

DIE BAUTECHNIK

Alle Rechte vorbehalten

Der Neubau der Oderbrücke bei Zäckerick-Alt-Rüdnitz.

Von Direktor bei der Reichsbahn Koehler und Reichsbahn-Diplomingenieur Kober, Stettin.

Vorgeschichte.

Die eingleisige Eisenbahnlinie von Berlin über Wriezen nach Jädickendorf mit Fortsetzung nach Pyritz und Stargard (Pommern), die im Spätherbst 1892 in Betrieb genommen wurde, schneidet den von Friedrich dem Großen trockengelegten, etwa 12 bis 13 km breiten Oderbruch in der Nähe der Dörfer Zäckerick und Alt-Rüdnitz. Sie überschreitet die an der Ostseite des Tales entlang fließende, etwa 200 m breite Oder und das zugehörige rd. 1000 m breite Vorgelände mittels eines Vordammes und zweier Brückenzüge von 661,5 m Gesamtlänge, die durch einen 113 m langen Zwischendamm getrennt sind (Abb. 1 u. 2).

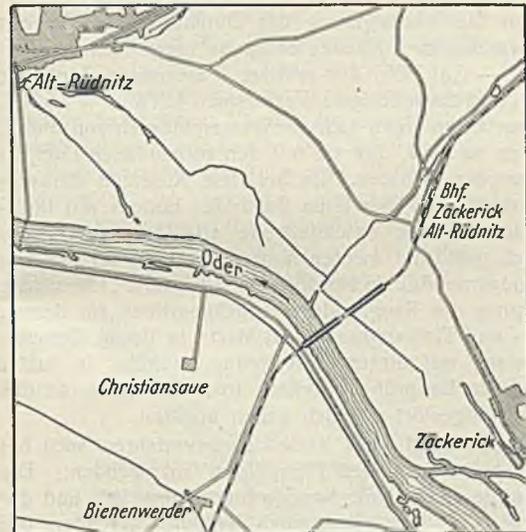


Abb. 1. Übersichtsplan aus Meßtischblatt 1628.

Wenn man von der 1789 durch Eis-

Durch die im Laufe der Jahre anwachsenden Lokomotivlasten war schon im Jahre 1910 eine Verstärkung der eisernen Überbauten notwendig geworden. Gleichzeitig wurde im eigentlichen Stromlauf die Durchfahrthöhe für Schiffe durch Hoherlegung der Überbauten um 1,60 m verbessert, wie aus den aufgestockten Pfeilern (Abb. 11) zu erkennen ist.

Die Nachrechnung der Brücken auf Grund der im Jahre 1925 eingeführten neuen Lastenzüge ergab, daß die einzelnen Überbauten und Pfeiler den Vorschriften nicht mehr genügten. Auch der lichte Abstand der Hauptträger entsprach nicht mehr den Vorschriften. Dazu hatte der ursprünglich nur örtliche und auf die Tagesstunden beschränkte Fußgänger- und Wagenverkehr sich erheblich belebt und im Jahre 1929 mit 47 856 Einzelpersonen, 10 719 Fuhrwerken und 3577 Kraftwagen schon mehr öffentlichen Charakter erreicht. Der Straßenverkehr hatte auf der alten Brücke mit ihrer Doppelbenutzung schon zu Unträglichkeiten geführt, deren weiteres Anwachsen für die Zukunft zu befürchten war.

An diesen Tatsachen durfte man nicht länger achtlos vorbeigehen. Es war zu entscheiden: sollte man

- a) die bereits einmal verstärkte Brücke nochmals verstärken oder
- b) die eisernen Überbauten durch neue an alter Stelle auf den alten Pfeilern ersetzen oder
- c) neben der vorhandenen Brücke einen vollständigen Neubau errichten?

a) Der Plan einer Verstärkung der alten Überbauten schied wegen Unwirtschaftlichkeit aus. Eine Verstärkung wäre nur möglich gewesen,

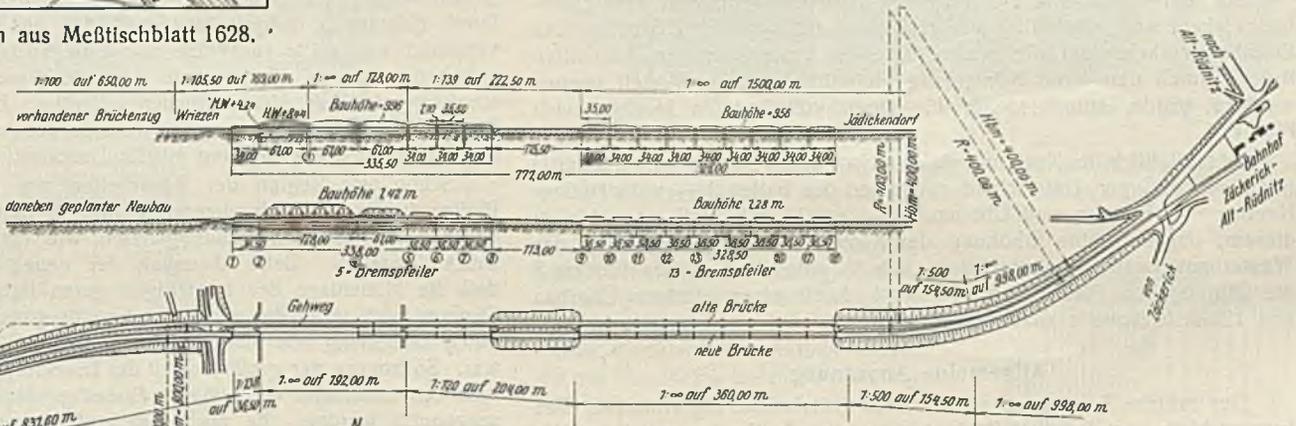


Abb. 2. Lageplan. 1:10 000.

gang zerstörten hölzernen Brücke in der Gegend von Hohen-Saaten und von der 1806 abgebrochenen hölzernen Brücke etwa 3 km oberhalb der jetzigen Zäckericker Eisenbahnbrücke absteht, bestand vor dem Jahre 1892 zwischen Küstrin und Schwedt (Oder) kein fester Oderübergang. Die im Jahre 1892 erbaute Eisenbahnbrücke bildete demnach auf eine Strecke von rd. 60 km Luftlinie die einzige sichere Verbindung zwischen beiden Oderufem, da die wenigen Fähren wegen Überflutung der Zufahrtwege im Wiesengelände schon bei leichteren Hochwässern ausfielen. Um diese auf die Dauer unhaltbaren Zustände zu verbessern, und um vor allem den Ortsverkehr zwischen den Dörfern des Ostufers und den Ländereien des Bruches zu erleichtern, legte das Ministerium der öffentlichen Arbeiten der damaligen Königlichen Eisenbahndirektion Berlin die Verpflichtung auf, die neue Eisenbahnbrücke gegen eine vom Kreis Königsberg (Neumark) zu zahlende einmalige Entschädigung von 42 000 M für Fußgänger- und Wagenverkehr gangbar und fahrbar zu machen. Zur Bestreitung der Unterhaltungskosten für diese zusätzliche Einrichtung wurde dem Bauherrn die Erhebung von Brückengeld zugestanden. Die Mitbenutzung der Brücke durch den Straßenverkehr wurde nur am Tage und nur in den Pausen zwischen den einzelnen Zügen gestattet.

