

Der Brückenbau und der Ingenieurhochbau der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft im Jahre 1930.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Schaper.

Bei der Ungunst der wirtschaftlichen Verhältnisse des vergangenen Jahres konnten der Umbau und die Verstärkung zu schwacher Brücken und die Herstellung ganz neuer Brücken und Ingenieurhochbauten nur in verhältnismäßig geringem Maße gefördert werden. Immerhin ist eine Anzahl beachtenswerter Bauten ausgeführt worden, von denen weiter unten die Rede sein wird. Um so mehr wurde der wissenschaftliche Fortschritt in der Unterhaltung, in der Berechnung und in der Ausführung von Ingenieurbauwerken und die Unterweisung der mit der Unterhaltung und dem Bau der Ingenieurbauwerke betrauten Beamten gefördert.

1. Baugrundforschung.

Um auf diesem noch ziemlich unerforschten, wichtigen Gebiete vorwärts zu kommen, regte die Deutsche Reichsbahn mit Erfolg

- f) Die Reichsbahn wird an Bauwerken, bei denen sichtbare Senkungen festzustellen sind, Messungen mit dem Bodenprüfer durchführen, um den Ursachen der Bodensenkungen nachzugehen. Die Ergebnisse dieser Messungen werden der Degebo bekanntgegeben werden.
- g) Die Reichsbahn wird anstreben, bei einem großen Bauwerk Meßdosen in die Bauwerksohle einzubauen, um die wirklich auftretenden Belastungen zu ermitteln.
- h) Die Degebo wird auch an andere Bauverwaltungen herantreten, um diese zur Mitarbeit im Sinne der vorstehend genannten Punkte zu veranlassen.³⁾



Abb. 1. Unterführung der Holzmarktstraße in Berlin. Alte Brücke.



Abb. 2. Unterführung der Holzmarktstraße in Berlin. Neue Brücke.

eine Zusammenarbeit der Deutschen Forschungsgesellschaft für Bodenmechanik — Degebo — (Prof. Dr.-Ing. Hertwig), des Deutschen Ausschusses für Baugrundforschung der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen (Prof. Dr.-Ing. Kögler), der Preußischen Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin (Prof. Seifert), der Hannoverschen Versuchsanstalt für Grundbau und Wasserbau (Prof. Dr.-Ing. Franzius) und der Deutschen Reichsbahn an.

In Fragen der Baugrundforschung soll in nächster Zeit nach folgenden Grundsätzen verfahren werden:

- a) Die Degebo ist federführend für das Programm und für die Auswertung weiterer Versuche mit Baugrundbelastungen.
- b) Die Reichsbahn wird der Baugrundforschung besondere Aufmerksamkeit zuwenden.¹⁾
- c) Die Reichsbahn wird an größeren Bauwerken, an denen Baugrundforschungen durchgeführt werden sollen, mit dem Bodenprüfer Wolfsholz-Stiemens-Bauunion oder auch nach anderen Verfahren den Baugrund untersuchen,²⁾ der Degebo die Versuchsergebnisse mitteilen und der Degebo von diesen Bauwerken Zeichnungen mit Angabe der Baugrundbelastung aus Eigengewicht und Betriebslast übermitteln.
- d) An den unter c) genannten Bauwerken wird die Reichsbahn Höhenbolzen einmauern und deren Höhenlage während des Baues und im Betriebe laufend nachmessen. Die Ergebnisse werden der Degebo mitgeteilt werden.
- e) Es wird empfohlen, bei den genannten Bauwerken mit dem Bodenprüfer systematische Messungen in den verschiedensten Tiefenlagen der einzelnen Bohrlöcher durchzuführen und aus diesen Tiefenlagen Bodenproben zu entnehmen, um sie im Laboratorium der Degebo nach Kornzusammensetzung, Zusammendrückbarkeit u. dgl. untersuchen zu lassen.

¹⁾ Vgl. z. B. Bautechn. 1930, Heft 36, S. 539.

²⁾ Vgl. Bautechn. 1929, Heft 12, S. 198. 1930, Heft 51, S. 758.

2. Versuche zur Feststellung des Reibungskoeffizienten zwischen Bauwerk und Baugrund.

Die schon im Jahre 1929 begonnenen Versuche bei der Hannoverschen Versuchsanstalt für Grundbau und Wasserbau (Prof. Dr.-Ing. Franzius) wurden fortgesetzt. Sie werden bald abgeschlossen sein.⁴⁾

3. Winddruckversuche.

Die Deutsche Reichsbahn unterstützte auch in diesem Jahre die beim Aerodynamischen Institut der Universität Göttingen laufenden Versuche zur Feststellung der Größe des Winddruckes auf Fachwerkgebilde.

4. Nietversuche.

Im Ingenieurlaboratorium der Technischen Hochschule Darmstadt (Prof. H. Kayser) wurden Versuche mit Nieten für die Deutsche Reichsbahn und den Deutschen Stahlbau-Verband durchgeführt. Die Versuche ergaben, daß die in den Berechnungsgrundlagen für eiserne Eisenbahnbrücken der Deutschen Reichsbahn⁵⁾ vorgeschriebenen zulässigen Beanspruchungen in der Lochleibung und in den Scherflächen der Niete bei ruhender und nicht wechselnder Belastung für Baustahl St 37 und St 52 berechtigt sind.⁶⁾

5. Schweißversuche.

Zur weiteren Feststellung der Eignung des Schweißverfahrens für stählerne Hoch- und Brückenbauten wurden in der Versuchsanstalt an der Technischen Hochschule Dresden (Prof. Dr.-Ing. Gehler) eingehende Versuche mit einzelnen Schweißverbindungen, die bei der schweißtechnischen Versuchsabteilung des Ausbesserungswerkes Witten-

³⁾ Vgl. Bautechn. 1930, Heft 42, S. 641; Heft 45, S. 676; Heft 46, S. 686; Heft 51, S. 757.

⁴⁾ Jaeger, Erdwiderstand unter dem Einfluß von Seitenwänden. Berlin 1931, Wilh. Ernst & Sohn.

⁵⁾ Berlin 1926, Wilh. Ernst & Sohn.

⁶⁾ Stahlbau 1930, Heft 13, S. 145; Heft 17, S. 204.



Abb. 3. Überführung der Monumentenstraße in Berlin.



Abb. 4. Unterführung des Gartenufers und der Freiarche der Berliner Stadtbahn.

berge geschweißt waren, durchgeführt. Weiter wurden vier 9 m weit gestützte, geschweißte Fachwerkträger bei der Brückenmeisterei in Minden (Westf.) dem Bruchversuch durch eine Schwingungsmaschine mit umlaufenden, exzentrisch gelagerten Schwungmassen⁷⁾ unterworfen. Die Ergebnisse der Versuche waren so günstig, daß die Deutsche Reichsbahn in Erkenntnis der technischen und wirtschaftlichen Vorzüge des Schweißverfahrens sich entschloß, das Schweißverfahren bei ihren stählernen Ingenieurhochbauten und Brücken anzuwenden. Die geschweißten Ausführungen der Deutschen Reichsbahn im Jahre 1930 werden weiter unten genannt.

6. Versuche zur Ermittlung der Bremsbeanspruchung der Lager, Widerlager und Pfeiler der stählernen Brücken.

Zur Feststellung der Größe der auf die Lager der stählernen Brücken wirkenden Bremskräfte, von denen die Bemessung der Pfeiler und Widerlager in hohem Maße abhängig ist, sind umfangreiche Versuche eingeleitet. Diese Versuche können nur an eigens dazu hergerichteten Überbauten durchgeführt werden. Die zu untersuchenden Überbauten werden an beiden Enden auf Rollenlagern gelagert. Das eine der beiden Widerlager oder der eine der Pfeiler wird mit einem eingemauerten Bremsbock ausgerüstet. Zwischen diesem Bremsbock und dem Überbau wird ein Gelenkstab eingeschaltet, an dem durch Kohlenfernmesser die Bremsspannungen gemessen werden.⁸⁾

7. Versuche zur Feststellung des Korrosionswiderstandes der verschiedenen Baustähle.

Gewöhnliche und hochwertige Baustähle und solche ohne und mit Kupfergehalt wurden Dauerversuchen im Tunnel bei Oberhof und im Fernbahntunnel am Schlesischen Bahnhof in Berlin und Kurzversuchen bei der Chemischen Versuchsabteilung Kirchmöser unterworfen. Dabei wurden Bleche mit und ohne Walzhaut und mit und ohne Farbanstrich untersucht. Aus den Versuchen, die noch nicht als abgeschlossen gelten können, kann vorläufig gefolgert werden, daß die gekupferten Stähle den Stählen ohne Kupfergehalt hinsichtlich des Korrosionswiderstandes überlegen sind und daß die Walzhaut den Stahl in gewissem Maße und in gewisser Zeit vor dem Rostangriff zu schützen vermag.

8. Anstrichversuche.

Die Versuche zur Ermittlung der besten Rostschutzanstriche wurden fortgesetzt. Bei der großen wirtschaftlichen Bedeutung des Rostschutzes der Stahlbauten und bei der Fülle und Verschiedenartigkeit der an-

gebotenen Rostschutzfarben sind solche Versuche trotz der streng wissenschaftlichen und bewährten Farbvorschriften der Deutschen Reichsbahn außerordentlich wichtig. Die Großversuche an stählernen Brücken und die Versuche an Blechtafeln auf den sechs Versuchsständen in Westerland, Garmisch, Essen, Geisenheim, Berlin und Treuburg (Ostpr.) dienen der Beantwortung der Fragen nach den besten Bindemitteln und nach den geeignetsten Farbkörpern für Grund- und Deckanstriche, nach der Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit des Anstrich- oder Aufspritzverfahrens der Rostschutzfarben und nach der Eignung schnell trocknender Farben und bituminöser Anstrichstoffe. Aus den bisherigen Ergebnissen der Versuche kann vorläufig geschlossen werden:

- a) Farben mit Standöl sind Farben mit gewöhnlichem Leinölfirnis überlegen.
- b) Den besten Grundanstrich erhält man mit Bleimennige.
- c) Bleiweiß- und Eisenglimmerfarben liefern die besten Deckanstriche.
- d) Ein zweiter Grundanstrich verbessert die Haltbarkeit des Anstriches erheblich.
- e) Den zweckmäßigsten und wirtschaftlichsten Rostschutz erhält man durch zweimaligen Grundanstrich und zweimaligen Deckanstrich.
- f) Die Versuchsergebnisse sind im großen und ganzen für die sechs Prüfstände mit den verschiedenartigen klimatischen und örtlichen Verhältnissen gleichartig. Es ist also nicht nötig, für Orte verschiedenen Klimas verschiedene Anstrichstoffe vorzuschreiben.
- g) Die sogen. Naß-auf-Naß-Verfahren, bei denen die verschiedenen Anstriche auf den noch nicht getrockneten Unteranstrich gespritzt werden, ergeben einen ebenso guten Rostschutz wie die Pinselanstriche, bei denen der Unteranstrich vor dem Aufbringen des nächsten Anstriches vollständig getrocknet sein muß. Der Wert des Naß-auf-Naß-Verfahrens beruht in der großen Verkürzung der Anstrichzeit und damit in der Verminderung der Gefahr, mit dem Anstrich in schlechtes Wetter hineinzukommen.

Auch mit dem Metallpulver-Spritzverfahren nach Schori sind Versuche eingeleitet. Bei diesem Verfahren wird Metallpulver durch Druckluft aus einer Spritzpistole getrieben, das beim Austritt aus der Pistole durch die Flamme eines Sauerstoff-Azetylengebläses so stark erhitzt wird, daß es im geschmolzenen Zustande auf das Eisen gelangt.

9. Vervollkommnung des von der Deutschen Reichsbahn entwickelten dynamischen Spannungsmessers.

Der Kohlefernmesser wurde im Jahre 1930 weiter verbessert. Das Meßgerät wurde auch zur Messung von Beschleunigungskräften und von Durchbiegungen ausgebaut. Für die statische Eichung des Kohlefernmessers wurde eine sogen. Eichbank entwickelt und beschafft, durch die dem Meßgerät bestimmte Verschiebungen aufgezwungen werden, und für die



Abb. 5. Alte Brücke über die Sieg.



Abb. 6. Neue Brücke über die Sieg.

⁷⁾ Vgl. Bautechn. 1930, Heft 22, S. 325, Abb. 6.

⁸⁾ Bernhard, Die neuen Brückenmeßwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. Siehe Bautechn. 1931, Heft 1.

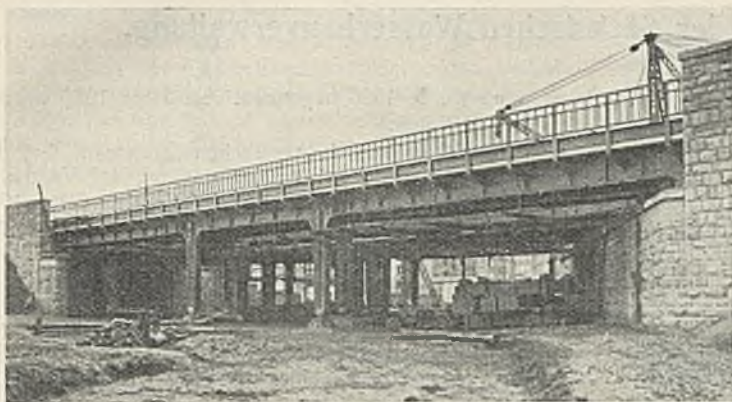


Abb. 7. Unterführung der Stofflerstraße in Düsseldorf.



Abb. 8. Kreuzungsbauwerk bei Langenfelde.

dynamische Eichung ein elektrischer Schütteltisch, durch den dem Meßgerät bekannte Schwingungen bis zu 300 in der Sekunde aufgedrückt werden.⁸⁾

10. Mit dem Kohlefernmesser durchgeführte besondere Untersuchungen.

Vor dem Unterausschuß für technische Fragen des Internationalen Eisenbahn-Verbandes wurden im Oktober 1930 an einer 43,5 m weit gestützten eingleisigen Fachwerkbrücke auf einer nicht im Betriebe befindlichen Fachwerkbrücke bei Douai in Frankreich umfangreiche Vergleichsmessungen mit dem elektrischen Kohlefernmesser der Deutschen Reichsbahn und dem mechanischen Spannungsmesser der Schweizerischen Bundesbahnen durchgeführt. Bei diesen Messungen wurde die außerordentliche Brauchbarkeit und Zweckmäßigkeit des Meßgerätes der Deutschen Reichsbahn festgestellt.

11. Versuche zur Feststellung der Dauerfestigkeit der Baustähle, namentlich auch in den Nietverbindungen.

Zur Beantwortung der noch ungeklärten Frage nach der Dauerfestigkeit der Baustähle hat die Deutsche Reichsbahn in Gemeinschaft mit dem Deutschen Stahlbau-Verband und dem Verein Deutscher Eisenhüttenleute einen umfangreichen Plan zur schnellen Durchführung der nötigen Versuche aufgestellt. Sie selbst hat eine 75-t-Pulsatormaschine zu diesem Zweck in Auftrag gegeben. Die bei der Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule Stuttgart eingeleiteten Dauerfestigkeitsversuche sind im Jahre 1930 weiter gefördert worden.⁹⁾ Auch sind 9 m weit gestützte Fachwerkträger aus St 37 und St 52 durch die Schwingungsmaschine durch Beanspruchung auf Dauerfestigkeit zum Bruch gebracht worden. Ein endgültiges Urteil über die Dauerfestigkeit der Baustähle wird erst im Jahre 1931 möglich sein.

12. Kurse zum Unterricht der Beamten der Brückendezernate.

- a) Zur Einführung in die Schweißtechnik wurden bei der schweißtechnischen Versuchsabteilung des Reichsbahn-Ausbesserungswerkes Wittenberge Kurse abgehalten, an denen 102 Beamte teilnahmen.¹⁰⁾
- b) Um die Leiter der neuerdings weiter ausgebauten oder neu eingerichteten Baustoffprüfstellen bei den Reichsbahndirektionen und die Vertreter dieser Beamten mit den Anforderungen der neuzeitlichen Baustoffprüfung vertraut zu machen, wurden für diese Beamten mehrtägige Unterrichtskurse bei der Baustoffprüfstelle der Reichsbahndirektion Berlin abgehalten.

13. Vorträge über Schwingungstheorie.

Gelegentlich der im November 1930 abgehaltenen Besprechung der Brückendezernenten wurden Vorträge zur Einführung in die Schwingungstheorie der stählernen Brücken gehalten, um die wichtige Kenntnis des dynamischen Verhaltens der stählernen Brücken zu vertiefen. Diese Vorträge werden demnächst in erweiterter Form in einem Buche erscheinen.

14. Die Hilfwerte für das Berechnen und Entwerfen stählerner Eisenbahnbrücken¹¹⁾

sind in einem 129 Seiten umfassenden Hefte erschienen. Sie tragen erheblich dazu bei, die Entwurfsarbeiten für stählerne Brücken zu erleichtern und abzukürzen.

⁸⁾ Stahlbau 1930, Heft 12, S. 133.

¹⁰⁾ Bautechn. 1930, Heft 29, S. 454; Heft 31, S. 481.

¹¹⁾ Berlin 1930, Wilh. Ernst & Sohn.

15. Technische Vorschriften für Stahlbauwerke.

Die „Vorläufigen Fertigungsvorschriften für Eisenbauwerke“ sind im Jahre 1930 in neuer Bearbeitung unter der Bezeichnung „Technische Vorschriften für Stahlbauwerke“ erschienen.

16. Anweisung für die Abdichtung von Ingenieurbauwerken.¹²⁾

Die schon seit 1929 in Bearbeitung befindliche „Anweisung für die Abdichtung von Ingenieurbauwerken“ steht vor dem Abschluß. Ihre Bearbeitung bereitete bei dem noch sehr wenig erforschten und wissenschaftlich bisher noch nicht durchdrungenen Stoff und bei den stark voneinander abweichenden Ansichten ungewöhnliche Schwierigkeiten und erforderte langwierige Verhandlungen zwischen der Deutschen Reichsbahn, den Vertretern der Wissenschaft und der Industrie.

Im folgenden sind einige der wichtigsten im Jahre 1930 vollendeten Bauausführungen des Brücken- und Ingenieurhochbaues erläutert.

A. Stählerne Brücken.

I. Vollwandige Träger.

1. Unterführung der Holzmarktstraße unter der Berliner Stadtbahn im Bezirk der Reichsbahndirektion Berlin (Abb. 1 u. 2).

Abb. 1 stellt die alte und Abb. 2 die neue Brücke dar. Der Vergleich beider Abbildungen zeigt den großen Fortschritt in der Technik und Ästhetik der Brücken und das große Anwachsen in den Anforderungen des Straßenverkehrs. Die Hauptträger sind Träger auf sechs Stützen mit Gelenken. Für jedes der vier Gleise ist ein eingleisiger Überbau vorhanden. Die größte der fünf verschiedenen Stützweiten jedes Hauptträgers mißt 15,3 m.

2. Überführung der Monumentenstraße über die Gleise der Anhalter Bahn in Berlin (Abb. 3).

Vollwandige Träger auf fünf Stützen mit Stützweiten von 38,75 — 44 — 40 — 38,75 m.

3. Unterführung des Gartenufers und der Freiarche unter der Berliner Stadtbahn im Bezirk der Reichsbahndirektion Berlin (Abb. 4).

Einzelne Blechträgerüberbauten. Stützweite des Überbaues über dem Gartenufer = 21,6 m. Für jedes der vier Gleise ist eine Reihe eingleisiger Überbauten vorhanden.

4. Eingleisige Eisenbahnbrücke über die Sieg bei Wissen in der Strecke Wissen—Morsbach im Bezirk der Reichsbahndirektion Wuppertal (Abb. 5 u. 6).

Die alten Überbauten (Abb. 5) hatten parallelgurtige Fachwerkträger und tiefliegende Fahrbahn. Die neuen Überbauten (Abb. 6) haben Vollwandträger und hochliegende Fahrbahn. Die Stützweite jedes der beiden Überbauten beträgt 29 m.

5. Unterführung der Stofflerstraße in Düsseldorf unter der Strecke Düsseldorf—Köln im Bezirk der Reichsbahndirektion Wuppertal (Abb. 7).

Die Brücke ist zunächst für fünf Gleise gebaut; sie wird später für zehn Gleise ausgebaut werden. Die Hauptträger sind vollwandig, auf vier Stützen gelagert und mit den stählernen Mittelstützen zu rahmenartigen Gebilden vereinigt. Die Stützweiten betragen 15 — 10 — 15 m.

6. Zweigleisiges Kreuzungsbauwerk bei Langenfelde auf der Strecke Altona—Kiel im Bezirk der Reichsbahndirektion Altona (Abb. 8).

Die Hauptträger des zweigleisigen Überbaues sind durchlaufend Vollwandträger auf vier Stützen mit 29,6 — 29,9 — 26,75 und 33,6 — 28,65 — 24 m Stützweite.

(Fortsetzung folgt.)

¹²⁾ Berlin 1931, Wilh. Ernst & Sohn.

Wasserwirtschaftliche Bauten im Bereiche der Sächsischen Wasserbauverwaltung.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Ministerialrat Cress, Dresden.

Die dichte Besiedlung und die starke industrielle Entwicklung des Freistaates Sachsen verlangen eine planmäßige Wasserwirtschaft unter der Führung des Staates zur Wahrung der berechtigten Forderungen der Land- und Forstwirtschaft, zur Sicherung berechtigter Ansprüche der Industrie und insbesondere zur Erfüllung hygienischer Erfordernisse. Außer der Gewährleistung ausreichender Vorlauf zur Abführung der Haus- und Industrieabwässer ist es vor allem die Frage der Trinkwasserbeschaffung, die für große Landestheile des Freistaates Sachsen von ausschlaggebender Bedeutung ist. Die Grundwasserwerke sind in vielen Gegenden des Landes nicht so ergiebig, daß sie den steigenden Bedarf an Trink- und Brauchwasser für die Gegenwart und die nahe Zukunft sicherstellen könnten. Diese Umstände zwingen dazu, der Trinkwasserversorgung durch Errichtung von Talsperren geeignetes Oberflächenwasser zur Verfügung zu stellen. In welcher Weise dies für den Landesteil Mittelsachsen geplant ist, hat bereits Herr Ministerialdirektor Dr.-Ing. Ehr. Sorger in seinem Aufsatze über die wasserwirtschaftlichen Planungen im Weißeritzgebiete bei Dresden dargestellt¹⁾.

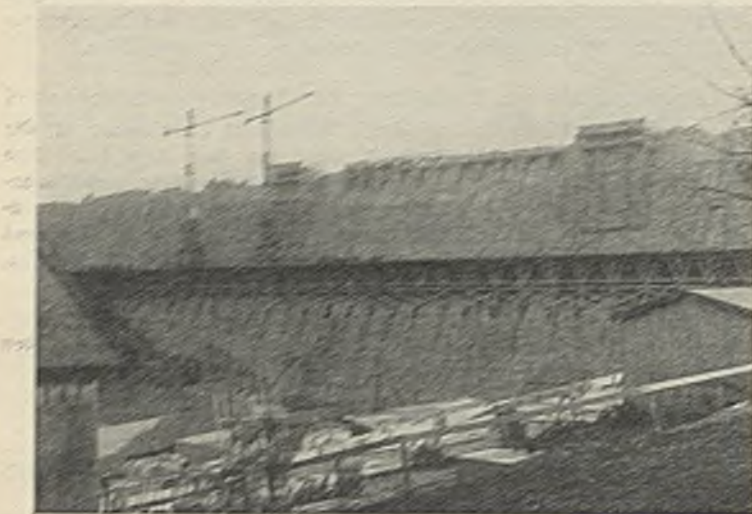


Abb. 1. Talsperre an der Lehmühle im Tale der Wilden Weißeritz. Luftseitige Maueransicht.

Auf Grund der Gesamtplaner wird vom Sächsischen Staat zur Zeit der Bau der Talsperre Lehmühle im Tale der Wilden Weißeritz ausgeführt (Abb. 1).

