeln der Kreis- und Hyperbelfunktionen von K. Hayashi, Berlin 1921. Für den Zweigelenkbogen erhält man  $x=2,88$  bzw.  $x^2=8,29$ . Damit ist der Knickschub  $H_x$  nach (20)

$$H_x = \frac{4 \cdot 8,29 \cdot 2\,000\,000 \cdot 0,1343}{180^2} = 275 \text{ kg.}$$

Bei dem Versuch von R. Mayer war der  $H$ -Schub an der Knickgrenze  $265$  kg, so daß sich eine Abweichung von  $10$  kg oder rd.  $4\%$  ergibt, ein Beweis, daß der Versuch mit großer Sorgfalt und unter geschickter Vermeidung aller störenden Einflüsse durchgeführt wurde. In meiner Abhandlung „Zur Knickung parabolisch gekrümmter Stäbe“, Melan-Festschrift, F. Deuticke, Wien 1923, hatte ich unter der Näherungsannahme für  $M=H \cdot \eta$  eine Formel zur Berechnung von  $x$  entwickelt, die für den Mayerschen Versuchsbogen den Wert  $H_x=316$  kg, also um  $15\%$  zu groß ergab. Es war immerhin überraschend, daß eine so häufig verwendete Näherung für  $M$  derartig von der genauen Rechnung abweichende Ergebnisse lieferte.

Für den eingespannten Bogen erhält man aus Gl. 22 auf demselben zeichnerischen Wege für  $x=4,28$  bzw.  $x^2=18,32$ .  $x$  muß nach den früheren Untersuchungen in der Nähe von  $\frac{3}{2}\pi$  liegen. Es ist

$$H_x = \frac{4 \cdot 18,32 \cdot 2\,000\,000 \cdot 0,1343}{180^2} = 608 \text{ kg.}$$

Eine experimentelle Bestimmung der Knickbelastung besteht meines Wissens nicht. Sie muß sich aber zu der des Zweigelenkbogens verhalten ungefähr wie  $\pi^2 : \left(\frac{3}{2}\pi\right)^2$  oder wie  $1 : \frac{9}{4}$ ; es ist  $\frac{9}{4} \cdot 275 = 618$  kg, wodurch obiger Wert wahrscheinlich wird.

Beim Dreigelenkbogen liefert die Theorie aus der Lösung der Gl. 25 den Wert  $x=2,59$  bzw.  $x^2=6,71$ ; damit ergibt sich

$$H_x = \frac{4 \cdot 6,71 \cdot 2\,000\,000 \cdot 0,1343}{32\,400} = 222 \text{ kg.}$$

Die Knickbelastung des Dreigelenkbogens ergibt sich folglich für dieses Beispiel um  $24\%$  kleiner als die des Zweigelenkbogens gleicher Form.

Bei dem Mayerschen Versuch entsprach der Knickbelastung ein  $H$ -Schub von  $195$  kg, was eine Abweichung von Theorie und Versuch von  $27$  kg oder  $14\%$  bedeutet; zweifellos ist dieses Ergebnis unbefriedigend. Es findet zum Teil seine Erklärung darin, daß bei der Versuchsanordnung die Belastung keine gleichmäßig verteilte war, folglich den Voraussetzungen der Theorie nicht ganz entsprach; andererseits mag die Ursache des Unterschiedes auch darin liegen, daß der Versuchsbogen mit dem Pfeilverhältnis von  $\frac{24}{180} \approx \frac{1}{7}$  wohl schon an der Grenze des Geltungsbereiches dieser Entwicklungen steht, die ja nur für flache Bögen mit großer Genauigkeit Geltung haben. Es wäre notwendig, zur besseren Bestätigung der abgeleiteten Beziehungen die Knickversuche mit flacheren Bögen zu wiederholen.

**Vermischtes.**

**Beton u. Eisen, Internationales Organ für Betonbau** (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W 66). Das am 20. August erschienene Heft 16 (1 R.-M.) enthält u. a. folgende Beiträge: Dr. techn. Franz Urwalek und Ing. Walter Barthelt: Eisenbeton in Kleinpolen und Schlesien. — Prof. Dr.-Ing. E. Kammer: Hilfstafeln zur Berechnung des Balkens über drei ungleichen Öffnungen. — Oberingenieur F. Lange: Neuerungen auf dem Gebiete der Betoneisen-Bearbeitung. — Ingenieur Gotthard Escher: Die neuen italienischen Vorschriften über hydraulische Bindemittel und Bauwerke in Eisenbeton.