wenn je ein Überbau von 36,5 und 64,0 m Stützweite (Abb. 2) durch einen vorher beschafften und daneben zusammengebauten Überbau in einer Betriebspause ersetzt, die ausgeschobenen Überbauten in einer Brückenbauanstalt verstärkt, an der Baustelle wieder zusammengebaut und gegen einen weiteren alten Überbau ausgewechselt worden wäre. Hiergegen sprach die sich sehr lange hinziehende Bauzeit mit der betrieblichen Erschwerung durch die Auswechslung von im ganzen 16 Überbauten in den Zuggausen, die Beibehaltung des Gemeinschaftsverkehrs von Eisenbahn- und Wagenverkehr auf den im ganzen rd. 660 m langen Brückenzügen und schließlich der Umstand, daß die alten Pfeiler den Bremskräften, die nach den Vorschriften von 1925 in Rechnung zu stellen waren, nicht mehr gewachsen waren.

b) Bei einer vollständigen Erneuerung der eisernen Überbauten unter Beibehaltung der alten Pfeiler (Fall b) hätte der Gemeinschaftsverkehr auch für die Zukunft dauernd in Kauf genommen werden müssen. Da die alten Pfeiler zur Aufnahme der Bremskräfte nicht mehr ausreichten, wäre mindestens je ein Pfeiler der getrennten beiden Brückenzüge zur Aufnahme dieser Kräfte von Grund auf umzubauen gewesen. Wenn auch — gegenüber einer Auswechslung der 16 einzelnen Überbauten nacheinander entsprechend Lösung a) — durch fertige Aufstellung mehrerer neuer Überbauten neben der vorhandenen Brücke und durch die gleichzeitige Einschlebung einer solchen Gruppe die betrieblichen Gefahren und Schwierigkeiten erheblich hätten herabgesetzt werden können, so

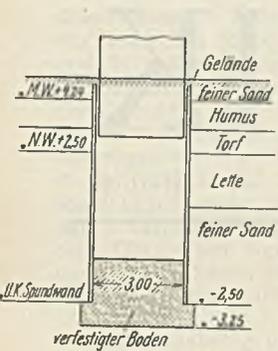


Abb. 3.
Skizze der
Boden-
verfestigung.

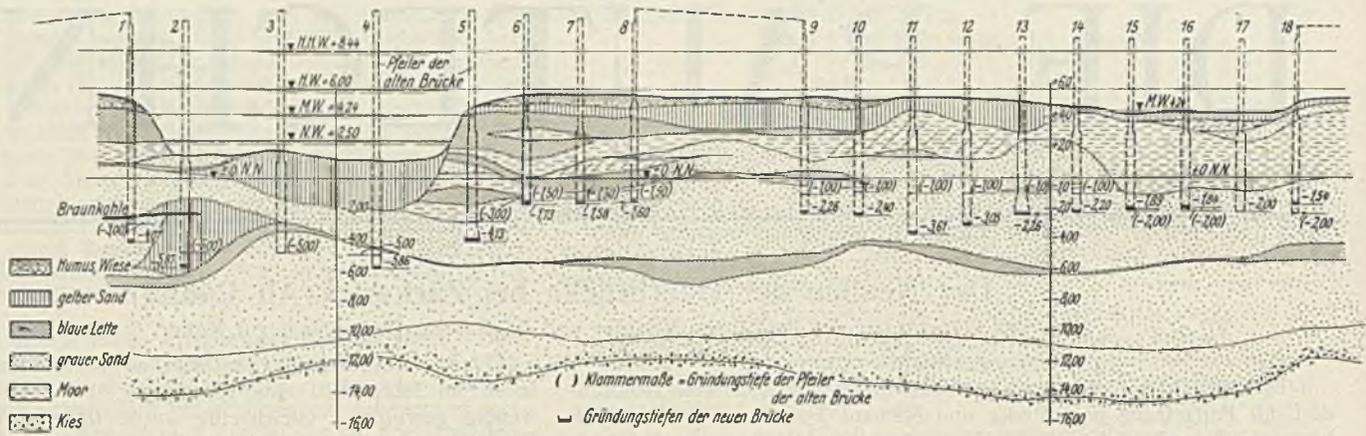


Abb. 4. Bohrplan.

war mit dem Verfahren b) doch eine große Erschwerung des Eisenbahnbetriebes und des Fußgänger- und Wagenverkehrs verbunden, dessen ungestörte Aufrechterhaltung erwünscht war. Dazu kam, daß durch Anheben der alten Überbauten die Höhenlage der Schienen erst den neuen vergrößerten Bauhöhen hätte angepaßt und die neuen Überbauten zur Aufnahme der Längskräfte erst behelfsmäßig hätten abgestützt werden müssen, bis durch Einbau eines durchlaufenden Bremsverbandes die einzelnen Überbauten untereinander und mit den neu hochzuführenden Bremspfeilern hätten verbunden werden können.

c) Bei einem vollständigen Neubau des ganzen Brückenzuges neben der vorhandenen Brücke (gemäß c) waren außer den Überbauten auch sämtliche Pfeiler neu aufzuführen und die anschließenden Dämme entsprechend der seitlichen Verschiebung der neuen Gleisachse zu verbreitern. Diesen Mehrarbeiten stand aber der Vorteil einer durch keinerlei Eisenbahn- und Straßenverkehr gestörten Bauausführung gegenüber. Da bei der großen Menge von Pfeilern und Überbauten der örtliche Zusammenbau der Überbauten der Fertigstellung der einzelnen Pfeiler auf dem Fuße folgen konnte — die Arbeitszeiten für Pfeilerbau und Überbauaufstellung überdeckten sich —, ergab sich gegenüber den Möglichkeiten a) und b) eine wesentliche Verkürzung der Bauzeit.

Die sehr erwünschte Trennung des Straßenverkehrs von dem Eisenbahnverkehr und schließlich die Hoffnung, daß — nach Umliegung des Eisenbahnverkehrs auf die neue Brücke bei einer Übernahme der alten Brücke durch den Kreis Königsberg ein wirtschaftlicher Vorteil herauspringen würde, sprach weiter für einen vollständigen Neubau nach Plan c).

Da schließlich der Kostenvergleich zwischen den Möglichkeiten b) und c) nur einen geringen Unterschied zugunsten des Falles c) — vollständiger Neubau von Pfeilern und Überbauten — ergab, entschloß man sich zu diesem, obgleich eine Erhöhung der Kosten durch die Forderung der Wasserbauverwaltung eintrat, daß (Abb. 2) unter Fortfall des Pfeilers 3 die Öffnung von Pfeiler 2 bis Pfeiler 4 durch einen einzigen Überbau von 128 m Stützweite zu überbrücken war.

Allgemeine Anordnung.