Die Sperrmauer liegt etwa 30 km südlich von Dresden und rd. 5 km oberhalb der im Jahre 1914 vollendeten Trinkwassertalsperre Klingenberg. Bei einem mittleren Jahresabfluß von rd. 34 Mill. m³ aus dem 62 km² großen, waldreichen und wenig besiedelten Niederschlagsgebiet ist es möglich, mit 22 Mill. m³ Beckeninhalte eine Mindestwasserabgabe von rd. 90 l/sek zu gewährleisten. Die geologischen Verhältnisse an der Sperrstelle waren günstig. Fester, gesunder Gneis mit mäßiger Überlagerung stand zur Gründung der Sperrbauwerke zur Verfügung, auch konnte unweit der Sperrstelle ein ergiebiger Steinbruch aufgemacht werden.

Die Sperrmauer wird aus Bruchsteinmauerwerk in Zement-Traß-Kalk-Mörtel ausgeführt. Sie ist im Grundriß gerade, in der Krone 450 m lang und hat bei 30 m Höhe über Gründungssohle eine Sohlenbreite von 37,5 m. Etwa alle 40 m sind Dehnungsfugen mit Kupferblech und Bitumendichtung vorgesehen. Der Talgestaltung entsprechend schließt sich am linken Hang an die Sperrmauer ein Erddamm mit Betonkern von 100 m Länge und 8 m größter Höhe an. Um das Hochwasser abzuführen, sind in den beiden Grundablaßstollen zwei Entlastungsrohre von je 1200 mm l. W. angeordnet. Sie können zusammen mit vier Trinkwasserrohren von je 800 mm l. W. das größte bekannte Hochwasser von 100 m³/sek abführen. Jedes Rohr wird durch zwei Talsperren-Spezialschieber abgeschlossen; die Entlastungsrohre erhalten außerdem noch einen Notverschluß (Flachschieber) an der Wasserseite. Außerdem wird in der Mitte der Sperrmauer ein Hochwasserüberfall mit elf Öffnungen von je 3,3 m l. W. angeordnet. Er kann bei einer Überfallhöhe von 1,15 m ebenfalls 100 m³/sek abführen.

Am luftseitigen Mauerfuß liegt ein Sturzbecken von 15 m Breite und 50 m Länge mit einem 3 m tiefen Wasserpolster. Aus diesem läuft das Wasser über eine als Meßwehr ausgebildete Wehrschwelle dem Bett der Wilden Weißeritz wieder zu.

¹⁾ Vgl. Bautechn. 1929, Heft 1, S. 1.

Mit den Bauarbeiten wurde 1926 begonnen. Im Jahre 1931 werden sämtliche Arbeiten vollendet sein.

Zur Beschaffung von Trinkwasser im westlichen Landesteile hat der Sächsische Staat bereits im Jahre 1920 bei Muldenberg im Vogtlande den Bau einer Talsperre in Angriff genommen. Sie wurde im Jahre 1925 vollendet und versorgt bereits zahlreiche Gemeinden des Göltzschtals bis herab nach Reichenbach mit Trinkwasser. Diese Anlage ist jedoch nur ein erster Ausbau. Die Gesamtplanung steht unter Erweiterung des Versorgungsgebietes die Trinkwasserbeschaffung durch drei Talsperren vor. Gemäß diesem Plane ist jetzt die Talsperre Weiterswiese bei Carlsefeld im Erzgebirge errichtet worden.

Mit einer Staupegelhöhe auf + 904,00 m ü. NN ist die Talsperre Weiterswiese im Tale der Wilzsch, einem Nebenflusse der Zwickauer Mulde, die am höchsten gelegene Talsperre Deutschlands. Sie kann auch die höher gelegenen Ortschaften des westlichen Erzgebirges ohne Pumpwerke mit Wasser versorgen.

Das Einzugsgebiet der Wilzsch beträgt an der Sperrstelle 5 km². Es ist bewaldet und fast unbesiedelt. Nach langjährigen Beobachtungen ist mit einem mittleren Jahresabfluß von rd. 5 Mill. m³ zu rechnen. Das

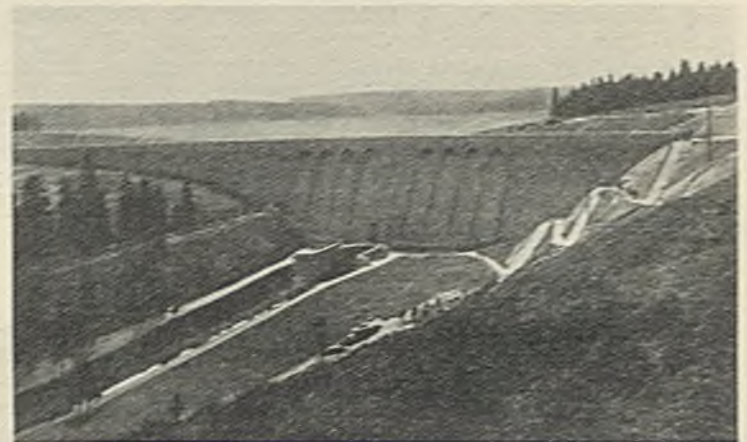


Abb. 2. Ansicht der Talsperre bei Weiterswiese.

Sperrbecken faßt 3 Mill. m³ = rd. 60% der mittleren Jahresabflußmenge. Es kann damit eine Mindestwasserabgabe von 150 l/sek gewährleistet werden. Hiervon sollen 75 l/sek als Trinkwasser abgegeben werden, der Rest soll die Niedrigwässer der Wilzsch erhöhen.

An der Sperrstelle steht Eibenstocker Turmalingranit mit Überlagerungen verschiedener Mächtigkeiten an. Das Gestein tritt in zwei Hauptarten auf: einmal als grobkörniger alter Massivgranit, der für die Mauerung nicht in Frage kommt, und zum anderen als fein- bis mittelkörniges Gestein, das strom- und deckenartig den alten Granit überlagert. Beim Aufschließen der Baugrube hat sich gezeigt, daß der feste Fels auf eine größere Länge erst in 12 m Tiefe erreicht werden konnte. Am linken Hange mußten wegen der Zerrissenheit und der waagerechten Schichtung des grobkörnigen Granites größere Zementeinspritzungen vorgenommen werden.

Die Sperrmauer ist im Grundriß nach einem Kreisbogen von 160 m Halbmesser gekrümmt. Sie wurde in Bruchsteinmauerwerk mit Zement-Traß-Kalk-Mörtel ohne Dehnungsfugen ausgeführt. Bei 31,8 m größter Mauerhöhe beträgt die Sohlenbreite 21,8 m. In der Krone gemessen ist die Mauer 206 m lang.

Für die Wasserabgabe sind in einem Grundablaßstollen zwei Grundablaßrohre von je 800 mm ϕ und zwei Trinkwasserentnahmerohre von je 400 mm ϕ untergebracht. Sämtliche Rohre sind wasser- und luftseitig abschließbar.

Zur Abführung des Hochwassers bei etwaigen Betriebsstörungen an den Entlastungs- und Entnahmerohrleitungen dient nach Erreichen des Regelstaus + 904,00 m ü. NN ein Hochwasserüberfall von 16,60 m Länge. Der überfallende Wasserstrahl trifft am Fuße der Mauer aus ein kaskadenartig angeordnetes Tosbecken mit einem 3 m tiefen Wasserpolster.

Die Bauarbeiten begannen als Notstandsarbeiten im Jahre 1926 und waren 1929 beendet (Abb. 2). Es wurden dabei etwa 112 000 Erwerbslosentagewerke geleistet, wodurch die im oberen Erzgebirge besonders drückende wirtschaftliche Not eine Zeitlang merklich gemindert werden konnte.

Während die Talsperren Lehmühle und Weiterswiese der Trinkwasserversorgung dienen, ist es Aufgabe der Koberbachtalsperre, den Bedarf der Industrie an Fabrikationswasser sicherzustellen²⁾. Die Frage der Beschaffung ausreichenden und einwandfreien Wassers für die hochentwickelte Textilindustrie der Orte Neukirchen, Crimmitschau und Frankenhausen war in den letzten Jahren immer brennender geworden, weil eine Entnahme aus der Pleiße wegen ihrer Verschmutzung — namentlich bei Niedrigwasser — zu den größten Schwierigkeiten in den Betrieben führte. Die Trinkwasserversorgungsanlagen Crimmitschaus konnten den Fabriken die erforderliche Fabrikationswassermenge nicht liefern. Da die Grundwasservorräte dieser Gegend nicht so ergiebig sind, daß sie den Bedarf der Textilindustrie ohne Schädigung der Land- und Forstwirtschaft decken können, war die Errichtung einer Talsperre zur Abgabe von Nutzwasser vom allgemeinen und vom wirtschaftlichen Standpunkte aus die gegebene Lösung. Außerdem bot die Anlage einer Talsperre die Möglichkeit, den Anforderungen der Färberei- und Bleichereibetriebe entsprechend ein Wasser von geringerer Härte zu liefern, als es bei Entnahme aus den Grundwasserströmen möglich gewesen wäre.

Als günstigster Beckeninhalte ergaben sich rd. 2,8 Mill. m³ = rd. 80 % der mittleren jährlichen Abflußmenge von 3,6 Mill. m³ aus dem etwa 22,4 km² großen, in der Hauptsache landwirtschaftlich genutzten Niederschlagsgebiete. Unter Berücksichtigung eines eisernen Bestandes von etwa 0,120 Mill. m³ und eines Verlustes von 9 l/sek durch Verdunstung und Versickerung ist eine Nutzwasserabgabe von 79 l/sek möglich.

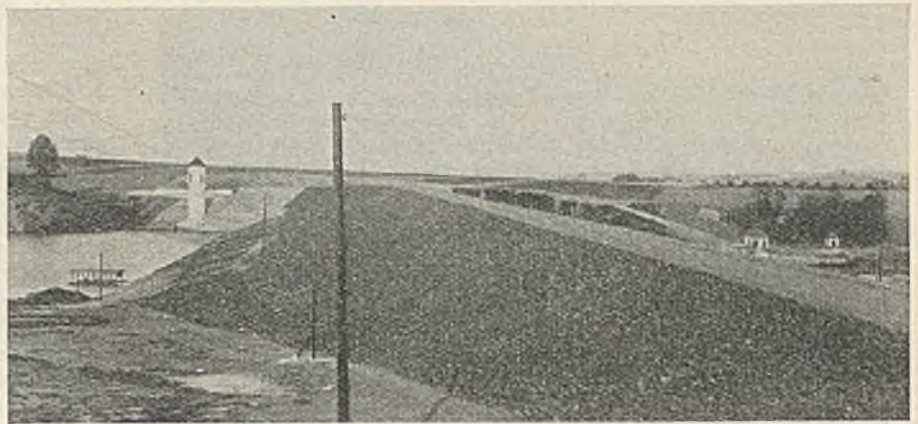


Abb. 4. Blick auf Überlauf, Schieberturm und Sperrdamm.

110 m Länge, fünf Kaskadenstufen und einem Tosbecken. Diese Hochwasserentlastungsanlage kann bei 0,98 m Überfallstärke 68 m³/sek abführen, das ist mehr als das Doppelte der geschätzten höchsten Hochwassermenge.

Zu dieser Leistung der Hochwasserüberfälle kommt noch die der Grundablässe, die 36,5 m³/sek abführen können. In den Entlastungsanlagen ist somit eine mehr als dreifache Sicherheit vorhanden. Als Grundablässe sind zwei Rohre von 1200 mm i. W. eingebaut worden, die in den als Freispiegelstollen ausgebildeten Umlaufstollen münden. Zugeleitet wird das Wasser diesen beiden Grundablässen durch ein 22 m langes Eisenbetonrohr von 3,10 m i. W. Zwischen dem Eisenbetonrohr

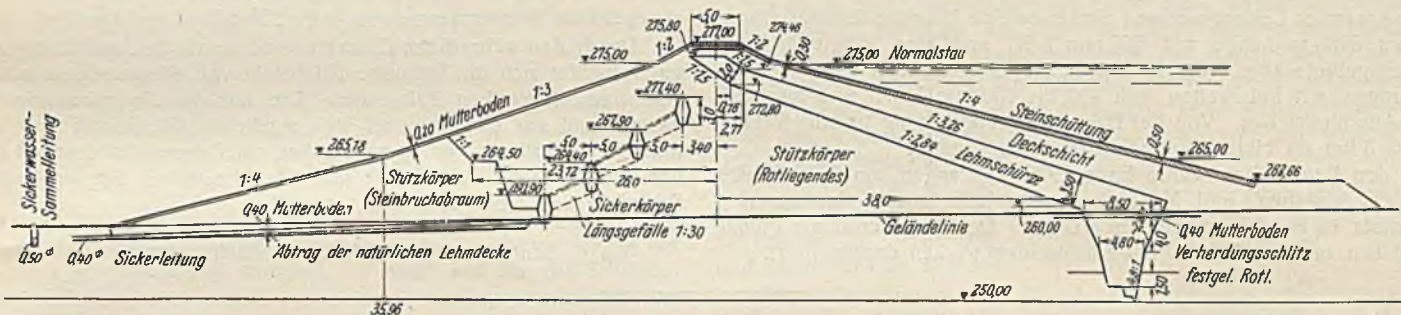


Abb. 3.

Sperrstelle und Staugebiet liegen im oberen Rotliegenden. Bei der Beschaffenheit des Rotliegenden der dortigen Gegend kam für das Sperrbauwerk nur ein Erddamm in Betracht. Seine Abmessungen sind: 310 m Länge in der Dammkrone, 19 m größte Höhe, 5 m Breite an der Dammkrone und 125 m Breite an der tiefsten Stelle des Tales (Abb. 3).

Der Damm besteht aus einem Stützkörper und einer Lehmdichtungsschicht von 3,50 bis 2,0 m Stärke, die in einer Neigung von 1:2,84 wasserseitig auf dem Stützkörper aufliegt. An diese Lehmschürze schließt sich die Lehmdichtung in dem Verdichtungsschlitz an. Diese ist 1,0 bis 1,5 m in das festgelagerte Rotliegende eingebunden, um die Wasseradern abzuriegeln, die beim Durchfahren des verwitterten und klüftigen Rotliegenden und einiger Schichten alluvialen Flußkieses angetroffen wurden. Die Lehmschürze wird gegen Austrocknen durch eine i. M. 2,5 m starke Deckschicht aus Rotliegendem geschützt. Als wasserseitige Böschungsbefestigung des Dammes ist eine 30 bis 60 cm starke Steinschüttung aufgebracht worden.

Die Schwierigkeit beim Bau des Dammes lag in dem Mangel an genügend durchlässigen Massen, da das Rotliegende wegen seiner tonartigen Bestandteile nicht einwandfrei war. Es ist deshalb in dem aus Rotliegendem geschütteten Stützkörper ein System von Sickerkörpern eingebaut und ein größerer Teil des Stützkörpers am luftseitigen Dammfuß aus Steinbruchabraum, der mit Lastkraftwagen aus dem Grünsteinbruche von Neumark herbeigeschafft werden mußte, hergestellt worden (Abb. 4).

Der Sperrdamm ist durch kein Bauwerk unterbrochen. Die Entnahmeanlagen sind vielmehr in einem Stollen am linken Stellhang angeordnet worden. Dort befindet sich auch die Hochwasserentlastung, bestehend aus einem 35 m langen Überfall, einem Zuführungskanal von

und dem Freispiegelstollen liegt die Schieberkammer mit dem Schieberturm. Sie ist in Beton und Eisenbeton ausgeführt und nach der Luft- und Wasserseite durch Klinkerpfropfen abgeriegelt. In der Schieberkammer sind außer je zwei Schiebern für die beiden 1200er Grundablässe zwei Schieber für die beiden Entnahmeleitungen von 600 mm i. W. mit Verbindungs- und Entwässerungsleitungen sowie Stopfbüchsen und Belüftungsventilen untergebracht.

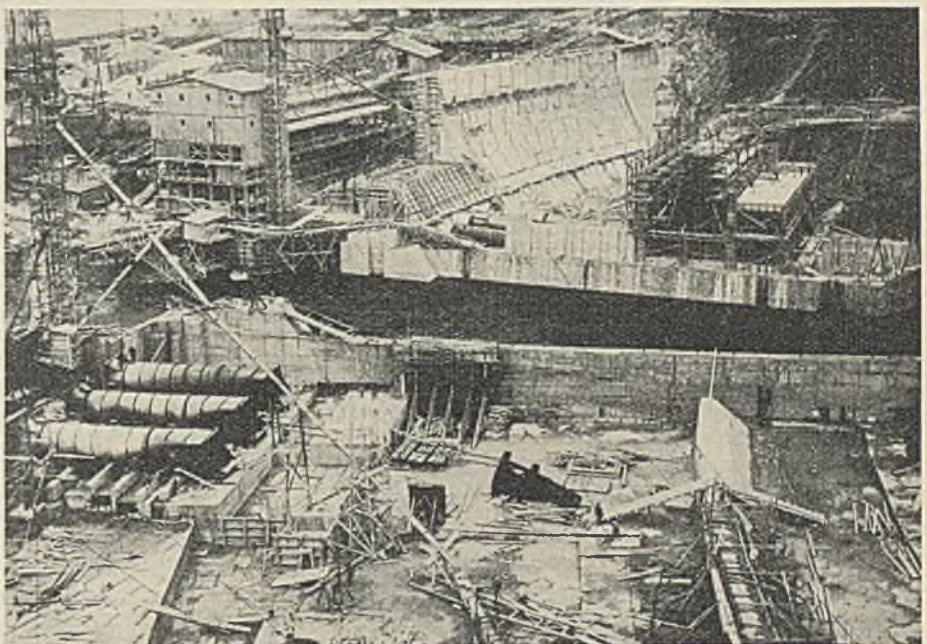


Abb. 5. Talsperre Kriebstein. Montagearbeiten.

²⁾ Vgl. Bautechn. 1926, Heft 15, S. 218.

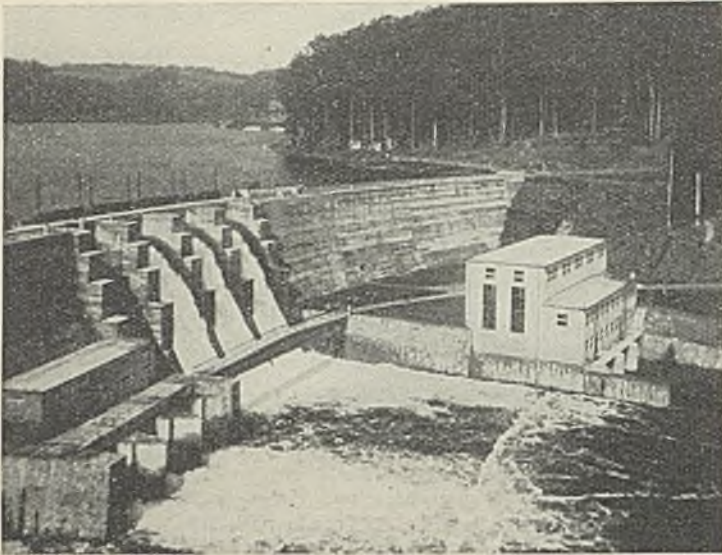


Abb. 6. Talsperre Kriebstein.
Linker Teil der Sperrmauer mit Krafthaus.

Die beiden Nutzwasserleitungen von 600 mm I. W., die eine Entnahme des Wassers in zwei Höhen gestatten, führen — im oberen Teile des Umlaufstollens liegend — nach einem Wassermeßschacht und von da in einem Strang von 650 mm I. W. nach dem Verbrauchsgebiete.

Die gesamten Leitungsanlagen umfassen eine Hauptzuführungsleitung von etwa 5000 m Länge mit 650 mm I. W. und eine Ringleitung im Verbrauchsgebiete von etwa 7200 m Länge einschließlich einiger Querverbindungen mit Rohrweiten von 450 bis 150 mm I. W. und zunächst etwa 40 Anschlußstellen. Von der Hauptzuführungsleitung ist eine Strecke von etwa 3 km als Holzrohrleitung ausgeführt worden.

Mit den Bauarbeiten wurde Ende 1926 angefangen, am 6. Juni 1929 begann das Anstauen, und Mitte September 1929 konnte das gesamte Leitungsnetz in Betrieb genommen werden. Der Bau wurde als großer Notstandsbau in etwa 125 000 Erwerbslosentagewerken durchgeführt.

Auf Grund des Arbeitsbeschaffungsprogramms zur Behebung der Erwerbslosigkeit wurde von der Sächsischen Wasserbauverwaltung im Jahre 1926 mit Inanspruchnahme von Mitteln der werteschaffenden Erwerbslosenfürsorge der Bau der Zschopautalsperre bei Kriebstein in Angriff genommen. Seiner Art nach war dieser Bau als Notstandsbau besonders geeignet, zumal die Ausführung der Sperrmauer in Gußbeton Gelegenheit zur Beschäftigung einer großen Zahl ungelerner Arbeiter (insgesamt 212 000 Erwerbslosentagewerke) bot. Die Anlage dient, wie in einer allgemeinen Darstellung dieses Baues³⁾ bereits berichtet worden ist, der Krafterzeugung und dem Hochwasserschutz. Die Kraftanlage ist ein Laufkraftwerk, das mit 21,17 m Bruttogefälle und einer Ausbaugröße von 36 m³/sek bei den Abflüßmengen der Jahre 1911 bis 1925 im Mittel 25 Mill. kWh jährlich ab Generatorklemme leisten kann.

Begonnen wurde der Bau Ende 1926. Infolge einiger Schwierigkeiten bei der Gründung konnte mit dem Betonieren jedoch erst Ende Juni 1928 angefangen werden. Es gelang dann aber trotz dem strengen Winter 1928/29, durch zweckmäßiges Verbinden der umfangreichen und teilweise schwierigen Montagearbeiten mit den Beton- und sonstigen Bauarbeiten (Abb. 5) sämtliche Arbeiten am Sperrmauerbauwerk und am Krafthaus einschließlich aller Maschinen- und Elektromontagen bis Ende 1929 zu beenden, so daß fristgemäß am 6. Januar 1930 die Kraftanlage in Betrieb genommen werden konnte. Seitdem läuft die Anlage zur Zufriedenheit. Auch die baulichen Maßnahmen haben sich bisher in jeder Weise als zweckmäßig erwiesen. Dank der sorgfältigen Zusammensetzung des Gußbetons und der scharfen Überwachung der Betonierungsarbeiten ist eine hohe Dichtigkeit des Sperrbauwerks erzielt worden. Das im Sperrmauerkörper liegende Dränagesystem mit insgesamt 2210 m Sickerleitungen liefert acht Monate nach erstmaligem Erreichen des Höchststaus bei völlig gefüllter Sperre nur knapp $\frac{1}{5}$ sl Sickerwasser. Auch die Hochwasserentlastungsanlagen und die Art der Energievernichtung haben sich bei der bisher höchsten abgegebenen Wassermenge von etwa 250 m³/sek gut bewährt.

Durch den wehrartigen Charakter und durch die Ausführung in Beton unterscheidet sich die Talsperre Kriebstein von allen anderen bisher ausgeführten sächsischen Talsperren. Die aus der Zweckbestimmung der Anlage und aus dem Baustoff sich ergebende Gliederung und architektonische Gestaltung des Bauwerks hat ein Gesamtbild ergeben (Abb. 6), das sich in seiner Schlichtheit und Geschlossenheit der landschaftlichen Schönheit des Zschopautales gut anpaßt.

³⁾ Vgl. Bautechn. 1930, Heft 11, S. 149 ff.

Der Ausbau der Endstrecke des Oder-Spree-Kanals bei Fürstenberg a. d. Oder.

Der Umgehungskanal mit den Vorhäfen der Schachtschleuse und den zugehörigen kleinen Bauwerken.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Regierungsbaurat Möller † und Regierungsbaurat Sievers.