**Eine Güterumschlag-Verkehrswoche.** Der Nutzen aller Verbesserungen der Güterbeförderungsmittel kann erhöht werden, wenn der Übergang oder Umschlag von einem Verkehrsmittel auf das andere glatt und fließend stattfindet. Der Einfluß der Wirtschaftlichkeit der Güter-

umschlaganlagen auf die Preisbildung von industriellen Erzeugnissen ist also deutlich ersichtlich. Um diese Tatsache weiten Kreisen der Industrie und Wirtschaft vor Augen zu führen, veranstaltet der Verein deutscher Ingenieure im September d. J. eine Tagung, auf der hervorragende Fachmänner des In- und Auslandes in Berichten ihre Erfahrungen der Praxis mitteilen und Wege zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit und damit zur Verbilligung des Güterumschlages zeigen werden. Vom allgemeinen Überblick über Verkehrs- und Güterumschlagfragen bis zu den einzelnen Einrichtungen für Sonderzwecke werden etwa 50 Vorträge zur Erreichung dieser Ziele dienen. Kurze technische Filme von Güterumschlaganlagen sollen außerdem vorgeführt werden.

Alle Kreise der Industrie und des Handels, sowie des gesamten Verkehrswesens haben klar erkannt, daß gerade jetzt die Übermittlung

der Erfahrungen führender Fachmänner für die Fortentwicklung der deutschen Technik von außerordentlicher Bedeutung sein werden. Die Behandlung der wichtigen Fragen des neuzeitlichen Güterumschlages bietet aber auch für den bereits im Berufsleben stehenden Nachwuchs aller technischen Kreise eine gute Gelegenheit, die Probleme und ihre Lösungen kennen zu lernen, die zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit im Güterumschlag nutzbar gemacht werden sollen.

Die Tagung findet vom 21. bis 24. September in Düsseldorf, am 25. und 26. September in Köln statt. Am 23. September werden die vorbildlichen Güterumschlaganlagen im Duisburg-Ruhrorter Hafen besichtigt. Am Schluß der Tagung, dem 26. September, ist eine besondere Führung durch die Kölner Baufachmesse vorgesehen. Die Geschäftsstelle der Tagung befindet sich im Ingenieurhaus, Berlin NW 7.

Die 56. Hauptversammlung des Zentralvereins für Deutsche Binnenschifffahrt fand in München am 9. Juli 1925 unter starker Beteiligung aus allen Teilen des Reiches statt. Auch aus Österreich, Ungarn und Holland waren Vertreter erschienen, und sogar aus Rußland waren drei Ingenieure im Flugzeug herübergekommen. Der Vorsitzende, Generaldirektor Dr. Ott, gab einen Überblick über die Tätigkeit und die Ziele des Zentralvereins. Darauf übermittelte der Reichsverkehrsminister Dr. Krohne dem Verein die besten Wünsche der Reichsregierung. Er entwickelte die Aufgaben, die das Reichsverkehrsministerium nach Abtrennung der Reichsbahn zu erfüllen haben wird, um den höchsten Grad der Wirksamkeit der Verkehrsmittel auf der Schiene, auf dem Wasser, in der Luft und auf der Landstraße zu erreichen. Die Lage der Binnenschifffahrt mache ihm besondere Sorgen, und er würde es begrüßen, wenn in der Frage der Tarife eine verständnisvolle Zusammenarbeit zwischen Binnenschifffahrt und Reichsbahn sich erzielen ließe. Die finanzielle Ohnmacht des Reiches erfordere Einschränkung im Bau neuer Wasserstraßen, aber die notwendigen Verbindungen, insbesondere der Mittellandkanal, müssen zur Ausführung gelangen. Namens der bayerischen Staatsregierung begrüßte Staatssekretär Dr. Schmidt die Versammlung und betonte, daß auch Bayern ein schiffahrttreibendes Land sei, das an der Verwaltung der Wasserstraßen gern teilnehme und die Verbindung von Rhein und Donau nach Kräften fördern werde. Nachdem Stadtrat Dr. Konrad den Willkommengruß der Stadt München gesprochen hatte, nahm Staatssekretär Vogt als Vertreter der Reichsbahn das Wort und betonte die engen Beziehungen, die zwischen Eisenbahn und Schifffahrt bestehen. Beide Verkehrsmittel dienen der deutschen Volkswirtschaft und sollten nicht gegeneinander, sondern miteinander arbeiten. Angesichts der noch ungeklärten Frage der Umschlagtarife fanden seine Ausführungen besondere Beachtung.

Oberbürgermeister a. D. Dr. Most-Duisburg hielt darauf einen Vortrag über die Organisation der Reichswasserstraßenverwaltung und die Wünsche der Binnenschifffahrt. Die Wasserstraßenpolitik müsse auf Grund des Art. 97 der Reichsverfassung einheitlich, großzügig und planmäßig betrieben werden. Dem Reiche sei zwar das Eigentum und die Verwaltung der Reichswasserstraßen übertragen, ihm sei aber nicht die Möglichkeit gegeben, sein Recht und damit seine Pflicht sinngemäß auszuüben. Der gegenwärtige Zustand sei unhaltbar. Von einigen Ländern, insbesondere von der Landwirtschaft, werde sogar die Aufhebung des Art. 97 verlangt. Der Vortragende stellte sich auf den entgegengesetzten Standpunkt und gab dem dringenden Wunsche Ausdruck, daß die in der Reichsverfassung getroffene Regelung unter keinen Umständen eine Abschwächung erfahren dürfe, vielmehr müsse auch in den unteren und mittleren Instanzen der Verwaltung die unbedingte Sicherheit für eine einheitliche Reichswasserstraßenpolitik gegeben werden.