Der östliche Zufahrtsweg zu der alten Oderbrücke lag stromauf. Der hauptsächlich vom Bahnhof Zäckerick ausgehende Straßenverkehr mußte kurz hinter dem Bahnhof Zäckerick die Bahngleise kreuzen, um zur Brücke zu gelangen, während er an dem Westende des Brückenzuges unmittelbar auf die stromab anschließende Landstraße nach Neu-Rüdnitz übergang. Durch die Verlegung der neuen Brückenachse stromauf zur alten, durch die Umliegung des Zufahrtsweges auf die Unterstromseite der Eisenbahn und durch den Umbau des alten Bahnkörpers vom Bahnhof Zäckerick bis zum Anfang der Brücke zu einer gepflasterten Straße wurden die Verkehrsverhältnisse wesentlich verbessert (Abb. 2). Der Straßenverkehr kann von beiden Seiten ungehindert zur Brücke; lediglich bei Fahrten von und nach Dorf Zäckerick ist noch der schienengleiche Bahnübergang am Bahnhof zu kreuzen.

Die Stellung der neuen Pfeiler wurde der der alten angepaßt, ihre Stärke annähernd gleich der der alten gehalten, um am Durchflußquerschnitt gemäß der Forderung der Wasserbauverwaltung nichts zu ändern.

Der von der Wasserbauverwaltung verlangte große Überbau von 128 m Stützweite ließ sich nicht mit der alten Bauhöhe von 996 mm ausführen. Die Schienenoberkante mußte deswegen höher gelegt werden, wodurch für alle neuen Überbauten neue, reichlichere Bauhöhen gewählt werden konnten.

Der Neubau der Brücke neben der vorhandenen erforderte noch die Verlängerung eines Wasserdurchlasses am westlichen Ende des Brückenzuges, unmittelbar hinter dem Oderdeich.

Gründungen.

Die Fundamente für die Verlängerung des Durchlasses sollten aus Beton zwischen Spundwänden in trockener Baugrube hergestellt werden. Fundamentsohle lag auf $-0,31$ NN; der mittlere Wasserstand der Oder betrug $MW = +4,24$ NN und der niedrigste Wasserstand $NNW = +2,5$ NN. Bei den Ausschachtungsarbeiten ergab sich ein Wassereintrich von unten. Die Wassermengen waren so groß, daß sie mit den vorhandenen Pumpen nicht mehr bewältigt werden konnten. Da bei dem Ansetzen stärkerer Pumpen die Gefahr bestand, daß der feine Sand des Bodens mit hochgesaugt wurde, und dadurch das anschließende alte Fundament, der Bahndamm, ja der Deich gefährdet werden konnten, wurde auf das von der Tiefbau- und Kälteindustrie-AG. in Nordhausen erfundene „Chemische Verfahren zur Verfestigung des Baugrundes“ zurückgegriffen, für dessen Ausführung die „Beton- und Tiefbaugesellschaft Mast“ in Berlin Generalizenz besitzt¹⁾. Es gelang mit dieser Verfestigung, mühelos in kurzer Zeit die etwa 180 m² große Baugrube praktisch trocken zu legen, so daß die weiteren Bauarbeiten ungestört vor sich gehen konnten.

Ursprünglich war beabsichtigt, dies Verfestigungsverfahren auch bei den im Wiesengelände zu errichtenden Flutpfeilern anzuwenden. Die eigentliche Baugrube sollte zuerst mit Spundwänden eingefast und der Boden bis auf NW (Ord. NN + 2,5) ausgehoben werden. Nachdem der durch Bohrungen festgestellte Sandboden des Baugrundes nach Abb. 3 verfestigt war, sollte in trockener Baugrube der weitere Boden ausgehoben und der Pfeilerschaft hergestellt werden. Dieser Gedanke scheiterte aber aus wirtschaftlichen Gründen. Es wurde daher nicht nur für die Strompfeiler, wie von vornherein beabsichtigt, sondern auch für die Flutpfeiler die Gründung mittels Druckluftverfahren gewählt.

Schon vor Beginn der Bauarbeiten war in der Lage der neuen Pfeiler je ein Bohrloch abgesenkt (Abb. 4, Bohrplan), nach denen sich annähert dieselben Gründungstiefen wie für die Brunnen der alten Brücke ergaben. Beim Absenken der neuen Pfeiler zeigte sich aber, daß die Höhenlage des tragfähigen guten Baugrundes in Richtung des Stromes noch unter der genannten Gründungstiefe starken Schwankungen durch Einbettung von Moornestern, Lette- und Torfschichten unterworfen war. So konnte der große Vorteil der Druckluftgründung, die Gründungstiefe den tatsächlich vorhandenen Bodenverhältnissen jeweils anzupassen, ausgenutzt werden. Es mußte demzufolge eine große Anzahl Pfeiler tiefer gegründet werden als veranschlagt war; die Summe aller Tieferenkungen betrug 13,39 m.

War die geplante Sohlentiefe erreicht und der Boden dem Augenschein nach einwandfrei, so wurden an zwei bis fünf Stellen der Arbeitskammer des Senkkastens mittels Druckwasserpressen, die gegen die Decke des Arbeitsraumes abgestützt waren, Boden-Druckversuche vorgenommen. Ergab sich dabei eine zu große Nachgiebigkeit des Bodens, so wurde weiter abgesenkt und der Versuch wiederholt. Die Ergebnisse der Druckversuche sind für jeden Pfeiler in Tabellen und Zeichnungen festgehalten. Den Wert dieser Belastungsversuche läßt die Gegenüberstellung des ersten und dritten Druckversuches bei Pfeiler 2 (Abb. 5 u. 6) erkennen²⁾.

Zur weiteren Sicherung wurden von der endgültigen Fundamentsohle noch kurze Bohrlöcher zur Feststellung der darunter befindlichen Bodenarten hinabgetrieben.

Die Bremskräfte jeder der beiden getrennten Brückenzüge sind je in einem Bremspfeiler — den Pfeilern 5 und 13 — zusammengefaßt. Für die einwandfreie Übertragung der erheblichen waagerechten Kräfte, die bis zu 280 t betragen, auf den Pfeilerschaft und die Fundamentsohle

¹⁾ Vgl. Ztrbl. d. Bauv. 1929, Heft 9, und Bautechn. 1930, Heft 12, S. 181.

²⁾ Vgl. Bautechn. 1930, Heft 46, S. 686ff. Bodendruckversuche Niederfinow.