In der Abhandlung „Der Ausbau des Oder-Spree-Kanals“ (Bautechn. 1927, S. 619 und 651) hat Oberregierungs- und -baurat Ostmann die allgemeinen Gesichtspunkte erörtert, die nach dem Kriege zum Ausbau des Oder-Spree-Kanals für große Schiffe führten. Er begründet gleichzeitig die beschleunigte Inangriffnahme und Durchführung der Bauten bei Fürstenberg a. d. Oder und gibt einen allgemeinen Überblick über die Umstände, die dazu geführt haben, vom Umbau der alten Fürstenberger Schleusentreppe abzusehen und dafür einen neuen Umgehungskanal mit der Zwillingschachtschleuse anzulegen.

Im folgenden soll zunächst der neue Umgehungskanal mit den zugehörigen kleineren Bauten besprochen werden, während das größte und bedeutendste Bauwerk, die Zwillingschachtschleuse, sowie die umfangreichen Arbeiten zur Verbesserung der Mündung des Oder-Spree-Kanals in die Oder besonderen Veröffentlichungen vorbehalten bleiben.

I. Der Umgehungskanal.

1. Linienführung.

Der Ausbau einer Linie unmittelbar nördlich der Stadt Fürstenberg a. d. Oder unter Beibehaltung der bisherigen Kanalmündung (Abb. 1), die als nächstliegende Lösung in die Augen fällt, war nicht durchführbar. Wäre bei dieser Linienführung das Abstiegbauwerk, wie es wünschenswert erschien, in den Oderhang gelegt worden, so hätten die Anlage eines geräumigen unteren Vorhafens und die bei Überführung der Berlin-Breslauer Eisenbahn über die Oberwasserstrecke notwendig werdende Hebung des Personen- und Güterbahnhofs erhebliche Schwierigkeiten und Kosten verursacht. Es kam andererseits auch nicht in Frage, die Schleuse westlich der Bahnlinie zu erbauen, weil dann der 1600 m lange und 20 m tiefe Einschnitt für die Unterwasserstrecke und die Überführung der Straße Fürstenberg—Frankfurt sehr kostspielig geworden wären und weil Rutschungen im Einschnitt befürchtet werden mußten. Außerdem sprachen gegen die Linienführung unmittelbar nördlich der Stadt die schon ziemlich weit fortgeschrittene Bebauung und die Unmöglichkeit, eine Verbesserung der Einmündung des Oder-Spree-Kanals in die Oder zu erreichen. Eine

Verlegung der Mündung weiter stromabwärts hätte die Versandungsgefahr und die Nachteile für die Schifffahrt noch erhöht.

Es wurde daher eine zweite Linie weiter nördlich von Fürstenberg untersucht, die etwa bei km 120 des Oder-Spree-Kanals abzweigt, nordwestlich am Dorfe Vogelsang vorbeiführt und 6 km unterhalb der jetzigen Mündung in die Oder einmündet. Diese Lösung hätte es erforderlich gemacht, einen großen Teil des neuen Kanals in die Oderniederung zu legen und durch Rückstaudeiche einzufassen, das wichtige Wirtschaftsgebiet des Deichverbandes unterhalb Fürstenberg, „die untere Aue“, zu zerteilen und den Hauptvorfluter, den Pottack, in Verbindung mit dem Schleusenbauwerk zu unterdüken. Infolgedessen wären durch die schwierigen Geländebeziehungen und durch die umfangreichen Erdarbeiten recht hohe Kosten entstanden. Für die Schifffahrt konnte diese Linienführung nicht erwünscht sein, da sie außer der Erschwerung des Weges nach Oberschlesien für die stromauf fahrenden Schiffe die Trennung des neuen Schleusenabstiegs nebst Vorhäfen, Kuppelstellen und sonstigen Schifffahrtanlagen von Fürstenberg gebracht hätte. Dort haben aber die Organisationen der Schifffahrt, die Schleppvereinigungen und Reedereien, ihren Sitz, und dort sind auch Werften, Instandsetzungsanstalten, Bekohlungs- und Umschlaganlagen, Einkaufsmöglichkeiten usw. vorhanden. Eine zweckmäßige Leitung der Schleppschifffahrt hätte sich bei gleichzeitigem Betrieb des alten und neuen Abstiegs kaum durchführen lassen. Schließlich wäre auch das wirtschaftliche Leben der Schifferstadt Fürstenberg todllich getroffen worden.

So wurde die dritte in Frage kommende Linienführung südlich von der Stadt Fürstenberg in unmittelbarer Nähe des jetzigen Schleusenabstiegs gewählt, obwohl hier verhältnismäßig starke Krümmungen im oberen und unteren Vorhafen in Kauf genommen werden mußten. Die Schachtschleuse konnte bis dicht an den Oderhang vorgeschoben werden; der tief eingeschnittene Unterkanal wurde infolgedessen kurz, der Erdaushub gering, die Kosten waren weit niedriger als für jede andere Linie. Außerdem war es möglich, die Straße Fürstenberg—Guben über das Unterhaupt des Schleusenbauwerks und die Berlin-Breslauer Eisenbahn ohne Änderung

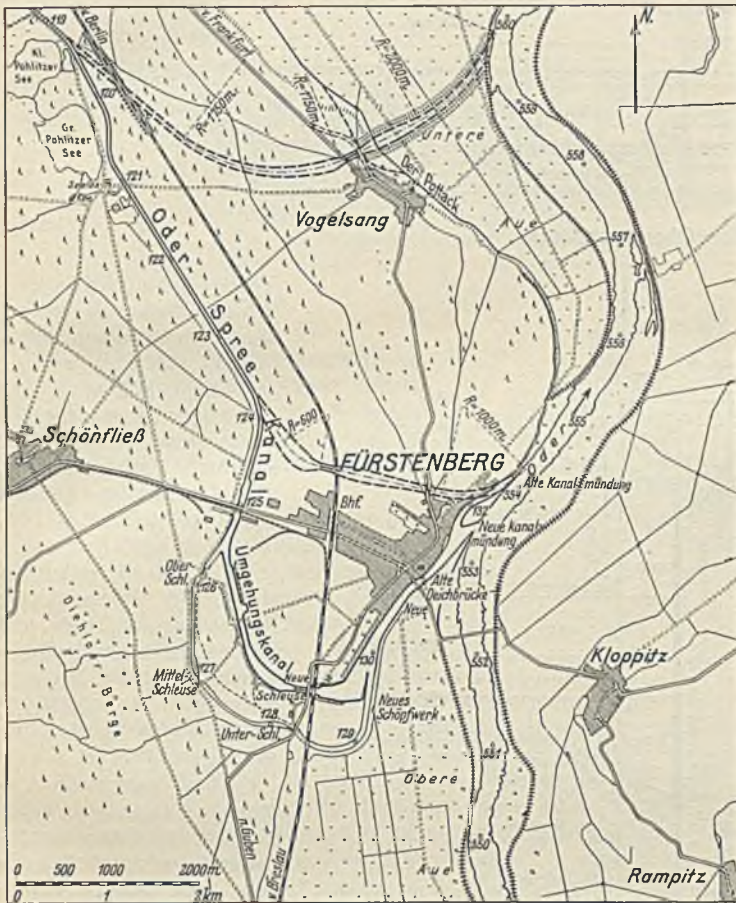


Abb. 1. Übersichtsplan.

der Linienführung und der Höhenlage mittels eines selbständigen Bauwerks über den unteren Vorhafen zu führen. Die Zusammenfassung des Schifffahrtbetriebes der beiden Abstiege ist nicht nur für die Schifffahrt und die Geschäftsleute der Stadt von Vorteil, sondern vereinfacht und erleichtert auch die Verwaltung und Beaufsichtigung der Anlagen und des Betriebes durch die Reichswasserstraßenverwaltung. Die gewählte Linienführung des Umgehungs Kanals ermöglichte ferner die dringend erforderliche Verlegung der Mündung des Oder-Spree-Kanals an eine weiter stromauf liegende Krümmung der Oder, an der die Versandungsfahrer geringer und die Einfahrt leichter ist.

Die Einzelheiten der Lage und Linienführung des Umgehungs Kanals sind aus dem Lageplan Abb. 2 ersichtlich. Die Nachteile der vorhandenen Krümmungen sind durch starke Verbreiterungen aufgehoben, so daß eine gute Übersichtlichkeit und glatte Abwicklung des Betriebes gewährleistet ist. Die gerade Strecke des Kanals ist so bemessen, daß der Querschnitt mit 47 m Spiegelbreite und 3 m Tiefe bei waagerechter Sohle und 1:3 geneigten Böschungen für drei 1000-t-Kähne mit 80 m Länge, 9,2 m Breite (einschließlich Scheuerleisten) und 2 m Tiefgang ausreicht (Abb. 3). Eine Einengung des Profils ist an keiner Stelle, auch nicht unter den Brücken, vorhanden.

Das vom Oberkanal durchschnittene Gelände liegt in günstiger Höhenlage, bis auf einen im Bogen verlaufenden schmalen Streifen, der als Gartenland genutzt wird. Diese Flächen liegen tiefer als die Kanalsohle, sie werden an zwei Stellen vom Kanal gekreuzt, so daß Auftragsstrecken erforderlich wurden. Der Grundwasserstand lag durchweg tiefer als die Kanalsohle des Oberkanals. Da der Untergrund aus wasserdurchlässigem Sand bestand, war künstliche Dichtung erforderlich (Abb. 3 u. 4).

2. Grunderwerb.

Das für die Herstellung des Umgehungs Kanals mit der Zwillingsschachtschleuse und den sonstigen Bauwerken erforderliche Gelände befand sich größtenteils in fremdem Besitz und mußte erworben werden. Bereits im Dezember 1918 wurde vom Staatskommissar für Demobilisierung das Enteignungsrecht für den Ausbau der Spree-Oder-Wasserstraße und damit auch für den zweiten Schleusenabstieg bei Fürstenberg a. d. Oder verliehen, und zwar wurde die Zulässigkeit der Enteignung ausgesprochen für alle Grundstücke innerhalb eines Gebietes von 1 km zu beiden Seiten der Kanalmittellinie.

Die Durchführung des Grunderwerbs war dem leitenden Baubeamten, dem ein und zeitweise zwei Vermessungstechniker zur Seite standen, übertragen. Dies Verfahren hat sich gut bewährt, da der Baubeamte es selbst in der Hand hatte, den Grunderwerb dort zu beschleunigen, wo es erforderlich war. Außerdem erleichterte die bereits durch die Bauarbeiten bedingte Fühlung mit der Bevölkerung und den beteiligten Behörden den Fortgang der Grunderwerbsverhandlungen.

3. Erd- und Dichtungsarbeiten.

Die tiefe Lage des Grundwasserstandes ermöglichte es, den ganzen oberen Teil des Umgehungs Kanals bis zur Schachtschleuse heran im Trockenem auszuheben und im Trockenem zu dichten. Dies war besonders erwünscht, da es sich in den ersten Baujahren darum handelte, möglichst viele nach dem Kriegsende entlassene Soldaten, die sonst der Erwerbslosenfürsorge zur Last gefallen wären, nutzbringend zu beschäftigen. Aus diesem Grunde wurden die Erdarbeiten zunächst ausschließlich im Handbetrieb ausgeführt, wobei im Durchschnitt 400 Arbeiter beschäftigt waren. Später wurden zwei Löffelbagger verwendet, ein Handschacht wurde jedoch gleichzeitig zur Herstellung von Böschungen, Mutterbodenabdeckungen und Uferbefestigungen beibehalten, so daß die Entlassungen von Arbeitern der Lage des Arbeitsmarktes angepaßt werden konnten. Beim Bau des unteren Vorhafens wurde der Boden, soweit es möglich war, ebenfalls im Trockenem mit Hilfe eines Löffelbaggers, der unter Wasser liegende Rest mit einem Naßbagger ausgehoben. Insgesamt sind, ohne den Aushub für die Schleusenbaugrube und die unmittelbar anschließenden Teile der Vorhafen, rd. 1 230 000 m³ gefördert worden, davon rd. 845 000 m³ im Trockenem und 385 000 m³ im Nassen.

Die Unterbringung der Bodenmassen oberhalb der Schachtschleuse geschah zum Teil in Windschutz-

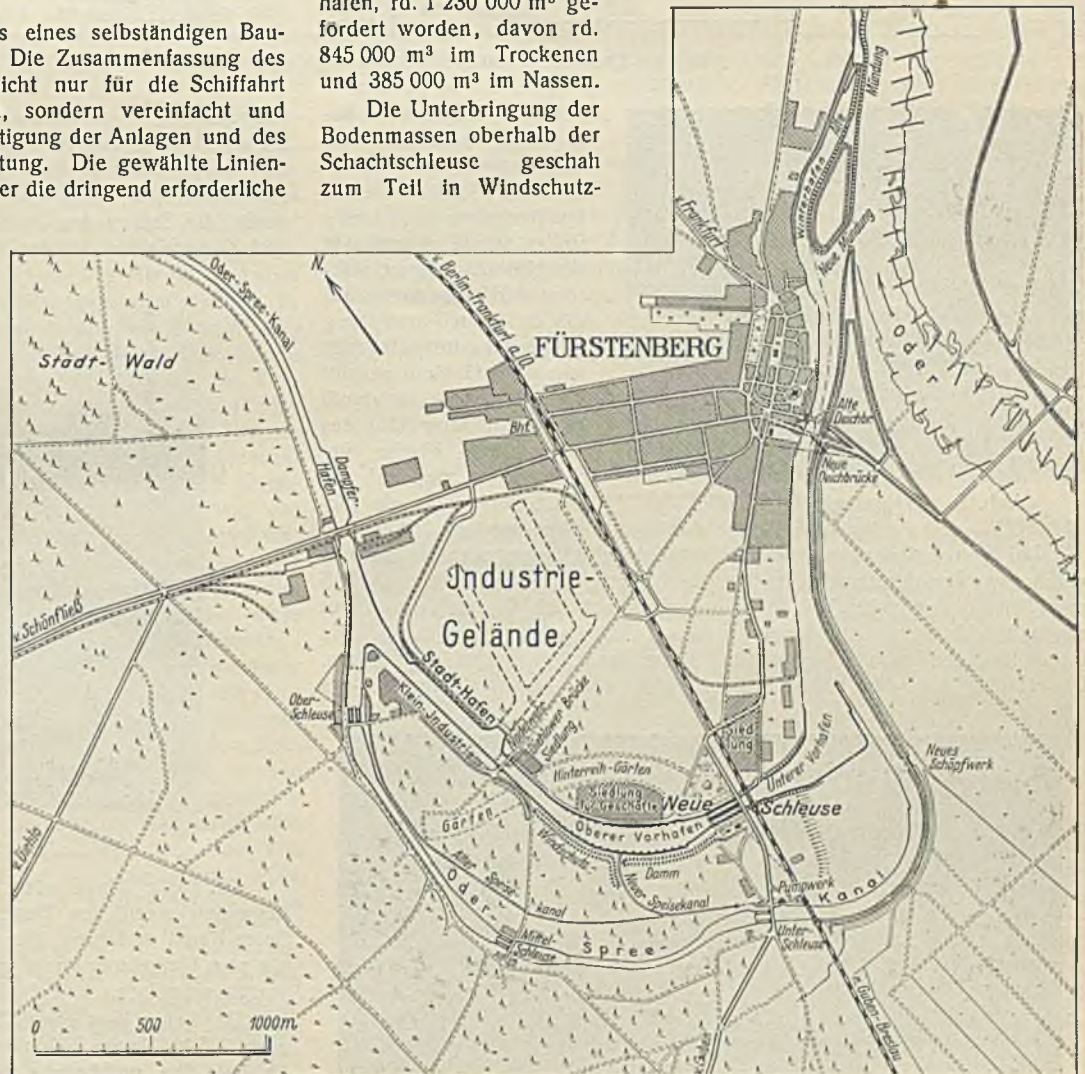


Abb. 2. Lageplan.

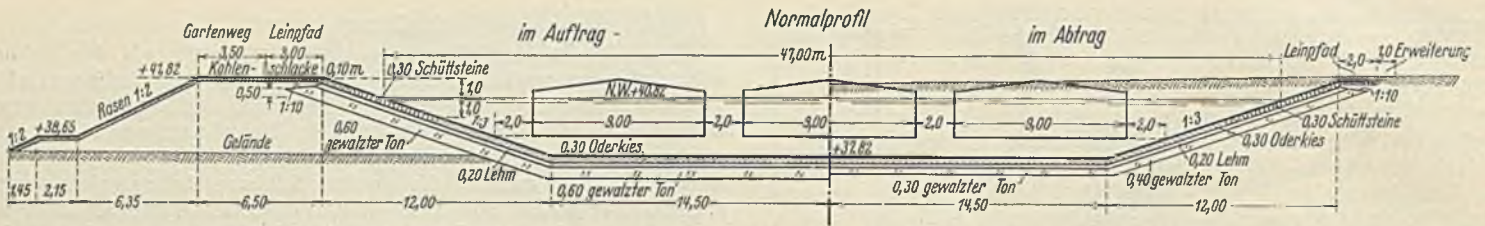


Abb. 3. Querschnitt durch den Oberwasserkanal.

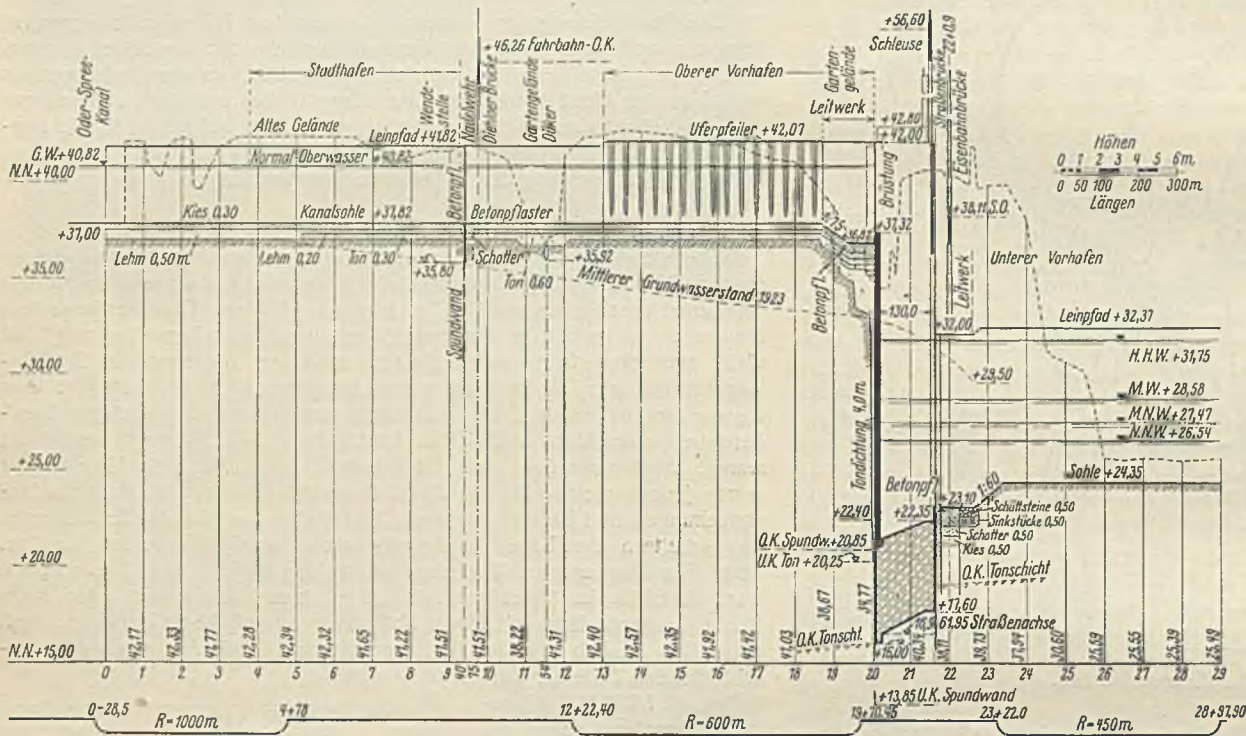


Abb. 4. Längenschnitt durch den Umgehungschanal.

Völkermuseums zeitlich unmittelbar an die Lausitzer Buckelurnen (Periode III der Bronzezeit = 1400 bis 1200 v. Chr.) an und zeigt noch manche Einflüsse dieser Gruppe. Die spätesten Gräber gehören zum sogenannten Aurither Typus (Periode V = 1000 bis 800 v. Chr.).

Der tiefe Grundwasserstand, der einerseits die Ausführung der Erd- und Bösungsarbeiten im Trocken gestattete, bedingte andererseits eine sorgfältige Dichtung des ganzen Umgehungschanals.

Man entschloß sich daher auf Grund der guten Erfahrungen am Hohenzollernkanal zu einer Dichtung des ganzen Kanalbettes mit eingewalztem Ton (Abb. 3 u. 7). Über dem Ton wurde eine Deckschicht aus krümeligem Lehm angeordnet, der sich im Wasser auflöst und in-



Abb. 5. Freigelegte Grabstelle.

folgedessen geeignet ist, undichte Stellen und Risse im Ton und insbesondere die Anschlüsse der Tondichtung an die Einbauten bei einem Abfließen des Kanalwassers in das Grundwasser durch Schlämmwirkung zu dichten. Als Schutz der Dichtungsschicht gegen das Wühlen der Schiffschrauben sowie die Staken der Schiffer u. dgl. dient eine Kiesschicht. Die Lehm- und Kiesschichten wurden nicht gewalzt, sondern lose aufgebracht.

Bei den Erdarbeiten wurde neben der Schleusenbaustelle ein ausgedehnter Urnenfriedhof aus vorgeschichtlicher Zeit angetroffen. Abb. 5 zeigt eine freigelegte Grabstelle, während auf Abb. 6 eine Anzahl gut erhaltener Urnen verschiedener Form und Größe wiedergegeben ist. Die Funde wurden dem Museum für Völkerkunde in Berlin überwiesen. Die Hauptmasse der Funde schließt sich nach einem Gutachten des



Abb. 6. Verschiedene Formen von Urnen.

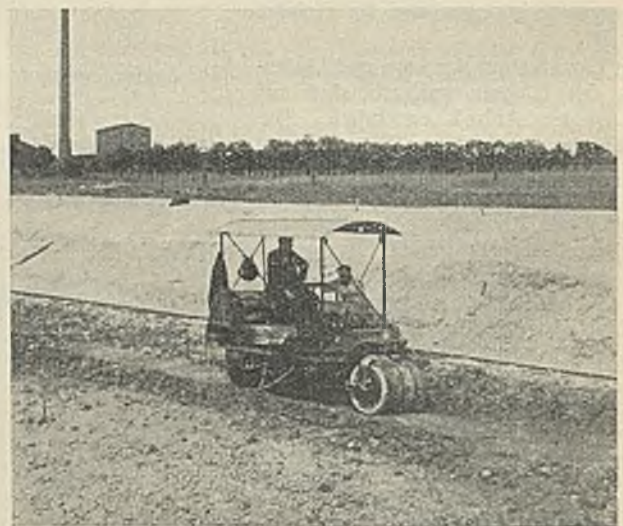


Abb. 7. Einwalzen des Dichtungstones.

Der fette blaue oder braune Ton wurde in der etwa 5 km entfernt liegenden staatlichen Ziegelei gewonnen, mit Feldbahn bis zum Oder-Spree-Kanal verfahren, hier in Kähne verkippt und auf dem Wasserwege bis zum Umgehungschanal gebracht. Dort mußte er nochmals in Feldbahnwagen umgeladen und dann zur Verwendungsstelle gefahren werden.

Der Lehm kam ebenfalls aus einer staatlichen Grube, die durch eine etwa 1,5 km lange Feldbahn mit der Verwendungsstelle verbunden war. Er hat eine gelbbraune Farbe und ist frei von Verunreinigungen. Im Wasser zerfällt er vollkommen und verwandelt sich in Lehm-brei.