Den zweiten Vortrag hielt Staatsrat Dr. v. Graßmann, und zwar über die wirtschaftliche Bedeutung der Bauten der Rhein-Main-Donau-Aktiengesellschaft. Nach einem geschichtlichen Überblick über die bayerischen Kanalpläne betonte er, daß dem mächtigen Umfange der Rhein-Main-Donau-Großschifffahrtstraße die gewaltige volkswirtschaftliche Bedeutung dieses neuen Verkehrsweges entspreche. Die Verbindung der beiden größten Ströme Europas in neuzeitlichen Ausmaßen werde ein Gebiet von etwa 200 km zu beiden Seiten der über 3000 km langen Schifffahrtstraße beeinflussen und den Güterverkehr zwischen den Niederlanden, Süd- und Westdeutschland, Österreich und den übrigen Donaustaaten bis nach Rumänien und Bulgarien erfassen. Sie bedeute also eine dauernde Stärkung dieser Wirtschaftsgebiete und eine kulturell und politisch hochbedeutsame Schöpfung. Ohne einen gewissen Optimismus könne man an die Lösung der großen Aufgabe nicht herangehen, aber er glaube an Deutschlands Zukunft und rufe dem Zentralverein zu: „Helfen Sie uns auch weiter bei unserm Werk!“. Anschließend sprach Oberbaudirektor Prof. Dantscher über die technische Seite der im Bau begriffenen Großschifffahrtstraße. Die Kanalisierung des Mains von Frankfurt bis Aschaffenburg war die Vorbedingung für die Weiterführung des Schifffahrtsweges vom Rhein zur Donau. Eins war sicher, daß der

Industrie- und Handelsplatz Nürnberg berührt werden müsse, aber nicht weniger als 40 Linien wurden untersucht, um die beste Lösung zu finden. Die endgültige Linie verfolgt den Main bis Bamberg, aber unter Abschneidung der einen Mainschleife durch einen Seitenkanal im Wertal. Von Bamberg aus führt sie in Richtung auf Nürnberg über den Jura zur Altmühl und dann hinab nach Kelheim an die Donau, die bis zur Reichsgrenze unterhalb Passau verfolgt wird. Die Gesamtlänge beträgt 607 km, wovon 220 km auf den Main, 172 km auf den Verbindungskanal und 215 km auf die Donau entfallen. An der Westrampe ist von Aschaffenburg bis zur Scheitelhaltung eine Höhe von 296 m mit 37 Stufen zu ersteigen, nach Osten sinkt die Wasserstraße in 13 Stufen um 126 m ab. Die Wasserversorgung der Scheitelhaltung geschieht vom Lech aus mittels eines Zubringerkanals von 89 km Länge. Dabei wird mehr Wasser übergeleitet, als für die Schifffahrt notwendig ist, so daß die überschießende Menge in allen Staustufen bis nach Aschaffenburg zur Wasserkraftnutzung herangezogen werden kann. Ende 1921 wurde die Rhein-Main-Donau-A.-G. gegründet; sie trat 1922 energisch in den Bau ein und begann mit dem Ausbau der Kachletstufe in der Donau bei Passau und mit der Main-Staustufe Viereth bei Bamberg. Der Bau von Viereth ist heute erledigt und die Anlage dem Betrieb übergeben. An der Donau handelt es sich darum, von unten herauf den Strom sobald wie möglich bis Regensburg für die Großschifffahrt herzurichten. Diese Aufgabe zerfällt nach der Natur des Stromes in zwei Teile. Von Regensburg bis Vilshofen muß eine Niedrigwasserregulierung stattfinden, von dort bis Passau, wo die Donau eine felsige Strecke durchströmt, muß sie kanalisiert werden. Das geschieht durch die große Staustufe bei Passau, die den Donauspiegel um 9,5 m hebt und damit bis Vilshofen hinauf alle Stromschnellen überstaut. Im Zusammenhang mit dem Stauwehr werden zwei Schiffsschleusen von 230 m Kammerlänge und 24 m Torweite sowie ein Kraftwerk von 42 000 PS mittlerer Leistung ausgeführt. Dieses Kachletbauwerk ist wohl derzeit die größte derartige Bauausführung in Deutschland, ihre Besichtigung soll den Abschluß der Tagung bilden.