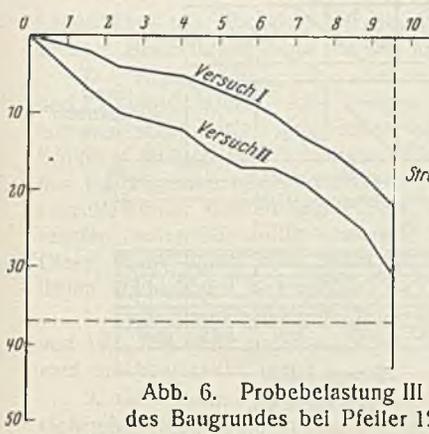
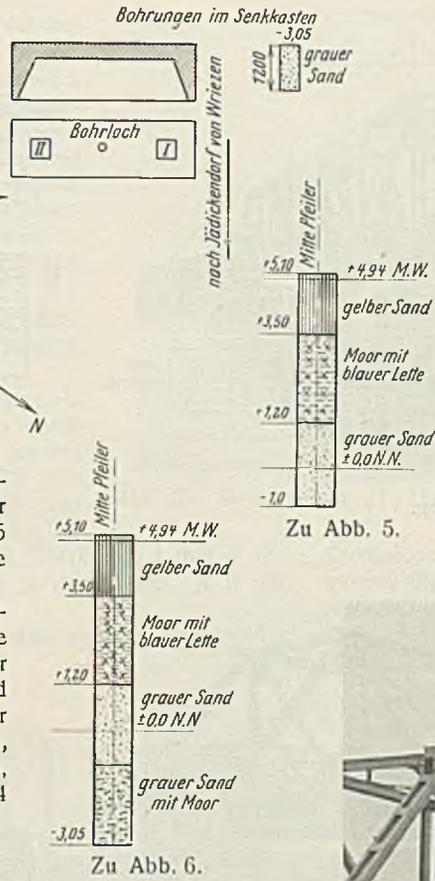


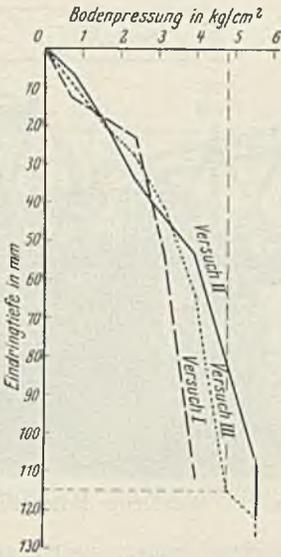
Abb. 6. Probelastung III des Baugrundes bei Pfeiler 12.

sorgen kräftige eiserne einbetonierte Bremsböcke im Gewicht von je 30 t. Dank der Bremsböcke haben auch die Bremspfeiler 5 und 13, wie aus Abb. 7 hervorgeht, dieselbe schlanke Form wie alle übrigen Pfeiler.

Die chemische Untersuchung des Grundwassers hatte keine für den Beton schädliche Beimischungen ergeben. Zur Sicherung der im Boden steckenden Teile von Pfeilern und Widerlagern ist trotzdem ein zweimaliger Inertolaststrich ausgeführt. Die Pfeilerschneiden, die im Grundriß einen Winkel von 90° bilden, sind bei den beiden Strompfeilern 2 und 4



Zu Abb. 6.



Zu Abb. 5.

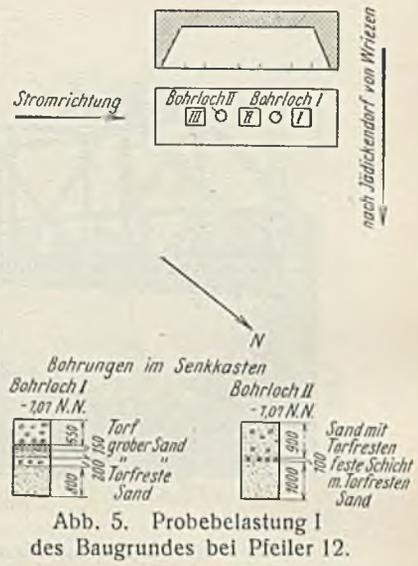


Abb. 5. Probelastung I des Baugrundes bei Pfeiler 12.



Abb. 8. Überbau 1-2 und 2-4 mit getrennten Ablagen.

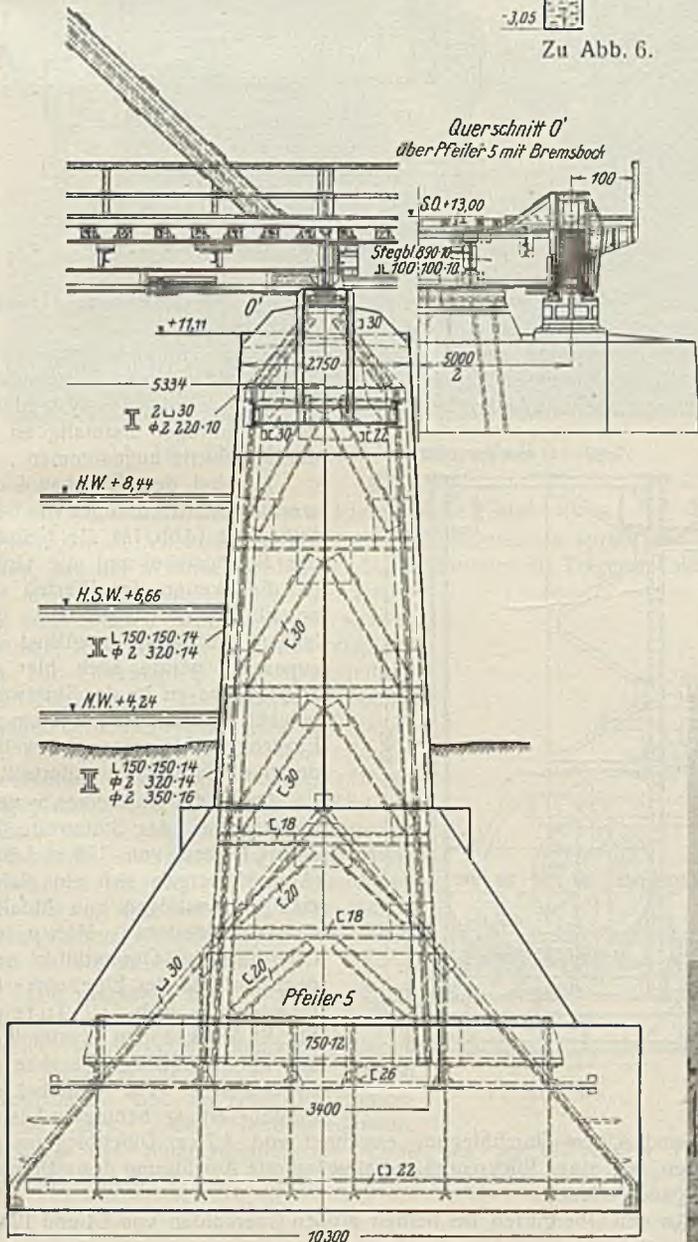


Abb. 7. Bremspfeiler 5.

mit Granit verblendet. Bei den übrigen Pfeilern ist aus Sparsamkeit von einer Granitverblendung abgesehen und nur ein besserer Vorsatzbeton verwendet.

Zur einwandfreien Übertragung und Verteilung der Auflagerdrücke auf die ganzen Pfeilerschäfte haben sämtliche Pfeilerköpfe über die ganze Länge durchlaufende Auflagerbänke, die aus Eisenbeton unter Verwendung von hochwertigem Zement hergestellt

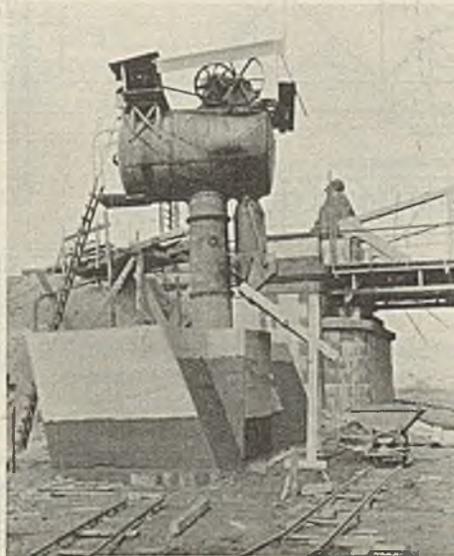


Abb. 9. Schrägabsenkung.