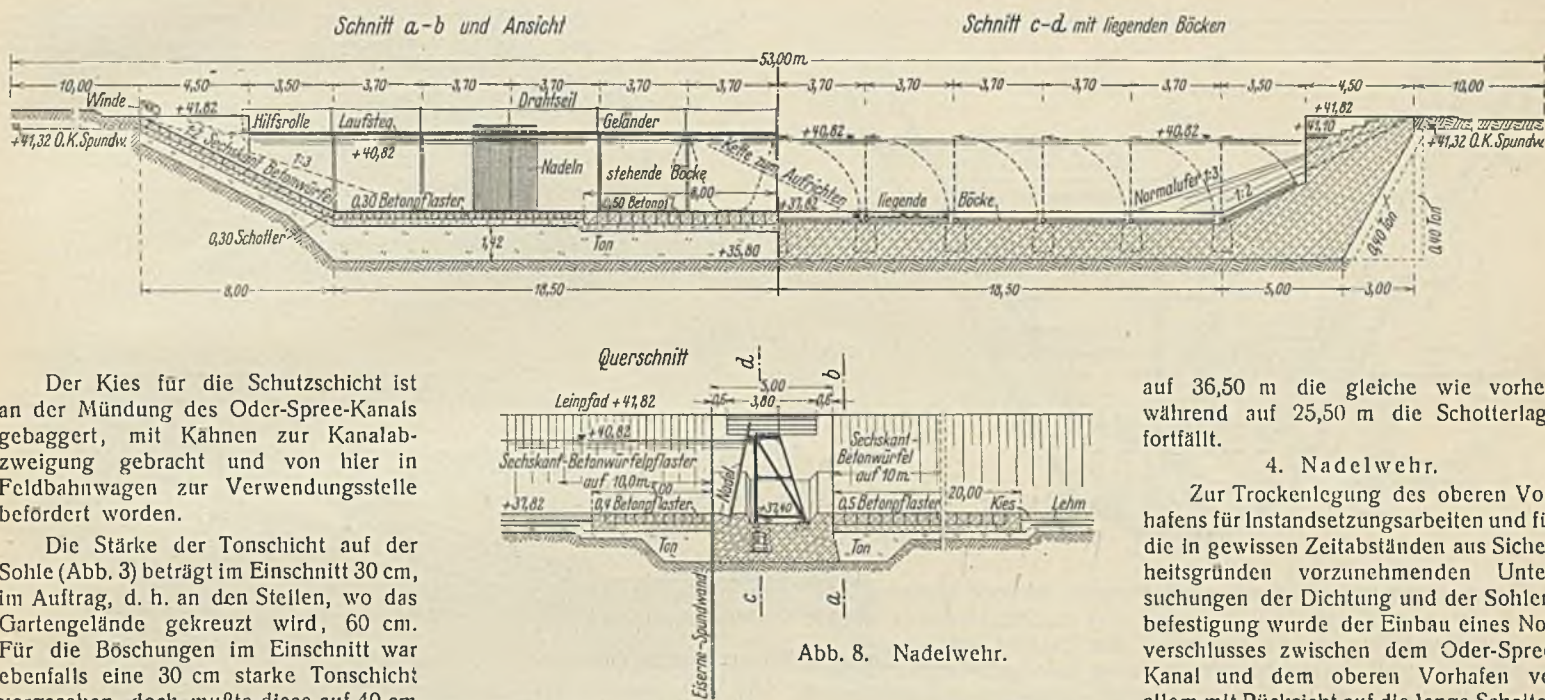


Abb. 8. Nadelwehr.

Der Kies für die Schutzschicht ist an der Mündung des Oder-Spree-Kanals gebaggert, mit Kahnern zur Kanalabzweigung gebracht und von hier in Feldbahnwagen zur Verwendungsstelle befördert worden.

Die Stärke der Tonschicht auf der Sohle (Abb. 3) beträgt im Einschnitt 30 cm, im Auftrag, d. h. an den Stellen, wo das Gartengelände gekreuzt wird, 60 cm. Für die Böschungen im Einschnitt war ebenfalls eine 30 cm starke Tonschicht vorgesehen, doch mußte diese auf 40 cm verstärkt werden, um das Einwalzen von waagerechten Lagen auf den 1:3 geneigten Böschungen mit den vom Hohenzollernkanal übernommenen 1,20 m breiten Walzen zu ermöglichen (Abb. 7). In den Auftragstrecken wurde die Tonschicht für die Böschungen ebenso wie für die Sohle auf 60 cm verstärkt. Die Tonschicht der Böschungen reicht bis 60 cm über Normalwasser, in ihrem oberen Teil ist sie so ausgebildet, daß Wasser-säcke unter dem Leinpfad nicht entstehen können.

Die Lehmschicht hat auf Sohle und Böschungen sowie im Einschnitt und Auftrag überall die gleiche Stärke von 20 cm. Auch die Kiesschicht hat eine gleichbleibende Stärke, und zwar von 30 cm erhalten, sie bedeckt die ganze Sohle und die Böschungen bis 1 m unter Normalwasser. Von hier ab bis 1 m über Wasser, d. h. bis zur Leinpfadhöhe, besteht die Schutzschicht wegen der größeren Angriffsfahrer aus Kupferschlacke (Abb. 3).

Der oberhalb der Schachtschleuse liegende Teil des neuen Umgehungskanals war bis zur Füllung gegen den Oder-Spree-Kanal durch einen Erddamm abgeschlossen, der nach der Füllung durch einen Naßbagger entfernt wurde. Die Dichtung der unter dem Damm gelegenen Teile geschah zuerst für die Böschungen im Schutze des noch davor stehenden Bodens im Trockenem in gleicher Weise wie vorher beschrieben. Die Sohle wurde dagegen, der Baggerung folgend, nur mit 50 cm Lehm gedichtet, der von Prahmen aus in das Wasser geworfen wurde. In gleicher Weise wurde die aus 30 cm Kies bestehende Schutzschicht eingebracht. Mit diesem Arbeitsverfahren waren früher beim Oder-Spree-Kanal befriedigende Ergebnisse erzielt worden. Die Füllung des Umgehungskanals geschah vor Beginn der Bauarbeiten an der Zwillings-schachtschleuse, dadurch wurde es möglich, die in großen Mengen erforderlichen Baustoffe auf dem Wasserwege bis dicht an die Schleusen-baustelle heranzuschaffen. Der Abschluß gegen die Baugrube wurde durch einen gedichteten Erddamm bewirkt, der etwa 150 m von der Schleuse entfernt lag, so daß in seinem Schutze auch die Dichtungen und Sohlenbefestigungen in dem an die Schleuse anschließenden Teile des oberen Vorhafens im Trockenem ausgeführt werden konnten. Die Beseitigung des Abschlußdamms geschah im Trockenem, nachdem der obere Vorhafen nochmals entleert worden war. Oberhalb der Schleusen-anlage war eine verstärkte Dichtung mit besonders sorgfältiger Abdeckung erforderlich (Abb. 4). Schon in einer Entfernung von 136,50 m von dem Schleusenbauwerk beginnt die stärkere Tonschicht, sie hat zunächst auf 86,50 m eine Stärke von 60 cm und steigt dann auf 2 m. Vor dem Bauwerk ist ein Tonkeil in 4 m Stärke so weit herabgezogen, daß er den Kopf der Umfassungspundwand überdeckt und so eine wasserdichte Schürze vor dem ganzen Bauwerk bildet, die gleichzeitig flügelartig nach beiden Seiten rd. 30 m herauspringt. Die Lehmschicht über dem Ton behält die gleiche Stärke von 20 cm wie auf der normalen Strecke. Die Abdeckung der Dichtungsschicht in der Nähe des Schleusenoberhauptes ist mit Rücksicht auf die starken Strömungen beim Füllen der Kammern sowie auf die Angriffe durch Dampferschrauben beim Anfahren der Schleppzüge besonders verstärkt. Unmittelbar vor der Schleuse, in den Schleuseneinfahrten, ist auf 23 m von der Schleusenstirnwand ab Beton-pflaster von 0,80 m Stärke und 1 × 2 m Kopffläche vorgesehen, das auf einer Unterlage von 0,30 m Schotter und 0,30 m Kies ruht. Anschließend folgt auf 90 m Länge Betonpflaster von 0,50 m Stärke, die Unterlage ist

auf 36,50 m die gleiche wie vorher, während auf 25,50 m die Schotterlage vorfällt.

4. Nadelwehr.

Zur Trockenlegung des oberen Vorhafens für Instandsetzungsarbeiten und für die in gewissen Zeitabständen aus Sicherheitsgründen vorzunehmenden Untersuchungen der Dichtung und der Sohlenbefestigung wurde der Einbau eines Notverschlusses zwischen dem Oder-Spree-Kanal und dem oberen Vorhafen vor allem mit Rücksicht auf die lange Scheitelhaltung für erforderlich gehalten. Nach den am bestehenden Schleusenabstieg gesammelten Erfahrungen erschienen schnell zu betätigende Sicherheitstore entbehrlich. Man entschloß sich daher, in der Nähe der Diehlower Landwegebrücke ein Nadelwehr in den Umgehungs-kanal einzubauen, so daß der obere Vorhafen einschließlich der Auftragstrecken trockengelegt werden kann, ohne daß die Hafenanlagen der Stadt Fürstenberg vom Oder-Spree-Kanal abgeschnitten werden (Abb. 8). Der Wehrkörper wurde so ausgebildet, daß er sich der Querschnittsform des Kanals möglichst eng anpaßt. Die Unterteilung der Wehrlänge geschied durch elf umlegbare eiserne Wehrböcke, die in aufrechter Lage durch die eiserne Nadellehne festgelegt werden. Zum Aufrichten und Umlegen der Böcke ist an jedem Bock eine Hubkette befestigt, deren freies Ende an der Kette des benachbarten Bockes durch einen Lauf-ring angeschlossen ist, damit bei unvorsichtiger Handhabung die Kettenenden nicht unbeabsichtigt ins Wasser gleiten können. Die Länge der Ketten ist so gewählt, daß der zugehörige Wehrbock noch im umgeklappten Zustande liegenbleibt, wenn der Nachbarbock bereits aufgerichtet ist. Eine auf dem westlichen Landwiderlager aufzustellende Winde, deren Drahtseil nacheinander an die freien Kettenenden angeschlossen wird, erleichtert das Setzen und Legen des Wehres. Die Verschlussnadeln bestehen aus nahtlosen Stahl-rohren von 76 mm äußerem Durchmesser und 3 mm Wandstärke. Die Länge der rd. 21 kg wiegenden Nadeln in den zehn Mittelfeldern beträgt 3,90 m. Die Rohre sind, um ein Aufschwimmen zu verhindern, offen, sie haben zur leichteren Handhabung Bügel aus Flacheisen erhalten.

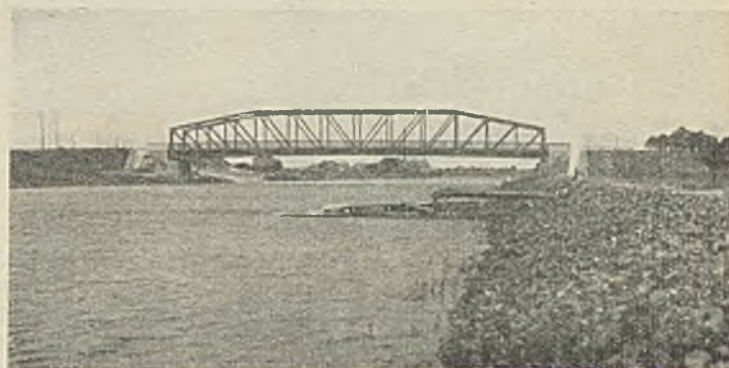


Abb. 9. Diehlower Landwegebrücke.

Der aus Beton hergestellte Wehrkörper wird auf der Oberwasserseite durch eine eiserne Spundwand, die flügelartig in die Kanalufer hineinge-zogen ist, gegen Umläufigkeit gesichert. Bei geöffnetem Wehr liegen die Wehrböcke, ohne sich gegenseitig zu überdecken, in einer Mauer-werksenk, gegen Beschädigungen gut geschützt. Sohle und Ufer unmittelbar oberhalb und unterhalb des Wehres haben eine besondere Befestigung durch Betonpflaster erhalten, das an Ort und Stelle hergestellt wurde. Das Wehr ist im Sommer 1928 gestellt worden, um den Anschluß des oberen Vorhafens an das Schleusenbauwerk im Trockenem herstellen zu können. Die Konstruktion hat hierbei zu Beanstandungen keinen Anlaß gegeben.

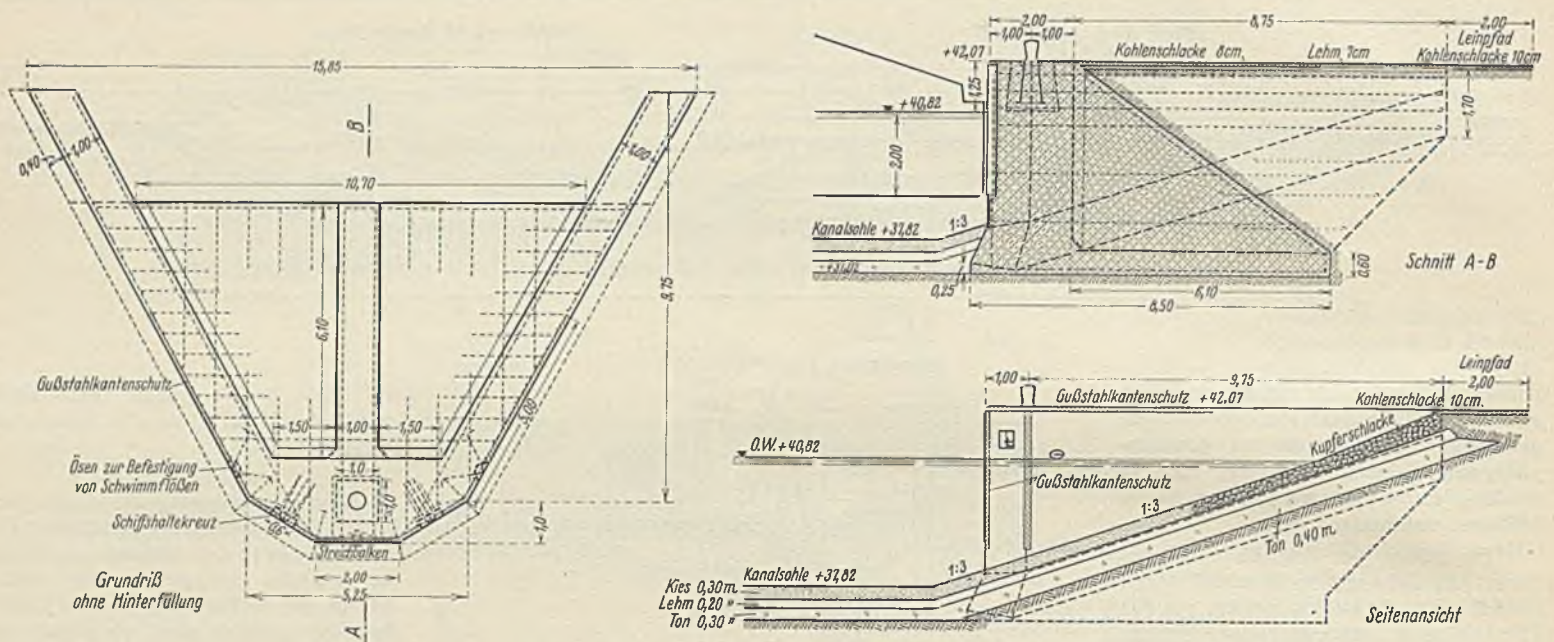


Abb. 10. Anlegepfeiler am oberen Vorhafen.

5. Diehloer Landwegebrücke.

Am Umgehungskanal oberhalb der Schachtschleuse mußte dafür gesorgt werden, daß die bestehenden Landwegeverbindungen nicht unterbrochen wurden. Die Diehloer Landwegebrücke wurde daher so gelegt, daß sie nicht nur die Verbindung von Fürstenberg über die Mittelschleuse nach Diehlo, sondern gleichzeitig die Verbindung von Fürstenberg nach der Oberschleuse herstellt, ohne daß nennenswerte Umwege gegen die früheren Landwegeverbindungen entstanden sind. Die Brücke ist mit eisernem Fachwerküberbau von 56 m Stützweite, dessen Form aus Abb. 9 hervorgeht, auf Betonwiderlagern hergestellt. In Kanalachse ist eine lichte Höhe von 4,26 über Normalwasserstand vorhanden, die bis zu den Uferlinien auf 3,96 m abnimmt. Neben der 5,20 m breiten Fahrbahn liegen auf beiden Seiten schmale, als Schrammkanten wirkende Fußwege von je 0,50 m Breite.



Abb. 11. Pfeiler im oberen Vorhafen.

II. Ausrüstung der Schleusenvorhäfen.

1. Oberer Vorhafen.

a) Windschutzdamm. Der obere Vorhafen ist infolge seiner Breite und seiner ungeschützten Lage dem Winde stark ausgesetzt. Für den Schiffsverkehr bei stürmischem Wetter konnte durch Anlage eines Windschutzdamms, dessen Krone rd. 6 m über dem Wasserspiegel liegt, wenigstens gegen die vorherrschenden westlichen und südwestlichen Winde ein gewisser Schutz geschaffen werden. Die Dammböschungen, die zum Vorhafen 1:2, zum Lande 1:1,5 geneigt sind, werden ebenso

wie die 6 m breite Dammkrone mit Bäumen und Strüchern besetzt. Der Damm, der möglichst dicht an das Ufer herangerückt ist, zieht sich am Südweststrande des Vorhafens entlang und endet neben der Schleusenanlage in einer hügelartigen Anschüttung mit flacher gehaltenen Böschungen. Die gekrümmte Grundrißform des Vorhafens kommt hierbei der schützenden Wirkung zugute (Abb. 2).

b) Uferausbildung. Für die Ausbildung der Ufer am oberen Vorhafen war anfangs eine durchgehende senkrechte Uferbegrenzung durch eine massive Mauer oder eine eiserne Spundwand vorgesehen. Der hierfür erforderliche Aufwand an Geldmitteln war jedoch nicht vertretbar. Die Kosten für beide Ausführungsarten waren etwa gleich hoch veranschlagt. Dies erklärt sich daraus, daß die Vorarbeiten in die Inflationszeit fielen, in der eiserne Spundbohlen im Verhältnis zu den übrigen Baustoffen außerordentlich teuer waren. In enger Fühlungnahme mit den Schiffahrtreibenden wurde dann die Ausführung von Anlegepfeilern beschlossen (Abb. 10 u. 11). Jeder Pfeiler besteht im wesentlichen aus einer senkrechten 1 m starken Betonmauer von etwa hufeisenförmigem Grundriß, die auf einer Eisenbetonplatte gegründet ist. Das den Schiffstößen am meisten ausgesetzte Mauerstück ist bis auf 2 m verstärkt und außerdem durch eine Betonrippe gegen die Sohlplatte abgesteift. Als Baustoff ist Eisenbeton verwendet. Damit die Pfeilerreihen als einheitliches Uferbollwerk wirken, wurden die Abstände von Mitte zu Mitte Pfeiler auf 35 m festgesetzt, so daß auch noch die kleinsten auf dem Kanal verkehrenden Fahrzeuge, die Finowkähne, ohne Schwierigkeit an zwei Pfeilern gleichzeitig festlegen können. Durch die Ausrüstung der Anlage mit Haltekreuzen, Pollern und hölzernen Scheuerleisten, sowie durch die Verkleidung aller Betonkanten mit gut abgerundeten Stahlgußbleisten dürfte eine glatte und gefahrlose Abwicklung des Verkehrs gewährleistet sein.

Von den 32 Pfeilern stehen 15 längs des Nordufers und 17 längs des Südufers. Das Südufer liegt auf der Außenseite der Vorhafenkürmung, besitzt daher auch mehr Uferlänge als das Nordufer. Den vom Oder-Spree-Kanal kommenden Schiffen wird das Herangehen an die Pfeilerreihen durch kurze Überleitwerke aus eisernen Spundwänden erleichtert. In der Schleuseneinfahrt wird die Pfeilerreihe durch Leitwerke aus verankerten eisernen Spundwänden fortgesetzt.

Dieser etwa 180 m lange Teil des Vorhafens soll für die Aus- und Einfahrt zu den Schleusenkammern vom Schleusenrange frei bleiben. Dem Schiffer ist durch den Wechsel der Uferumfassung in augenfälliger Weise die Stelle kenntlich gemacht, bis zu der er vorrücken darf. Zwischen den einzelnen Pfeilern ist die Uferbefestigung der freien Kanalstrecke durchgeführt, d. h. es sind 1:3 geneigte Böschungen angeordnet, die mit Kupferschlacke beschüttet sind. (Schluß folgt.)

Alle Rechte vorbehalten.

Erweiterungsbau des Hamburger Untergrundbahnnetzes.

Von Dr.-Ing. Bernhard Siebert, Hamburg.

Nachdem im Jahre 1929 der größte Teil der neuen Linie Kellinghusenstraße—Jungfernstieg, nämlich die Strecke Kellinghusenstraße—Stephansplatz, dem Verkehr übergeben worden ist (vgl. auch Bautechn. 1927, Heft 25, und 1929, Heft 16), ist im Jahre 1930 nach Sicherstellung der erforderlichen Geldmittel der restliche Abschnitt bis einschließlich Haltestelle Jungfernstieg in Angriff genommen worden.

Diese letzte Strecke sieht drei Bauabschnitte vor (Abb. 1). Die Längen dieser Abschnitte sind mit Rücksicht auf die erforderlichen Umleitungen des Verkehrs gewählt. Der erste Abschnitt zwischen dem bereits in Betrieb befindlichen Tunnel unter der Straßenkreuzung Colonnaden—Gr. Theaterstraße bis zum Alsterpavillon ist bereits völlig fertiggestellt. Der zweite Bauabschnitt zwischen Alsterpavillon und der Straße Neuerwall

ist zur Zeit in Arbeit. Der dritte Bauabschnitt, der u. a. die umfangreichen Arbeiten für die Unterführung der Alster unterhalb der Reesendammbücke umfaßt, ist bis jetzt noch nicht in Angriff genommen.

Im nachstehenden soll über den Bau des ersten Abschnitts Näheres mitgeteilt werden.

Der eigentliche Tunnelbau wurde vor dem Alsterpavillon begonnen und in Richtung Colonnaden — Gr. Theaterstraße vorgetrieben. Die Wahl dieser Baurichtung hatte zum großen Teil seinen Grund darin, daß,

bevor der Tunnelbau in den Colonnaden begonnen werden konnte, dort zunächst umfangreiche Arbeiten für die Sicherung der einen Häuserseite durchgeführt werden mußten. Bei diesen Arbeiten handelte es sich um folgendes: Die Häuser der östlichen Straßenseite der Colonnaden zwischen der Gr. Theaterstraße und dem Neuen Jungfernstieg haben im Erdgeschoß einen dem Fußgängerverkehr dienenden Kreuzgewölbegang, dessen Decke nach der Straßenseite zu auf einzelnen Säulen ruht (Abb. 2). Unter diesem Gang befinden sich im Kellergeschoß Kasematten, deren Außenwände, verstärkt durch Pfeilervorlagen, die eben erwähnten Säulen tragen. Die Säulen selbst bestehen aus einzelnen Granitteilen, sind also völlig unelastisch. Da der Tunnel dicht an den Häusern vorbeizuführen war, wobei die Baugrubensohle des Tunnels wesentlich tiefer als die Fundamentunterkanten der Häuser zu liegen kam, entschloß sich die Hochbahn, die vorhandenen Fundamente tiefer zu führen, um ein etwaiges Nachgeben des Untergrundes unter den Fundamenten bei geöffneter Baugrube, und damit etwaige Hausschäden, zu vermeiden. Diese Unterfangungsarbeiten bestanden darin, daß unter jedem der 42 Säulenpfeiler in jeweils zwei Teilen, bei den Doppelsäulen in drei Teilen, der darunter befindliche Boden bis zu der vorgesehenen Tiefe durch einen entsprechenden Beton-

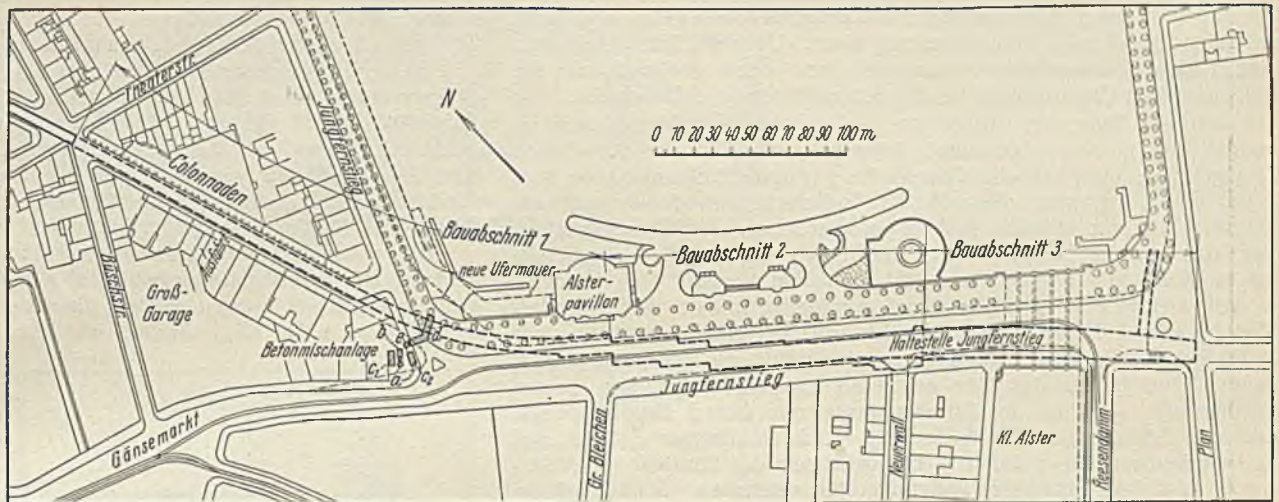


Abb. 1.

aushub mittels über der Baugrube laufenden, elektrisch betriebenen Greifbaggern zu bewerkstelligen (vgl. Bautechn. 1927, Heft 25, und Abb. 5 u. 6).