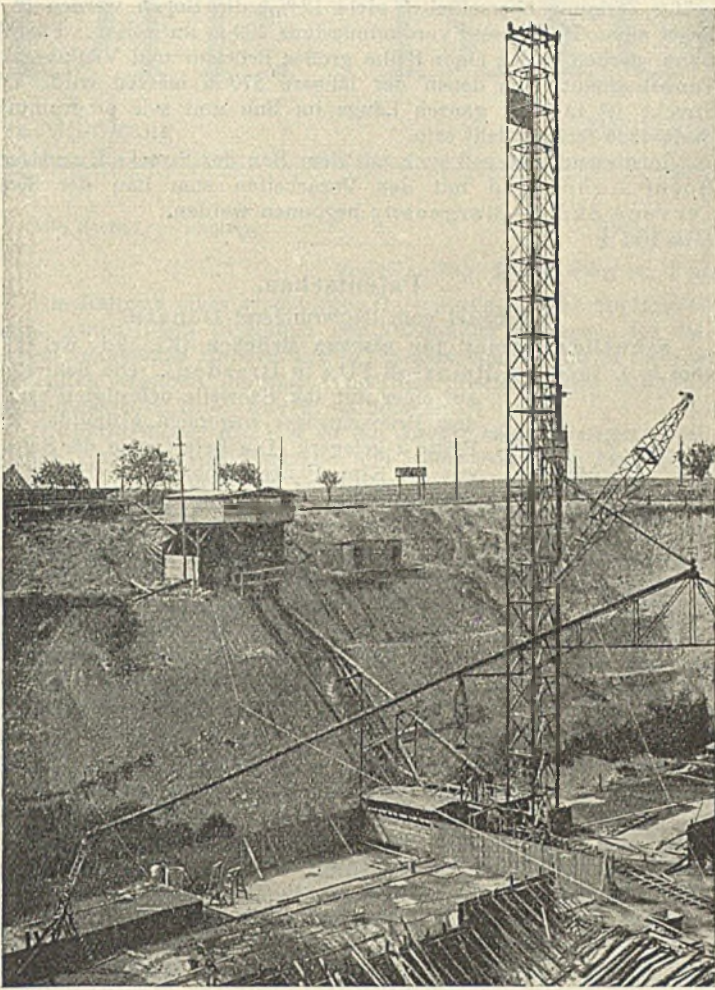
Nachdem noch der österreichische Oberbaurat Erben an Hand zahlreicher Lichtbilder den Donauhafenentwurf der Stadt Krems besprochen hatte, gelangte auf Antrag von Dr. Schmitz-Duisburg die folgende Entschließung zur einstimmigen Annahme:

„Der Zentralverein für Deutsche Binnenschifffahrt begrüßt die Erklärung des Vertreters der Reichsbahn über das notwendige und künftig bessere Zusammenarbeiten zwischen Wasserstraßen und Reichsbahn und mißt dieser Erklärung eine ganz besondere Bedeutung bei, da sie ihre Grundlage in den eben beendeten Beratungen des Verwaltungsrats der Reichsbahn über die Frage der Wasserumschlagtarife hat. Die Einführung und Erweiterung dieser Tarife ist für die Entwicklung des deutschen Wasserstraßenverkehrs, wie für das deutsche Binnenschifffahrt- und Hafengewesen — gerade angesichts seiner Notlage — von derart ausschlaggebender Bedeutung, daß der Zentralverein es als seine Pflicht erachtet, am Tage seiner Hauptversammlung der bestimmten Erwartung Ausdruck zu geben, daß nunmehr in ganz kurzer Frist der systematische Ausbau der Wasserumschlagtarife praktisch durchgeführt wird.“

An dem Festmahl in dem Bankettsaal des Künstlerhauses beglückwünschte der bayerische Ministerpräsident Dr. Held den Zentralverein zu dem glänzenden Verlauf seiner Tagung, die auch für die Wirtschafts- und Verkehrsinteressen Bayerns fruchtbar sein werde. Wir seien in Deutschland bei dem Daniederliegen unserer Wirtschaft darauf angewiesen, alle Wirtschaftsinstrumente, besonders das Verkehrsinstrument, in den Dienst des Vaterlandes zu stellen. Es gebe verschiedene Aufgaben des Verkehrs, die ihrer Natur nach von der Eisenbahn nicht erfüllt werden können. Bayern habe die große Aufgabe, die Donau für den Verkehr flott zu machen und die Verbindung mit dem Rhein herzustellen. Der Redner gab dem Wunsche Ausdruck, es möge sich das Verhältnis zwischen Eisenbahn und Binnenschifffahrt so innig gestalten, daß dem gesamten deutschen Vaterlande und seinem Wiederaufstieg gedient wird. Am nächsten Tage fand trotz der ungünstigen Witterung der Ausflug nach Passau statt, bei dem die im Bau begriffene Kachletstufe besichtigt wurde. Contag.

Gußbetonanlage bei Schlouse Anderten. Die nachstehend abgebildete Gußbetonanlage findet bei dem Bau der Schleuse Anderten Verwendung. Ihre stündliche Leistung beträgt 40 m<sup>3</sup> abgeordneten Betons bei einem Arbeitsfelde bis zu rd. 60 m Höhe und bis zu rd. 120 m im Umkreis.