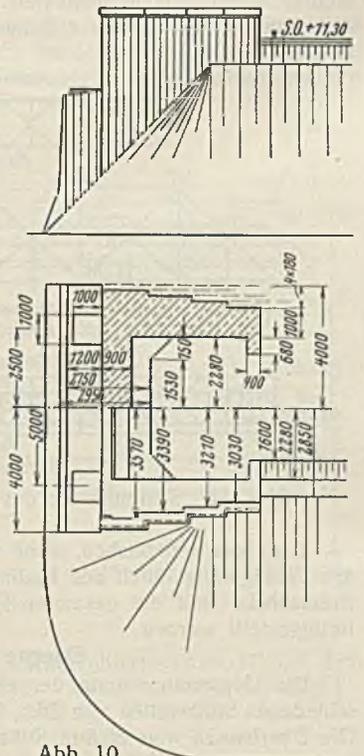


Abb. 10. Skizze der Flügelmauern.



Abb. 11. Westlicher Brückenzug.

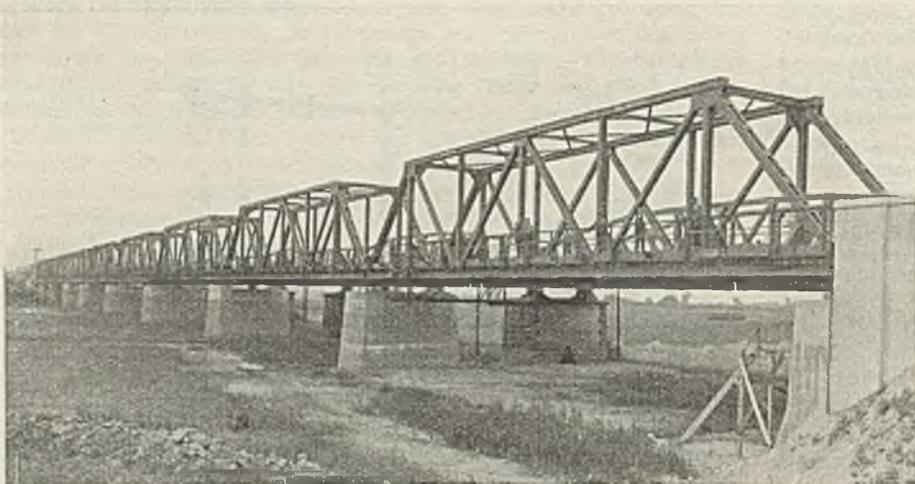
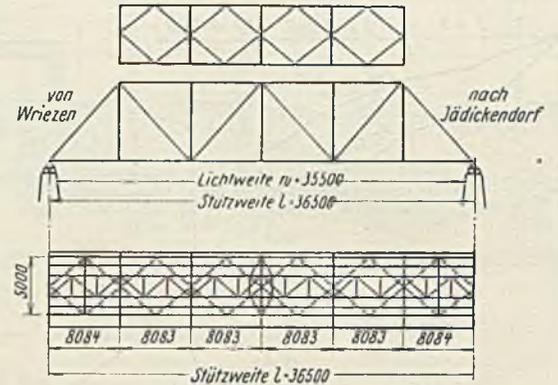


Abb. 12. Östlicher Brückenzug.



Zu Abb. 13.

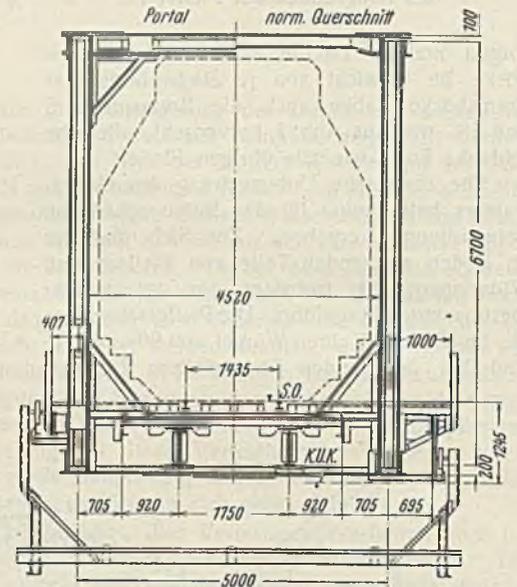


Abb. 13. Systemskizze der Überbauten von 36,5 m Stützweite.

sind (Abb. 8) und unter den Stahlgußlagern der Überbauten Spiralbewehrungen haben.

Bei den Endwiderlagern ist die der ausführenden Unternehmung Beuchelt & Co. patentierte Schrägabsenkung³⁾ (Abb. 9) gewählt, die erhebliche Ersparnisse an Betonmassen bringt und sich gut bewährt hat. Die Parallelfügel der Endwiderlager kragen nach dem anschließenden Damm hin frei aus. Die Flügel verjüngen sich nach dem Ende zu in mehreren von außen sichtbaren Stufen, wodurch in einfachster Weise eine gute Gliederung der Sichtfläche und damit gutes Aussehen erreicht ist (Abb. 10).

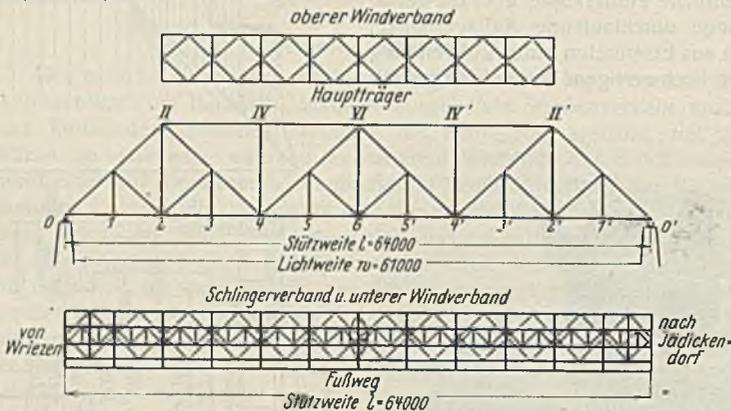


Abb. 14. Systemskizze des Überbaues von 64 m Stützweite.

Trotz der erheblichen, nicht vorauszusehenden Tiefersenkungen und der Verzögerung durch den Einbau der ursprünglich nicht vorgesehenen Bremsböcke sind die gesamten Pfeilerarbeiten in der festgesetzten Zeit fertiggestellt worden.

Eiserne Überbauten.