Diesem Bau stellten sich besonders zwischen Alsterpavillon und Neuem Jungfernstieg eine ganze Anzahl, zum Teil nicht unerheblicher Schwierigkeiten entgegen. Zunächst war, wie beim städtischen U-Bahnbaubetrieb, eine Anzahl von unterirdischen Leitungen sachgemäß zu schützen; jedoch traten sie an diesem wichtigen Straßenknotenpunkte in verhältnismäßig starker Anzahl auf und konnten nicht aus der Tunnelbaugrube verlegt werden. So mußte u. a. ein Postkabelzug aus Betonformkasten mit etwa 40000 Telefonanschlüssen durch eine besondere Eisenkonstruktion auf Rammträgern unterstützt und die Tunnelarbeiten darunter durchgeführt werden. Ebenso galt es, starke Druck-



Abb. 2.

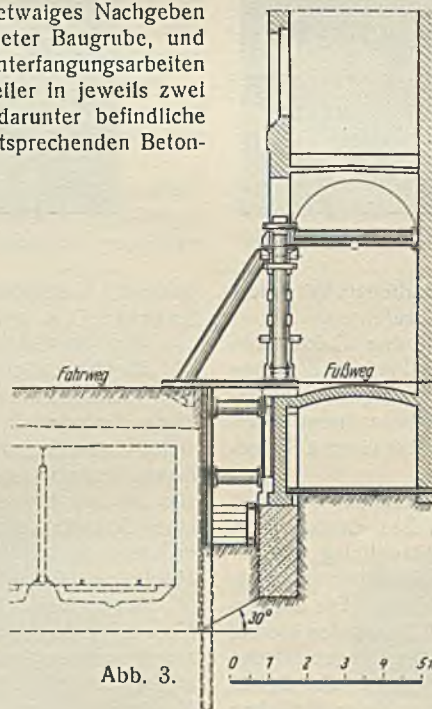


Abb. 3.

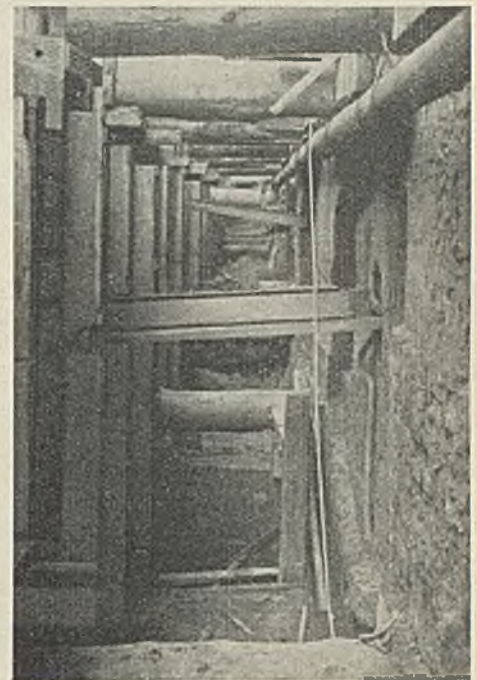


Abb. 4.

block ersetzt wurde. Die Tiefe wurde durch einen an die Baugrubensohle angelegten Winkel von 30° bestimmt (Abb. 3 u. 4). Indessen zwangen die tatsächlich vorgefundenen Bodenschichten dazu, diese Unterfangungsarbeiten noch weiter auszudehnen. Stellenweise, besonders in der zum Neuen Jungfernstieg liegenden Hälfte, war der Boden in der vorgesehenen Tiefe so weich, daß man es vorzog, bis auf die Tiefe der Baugrubensohle hinunterzugehen. Weiterhin zwang eine wasserführende Sandschicht, die man in dem südlichen Drittel der Straße antraf, dazu, auch die Felder zwischen den einzelnen Pfeilerunterfangungen durch Beton zu ersetzen, so daß auf diesem Teil eine ganz geschlossene Unterfangungswand entstand.

Diese Arbeiten erforderten naturgemäß eine sehr sorgfältige Durchführung und dauerten insgesamt $12\frac{1}{2}$ Wochen.

Der eigentliche Tunnelbau war unterdessen vor dem Alsterpavillon in Angriff genommen worden, und zwar nach dem schon in früheren Jahren mit Erfolg durchgeführten Arbeitsverfahren, nämlich den Erd-

wasserrohre, zahlreiche Hochspannungskabel, Rohrpostleitungen, Siel-, Gasrohre usw. in Betrieb zu halten.

Die Hauptschwierigkeiten indessen bereitete das Grundwasser. Dieses wurde in verschiedenen Bodenschichten übereinander angetroffen. Von oben schnitt man zuerst bis etwa 2,5 m Tiefe aufgefüllten Boden an, dann traf man auf eine aus Bauschutt bestehende Schicht, die von wenigen Zentimetern bis zu 1 m Stärke wechselte. Diese Schicht führte ständig Wasser, das in nicht übermäßiger, aber fast gleichbleibender Menge überall herausrieselte. Unter dieser Schuttschicht lag eine rd. 3 m starke Torfschicht, die über einem feinen, tonigen, wasserdurchtränkten Sand lag. In größerer Tiefe endlich wurde fester Geschiebemergel angetroffen. Es gelang nicht, die erwähnte Sandschicht, die vor dem Alsterpavillon etwa 4 m stark war, durch Grundwasserhaltung zu entwässern, da der Boden das Wasser nicht hergab. Das Wasser wurde mittels offener Wasserhaltung abgepumpt, nachdem man die wasserhaltige Sandschicht rings um die Baugrube herum durch eine Spundwand abgesperrt hatte. Sobald

als möglich wurden Dränleitungen in die Baugrubensohle gelegt und damit fortlaufend vor Kopf die Baugrube entwässert. Über die Dränschicht kam eine Kieslage, die völlig trocken blieb und daher geeignet war, die Betonunterlage (Schutzbeton) für die Sohlenisolierung aufzunehmen.

Von der Nähe der Alster war bei diesen geschilderten Wasser-Verhältnissen nichts zu bemerken. Indessen wurde kurz vor dem Neuen Jungfernstieg, dort, wo der Tunnel die geringste Entfernung von dem Alsterbecken hat, kurz oberhalb der Torfschicht eine Sandschicht angetroffen, die zwar ziemlich grobkörnig, aber so stark mit Wasser gesättigt war, daß man ihr Auslaufen nur durch Vorschlagen einer Spundwand, die in den Torf tief genug eingriff, verhindern konnte. Hier handelte es sich offensichtlich um Wasser, das unmittelbar mit der Alster in Verbindung stand. Dieses wäre vermutlich trotz der Nähe der Alster nicht in Erscheinung getreten, wenn nicht gleichzeitig an dieser Stelle eine neue Ufermauer für den hier zu verbreiternden Jungfernstieg gebaut worden wäre (Abb. 1). Im Zusammenhang mit diesem Bau wurde die deckende Schlickschicht der Alstersohle durch Greifbagger entfernt und höchstwahrscheinlich dadurch eine Möglichkeit des Eintritts von Alsterwasser in die tieferliegenden Bodenschichten geschaffen. Stark beschleunigtes Vortreiben des Tunnelbaues an dieser Stelle mit teilweisem Tag- und Nachtbetrieb, verbunden mit einer besonderen Wasserhaltung in der



Abb. 5.

fällung des Bodens schloß sich ebenfalls unmittelbar an und konnte 7 Tage nach der Schließung der Tunneldecke beendet werden.

Während der gesamten Bauzeit in den Colonnaden war der Fußgängerverkehr auf beiden Seiten aufrechterhalten und außerdem die Zufahrtmöglichkeit für eine in den Colonnaden belegene Großgarage (s. Abb. 1 u. 6) zu jeder Zeit gewährleistet. Dies wurde dadurch ermöglicht, daß unmittelbar vor der Ausfahrt der Garage ein Stück des Tunnels überbrückt wurde, und der vorhandene Fußweg auf der Westseite bis zur Büschstraße für den Fahrverkehr mitbenutzt wurde.

Die geschilderten Bauarbeiten waren mit Ausnahme der im Eigenbetriebe der Hochbahn ausgeführten Baggerarbeiten einer Arbeitsgemeinschaft übertragen worden, die aus den Firmen Siemens-Bauunion G. m. b. H. KG., Berlin, und Paul Thiele AG., Hamburg,



Abb. 6.

Baugrube der Ufermauer, ermöglichten es, die Tunnelbauarbeiten, besonders die schwierigen Dichtungsarbeiten, ohne Störung durchzuführen.

Mittlerweile waren die Unterfangungsarbeiten in den Colonnaden so weit fortgeschritten, daß die Baggerarbeiten im Anschluß an die eben geschilderte Strecke hier beginnen konnten. Zur Sicherung der auf der Westseite stehenden ersten beiden Häuser, die gleichfalls in ihrem Untergrund die wasserhaltige Sandschicht aufwies, wurde eine eiserne Spundwand geschlagen.

Die Hochbahn war, wie schon bei dem ersten Colonnadenabschnitt im Jahre 1928, bemüht, die den Anliegern mit dem Bau entstehenden unvermeidlichen Schwierigkeiten durch äußerste Beschleunigung auf ein Mindestmaß zurückzuführen. Die Baggerarbeiten wurden daher in täglich 24-stündigem, also ununterbrochenem Betriebe durchgeführt. Die Baggerleistungen des ersten Bauabschnitts der Colonnaden (1928) wurden hierbei noch übertroffen; der gesamte Bodenaushub der rd. 190 m langen Strecke wurde in 19 Arbeitstagen bewerkstelligt. Dies bedeutet also, daß täglich rd. 10 lfd. m Tunnel ausgebagert wurden, eine bisher unter ähnlichen Verhältnissen noch nicht erreichte Leistung. Den Baggerarbeiten schlossen sich die Ausbauarbeiten des Tunnels in gleicher Zeitfolge an. In unmittelbarer Fortsetzung der Tunnelausbauarbeiten zwischen Alsterpavillon und Neuem Jungfernstieg wurden die Arbeiten in den Colonnaden gleichfalls so beschleunigt, daß der gesamte Tunnelbau in den Colonnaden (einschl. Erdaushub) innerhalb von 7 Wochen beendet war. Die Über-

bestand. Unterübernehmer für die Eisenkonstruktion war die Firma Carl Spaeter G. m. b. H., Hamburg, für die Dichtungsarbeiten die Firma „Arido“-Abdichtungs-G. m. b. H., Berlin.

Die Baustelleneinrichtung war in großen Zügen so getroffen, daß an dem Straßenkreuz Gänsemarkt—Colonnaden—Neuer Jungfernstieg auf einem Grundstück, dessen Häuser vor dem Bau abgebrochen waren, eine Beton-Großmischanlage errichtet wurde (s. Abb. 1 u. 5). Diese Mischanlage bestand aus einem 7,5 m hohen, 3 m i. l. fassenden eisernen Kiebsilo (a) mit elektrisch angetriebenem Becherwerk zur Auffüllung und einer Abzapfvorrichtung unmittelbar über dem Aufzugkübel der Mischmaschine (b), neben der die Zementschuppen (c₁ und c₂) standen. Die Mischmaschine selbst faßte 750 l.

So weit der Beton von dieser Mischanlage zu der Baustrecke zwischen Neuem Jungfernstieg und Alsterpavillon zu bringen war, wurde der Straßenzug Neuer Jungfernstieg, der die Baugrube auf einer Brücke kreuzte, mit einer Hochbrücke (d) überfahren. Diese Brücke hatte auf der Seite der Mischanlage einen Aufzug (e), in dem der Beton in Loren hochgezogen wurde. Die Loren wurden auf der Brücke nach dem anderen Brückenende gefahren und dort durch sog. Betonhosen in untenstehende Loren abgeklippt.

Für die Betonförderung in die Colonnadenstrecke hinein wurde der schmale Streifen zwischen Baugrubenrand und Bauplanke benutzt.

Zum Bodentransport in den Colonnaden benutzte man eine kleine Benzolokomotive, die jeweils 3 bis 4 gefüllte Loren zog.

Die neuen Brückenmeßwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. R. Bernhard, Berlin.

1. Zweck der Meßwagen.

Die etwa 87 000 Eisenbahn- und Straßenbrücken und die neu zu errichtenden Überbauten bilden einen so wesentlichen Teil im Vermögen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, daß nicht nur ihre gute Unterhaltung vor allem aus Sicherheitsgründen, sondern auch sparsamste Bauausführung aus rein wirtschaftlichen Überlegungen,

heute mehr denn je, notwendig ist. — Das wachsende Bedürfnis, die nur durch Rechnung gewonnenen Ergebnisse der in den Brücken auftretenden Beanspruchungen auch praktisch durch Messungen nachzuprüfen, insbesondere bei den vielen infolge stetig wachsender Lasten und höherer Fahrgeschwindigkeiten zu verstärkten Überbauten, führte bereits im Jahre 1925 zu einem Preisaus-

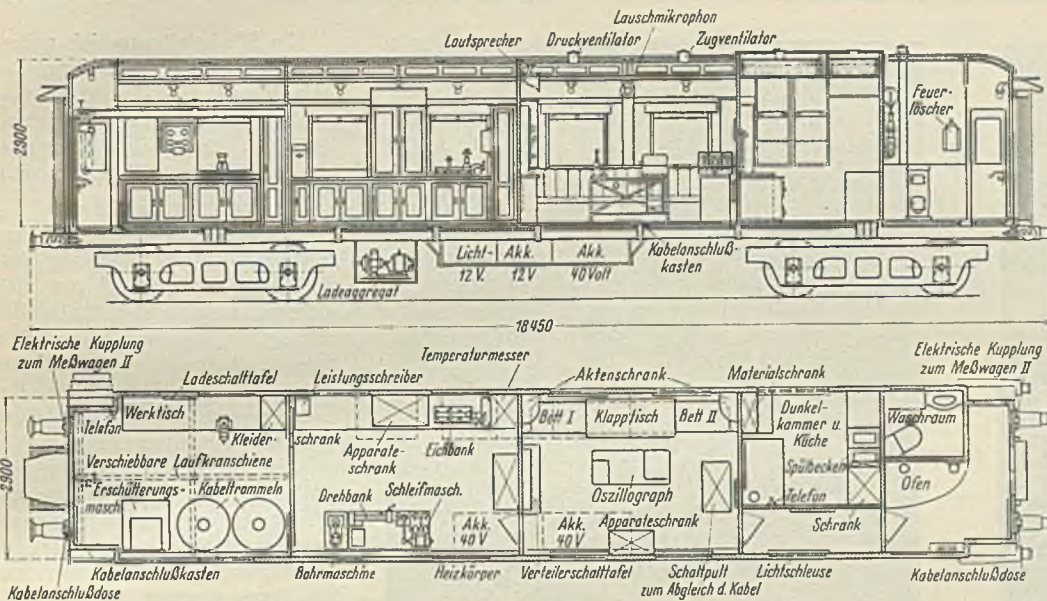


Abb. 1. Brückenmeßwagen I der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

schreiben¹⁾ zwecks Feststellung der besten Meßgeräte. — Das Ergebnis des Wettbewerbs zeigte, daß mit den vorgelegten mechanischen Apparaten dynamische Untersuchungen, also Messungen unter beweglichen Lasten, kaum mit der notwendigen Genauigkeit durchgeführt werden können. Es wurden daher andere Meßverfahren entwickelt, deren Erprobung sich zunächst nur von einer Zentralstelle aus durchführen ließ.

Die dafür erforderlichen Meßgeräte sind in zwei besonderen Brückenmeßwagen untergebracht, deren Einrichtung nachfolgend beschrieben wird.

Unabhängig von der Wahl der Meßverfahren ergab sich die Notwendigkeit, besondere ortsbewegliche Anlagen zum Unterbringen der verschiedenartigsten Meßgeräte zu schaffen. Für die Untersuchung von Eisenbahnbrücken kommen zum Transport der Meßgeräte naturgemäß nur Schienenfahrzeuge, für Straßenbrücken z. B. Automobile in Frage.

Hervorgehoben sei, daß die Apparate der Meßwagen nicht nur zur Brückenuntersuchungen, sondern auch zur Lösung anderer Aufgaben aus dem Gebiete des Bauwesens verwendet worden sind.

Auf die zahlreichen, neu entwickelten oder noch im Versuchsstadium befindlichen Meßverfahren kann hier im einzelnen nicht weiter eingegangen werden; ebenso können auch nur die weniger bekannten, neueren Meßgeräte erwähnt werden.

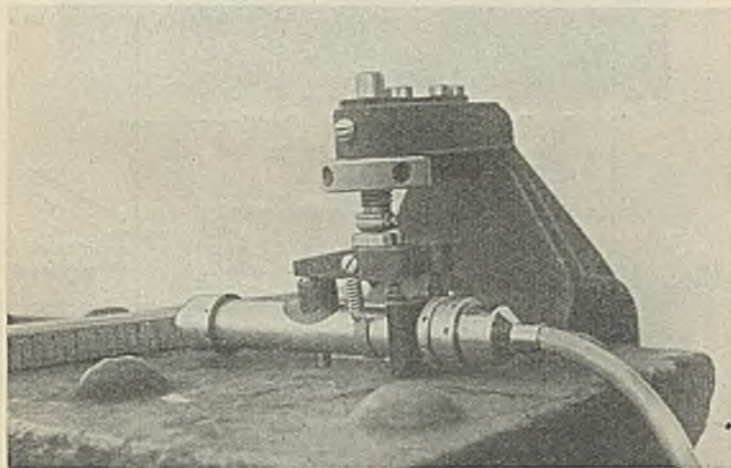


Abb. 2.

Elektrisches Meßgerät (Kohlefernmesser). Sender mit Aufspannvorrichtung zur Aufzeichnung von Spannungs-(Dehnungs-)schwankungen an Bauwerken oder Fahrzeugen.

Vorausgeschickt sei, daß die Entwicklung der Meßverfahren noch keineswegs abgeschlossen ist, so daß an ihrem Ausbau dauernd weitergearbeitet wird.

¹⁾ Hort und Hüsenkamp, Untersuchungen von Spannungs- und Schwingungsmessungen für Brücken. Bericht über die Ergebnisse des Wettbewerbs der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zur Erlangung eines Spannungs- und Schwingungsmessers für dynamische Beanspruchung eiserner Brücken. Berlin 1928. Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn.

2. Brückenmeßwagen I.

Der Brückenmeßwagen I (Abb. 1) dient in erster Linie zur Durchführung von statischen und dynamischen Untersuchungen.

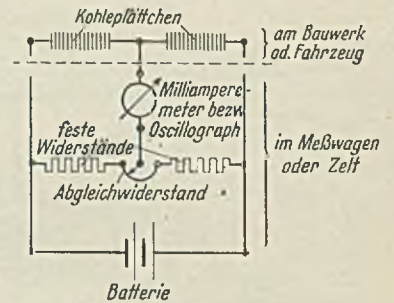


Abb. 4b. Elektrisches Schalt-schema eines Kohlefernmessers.

Durch Umbau eines alten, vierachsigen Speisewagens sind Räume für eine kleine Werkstatt, für die Aufstellung eines Oszillographen, eine Dunkelkammer mit Lichtschleuse und Stapelraum für Meßgeräte und Kabeltrommeln geschaffen worden.

Als elektrische Meßgeräte²⁾ (Sender) sind zunächst Kohlefernmesser (Fuess, Steglitz) entwickelt worden. Sie dienen gleichzeitig zur Messung

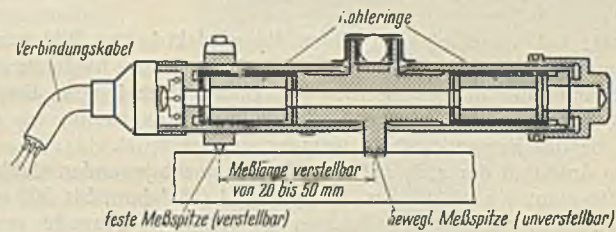


Abb. 4a. Elektrisches Meßgerät (Kohlefernmesser, Gewicht 400 g). Sender (Längsschnitt) zur Aufzeichnung von Spannungs-(Dehnungs-)schwankungen an Bauwerken oder Fahrzeugen.

von Spannungs- (Abb. 2), Schwingungs-, Beschleunigungs- (Abb. 3) und Durchbiegungsschwankungen und sind grundsätzlich als Unterfrequenzapparate, d. h. Meßgeräte, die unterhalb ihrer Eigenschwingungszahl

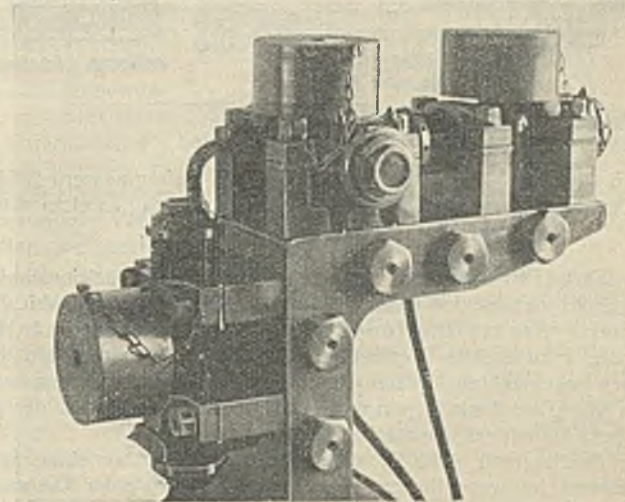


Abb. 3. Elektrisches Meßgerät (Kohlefernmesser). Dreikomponentenbeschleunigungsmesser. Sendergruppe zur Aufzeichnung der Beschleunigungen (Schwingungen) in den drei Raumachsen an Bauwerken oder Fahrzeugen.

messen, ausgebildet. In einem Gehäuse mit festen Meßspitzen werden zwei Kohlesäulen eingespannt, die aus aufeinandergeschichteten Kohlescheibchen (Siemens-Planja, Berlin) bestehen, zwischen denen sich die bewegliche Meßspitze befindet (Abb. 4a). Die Spannungs-, Schwingungs-, Beschleunigungs- oder Durchbiegungsänderungen werden auf die Kohlesäulen durch die bewegliche Meßspitze übertragen und in elektrische Spannungsschwankungen umgesetzt, da die Kohle die Eigen-

²⁾ R. Bernhard, Beitrag zur Brückenmeßtechnik. Neuere Messungen dynamischer Brückenbeanspruchungen. Stahlbau 1928, Heft 13.