Derartige Anlagen sind, wie bekannt, in Amerika seit längerer Zeit im Gebrauch und haben sich dort gut bewährt. Infolge ihrer hohen Wirtschaftlichkeit — selbst bei mittelgroßen Bauten — bürgern sie sich in immer größerem Umfange auch bei uns ein. Ihr Vorzug besteht vor allen Dingen darin, daß der Standort der Betonmischmaschine nicht verändert zu werden braucht und daß die gesamten Rohstoffe vom Beginn bis zur Fertigstellung des Baues an



brückt, der der weitestgespannte Bogen des Landes sein wird. Die Fahrbahn liegt auf dem mittleren Teil der Brücke wagerecht, in den beiden Zufahrten in 1:72 und 1:125 Steigung. Die Durchfahrthöhe beträgt mindestens 25,6 m. Die Fahrbahn erhält eine Breite von 11,6 m, jeder Fußweg eine solche von 2,74 m. Die gesamte Brückenbreite stellt sich auf 17,1 m. In die Mitte der Fahrbahn werden Straßenbahngleise eingelegt.

Bei der Berechnung der Überbauten sind nicht nur die Vorschriften des Verkehrsministeriums für die Belastung von Straßenbrücken zugrunde gelegt, sondern auch noch Einzellasten [bis zu 100 t auf vier Rädern eingeführt worden.

Die Ausschreibung brachte Angebote zwischen 570 000 und 740 000 £. Der Bau ist an die billigste Firma vergeben worden und soll in kurzem in Gang kommen. Die Bauzeit ist auf drei Jahre angesetzt.

Einschließlich Grunderwerbs und anderer Nebenkosten wird sich die neue Brücke auf rd. 1 000 000 £ stellen. Zwei Drittel davon hat das Verkehrsministerium übernommen, ein Drittel mußten die beteiligten Stadtbezirke im Verhältnis ihrer Leistungsfähigkeit übernehmen.

**Schweizer Brückenbau.** Die Schweizer Bundesbahnen bauen, wie wir einem Aufsatz von Bühler in der D. A. Z. entnehmen, anlässlich der Elektrisierung ihrer Linien eine große Zahl eiserner Brücken um. Verstärkungen für den zu erwartenden Verkehr der näheren Zukunft (Achsdrukke von 20 t und Laufmetergewichte von 7 t) kommen bei den vorhandenen Bauwerken zur Ausführung, wenn sich eine befriedigende Lösung findet und keine großen Kosten aus diesen Arbeiten erwachsen. Wo diese beiden Bedingungen nicht erfüllt sind, werden Um- oder Neubauten vorgezogen. In diesen Fällen werden der Berechnung der Bauten höhere Belastungen (Achsdrukke von 25 t und Laufmetergewichte von 11 t) zugrunde gelegt. Auf der Transitlinie Basel-Chiasso könnten heute Züge von Großgüterwagen (mit je 75 t Ladegewicht), wie sie gegenwärtig in Deutschland zur Einführung gelangen, befördert werden. Bis 1929 wird die Hälfte der Linien der schweizerischen Bundesbahnen, rd. 1600 km, elektrisch betrieben werden. Die damit verbundenen Ausgaben für die Verbesserung der Tragfähigkeit der Eisenbahnbrücken werden rd. 40 Mill. Franken betragen, womit einem künftig gesteigerten und beschleunigten Verkehr (Schnellverkehr) die Wege geebnet und dessen Wirtschaftlichkeit durch möglichste Verminderung der Unterhaltungskosten gesichert werden soll.