Die Gesamtanordnung der eisernen Überbauten mit den drei verschiedenen Stützweiten von 36,5, 64 und 128 m ist aus Abb. 2 ersichtlich. Die Überbauten von 36,5 m Stützweite bestehen aus St 37, die beiden

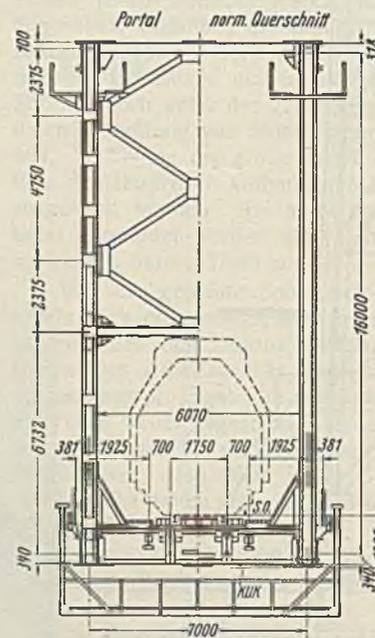
großen Überbauten aus St 52. Abb. 11 zeigt die Ansicht des fertigen westlichen, Abb. 12 die des östlichen Brückenzuges⁴⁾.

Die Überbauten von 36,5 m Stützweite, deren Hauptabmessungen in Abb. 13 zusammengestellt sind, kommen in beiden Haupt Brückenzügen vor. Um einen oberen Windverband vorsehen zu können, ist die Systemhöhe der Hauptträger erstmalig zu $\frac{1}{6}$ der Stützweite angenommen.

Um bei dem Überbau 4 des westlichen Brückenzuges von 64 m Stützweite (Abb. 14) die Neigung der Schrägstäbe und die Größe der Feldweiten den Werten des anschließenden Überbaues von 36,5 m Stützweite möglichst anzupassen, wurde auch hier die Systemhöhe zu $\frac{1}{6}$ der Stützweite gewählt und das Hauptsystem zur Erreichung kleinerer Feldweiten durch ein Hilfsystem unterteilt.

Durch die Wahl einer Systemhöhe von $\frac{1}{8}$ der Stützweite bei dem Überbau von 128 m Länge (Abb. 15) ergab sich ein gleichmäßiges Ansteigen und Abfallen der verschiedenen Höhen der Obergurte im Gesamtbilde nach dem Vorbilde der Elbebrücke bei Hämerten (s. Abb. 11). Trotz der für St 52 knappen Systemhöhe von nur $\frac{1}{8} L$ ist der Überbau genügend steif. Für den bei der Probelastung benutzten Lastenzug sind 4,9 cm Durchbiegung errechnet und 4,7 cm Durchbiegung gemessen, was einen Rückschluß auf einwandfreie Ausführung des stählernen Überbaues erlaubt.

An den Obergurten der beiden großen Überbauten von 64 und 128 m



Zu Abb. 14.

³⁾ Vgl. Bautechn. 1929, Heft 37, S. 566.

⁴⁾ Bautechn. 1931, Heft 7, S. 92 u. 93 (Abb. 40).

Länge sind mit Rücksicht auf die große Höhe besondere Besichtigungsstege entlang geführt.

Die Bremskräfte werden nur in den Pfeilern 5 und 13 aufgenommen. Alle übrigen Pfeiler erhalten nur senkrechte Lasten (abgesehen von den geringen Schüben infolge der rollenden Reibung). Um mit den festliegenden geringen Stärken der Pfeilerschäfte auszukommen, durften alle Pfeiler durch die senkrechten Lasten nur mittig (zentrisch) belastet werden. Diese Forderungen sind durch die folgenden baulichen Maßnahmen verwirklicht:

1. Feste Lager befinden sich nur auf den Pfeilern 5 und 13. Auf allen anderen Pfeilern und Widerlagern sind nur bewegliche Lager.

2. Gemeinsame Lagerung je zweier zusammenstoßender Überbauten mittig auf dem Pfeiler durch eine neuartige Gelenkbildung. Davon ist nur bei der Lagerausbildung des großen Überbaues 2/3 von 128 m Stützweite abgewichen; hier erlaubte der große Hauptträgerabstand von 7 m beim Überbau 2/3 und der Hauptträgerabstand von 5 m bei den Überbauten 1 und 4 die Anordnung von vier getrennten Rollenlagern nebeneinander, je in der Achse von Pfeiler 2 und 4 (s. Abb. 8).

3. Einwandfreie Weiterleitung der Bremskräfte von den Enden jedes Brückenzuges bis zum Bremspfeiler 5 bzw. 13.

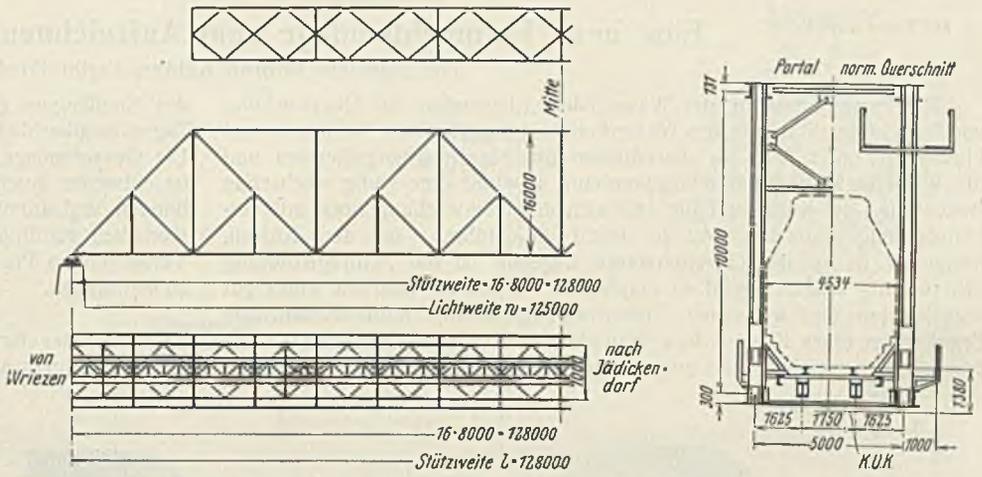


Abb. 15. Systemskizze des Überbaues von 128 m Stützweite.

Zu Abb. 15.

Knotenbleche, der ein späteres Streichen der großen Flächen nicht zuläßt, wurden die eng gegenüberliegenden Teile gegen Rostbildung durch aufgeschraubte Messingbleche geschützt, die in Abb. 16 u. 17 gut erkennbar sind. Die so getrennt gelagerten Überbauten werden sich nun unter dem Einfluß der Verkehrslast verschieden durchbiegen und gegeneinander

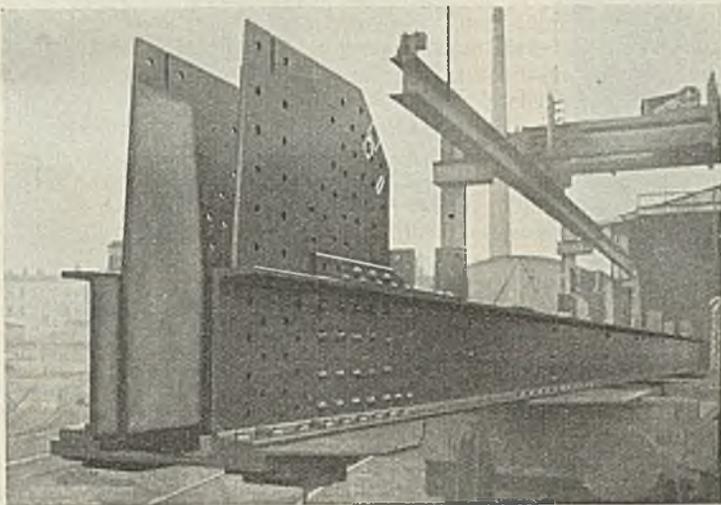


Abb. 16. Hauptträgerende Knotenpunkt 0 (außen).