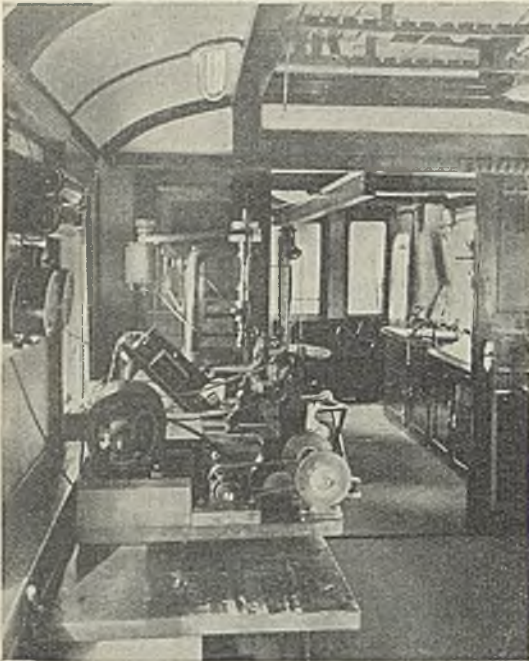


Abb. 6. Brückenmeßwagen I. Werkstatträume.



Abb. 7. Brückenmeßwagen I. Oszillographenraum. Verteilerseite.

Im Werkstattraum ist außerdem eine ausfahrbare Kranbahn (Abb. 10) mit 1/2-t-Laufkatze vorgesehen, die zum Ein- und Ausladen einer Erschütterungsmaschine³⁾ (Bauart Spaeth-Losenhausen, Düsseldorf) dient.

Die Erschütterungsmaschine (Abb. 11) wird zur Vereinfachung (Entzerrung) der vielseitigen, zusammengesetzten Belastungsvorgänge von Bauwerken benutzt, dient also in erster Linie dazu, einfache dynamische Belastungsvorgänge an den Bauwerken nachzuahmen. Sie besteht im wesentlichen aus zwei gegenläufig elektrisch angetriebenen, exzentrisch gelagerten Schwungmassen, welche die Bauwerke zu Schwingungen in der gewünschten Form anregen können. Es werden damit beliebig große und beliebig gerichtete Kräfte sowie Momente von beliebiger Aufeinanderfolge (Frequenz) ausgeübt. Die nicht gewünschten Impulse der beiden Schwungmassen heben

schaft hat, bei verschiedenem Druck ihren elektrischen Widerstand zu ändern und mithin verschieden große elektrische Ströme hindurchzulassen. Diese Stromschwankungen werden durch das Kabel dem Empfänger (Oszillographen) zugeleitet, der in einiger Entfernung steht, wo er den Stößen, die das Bauwerk erhält, weniger ausgesetzt ist.

Zum Anschluß der z. B. auf einer Brücke anzubringenden elektrischen Meßgeräte dient ein vieladriges, langes Kabel (18 Adern, bis 500 m lang), das durch Einstecken zweier Buchsen an jedem Wagenende rasch angeschlossen werden kann. Bei dieser Anordnung ist es möglich, insbesondere auf eingleisigen Bahnen, die Strecke im Bedarfsfall schnell zu räumen (Abb. 5).

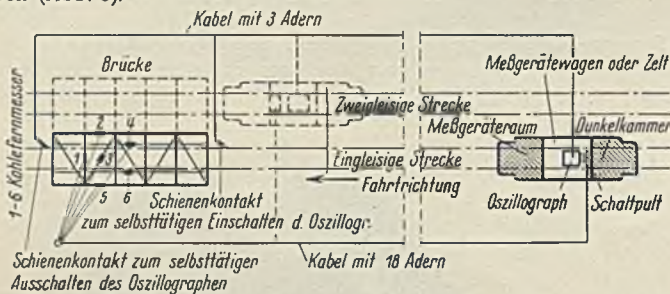


Abb. 5. Schema für Anschluß von sechs Kohlefernmessern (1 bis 6) und Oszillograph zur dynamischen Spannungsmessung an einer Brücke auf ein- und zweigleisiger Strecke.

Der Werkstattraum enthält eine kleine elektrische Präzisionsdrehbank, Bohr- und Schleifmaschine (Abb. 6), der Oszillographenraum (Abb. 7 u. 8) außer einem Sechsschleifen-Oszillographen (Siemens & Halske, Berlin) die erforderliche Verteilerschalttafel für die unter den beiden Meßwagen angebrachten Akkumulatorenbatterien. Der Oszillographenraum läßt sich völlig verdunkeln, um störendes Nebenlicht während der photographischen Aufnahmen auszuschalten.

Der Oszillograph (Abb. 9) selbst besteht nach Art eines Spiegelgalvanometers im wesentlichen aus einem in Form einer Drahtschleife ausgespannten Meßorgan, das zwischen zwei kräftigen Magneten aufgehängt ist. Auf der Schleife ist ein kleiner, nur 0,5 x 0,5 mm großer Spiegel befestigt, der, in den Strahlengang einer Lampe eingeschaltet, seine Bewegungen auf einen Filmstreifen projiziert. Die von den elektrischen Meßgeräten an dem zu untersuchenden Bauwerk in elektrische Stromschwankungen umgesetzten Spannungs-, Schwingungs-, Beschleunigungs- oder Durchbiegungsänderungen wirken sich als Schleifenausschläge im Magnetfeld aus und werden auf dem Filmstreifen photographiert. Sechs Sender und sechs Schleifen können gleichzeitig verbunden, d. h. sechs Stellen des Bauwerks auf einmal untersucht werden.

Zur Aufladung der drei Akkumulatorenbatterien, einer 120-V-Batterie (74 Ah) und der beiden 24-V-Batterien (Lichtbatterien von je 222 Ah) dient ein unter dem Wagen aufgehängter 6-PS-Benzinmotor (DKW Erfenschlag, Chemnitz) mit Generator, der von einer Ladeschalttafel im Werkstattraum aus bedient wird.

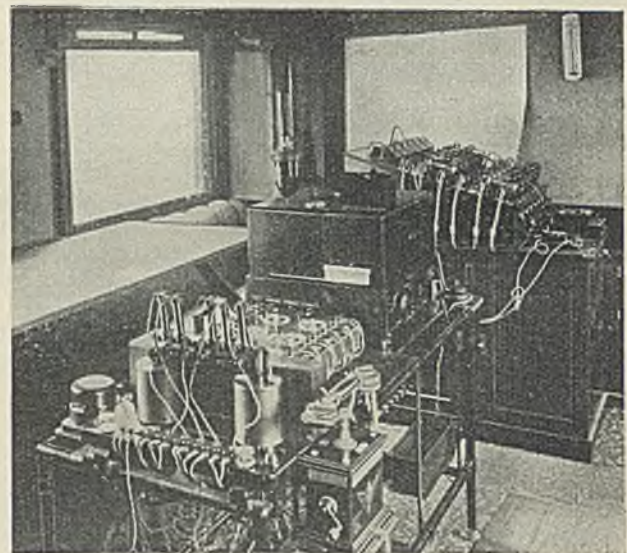


Abb. 8. Brückenmeßwagen I. Oszillographenraum. Kabelableitseite.

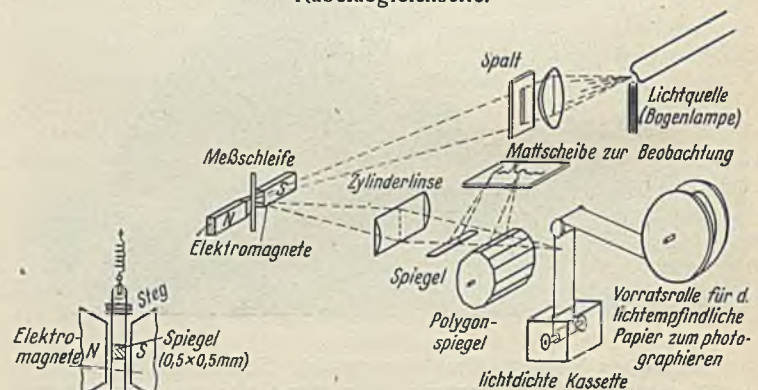


Abb. 9a. Schema des Strahlenganges in einem einschleifigen Oszillographen. Empfänger zur Beobachtung und Aufzeichnung elektrischer Strom- oder Spannungsschwankungen.

sich infolge der gewählten Gegenläufigkeit von selbst auf. Läßt man diese Maschine mit verschiedener Geschwindigkeit Erregerstöße auf ein Bauwerk ausüben, so schaukelt sich das Bauwerk in seiner Resonanzlage zu größeren Amplituden auf. Die Energie, die zum Aufschaukeln erforderlich

³⁾ R. Bernhard und W. Späth, Rein dynamische Verfahren zur Untersuchung der Beanspruchung von Bauwerken. Stahlbau 1929, Heft 6.

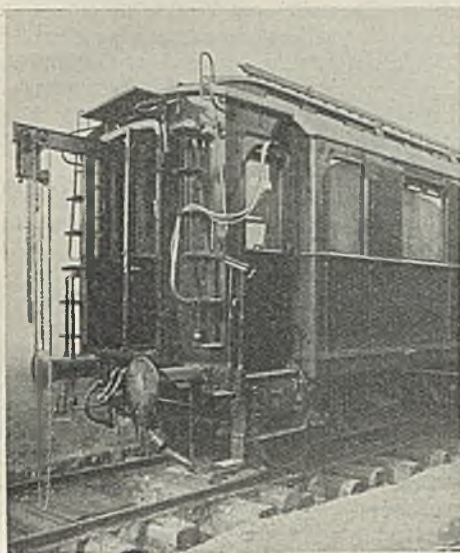


Abb. 10. Brückenmeßwagen I. Verladeende und Meßkabelanschluß.

ist, muß die Maschine liefern. Ein besonders konstruiertes, mit reibungsloser Registrierung (Funkenregistrierung) versehenes, elektrisches Meßgerät (Berliner Physikalische Werkstätten) trägt selbsttätig die Impulsfrequenz in Abhängigkeit von der Leistung des Elektromotors, der zum Drehen der Schwungmassen dient, auf. Man erhält damit ein Diagramm, aus dem sich alle wesentlichen dynamischen Eigenschaften der Bauwerke, insbesondere auch ihre Veränderungen im Laufe der Jahre bestimmen lassen.

Sämtliche Meß- und Fernsprechleitungen sind in leicht zugänglichen Kabelkanälen durch die beiden Meßwagen hindurchgeführt, so daß die erforderlichen Abzweigungen von besonderen Klemmleisten bequem vorgenommen werden können. Alle Leitungen sind paarweise verdreht, um gegenseitige Beeinflussungen zu verhindern.

In den zahlreichen Schränken sind die erforderlichen statischen und dynamischen Meßgeräte, die elektrischen Kontrollinstrumente, sowie Temperatur- und Windmesser untergebracht. Elektrische Temperaturmeßgeräte (Thermoelemente, Pyrowerke Hannover; Widerstandselemente, Hartmann & Braun, Frankfurt a. Main) ermöglichen, sowohl den nicht unerheblichen Einfluß der Sonnenbestrahlung zu verfolgen, als auch bei Dauerversuchen die vorzeitige Erwärmung zu registrieren, um schwache Stellen bereits vor Eintritt des ersten Bruches erkennen zu können.

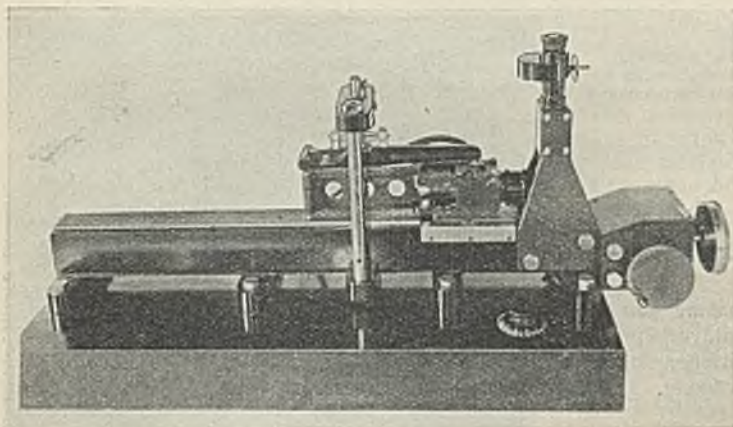


Abb. 14. Eichbank zur statischen Prüfung von Meßgeräten mit aufgespanntem Kohlefernmesser. (1 Trommelteilstrich = $\frac{1}{2000}$ mm.)

Ähnlich wie beim Kohlefernmesser und Oszillographen ist bei den Temperaturmeßgeräten eine Trennung in Sender und Empfänger durchgeführt. Sechs Thermo- oder Widerstandselemente (Sender) können an dem zu untersuchenden Bauwerk gleichzeitig angebracht werden und durch Kabel mit einem im Meßwagen befindlichen Sechsfarbensreiber (Empfänger) (Pyrowerke Hannover) verbunden werden, der selbsttätig die Wärmeschwankungen in Abhängigkeit von der Zeit (Versuchsdauer) aufschreibt.

Erwähnt seien noch einige von den statischen Geräten zur Messung von Spannungen, Verschiebungen und Winkelverdrrehungen, z. B. Dehnungs-

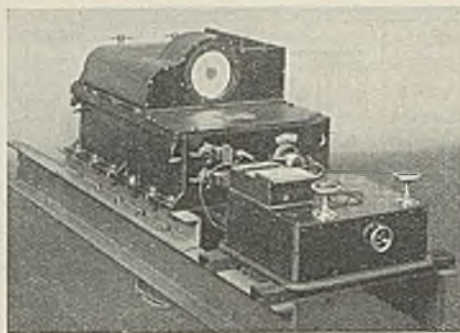


Abb. 11 a. Elektrisches Meßgerät. Erschütterungsmaschine mit Umdrehungszahlregler zur Bestimmung der dynamischen Konstanten von Bauwerken oder Fahrzeugen.

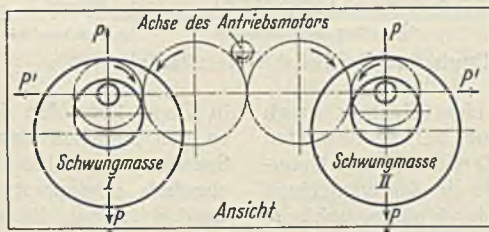


Abb. 11 b. Schema der Schwungmassen-anordnung einer Erschütterungsmaschine.

messer System Okhuisen (Huggenberger, Zürich), Nivellierinstrumente (Abb. 12) (Zeiss, Jena) und Neigungsmesser (Abb. 13) (Stoppani, Bern).

Schließlich dient eine Eichbank (Abbild. 14) zur statischen Prüfung der Meßgeräte. Die Eichbank (Fuess, Steglitz) besteht aus einem festen und einem beweglichen Teil. Die zu prüfenden Meßgeräte werden mit ihrer beweglichen Spitze auf dem beweglichen, mit ihrer festen Spitze auf dem festen Teile der Eichbank befestigt. Durch Verschieben des beweglichen Teils der Eichbank um genau bekannte Werte im Bereiche von $0,5 \mu$ ($1 \mu = \frac{1}{1000}$ mm) — diese kleine Bewegung wird durch ein genaues Meßmikroskop kontrolliert — kann den Meßgeräten eine bestimmte Verschiebung aufgedrückt werden. Die Anzeige der zu prüfenden Meßgeräte muß dann genau mit der Bewegung des beweglichen Teils der Eichbank (Meßmikroskop) übereinstimmen.

Die statischen und dynamischen Meßgeräte ermöglichen zur Zeit unverzerrte Aufnahmen bis zu 300 Hertz (1 Hertz = 1 Schwingung/sek), Vergrößerungen bis zu 20 000fach und Amplitudenhöhen (Auslenkungen) herunter bis zu $0,5 \mu$. Bei 20 cm Meßlänge und einer Elastizitätszahl von 2 100 000 kg/cm^2 entsprechen $0,5 \mu$ einer Spannungsänderung von rd. 5 kg/cm^2 . Messungen an Massivstraßenbrücken bei Belastungen nur durch einzelne, rasch fahrende Fahrzeuge konnten daher ohne Schwierigkeiten bereits durchgeführt werden.

Besondere Ventilatoren im Oszillographen- und Dunkelkammerraum dienen zur Ent- und Belüftung, eine unabhängige Warmwasserheizung sowie ein 2 m^3 großer Wasserbehälter für das Wassern von Filmen sind eingebaut. Lautsprechende Fernsprecher — im Oszillographenraum Lautsprecher und Lausmikrophon (Mix & Genest, Berlin) — zur Verständigung zwischen den einzelnen Räumen, sowie mit den eigentlichen Meßstellen am Bauwerk vervollständigen die Einrichtung.

3. Brückenmeßwagen II.

Der Brückenmeßwagen II (Abb. 15) dient in erster Linie für Röntgenaufnahme von Schweiß- und Nietverbindungen, sowie in Ausnahmefällen auch von Eisenbetonkonstruktionen.

Durch Umbau eines vierachsigen, alten Hofwagens sind Räume für eine Röntgenanlage, zwei Wohn- und Schlafräume sowie ein Zeichenraum geschaffen worden.

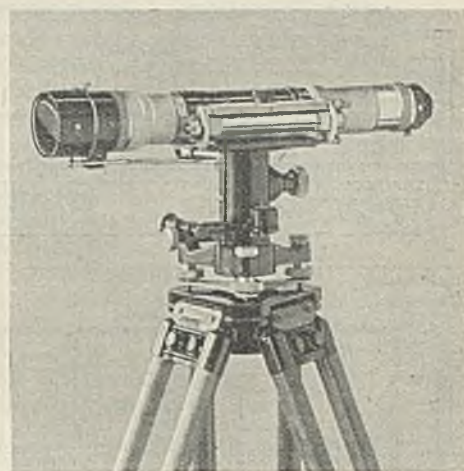


Abb. 12. Optisches Meßgerät. Nivellierinstrument zur Messung von statischen Durchbiegungen. (Die vor dem Objektiv angeordnete, plan-parallele Glasplatte ermöglicht eine Verschiebung des Horizontes um $\frac{1}{100}$ mm.)

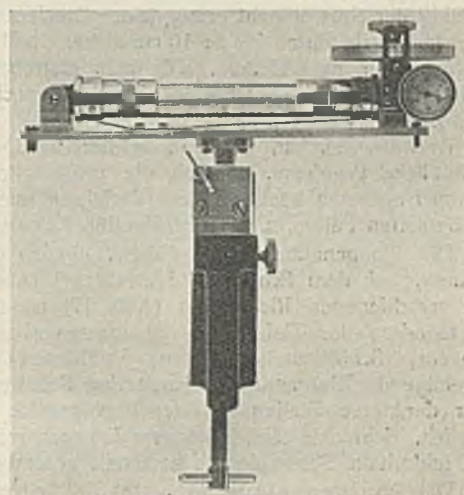


Abb. 13. Optisches Meßgerät. Libelle. Neigungsmesser zur Feststellung von Winkeländerungen (Biegelinien) unter statischen Lasten. (1 Trommelteilstrich = $1,15''$.)

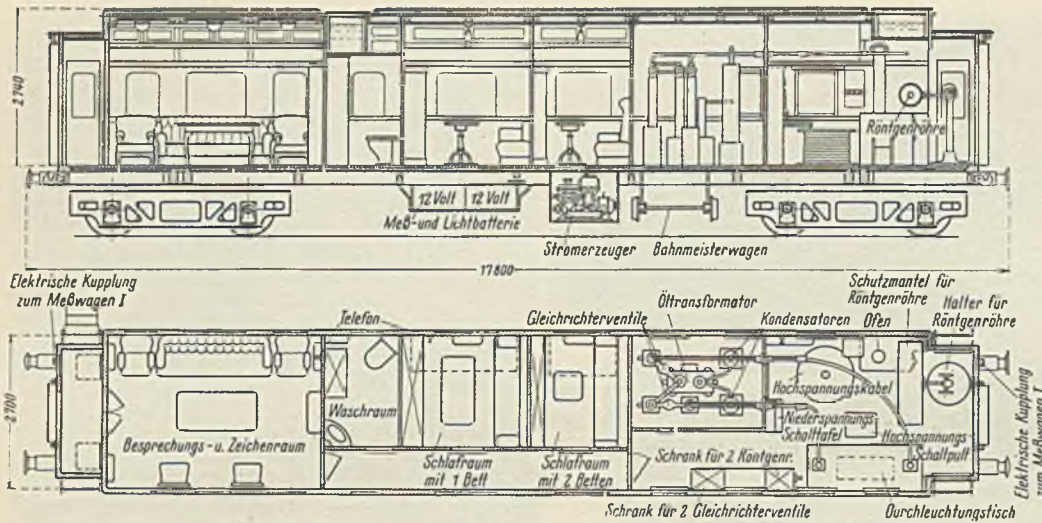


Abb. 15. Brückenmeßwagen II der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Da bei allen Bauwerken die Untersuchungen nicht bis zum Bruch der Träger führen dürfen, muß man, insbesondere bei geschweißten Konstruktionen, ein Verfahren ausbilden, das ohne Zerstörung eine Untersuchung der Schweißnaht ermöglicht. Durch Ausbau der Röntgentechnik ist es gelungen, durch bis zu 10 cm dicken Stahl hindurch photographische Röntgenbilder herzustellen. Die sehr erstrebenswerte, laufende Beobachtung mit einem Leuchtschirm ist bisher noch auf Stahldicken bis zu etwa 3 cm beschränkt.

Es wäre denkbar, daß sich bei hochwertigen Eisenbetonbauten, wo ja ähnliche Probleme, nämlich die nachträgliche Kontrolle der Eisenlagen auftreten können, diese Verfahren auch in gewissen, vor allem zweifelhaften Fällen, z. B. bei fehlenden Zeichnungen, anwenden ließe.

Die Röntgenaufnahmen beruhen, ebenso wie in der medizinischen Technik, auf dem Schattenbildverfahren⁴⁾ (Abb. 16). Durch Aufnahme aus verschiedenen Richtungen (Abb. 17) ist die örtliche Bestimmung, insbesondere die Tiefenlage von etwa vorhandenen Fehlstellen, z. B. Lunkern, Schlackeneinschlüssen, Luftblasen und bei Schweißnähten ungenügende Einbrandtiefe, durch den Schatten in Form von helleren oder dunkleren Stellen auf der Photographie oder dem Leuchtschirm möglich. Schlechte Stellen können demnach rechtzeitig erkannt, entfernt und fehlerhafte Schweißnähte nochmals geschweißt werden.

Die Röntgenanlage (Abb. 18) (R. Seifert, Hamburg) besteht aus einem unter dem Wagen angebrachten 12-PS-Benzlmotor (DKW Erfen-

⁴⁾ Die Röntgentechnik in der Materialprüfung. Berichte von Behnken, Herr und Kantner. Leipzig 1930, Akademische Verlagsgesellschaft.

in Serie liegenden Kondensator zu der vollen Scheitelspannung auf, so daß zwischen den Außenbelegen der Kondensatoren die doppelte Spannung entsteht. Die Spannung an der Röntgenröhre wird mithin ebenfalls verdoppelt und kann bis $2 \times 125\,000 = 250\,000$ V gesteigert werden, wobei die geringen Spannungsschwankungen infolge des Entladungsvorganges der Kondensatoren zwischen zwei Halbwellen nicht stören.

Besondere, 25 m lange, kräftig isolierte Hochspannungskabel ermöglichen den Anschluß der Röntgenröhre unmittelbar vor der zu untersuchenden Stelle (Abb. 20) auch außerhalb des Meßwagens. Eine elektrische Wasserpumpe dient zur Kühlung der Röntgenröhre, der Werkstisch im Vorraum zur röntgenographischen Prüfung von kleineren Stücken. Eine Schalttafel für die Niederspannung und das fahrbare Schaltschrank für die Hochspannung ist zur Regelung erforderlich. Die ganze Röntgen-einrichtung ist ortsbeweglich und kann bei längeren Arbeiten, z. B. in einer Werkstatt, herausgenommen werden.