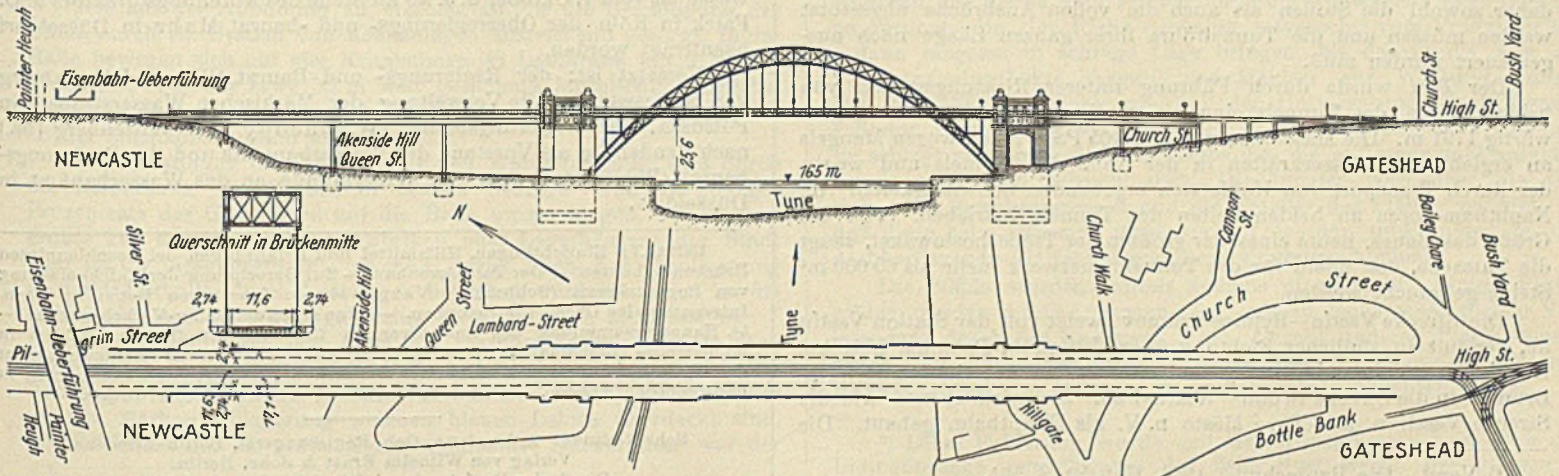
Sehr wirksame Verstärkungen eiserner Brücken, nämlich Verstärkungsbogen mit künstlicher Anspannung, sind vielfach auf der Gotthardlinie ausgeführt worden. Über ihre ästhetischen Wirkungen sind die Auffassungen geteilt. Bei den Umbauten kommt stets die Auswechslung der zu schwachen Überbauten gegen neue eiserne Tragwerke in erster Linie in Betracht, so z. B. bei der Limmatbrücke bei Wettingen-Baden und der Rhônebrücke bei Riddes, oft auch unter Berücksichtigung neuzeitlicher Forderungen in flußbautechnischer Hinsicht, wie z. B. bei der Reußbrücke in der Fluhmühle bei Luzern, bei der die Anzahl der Öffnungen von 5 auf 3 vermindert wurde. Die neueren Bestrebungen der schweizerischen Bundesbahnen nach vermehrter Berücksichtigung der Massivbrücken beim Umbau vorhandener eiserner Brücken hat zur Anwendung weiterer beachtenswerter Bauausführungen Veranlassung gegeben. Unter Beibehaltung des vorhandenen Unterbaues der eisernen Brücken werden gegenwärtig in gewölbte Brücken umgebaut die Viadukte bei Le Day-Vallorbe und bei Grandfey-Freiburg.

Auch eine große Anzahl Straßenbrücken, die den kantonalen Behörden unterstellt sind, sind gegenwärtig im Bau. Der zunehmende Kraftwagenverkehr, der Wunsch nach besseren Verbindungen der vielfach durch tiefe Täler und Schluchten getrennten Bevölkerung

einer Stelle verarbeitet werden können. Ferner fällt das häufige Umlegen der Feldbahngleise weg.

Die Abbildung zeigt unseres Wissens die erste von einer deutschen Firma gebaute, in Deutschland zur Verwendung kommende Anlage; sie ist von der Lauchhammer Rheinmetall A.-G., Berlin NW 6, geliefert worden. Ähnliche Anlagen können natürlich, den jeweiligen Verhältnissen angepaßt, auch für jede andere Leistung hergestellt werden.

**Neue Hochbrücke über den Tyne in Newcastle.** Newcastle on Tyne in England besitzt bis jetzt außer einer Eisenbahnbrücke zwei Straßenbrücken über den Tyne, eine Drehbrücke und eine Hochbrücke. Die Zufahrten zu der Drehbrücke sind ungewöhnlich steil, haben Neigungen von 1:10 und 1:8 und sind für den Fahrverkehr höchst unbequem. Dieser zieht deshalb die Hochbrücke vor, die aber infolgedessen überlastet ist. Die Bruderstädte Newcastle und Gateshead, die sich am Tyne gegenüberliegen, haben sich deshalb mit Unterstützung durch das englische Verkehrsministerium entschlossen, eine neue Hochbrücke für den Straßenverkehr zu bauen. Die neue Brücke erhält die möglichst günstige Lage zum Geschäftsviertel beider Städte. Beistehend sind Aufriß und Querschnitt sowie Lageplan im Bilde gegeben. Der Tyne wird mit einem einzigen Bogen von rd. 165 m Spannweite über-



sowie die infolge der Ungunst der Verhältnisse lange ergebnislosen Bestrebungen von städtischen Baugruppen nach verbesserten Zu- oder Ausgängen haben trotz der schlechten Zeiten die Ausführung mancher Brückenbauten erzwungen. Dies wurde meistens dadurch ermöglicht, daß vor einigen Jahren, als die wirtschaftlichen Verhältnisse noch immer trostlos erschienen, die politischen Behörden aus den für Notstandsarbeiten bewilligten Geldern auch für Brückenbauten namhafte Beiträge, bis zu 30%, bewilligten. Dem Eisen war es allerdings nicht mehr beschieden, wie in früheren Zeiten, sich gerade bei den großen Straßenbrücken als Baustoff durchzusetzen. Die infolge schlechter Erfahrungen nicht ganz unberechtigte Furcht vor großen Unterhaltungskosten und vor zu wenig steifen, also leichten Brücken, sowie schließlich der Wunsch des notleidenden Landes, mit seinen eigenen Hilfsquellen auszukommen, ließen den Vorzug den Massivbrücken aus Stein oder leicht bewehrtem Beton geben. Als eine solche Brücke ist zu nennen die Rhônebrücke in Genf, die die Erschließung zweier Stadtteile in die Wege leiten soll. Auf ihrem unteren Stockwerk war ursprünglich geplant, eine doppelspurige Eisenbahn zu überführen. Da aber der Bahnbau zurückgestellt wurde und voraussichtlich an anderer Stelle zur Ausführung gelangen wird, so hat die aufgesetzte Bogenstellung keine Berechtigung mehr. In Freiburg sind zwei hervorragende Brücken ausgeführt worden, nämlich die Perollesbrücke, die einen neuen Zugang zur Stadt schafft, und die Zähringerbrücke,<sup>1)</sup> die, als Ersatz der zu schwachen großen Hängebrücke, den alten Stadtteilen zu neuer Belebung verhelfen wird. Ferner nähern sich im Kanton Appenzel mehrere ausgezeichnete Brückenbauten der Fertigstellung.