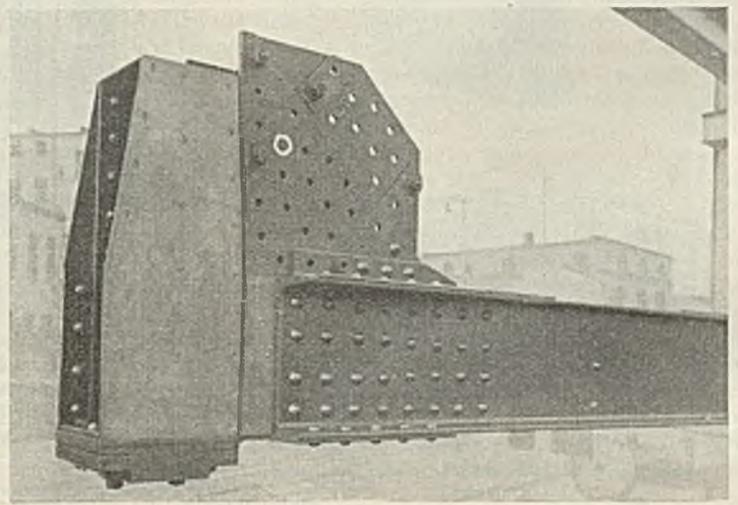


Abb. 17. Hauptträgerende Knotenpunkt 0 (innen).

Gemeinsame Auflagergelenke (Punkt 2).

Gegen die Verwendung von festen Bolzengelenken sprach der Umstand, daß der Windverband bei den Stromöffnungen als Träger auf sieben, bei den Flutöffnungen sogar als Träger auf zehn Stützen hätte gerechnet werden müssen. Sodann war es nicht möglich, die zur Übertragung und Weiterleitung der Bremskräfte erforderlichen Verbindungen der einzelnen Überbauten (Punkt 3), die bei der wechselnden Stützweite der Überbauten in verschiedenen Höhen liegen mußten, in die Höhe der Gelenkachsen zu legen, so daß Zwängungsspannungen unvermeidlich gewesen wären. Schließlich hat die gewählte Anordnung den Vorzug, daß man nach Lösen einiger untergeordneter Verbindungen jeden Überbau für sich anheben kann.

Die getrennte und trotzdem mittige Auflagerung beider Überbauten wird erreicht durch das Ineinanderschieben der Auflagerknotenpunkte der beiden Hauptträger. Abb. 16 zeigt die Knotenbleche des außen herumgreifenden, Abb. 17 das hineinzuschiebende Ende des anschließenden Hauptträgers. Wegen des nur 2 bis 3 mm betragenden Abstandes beider

verdrehen wollen; um Zwängungsspannungen und Kantenpressungen zu vermeiden, sind die oberen Lagerschalen der festen und der beweglichen Lager geteilt (Abb. 18). Die äußeren Knotenbleche (Abb. 16) sind auf den

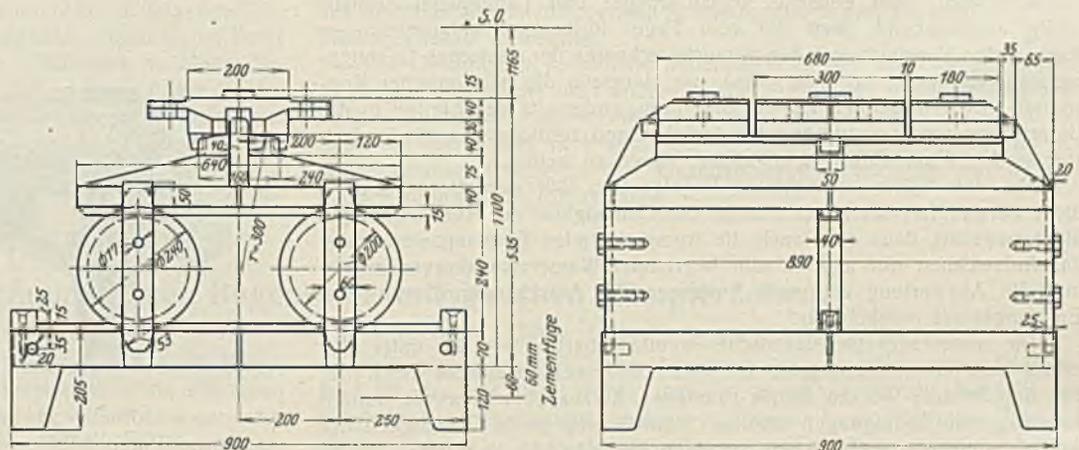


Abb. 18. Lagerzeichnung.

beiden äußeren Lagerteilen, die inneren Knotenbleche (Abb. 17) auf dem mittleren Lagerkörper gelagert. (Schluß folgt.)

Alle Rechte vorbehalten.

Eine neue Fernmeldeanlage zum Aufzeichnen der Wasserstände.

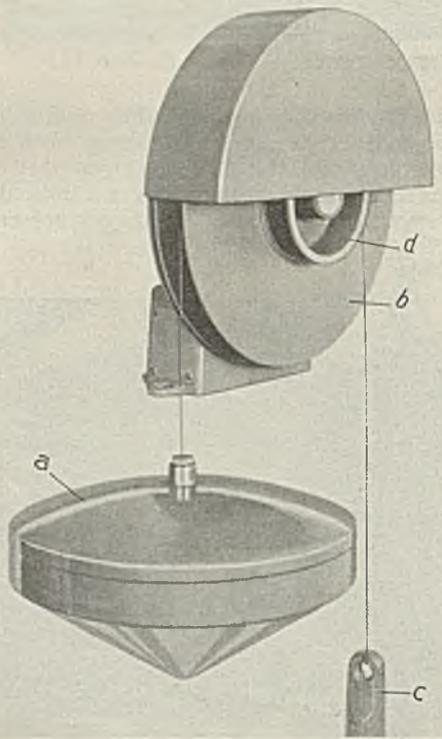
Von Ingenieur Konrad Kähler, Berlin-Friedenau.