Die unter dem Wagen angebrachte Lichtbatterie dient gleichzeitig als Meßbatterie für die Apparate im Meßwagen I und kann auch von dort aufgeladen werden. Sie ist durch besondere Kupplungen elektrisch mit Meßwagen I verbunden.

Eine kleine, unter dem Wagen aufgehängte Bahnmeisterlore, die erforderlichen Sanitätskasten für Hochspannungsunfälle und Schränke zur stoßfreien Aufhängung von je zwei Röntgen- und Ventilröhren an weichen Federn vervollständigen die Einrichtung des Wagens II.

Heizung und Beleuchtung sind wie im Meßwagen I.

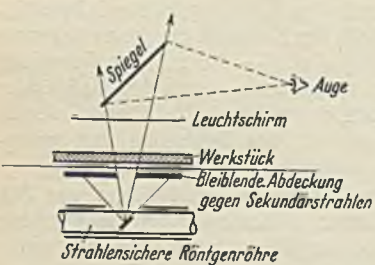


Abb. 16. Strahlensichere indirekte Röntgenbeobachtung von Werkstoffen nach dem Schattenbildverfahren im Leuchtschirm.

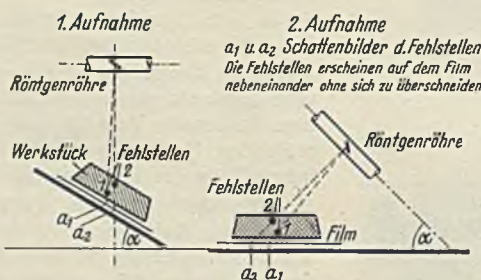


Abb. 17. Photographische Aufnahme von Werkstoffen nach dem Schattenbildverfahren. Bestimmung der Lage innerer Fehlstellen durch Aufnahmen unter Neigungswinkeln.

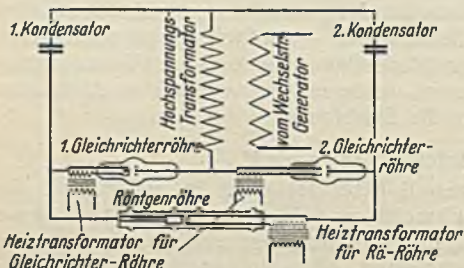


Abb. 19a. Schaltschema des Stromerzeugerkreises für die Röntgenanlage.

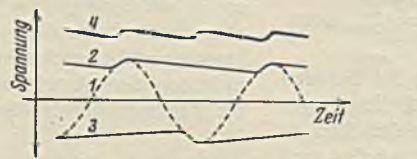


Abb. 19b. Elektrisches Spannungszeitdiagramm des Stromerzeugerkreises für die Röntgenanlage.

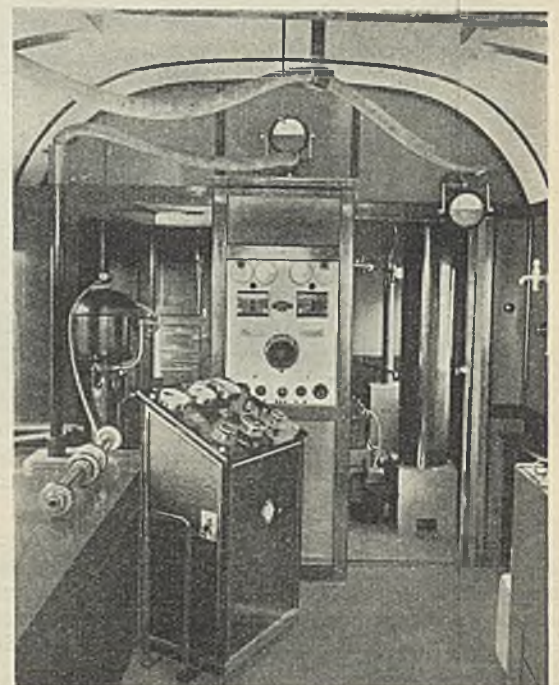
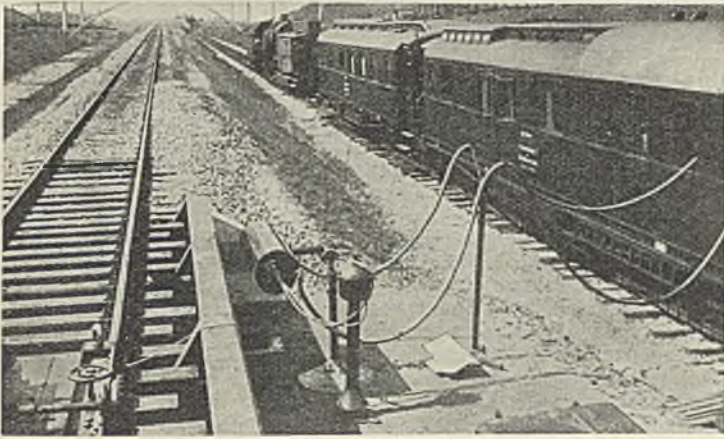


Abb. 18. Brückenmeßwagen II. Röntgenanlage. Im Vordergrund: Strahlensichere Röntgenröhre u. Hochspannungsschalttafel. Im Hintergrund: Kühlpumpe, Niederspannungsschalttafel und Transformatorraum.



Links: Geschweißte Brücke in der Versuchsstrecke behelfsmäßig eingebaut. In der Mitte: Röntgenröhre, durch Hochspannungskabel angeschlossen, und Kühlpumpe. Rechts: Brückenmeßwagen I und II.

Abb. 20. Röntgenographische Untersuchung einer geschweißten Eisenbahnbrücke.

4. Verwendung der beiden Meßwagen.

Von den zur Zeit vorliegenden Aufgaben können hier nur einige aufgezählt werden. Es kommen nur solche Aufgaben in Frage, die mit einfacheren, z. B. den einzelnen Reichsbahndirektionen zur Verfügung stehenden Meßgeräten, nicht durchgeführt werden können.

Die wichtigste Arbeit ist zunächst die systematische Erforschung der dynamischen Vorgänge an Eisenbahn- und Straßenbrücken aus Stahl, Stein, Beton und Eisenbeton. Die Nachprüfung der Stoßzahlkurven⁵⁾ 6), die bisher in allen Ländern verschiedenen Vorschriften unterliegt, ist durch internationale Meßversuche bereits in die Wege geleitet.

Bei älteren vorhandenen Brücken ist ihr Bauzustand, gegebenenfalls vor und nach der Verstärkung, genau festzulegen und zu verfolgen; bei neuen geschweißten⁷⁾ 8), auch bei den durch

⁵⁾ Hort, Stoßbeanspruchungen und Schwingungen der Hauptträger statisch bestimmter Eisenbahnbrücken. Bautechn. 1928, Heft 3 u. 4.

⁶⁾ Report of the Bridge Stress Committee. London 1928.

⁷⁾ Schaper, Die erste geschweißte Eisenbahnbrücke für Vollbahnbetrieb. Bautechn. 1930, Heft 22.

⁸⁾ R. Bernhard, Neuere geschweißte Brücken. Z. d. VdI 1930, Heft 55.

Schweißung verstärkten Brücken, ist durch Röntgenaufnahmen die einwandfreie Ausführung stichprobenweise nachzuprüfen.

Durch Dauerversuche bis zur Zerstörung an genietet und geschweißten Versuchsüberbauten⁹⁾ und einzelnen Stabverbindungen aus verschiedenen Stählen sind die statisch und dynamisch geeigneten Bauweisen zu erforschen, wobei durch die obenerwähnten Leistungs- und Wärmemessungen gleichsam der gesamte Energiehaushalt des Bauwerks verfolgt werden soll.

Bei Brücken, insbesondere von neuen und solchen mit ungewöhnlichen Tragwerken, sind Belastungsversuche durchzuführen.

Schließlich sei noch die meßtechnische Nachprüfung der Vorschriften für die anzunehmenden Bremskräfte, der zulässigen Seiten- und Torsionsschwankungen¹⁰⁾ und die zweckmäßigste Ausführung der Querverbände erwähnt.

Zahlreiche Versuche aus den Nachbargebieten, z. B. die Bestimmung der dynamischen Konstanten von Fahrzeugen (Lokomotiven, Eisenbahnwagen und Automobilen), besonders um ihren Einfluß auf die Brücken zu erfassen¹¹⁾, Spannungsmessungen am Fahrgestell von ablaufenden Wagen (Hemmschuhbremse) und am Oberbau (Schienen) sind gleichfalls begonnen worden. Ebenso haben Untersuchungen an Maschinenfundamenten¹²⁾ (Turbinen) stattgefunden.

Die Bearbeitung besonderer meßtechnischer Aufgaben für fremde Verwaltungen ist auch durchgeführt worden.

5. Zusammenfassung.

Der Zwang zur sparsamsten Bauweise führt dazu, durch Vertiefung der Kenntnisse aller inneren Vorgänge in den Bauwerken, die theoretischen Berechnungen durch praktische Messungen zu ergänzen. Die dauernde Vervollkommnung der Meßverfahren kann dazu wesentlich beitragen, ihre Weiterentwicklung ist eine wichtige Aufgabe im Bauingenieurwesen, wobei die Hilfe der Elektrotechnik nicht entbehrt werden kann.

Die langjährige Arbeit und die großen Kosten, die die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft bei Ausbildung und Einrichtung der Meßwagen nicht gescheut hat, werden sich, hoffentlich auch außerhalb der Reichsbahn, durch neue wissenschaftliche Erkenntnisse und wirtschaftlichere Bauwerke bezahlt machen.

⁹⁾ R. Bernhard, Dauerversuche an genieteten und geschweißten Brücken. Z. d. VdI 1929, Heft 47.

¹⁰⁾ R. Bernhard, Über die Verwindungssteifigkeit von zweigleisigen Eisenbahnfachwerkbrücken. Stahlbau 1930, Heft 8.

¹¹⁾ R. Bernhard, Brücke und Fahrzeug. Bauing. 1930, Heft 28.

¹²⁾ K. Bernhard, Aus der Praxis der Maschinengründung. Z. d. VdI 1930, Bd. 74, Heft 37.

Alle Rechte vorbehalten.

Über den Stand der Vorschriften für geschweißte Stahlbauten.

Von Dr.-Ing. Kommerell, Direktor bei der Reichsbahn im Reichsbahn-Zentralamt, Berlin.

Der Verein deutscher Ingenieure hat durch eine Sondergruppe des Fachausschusses für Schweißtechnik unter Leitung von Prof. Dr. Hilpert im Zusammenwirken von Vertretern der technischen Behörden, der erzeugenden und verwendenden Industrie am 27. November 1929 die „Richtlinien für die Ausführung geschweißter Stahlbauten“ als „vorläufige Richtlinien“ verabschiedet. Die Richtlinien sollten sich zunächst nur auf Hochbauten beziehen, sie wurden absichtlich ganz knapp gehalten. „Ihre Eignung für die Praxis sollte beobachtet werden; nötigenfalls müßten später Änderungen vorgenommen werden.“ Diese Richtlinien wurden in der Zeitschrift „Die Elektroschweißung“ 1930, Heft 1, als „Entwurf“ veröffentlicht und haben in Deutschland einen mächtigen Anstoß zur Frage des Schweißens in Stahlbau gegeben. In den Richtlinien wurde als Berechnungsgrundlage die Formel

$$(1) \quad P = F \cdot \sigma_{zul}$$

vorgeschrieben. Hierin bedeutet: P die durch die Schweißnaht zu übertragende Kraft, $F = a \cdot l$ den Bruchquerschnitt, a die Dicke der Schweißnaht, l die Länge der Schweißnaht abzüglich der Kraterenden.

σ_{zul} die zulässigen Spannungen der Schweißnähte. Die Werte von σ_{zul} in den Schweißverbindungen wurde wie folgt festgesetzt:

auf Zug 850 kg/cm², auf Druck 1100 kg/cm², auf Biegung 850 kg/cm², auf Abscherung 750 kg/cm².

Da die Formel (1) nur für die Übertragung reiner Zug- oder Druckkräfte gilt, so machte sich sofort für die Reichsbahn das Bedürfnis geltend, den Weg zu weisen, wie man verfahren soll, wenn (wie z. B. beim Anschluß von Fahrbahnlängsträgern an Querträger) auch Biegemomente neben Auflagerdrücken durch die Schweißverbindungen aufgenommen werden sollen. Auch mußte ein Verfahren gegeben werden, wie in diesem Falle das Widerstandsmoment der Schweißnähte zu berechnen ist. Dahingehende Vorschläge wurden von mir in einem Vortrage gegeben, den ich am 20. Mai 1930 in Wittenberge im Auftrage der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn vor den Brückendirektoren hielt¹⁾. Die Vorschläge, die sich auch auf die bauliche Durchbildung geschweißter Stahl-

bauten bezogen, fanden ihren Niederschlag in der kleinen im Verlage von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, erschienenen Schrift: „Berechnung, bauliche Durchbildung und Ausführung geschweißter Eisenbahnbrücken“. Bei diesen Vorschlägen habe ich — abweichend von den „Richtlinien“ — die zulässigen Beanspruchungen der Schweißnähte in Abhängigkeit gebracht von den zulässigen Beanspruchungen der Bauteile selbst, so daß eine Differenzierung in der Höhe der Werte für die Schweißverbindung sich von selbst ergab, wenn es sich handelte um

Hauptkräfte (ständige Last, Verkehrslast, Fliehkraft, Wärmeschwankung)
oder Haupt-, Wind- und Zusatzkräfte (zu den letzteren gehören Bremskräfte, Seitenstöße, Reibungswiderstände der Lager, Ausweichen der Widerlager und Setzen der Pfeiler)
oder um Wind-, Quer-, Brems- und Schlingerverbände.

Um den Ermüdungserscheinungen durch wiederholte Belastung und Entlastung bei den Schweißverbindungen Rechnung zu tragen, habe ich unter Anlehnung an das Vorgehen der Amerikaner vorgeschlagen, die für die Bauteile selbst berechneten Biegemomente, Querkkräfte und Stabkräfte für die Schweißverbindungen nach folgenden Formeln zu erhöhen:

$$(2) \quad M = \max M + \frac{1}{2} (\max M - \min M),$$

$$(3) \quad Q = \max Q + \frac{1}{2} (\max Q - \min Q),$$

$$(4) \quad S = \max S + \frac{1}{2} (\max S - \min S);$$

darin bedeuten: $\max M \dots$ die absoluten Größtwerte;
 $\min M \dots$ „ „ „ „ „ Kleinstwerte.

Diese Formeln wirken sich dahin aus, daß
bei stets gleichbleibender Belastung keine Erhöhung,
„ zwischen einem bestimmten Wert und Null wechselnder Belastung die Erhöhung auf das 1,5fache und
„ wechselnder Belastung mit absolut gleichen Grenzwerten die Erhöhung auf das Doppelte steigt.

¹⁾ Der Vortrag ist in der Bautechn. 1930, Heft 29 u. 31, wiedergegeben.

Die Durchrechnung mehrerer Beispiele hat ergeben, daß man unter Zugrundelegung der von mir vorgeschlagenen zulässigen Beanspruchungen für Schweißnähte (z. B. $\tau = 0,5 \sigma_{zul}$ auf Abscheren) zu vernünftigen Abmessungen gelangt, ohne daß sich besonders große Abmessungen in den Schweißverbindungen ergeben. Wichtig ist, daß man bei dem neu eingeführten Verfahren im Anfang lieber etwas ungünstiger rechnet, um Mißerfolge zu vermeiden. Angesichts der rohen Annahmen und der Ungenauigkeiten in den Abmessungen der ausgeführten Schweißnähte sind verfeinerte Rechnungsverfahren, die theoretisch die wirklichen Spannungszustände erfassen wollen, bei Schweißverbindungen noch weniger angebracht als bei Nietverbindungen.

Der von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft Hauptverwaltung ins Leben gerufene Ausschuß für geschweißte Eisenbahnbrücken hat in seiner ersten Sitzung am 30. Juli 1930 unter Vorsitz des Geheimen Baurats Dr.-Ing. chr. Schaper den im Reichsbahn-Zentralamt am 5. Juli 1930 unter Anlehnung an meine Vorschläge aufgestellten Entwurf für „Vorschriften für geschweißte Eisenbahnbrücken“ im großen und ganzen gutgeheißen. Dieser Entwurf sollte nach Einarbeiten der Beschlüsse vom 30. Juli den weiteren Beratungen des Brückenausschusses zugrunde gelegt werden.

Welche Bedeutung man dem Schweißen von Stahlbauten innerhalb der Industrie beimißt, geht noch daraus hervor, daß auf der Tagung des Vereines deutscher Ingenieure 1930 in Wien mehrere Vorträge über dieses Thema gehalten wurden.

Inzwischen erließ²⁾ am 10. Juli 1930 der Preußische Minister für Volkswohlfahrt „Vorschriften für die Ausführung geschweißter Stahlhochbauten“, die sich zwar eng an die oben erwähnten „Richtlinien“ anlehnen, doch aber auch in wesentlichen Punkten, insbesondere bezüglich der zulässigen Beanspruchungen, von den „Richtlinien“ abweichen. Diese Vorschriften sind vornehmlich für die Bedürfnisse der Baupolizei zugeschnitten und ermöglichen es dieser, geschweißte Stahlhochbauten zuzulassen. Daß diese Vorschriften nichts Endgültiges darstellen sollen, geht schon aus dem Einführungserlaß hervor. Die Behörden wurden angewiesen, bis zum 1. Januar 1932 dem Minister darüber zu berichten, welche Erfahrungen mit der neuen Bauweise gesammelt worden sind, und zwar welche Schweißarten verwendet, welche Prüfungsergebnisse mit den Proben erzielt worden sind und ob sonstige Vorschläge, z. B. für die Schweißdrähte, zu machen sind. Denn im Gegensatz zu den amerikanischen Vorschriften ist absichtlich in den preußischen „Vorschriften“ nichts über die an die Schweißdrähte zu stellenden Eigenschaften und über die anzuwendenden Schweißverfahren gesagt. Man wollte der Entwicklung nicht vorgreifen.

In den preußischen „Vorschriften“ ist die zulässige Beanspruchung bei Hochbauten wie folgt festgesetzt:

a) Bei ruhender Belastung oder unerheblicher Stoßwirkung.

Zulässige Beanspruchung σ_{zul} in Bauteilen in kg/cm ²		1200	1400	1600
Beanspruchung der Schweißnaht auf:	Zug . . .	720	840	960
	Druck . . .	900	1050	1200
	Abscheren .	600	700	800

b) Bei Wechselbeanspruchung, Stoßwirkung, Kranen aller Art sowie allgemein bei Überkopfschweißungen.

Zulässige Beanspruchung σ_{zul} in Bauteilen in kg/cm ²		1200	1400	1600
Beanspruchung der Schweißnaht auf:	Zug . . .	600	700	800
	Druck . . .	750	875	1000
	Abscheren .	500	584	667

In den preußischen „Vorschriften“ sind also die Grundspannungen niedriger als in den „Richtlinien“ und ebenfalls in ein bestimmtes Verhältnis zu den zulässigen Beanspruchungen σ_{zul} der anzuschließenden Stäbe gebracht, und zwar ist im Falle a) die zulässige Beanspruchung der Schweißnaht

bei Zug . . . das 0,6 fache
 „ Druck . . . „ 0,75 „
 „ Abscheren das 0,5 „ } von σ_{zul}

Im Falle b) sind die zulässigen Beanspruchungen der Schweißnähte noch um $\frac{1}{6}$ herabgesetzt. Aus den Vorschriften geht nicht klar hervor, ob diese Herabsetzung neben der Berücksichtigung von Stoßziffern, oder neben Erhöhung der Spannungen bei wechselnden Belastungen — wie dies ähnlich wie bei eisernen Eisenbahnbrücken in den Kranvorschriften vorgesehen ist — vorgenommen werden soll.

Zum 27. Oktober 1930 berief der Verein deutscher Ingenieure eine neue Sitzung ein, in der die im Januar 1930 veröffentlichten „Richtlinien für die Ausführung geschweißter Stahlhochbauten“ und die inzwischen eingegangenen Einsprüche erneut beraten werden sollten. Die

²⁾ Druck und Verlag von Bernard & Graefe, Berlin-Charlottenburg 1, An der Caprivibrücke.

Einladung umfaßte einen wesentlich größeren Kreis (43 Teilnehmer), um einerseits dem von der deutschen Industrie geäußerten lebhaften Wunsch nach Einheitlichkeit der Richtlinien im ganzen Reichsgebiet Geltung zu verschaffen, andererseits um noch die von der Reichsbahn geleisteten Vorarbeiten nutzbringend zu verwerten. Zu diesem Zweck trat Prof. Dr. Hilpert als Obmann des bisherigen Unterausschusses den Vorsitz namens des Vereines deutscher Ingenieure an Geh. Baurat Dr.-Ing. chr. Schaper ab, der nunmehr die Leitung des erweiterten Ausschusses übernahm. Nach kurzer Erörterung wurde beschlossen, die Richtlinien für Hochbauten sofort Punkt für Punkt an Hand des bisherigen Entwurfs und der vorgeschlagenen Ergänzungen zu erörtern und die Richtlinien für Brückenbauten in späteren Sitzungen zu behandeln. Beide Teile sollen vielleicht später durch eine „Mantelvorschrift“ zusammengefaßt werden. Die Vertreter von Bayern, Hessen, Hamburg, Sachsen glauben, daß ihre Regierungen die neu herauszubringenden Richtlinien als Baupolizeivorschriften übernehmen werden. Es bestand der lebhafteste Wunsch, für das ganze Deutsche Reich einheitliche Vorschriften herauszubringen.

Die am 27. Oktober 1930 gefaßten Beschlüsse sollten von einem kleinen Unterausschuß, bestehend aus den Herren Schaper, Füssel, Gehler, Giesbach, Haas, Kommerell, Schmuckler, zu einem neuen Entwurf verarbeitet werden. Dem Unterausschuß wurden weitgehende Vollmachten erteilt.

Der Unterausschuß wurde zum 17. und 18. November einberufen. Um bei den Beratungen der Stahlhochbauten von vornherein auch die Meinungen des von der Deutschen Reichsbahn ins Leben gerufenen Ausschusses für Brückenbauten kennenzulernen, wurde dieser Ausschuß ebenfalls zu den Beratungen zugezogen. Diese Maßnahme hat sich auch deshalb als notwendig erwiesen, weil inzwischen von mir ein Entwurf (für geschweißte Stahlbauten unter Berücksichtigung der Beschlüsse vom 27. Oktober und der preußischen Baupolizeivorschriften) vorgelegt und den Mitgliedern des Unterausschusses übersandt wurde, wobei der Versuch gemacht wurde, die Vorschriften für Stahlhochbauten und für Brückenbauten in einer Vorschrift zusammenzufassen. So bestechend dieser Gedanke war, wurde doch in der Sitzung am 17. November beschlossen, auftragsgemäß zunächst nur die Vorschriften für geschweißte Stahlhochbauten zu beraten, da von verschiedener Seite die Meinung vertreten wurde, daß für den gewöhnlichen Stahlhochbau im allgemeinen keine so scharfen Bestimmungen getroffen werden müßten, wie dies für die dynamisch beanspruchten Brücken notwendig erscheine, wenn auch dieser Einfluß durch Stoßziffern abgegolten werde. Auch ging man davon aus, daß die Vorschriften für Stahlhochbauten möglichst knapp gehalten werden sollen und daß später die Vorschriften für Brückenbauten sich an die für Stahlhochbauten anlehnen sollen. Der ganze Entwurf der Richtlinien wurde unter Berücksichtigung der Beschlüsse vom 27. Oktober in allen Punkten in zweitägiger Beratung eingehend durchgearbeitet und, wo notwendig, ergänzt. Man war sich darüber einig, daß unter geschweißten Hochbauten auch Kranbahnen angesehen werden sollen. In DIN E 120 „Grundsätze für die Berechnung und bauliche Durchbildung der Eisenkonstruktion von Kranen“ sind Stoßziffern vorgesehen, und die Wechsellast werden unter Erhöhung der Stabkräfte entsprechend den Vorschriften der Deutschen Reichsbahn „Berechnungsgrundlagen für eiserne Brücken (BE)“³⁾ berechnet.