**Neue Eisenbahnbauten in der Tschechoslowakei.** Die staatliche Eisenbahnverwaltung führt nach der „Prager Presse“ gegenwärtig den Bau von zwei wichtigen Eisenbahnstrecken aus, und zwar der Strecken Veselí n. M.—Nové Město n. V. und Vsetín—Bylnice-Brumov. Die erste Strecke ist 68,7 km lang. Ihre größte Steigung beträgt 12‰, und der kleinste Halbmesser der Krümmungen soll nicht kleiner sein als 400 m. Nur ausnahmsweise wird eine Steigung von 13‰ und ein Halbmesser von 300 m zugelassen. Die Bahn zweigt von der Station Veselí n. M. der Eisenbahnlinie Brünn—Wlára-Paß ab und führt über Velká Blatnice, Lípov, Velká und Vrbovce nach Myjava und von hier aus über Poradje, Stará Tura, Kostolna und Čachtice nach Nové Město n. V. der Eisenbahnlinie Galanta—Čilina. Auf dieser im Bau befindlichen Strecke wurden die Bauarbeiten in Bauabschnitten von Veselí n. M. angefangen über Myjava bis Poradje bereits vergeben. Der restliche Teil der Strecke wird wahrscheinlich Ende des Jahres 1925 vergeben werden.

Der bedeutendste Kunstbau auf der Strecke ist der Tunnel unterhalb Polana, dessen Bau am 8. Juli 1923 begonnen wurde. Dieser Tunnelbau wurde anfangs in eigener Regie der Eisenbahnverwaltung ausgeführt, Ende desselben Jahres wurde er jedoch an die Firma Ing. I. V. Velfík vergeben. Der Tunnel durchbricht die Weißen Karpathen in der Richtung Nordwest—Südost und wird bei seiner Länge von 2420 m der längste Tunnel in der Tschechoslowakei sein. Die Achse des Tunnels ist, bis auf einen kleinen gekrümmten Teil am südöstlichen Ende, geradlinig. Der Gipfel der Polana befindet sich noch 180 m über dem Tunnelschitel.

Der Tunnelbau wird in diesem Frühjahr in vollen Gang gebracht werden und, wenn keine unvorhergesehenen Hindernisse entstehen, Ende des Jahres 1926 beendet sein. Der Tunnel geht durch sogenannte obere hieroglyphische Schichten, die aus grauem, braunem und blauvioletttem Tonschiefer bestehen und als Zwischenschichten den Karpathensandstein von blaugrauer und rotgelber Farbe enthalten. Aus dieser geologischen Zusammensetzung ist ersichtlich, daß beim Bau des Tunnels mit starkem Gesteinsdruck zu rechnen sein wird und daß daher sowohl die Stollen als auch die vollen Ausbrüche abgestützt werden müssen und die Tunnelröhre ihrer ganzen Länge nach ausgemauert werden muß.

Der Bau wurde durch Führung unterer Richtungsstollen von beiden Seiten des Tunnels eingeleitet; diese Stollen messen gegenwärtig 1791 m. Die Maschinen von zus. 405 PS werden wegen Mangels an ergiebigeren Wasserkräften in der Nähe des Tunnels und wegen der durch Transport von Kohle sich ergebenden Schwierigkeiten von Naphthamotoren an beiden Seiten des Tunnels betrieben. Von der Größe des Baues, heute eines der größten der Tschechoslowakei, zeugt die Tatsache, daß allein für das Tunnelmauerwerk mehr als 60 000 m<sup>3</sup> Steine gebraucht werden.

Die Strecke Vsetín—Bylnice-Brumov zweigt von der Station Vsetín ab, verläuft in südlicher Richtung über Ústí n. B., Polanka, Lidečko, Horní Lideč, Valašské Klobuky und mündet bei der Station Bylnice-Brumov in die Strecke Brünn—Wlára-Paß. Sie wird ebenso wie die Strecke Veselí n. M.—Nové Město n. V. als Hauptbahn gebaut. Die

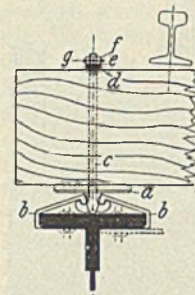
größte Steigung überschreitet nicht 12‰, die Bogen werden in der Regel einen Halbmesser von mindestens 400 m aufweisen. Für diese Bahn werden außer einer Reihe großer Brücken und Viadukte zwei Tunnel erbaut, von denen der längere 870 m messen wird. Diese Strecke ist in ihrer ganzen Länge im Bau und soll programmäßig Ende 1926 fertiggestellt sein.