Im einzelnen ist zu dem beschlossenen Entwurf folgendes zu sagen:

Der Rechnungsgang wurde gegenüber den seitherigen Richtlinien wesentlich vertieft. Es wurde angegeben, wie Stirn- und Flankenkehlnähte und Stumpfnähte berechnet werden sollen. Der Ausschuß hatte keine Bedenken, im Stahlhochbau Stumpfnähte auch bei reinen Zugstäben zuzulassen. Auch wurden Rechnungsverfahren beschlossen für den Fall, daß beispielsweise beim Anschluß von Unterzügen an Säulen neben einer Auflagerkraft auch Momente übertragen werden müssen. Neben dem von mir in meiner oben erwähnten Schrift vorgeschlagenen Näherungsverfahren, das sowohl bei anzuschließenden unsymmetrischen Trägern, als auch bei rohrförmigen Querschnitten zum Ziele führt, wurde auch ein anderes (von Geheimrat Prof. Hertwig und Prof. Gehler vorgeschlagenes) Verfahren beschlossen, ähnlich dem bei der Berechnung der durchschießenden Platten von Längsträgern bei der Reichsbahn vorgeschriebenen. Dabei können die Gurtkräfte des Schweißanschlusses nach der Formel

$$(5) \quad Z = D = \frac{M}{h}$$

berechnet werden, so daß die Beanspruchung der Gurtschweißnähte

$$(6) \quad \rho = \frac{M}{F_g h}$$

wird. Hierin bedeutet F_g den Flächeninhalt der Nähte eines Gurtes und h die Trägerhöhe h (zur Vereinfachung, um keine unständlichen Schwerpunktbestimmungen vornehmen zu müssen). Den Stegnähten soll nur der Einfluß der Auflagerkraft A zugewiesen werden, ihre Beanspruchung wird nach der Formel

$$(7) \quad \rho = \frac{A}{\Sigma a l}$$

berechnet, wobei $\Sigma a l$ nur die Stegnähte umfaßt. Dieses Verfahren läßt sich nur anwenden, wenn die Schweißanschlüsse symmetrisch sind. Die nach den Formeln (6) und (7) berechneten Beanspruchungen dürfen nicht größer sein, als die bei allen Kehlnähten (gleichgültig ob Stirn- oder Flankenkehlnähte) höchstens zugelassene Beanspruchung

$$(8) \quad \rho = 0,5 \sigma_{zul} \text{ (auf Abscheren).}$$

³⁾ Berlin 1926, Wilh. Ernst & Sohn.

Die zulässigen Beanspruchungen der Schweißnähte wurden nach meinem Vorschlage in Abhängigkeit gebracht von der zulässigen Beanspruchung σ_{zul} der Konstruktion selbst. Da im Hochbau auch bei Stäben, die auf Zug beansprucht sind, Stumpfschweißungen zugelassen werden sollen, so wurde die zulässige Beanspruchung

$$\begin{aligned} \text{bei Zug } \rho &= 0,6 \sigma_{zul} \\ \text{bei Druck } \rho &= 0,75 \sigma_{zul} \end{aligned}$$

bei Biegung wie bei Zug festgesetzt.

Diese Werte sind etwas niedriger, als sie für Brücken von mir vorgeschlagen wurden ($0,8 \sigma_{zul}$), wobei aber zu berücksichtigen ist, daß im Brückenbau Zugkräfte durch Stumpfnähte allein nicht übertragen werden dürfen, und daß im Brückenbau beabsichtigt ist, Biegemomente, Querkkräfte und Stabkräfte zur Berechnung der Schweißnähte nach den amerikanischen Formeln (2), (3) und (4) zu erhöhen.

Um die Ergebnisse der Schweißerprüfung und der Prüfung von Schweißungen auf einen einheitlichen Maßstab zu bringen, sollen für die Probestücke bestimmte Abmessungen gewählt werden. Auch soll bei der Schweißerprüfung die tatsächlich ausgeführte Schweißdicke, also die Kehlnaht a + dem Schweißwulst Δa in die Rechnung eingeführt werden. Da bei Berücksichtigung des Schweißwulstes der Wert von 3000 kg/cm^2 zu hoch ist, wurde der Wert auf 2500 kg/cm^2 herabgesetzt. Beim Biegeversuch bei Prüfung einer Stumpfnahnt wurde von einer Seite die Ansicht vertreten, der Biegewinkel, der mit 60° vorgeschrieben ist, könne vom Schweißer derart beeinflußt werden, daß, wenn die Schweiße den Hohlraum nicht vollständig ausfülle, also schlecht geschweißt würde, der Biegewinkel größer ausfalle. Um dies nachzuprüfen, werden noch eingehende Versuche vorgenommen.

Bezüglich der Ausführung hieß es in den alten Richtlinien unter 8 a): „Als Richtlinien für das Verschweißen auf der Baustelle haben zu gelten: Heftschiweißen dürfen nur im spannungslosen Zustande gesetzt werden; Zusammenzwängen einzelner Teile ist unzulässig; Klammern und Schraubstöcke dienen nur dazu, gegenseitige Verschiebung der Bauteile zu hindern,

solange die Schweißarbeit nicht beendet ist.“ Von Sachverständigen wurde darauf hingewiesen, daß diese Richtlinien nicht allgemeine Gültigkeit haben, ja daß es in manchen Fällen sogar angezeigt sei, den zusammenschweißenden Teilen eine bestimmte Vorspannung zu geben, so daß sie erst unter dem Einfluß des Schweißens die richtige Lage bekommen. Um nun den Auftragnehmer nicht zu sehr einzuengen, beschloß der Ausschuß einfach: „Die Schweißnähte müssen so ausgeführt werden, daß nach der Fertigstellung möglichst geringe Nebenspannungen zurückbleiben.“

Wenn ursprünglich beabsichtigt war, für die so wichtige Einbrenntiefe der Schweiße in den Werkstoff bestimmte Mindestmaße 1 bis 2 mm vorzuschreiben, so war man sich darüber klar, daß eine solche Vorschrift nicht immer zum Vorteil für die Konstruktion wäre, da unter Umständen die zu verschweißenden Bauteile zu sehr geschwächt würden, ohne daß die Schweißverbindung wesentlich haltbarer würde. Man einigte sich daher auf den Satz: „Der Schweißstoff muß in den Werkstoff gut ein-gebrannt sein.“

Das Ausstreichen der Schweißlücken mit säurefreiem Kitt oder das Ausfüllen der Lücken mit leichten Kehlnähten wurde nicht allgemein für notwendig gehalten. Derartige Vorschriften wurden daher mit Absicht fortgelassen, und man wollte es den „Einzelvorschriften“ überlassen, wenn ausnahmsweise zur Vermeidung des Stehenbleibens von Wasser etwas derartiges notwendig sein sollte.

Vorschriften für die Bauüberwachung sollten überhaupt nicht aufgenommen werden.

Der nunmehr entstandene Entwurf ist allen Mitgliedern des Gesamtausschusses zur Stellungnahme zugeleitet worden. Wenn keine wesentlichen Einwendungen, die die nochmalige Einberufung des Gesamtausschusses notwendig machen sollten, erhoben werden, so soll der Entwurf, und zwar als Normenblatt des Normenausschusses veröffentlicht werden.⁴⁾

⁴⁾ Heftausgabe erscheint im Verlage von Wilh. Ernst & Sohn, Berlin W 8.

Vermischtes.

Baukontrollkurse der Bayer. Landesgewerbeanstalt Nürnberg. Die Bayer. Landesgewerbeanstalt Nürnberg veranstaltet im Frühjahr 1931 eine Reihe von viertägigen Baukontrollkursen, mit je 10 Vortrags- und Übungsstunden, sowie 16 Stunden Übungen in der Materialprüfungsanstalt. Erster Kurs 12. 1. bis 15. 1. 1931. Teilnehmergebühr 30 RM. Programm durch die Bayer. Landesgewerbeanstalt Nürnberg.

Untersuchung staatlicher Brücken. Das Unglück an der Koblenzer Hafenbrücke¹⁾ hat, wie die „Düsseldorfer Nachrichten“ mitteilen, Veranlassung dazu gegeben, daß bei sämtlichen zum Geschäftsbereich der preußischen Wasser- und Kulturbauverwaltung gehörigen Brücken eine Nachprüfung in der Richtung vorgenommen werden soll, festzustellen, welchen Zwecken sie gewidmet sind, ob und in welchem Umfange, wenn es sich um Treidelbrücken oder nicht öffentliche Brücken des preußischen Fiskus handelt, ein Verkehr des Publikums zugelassen ist und zugelassen werden kann, welche Maßnahmen getroffen sind oder zu treffen wären, um ein Öffentlichtwerden des Brückenverkehrs zu verhüten, und ob die Brücken die nötige Standsicherheit für den sich auf ihnen regelmäßig abwickelnden Verkehr haben. Soweit sich darunter Leinfahrtbrücken befinden, die unbeschränkt öffentlich benutzt werden, so sind, wenn sich nicht ein Benutzungsrecht in bestimmtem Umfange empfiehlt, an sichtbarer Stelle Tafeln aufzustellen, die angeben, welche Tragfähigkeit die Brücke hat, und die Benutzer darauf hinweisen, daß die Benutzung für den unbeschränkt öffentlichen Verkehr auf eigene Gefahr geschieht.

Eine neue Flugzeughalle im chilenischen Flughafen Quintero. Die lebhaft entwickelte Luftverkehrs, insbesondere auch in Ländern, die aus geographischen und wirtschaftlichen Ursachen im Ausbau ihres Straßen- und Eisenbahnnetzes behindert sind, sowie die Erkenntnis der großen Bedeutung der Luftfahrt für Kriegszwecke drängen überall zur Anlage geeigneter Lufthäfen mit den notwendigen Einrichtungen zur sicheren Beherbergung der kostspieligen Flugzeuge. Im folgenden sei über eine neue große Flugzeughalle kurz berichtet, die vom Werk Gustavsborg der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG. (M. A. N.) auf Grund eines Ausschreibens der chilenischen Marine-Verwaltung für den Flughafen Quintero vorgeschlagen und geliefert wurde. Die Halle ist 90 m lang und 50 m breit. Ihr Inneres, also 4500 m^2 überdeckter Raum, ist bei einer Mindestlichthöhe von 8 m völlig ohne Stützen. Als günstigste Lösung für die Gesamtkonstruktion ergab sich, das Dach giebelförmig in durchgehender schwacher Neigung bis zur Hallenmitte emporzuführen. Die das Dach tragenden Binder laufen parallel den Längsseiten und ruhen einerseits auf den beiden Querwänden, andererseits auf zwei kräftigen Stützrahmen, die die Halle in drei Schiffe von 40 und $2 \times 25 \text{ m}$ Breite unterteilen. Vierzehn 8 m hohe Tortafeln an jeder der beiden Längsseiten lassen sich so ineinanderschleben, daß entweder die Mittelhalle oder die beiden Seitenhallen gleichzeitig in ihrer ganzen Breite zum Ein- und Ausfahren der

Flugzeuge freigelegt werden. Der große Luftraum unter dem Giebel ist für die tropischen Verhältnisse recht günstig; außerdem ist das Wellblech des Daches mit einem wärmeschützenden Überzug versehen. Wegen der oft senkrecht einfallenden Sonnenstrahlen ist lediglich ein sattelförmiges Oberlicht aufgesetzt; im übrigen genügen entsprechende Fensterflächen für reichliche Belichtung. Zur Entlüftung dienen eine Anzahl von Ventilatoren auf dem Dachfirst. Durch sorgfältige Ausnutzung aller statischen Möglichkeiten konnte das Gesamtgewicht der Eisenkonstruktion verhältnismäßig sehr klein gehalten werden; es beträgt ohne Tore, aber einschließlich aller Torführungen 225 t, also genau 50 kg für 1 m^2 überdeckte Grundfläche. Die Anlage hat in allen Einzelheiten die uneingeschränkte Anerkennung der Auftraggeberin gefunden.

Winterausführung von Eisenbetonbogenbrücken am Ufer des Ohio im Zuge einer neuen Verkehrsstraße. Der Ohio fließt von seinem Ursprung bis zu den Nebenflüssen Monongahela und Allegheny durch ein enges, von steilen Ufern begrenztes Tal. Ein Teil des Geländes des bebauten Nordufers wird durch mehrere, von kleinen Zuflüssen gebildete Schluchten unterbrochen, so daß zur unmittelbaren Verbindung der einzelnen Siedlungsgebiete eine neue Landstraße mit vielen Brückenbauwerken erforderlich wurde.

Nach Eng. News-Rec. 1930, Bd. 105, Nr. 13 vom 25. September, S. 482, waren für die ganze Strecke von 6 km neun Brücken erforderlich, von denen fünf als Eisenbetonbogenbrücken und vier als stählerne Brücken ausgeführt wurden. Die Eisenbetonbogenbrücken bestehen aus einer bzw. aus mehreren Bogenöffnungen. Die größte der Einbogenbrücken hat eine Spannweite von etwa 122 m bei einem Pfeil von 26,2 m. Diese neun Straßenbrücken erfordern einen Anteil von 66% der Gesamtkosten der neuen Verkehrsstraße.

Die Bauverträge wurden im Juli 1929 abgeschlossen. Die Arbeiten begannen im folgenden Monat mit der Ausführung der kleineren in Stahl errichteten Brücken und der Herstellung der Widerlager der Betonbrücken.



¹⁾ Vgl. Bautechn. 1930, Heft 43.

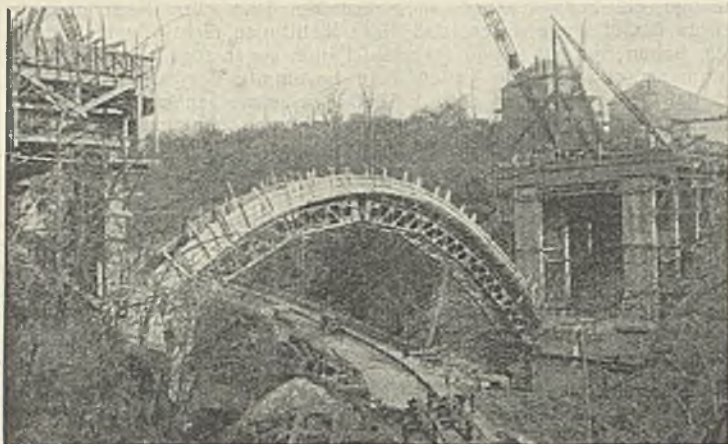


Abb. 1.

Die Schalungsformen für die aus zwei Tragrippen bestehenden Betonbogen sowie auch der stählerne, aus aneinanderfügbaren Einzelteilen gebildete Lehrbogen waren so eingerichtet, daß sie mit geringfügigen Abänderungen entsprechend den verschiedenen Spannweiten mehrfach verwendet werden konnten. Zur Aufstellung der Lehrbogen und der Schalungen sowie auch zur Baustoffzuführung dienten bei einigen Brücken Auslegerkrane, die auf den vorher hergestellten Zufahrtrampen aufgestellt waren (Abb. 1). Bei anderen bediente man sich einer Kabelförderanlage, die über der Brückenachse gespannt war, wie aus Abb. 2 ersichtlich ist.

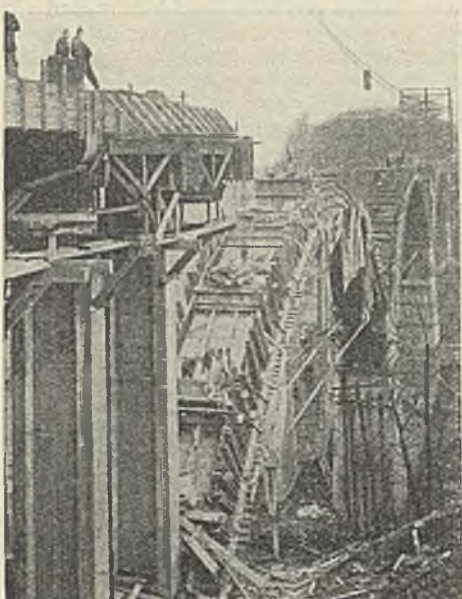


Abb. 2.

wacht und nötigenfalls durch Beheizung geregelt.

Die Ausführung der Brücken während des Winters ermöglichte dann anschließend in der darauffolgenden wärmeren Jahreszeit die Herstellung der Straßendecke, so daß im November 1930 noch mit der Fertigstellung der ganzen Strecke zu rechnen war.

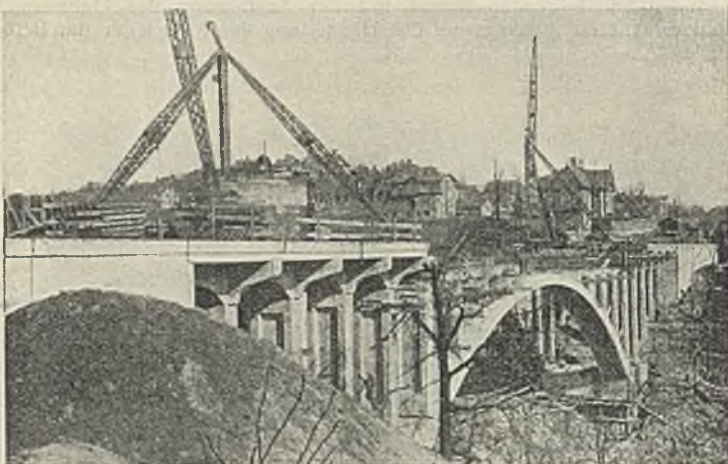


Abb. 3.

Abb. 3 zeigt eine Einbogenbrücke (Fremont St.) in nahezu fertigem Zustande, zu deren Ausführung auf den Brückenrampen aufgestellte Auslegerkrane verwendet wurden.

Der Verkehr der neuen Landstraße wird auf 20 000 Fahrzeuge täglich geschätzt.

Der Vertrag über die gesamten Arbeiten wurde abgeschlossen zwischen dem Allegheny County Department of Public Works und der Firma Booth & Flinn, Pittsburgh, Pa., mit George Hockensmith als Unternehmer.

Internationaler Wettbewerb für eine Straßenbrücke über den Rhein in Basel (Dreirosenbrücke). Unter den bis zum 15. Oktober 1930 eingegangenen 76 Entwürfen befanden sich 24 stählerne Vollwandbalkenbrücken mit zwei und drei Öffnungen, 11 stählerne Fachwerkbalkenbrücken mit drei Öffnungen, 7 stählerne Bogenbrücken mit einer Öffnung, 1 Hängebrücke mit drei Öffnungen, 10 Betonbalkenbrücken mit drei Öffnungen, 23 Betonbogenbrücken mit einer und drei Öffnungen.

Den ersten Preis von 15 000 Fr. erhielt der Entwurf der MAN, Werk Gustavsburg in Mainz-Gustavsburg und von Grün & Billinger AG., Mannheim; Architekt Prof. O. R. Salvisberg, Zürich; stählerne Vollwandbalkenbrücke mit drei Öffnungen mit untenliegenden Hauptträgern; Gesamtkosten 2 350 494 Fr. — Der zweite Preis von 14 000 Fr. entfiel auf den Entwurf der Eisenbaugesellschaft Zürich in Zürich und Locher & Cie. in Zürich; Architekten Gebr. Pfister, Zürich; System wie vor. Gesamtkosten 2 836 147 Fr. — Den dritten Preis von 13 000 Fr. erhielt der Entwurf von Wayss & Freytag, Frankfurt a. M. und Niederlassung Stuttgart, und Prof. Dr.-Ing. E. Mörsch, Stuttgart; Architekt Prof. Dr.-Ing. chr. F. Bonatz, Stuttgart; Eisenbetonbalkenbrücke mit drei Öffnungen; Gesamtkosten 3 039 723 Fr. — Den vierten Preis von 11 000 Fr. erhielt der Entwurf von Heilmann & Littmann, München und Berlin; Architekten Scherrer und Meyer, Schaffhausen; Eisenbetonbogenbrücke mit drei Öffnungen; Gesamtkosten 2 737 118 Fr. — Der fünfte Preis von 10 000 Fr. endlich entfiel auf den Entwurf von Aug. Klönne, Dortmund, und Ed. Züblin & Cie., Zürich; stählerne Vollwandbrücke mit drei Öffnungen; Gesamtkosten 2 154 313 Fr. — Außerdem sind zwei Entwürfe angekauft worden.

Der mit dem ersten Preise ausgezeichnete Entwurf ist mit einigen Abänderungsvorschlägen den Behörden zur Ausführung empfohlen worden.

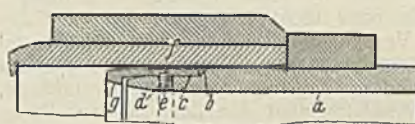
Ein ausführlicher Aufsatz über das Ergebnis des Wettbewerbs wird demnächst in der Bautechn. erscheinen.

Ls.

Patentschau.

Bearbeitet von Regierungsrat Donath.

Innenmuffenverbindung. (Kl. 84a, Nr. 497070 vom 30. 7. 1926 von Mannesmannröhren-Werke in Düsseldorf, Zusatz zum Patent 481 850.) Um eine sichere Abdichtung der Innenmuffe auch bei geringerem Druck zu sichern, wird ein Klemmring benutzt, der mittels einer besonderen Vorrichtung gleichmäßig gegen den Gummiring angepreßt und durch eine



Sperrvorrichtung in seiner Lage festgehalten wird. Auf das eingeschobene Rohr *a* wird nach dem Einbringen des Gummiringes *b* ein Klemmring *c* aufgeschoben und gleichmäßig gegen den Gummiring angepreßt. Um die Stellung des Klemmringes zu erhalten, wird er durch Feststellschrauben *d* gehalten, die in mit Gewinde versehene Öffnungen *e* des eingeschobenen Rohres *a* eingeschraubt werden und in eine Nut *f* des Klemmringes eingreifen. Um den Gummiring nach Wegnahme des Klemmringes auszuwechseln, trägt dieser eine Nase *g*, an die das Werkzeug zum Herausziehen angreift.

Personalnachrichten.

Preußen. Die Regierungsbaumeister (W.) J. Steffens (beurl.) und Dr.-Ing. B. Möhlmann (beurl.) sind zu Regierungsbauräten ernannt und planmäßig angestellt worden.

Der Regierungsbaurat (W.) Starker ist von der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin an das Neubauamt Kanalabstieg in Magdeburg zurückversetzt, der Regierungsbaumeister (W.) G. Schumacher vom Neubauamt Kanalabstieg in Magdeburg an das Neubauamt in Eberswalde versetzt worden.

Der Regierungsbaurat (W.) Contag beim Neubauamt in Eberswalde ist auf seinen Antrag aus dem Staatsdienst entlassen worden.

INHALT: Der Brückenbau und der Ingenieurhochbau der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft im Jahre 1930. — Wasserwirtschaftliche Bauten im Bereiche der Sächsischen Wasserbauverwaltung. — Der Ausbau der Endstrecke des Oder-Spree-Kanals bei Fürstenberg a. d. Oder. — Erweiterungsbau des Hamburger U-Bahnnetzes. — Die neuen Brückenmeßwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. — Über den Stand der Vorschriften für geschweißte Stahlbauten. — Vermischtes: Baukontrollkurse der Bayer. Landesgewerbeamt Nürnberg. — Untersuchung staatlicher Brücken. — Neue Flugzeughalle im chilenischen Flughafen Quintero. — Winterausführung von Eisenbetonbogenbrücken am Ufer des Ohio im Zuge einer neuen Verkehrsstraße. — Internationaler Wettbewerb für eine Straßenbrücke über den Rhein in Basel. — Patentschau. — Personalnachrichten.