In diesem Jahre soll auch mit dem Bau der Strecke Handlová—Horní Štubňa und mit den Vorarbeiten zum Bau der Strecke Cervená Skála—Margecany begonnen werden.

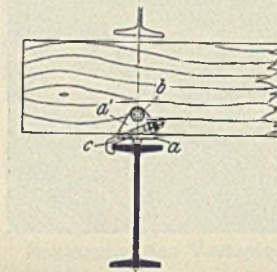
## Patentschau.

Bearbeitet vom Regierungsrat Donath.

**Schwellenlagerung für eiserne Brücken** (Kl. 19d, Nr. 411 962 vom 5. 1. 1924 von Heinrich Fitz in Dresden). Die Schwelle ist

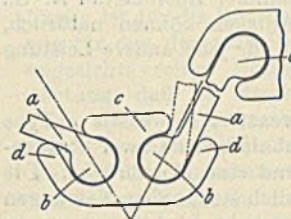


auf einer mit der Schwelle befestigten und auf dem Brückenträger wagerecht gleitenden Kipp-Platte *a* gelagert. Die Befestigung der Schwelle mit der Kipp-Platte geschieht durch eine Zweihakenschraube *c*, in deren abgerundeten Haken die Enden von den Trägerflansch umfassenden Hakenklammern *b* eingehängt sind. Die Verschiebung der Schwelle auf dem Brückenträger ist durch Lockerung einer Schraube leicht zu erzielen, und beim Auswechseln der Schwelle unter der Schiene ist nach Abschrauben der Mutter die Zweihakenschraube auf dem Trägerflansch durchzustoßen und die Klammerhaken sind seitlich aufzuhängen.



**Schwellenlagerung für eiserne Brücken** (Kl. 19d, Nr. 411 963 vom 9. 1. 1924 von Heinrich Fitz in Dresden). Zusatz zum Patent 411 962. Bei dieser Lagerung wird die Kipp-Platte *a* mit zwei seitlich an der Schwelle anliegenden Flanschen *a'* versehen, die an den Außen-seiten ausladende Ansätze für die Hakenschraube *c* haben. Hierdurch wird die obere Schwellenseite von jeglichen Befestigungsteilen frei, und ein Verlegen der Bahnschienen ist an jeder beliebigen Stelle möglich.

**Wellspundwand** (Kl. 84c, Nr. 410 707 vom 2. 4. 1922 von Ransome Machinery Company (1920) Limited in London). Um nach



Einführung der Spundbohlen in die Schloßstücke den Verlauf und die Richtung der Spundwand leicht den jeweiligen Verhältnissen anzupassen, werden die Spundbohlen an beiden Enden mit zylindrischen Wulsten versehen, die tangential an den Bohlensteg anschließen. Die Wulste greifen in die Klauen von Schloßstücken ein, deren Öffnungen kleiner sind als der Wulstdurchmesser, aber größer als die Stegstärke der Spundbohlen.

## Personalnachrichten.

**Preußen.** Mit der Wahrnehmung der Geschäfte eines Staatlichen Kommissars für die Teilnahme an den Diplomprüfungen bei der Technischen Hochschule Aachen in der Abteilung für Bauingenieurwesen ist vom 1. Oktober d. J. ab an Stelle des Abteilungsdirektors a. D. Falck in Köln der Oberregierungs- und -baurat Mahr in Düsseldorf beauftragt worden.

Versetzt ist: der Regierungs- und Baurat (W.) L. Ehrenberg von Schleswig an die Verwaltung der Märkischen Wasserstraßen in Potsdam, der Regierungsbaurat (W.) Jacoby von Wittenberg (Sa.) nach Rendsburg als Vorstand des Wasserbauamts und der Regierungsbaurat (W.) Saltzmann von Wesermünde an das Wasserbauamt in Düsseldorf.

**INHALT:** Einrichtungen, Hilfsmittel und Erfahrungen bei beschleunigten Brückenbauten. — Der Talsperrenbau. — Zur Berechnung der Knickbelastung von Bogenträgern. (Schluß.) — Vermischtes: Inhalt von Beton u. Eisen, Internationales Organ für Betonbau. — Eine Güterumschlag-Verkehrswoche. — 56. Hauptversammlung des Zentralvereins für Deutsche Binnenschifffahrt in München. — Gußbetonanlage bei Schleuse Anderten. — Neue Hochbrücke über den Tyne in Newcastle. — Schweizer Brückenbau. — Neue Eisenbahnbauten in der Tschechoslowakei. — Patentschau. — Personalnachrichten.

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

<sup>1)</sup> Vergl. „Die Bautechnik“ 1924, Heft 50, S. 571.