Die Fernübertragung der Wasserstände, besonders zur Überwachung von Talsperren, Stauseen der Wasserkraftanlagen, Kanälen, Schleusen und Flußläufen, aber auch für den Ausbau des Sturmwarnungsdienstes und die Weiterentwicklung der Gezeitenlehre gewinnt eine stetig wachsende Bedeutung. Im ersteren Falle läßt sich die Überwachung noch mit verhältnismäßig einfachen Mitteln leicht durchführen; an den Küsten, besonders denen der Gezeitenmeere dagegen ist die Fernregistrierung sehr wichtig und dringend zu empfehlen. Schon im Interesse eines gut organisierten und wirksamen Sturmwarnungsdienstes müßten sämtliche Pegelstellen eines Küsten- bzw. Hafengebirtes in einer Zentrale (Wasserbauamt) aufgezeichnet und ausgewertet werden, da häufig aus baulichen

des Empfängers gestattet, das Geschehen des ganzen vorangegangenen Tages zu überblicken und unmittelbar in bequemster Weise auszuwerten. Die Gesamtanlage, die aus einem Geber und einem Empfänger besteht, ist entweder durch unterirdisch verlegte Kabel oder durch Freileitung verbunden und arbeitet ganz selbsttätig; der Papierwechsel muß spätestens monatlich stattfinden. Die Entwicklung der Anlage ist nach gründlichen Versuchen im Preußischen Wasserbauamt Wesermünde als abgeschlossen zu betrachten.

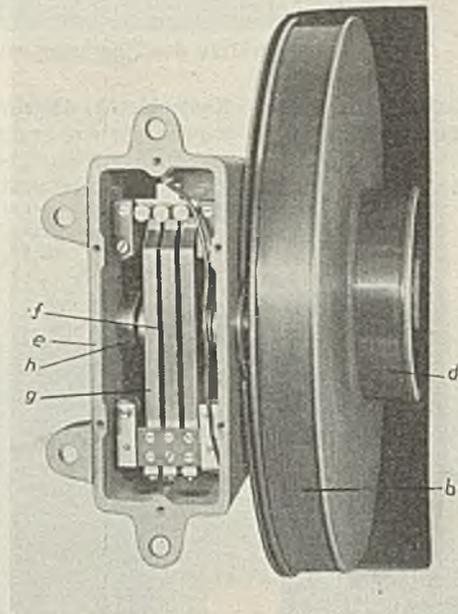
Die Gebereinrichtung.

Die Spiegelschwankungen des zu überwachenden Gewässers, das mit dem Pegelbrunnen, über dem der Geber aufgestellt ist, durch einen



a Schwimmer. b Schwimmerrad. c Gegengewicht.
d Seiltrommel.

Abb. 1. Geber.



b Schwimmerrad. d Seiltrommel. e Kontaktwerk. f Nockenscheiben. g Schleiffedern. h Nockenwelle.

Abb. 2.

Gründen die einzelnen Pegelstellen in mehr oder weniger großen

Entfernungen von den Arbeits- oder Überwachungsräumen liegen, oder selbst nicht zur Aufstellung feinerer und empfindlicher Registriergeräte geeignet sind.

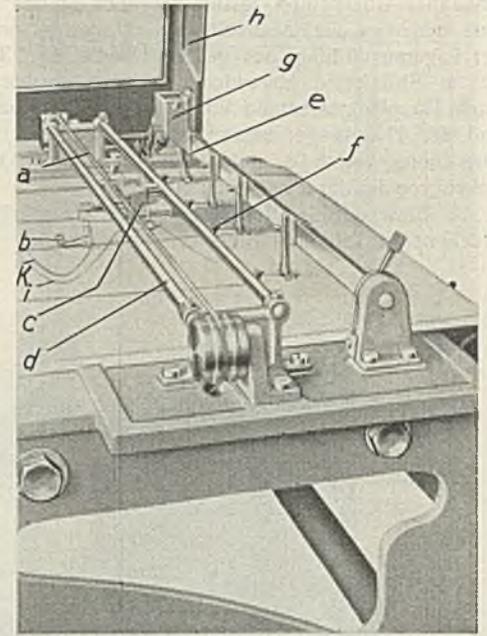
Für wissenschaftliche Aufgaben, wie die Weiterentwicklung der Gezeitenlehre, die in immer größerem Maße der Schifffahrt dienstbar gemacht wird, sind einfache Registrierpegel und Lattenpegel deshalb völlig unzureichend, weil die vom Pegel fortlaufend aufgezeichneten Kurven den Vergleich mit den vorausberechneten der deutschen Gezeitenrechenmaschine ermöglichen sollen, um einerseits die harmonischen Konstanten des betreffenden Hafens zu prüfen, andererseits den Einfluß in die Berechnung nicht einzuführender örtlicher und zeitlicher Umstände, beispielsweise Windrichtung und -stärke, klären zu helfen.

Mit den bisher entwickelten Pegelgeräten läßt sich diese Aufgabe nicht einwandfrei lösen, da einmal die Genauigkeit der Aufzeichnungen nicht ausreicht, dann aber auch die trommelförmige Empfangseinrichtung das Aufzeichnen nur zeitlich sehr begrenzter Wasserstandskurven zuläßt, und die Auswertung erst nach Entfernen der Aufzeichnungsbogen vom Empfangsgerät möglich wird.

Die neuentwickelte elektrische Pegelfernübertragung, die unter Mitarbeit von Oberregierungsrat Dr. Rauschelbach, Deutsche Seewarte, von den Askania-Werken, Berlin-Friedenau, herausgebracht wurde, mußte also folgende Bedingungen erfüllen: einmal eine große Genauigkeit der Aufzeichnungen gewährleisten und dann die Möglichkeit zulassen, diese Kurven unmittelbar auf die von der deutschen Gezeitenrechenmaschine bereits im voraus beschriebenen Kurvenbänder aufzuzeichnen, um sie fortlaufend miteinander vergleichen zu können, ohne das Registrierpapier auszuwechseln und die Aufzeichnungen unterbrechen zu müssen. Zwar ist das Gerät im wesentlichen auf die Maße der deutschen Gezeitenrechenmaschine zugeschnitten, ohne große Schwierigkeiten können aber die Breite der Kurvenbänder und der Papiervorschub anderen gleichen Zwecken dienenden Einrichtungen angepaßt werden. Die tischförmige Ausführung

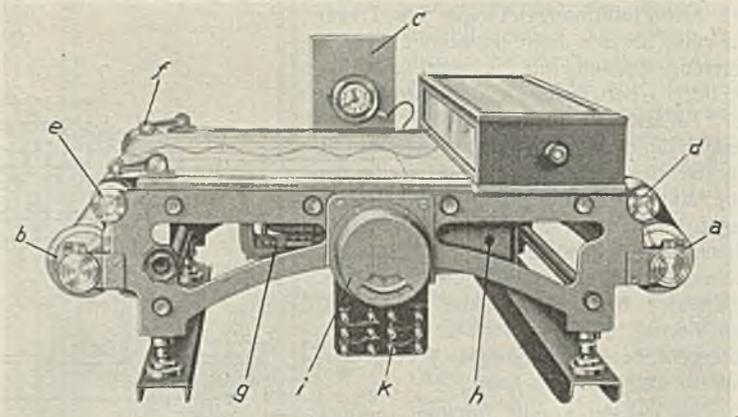
zweckentsprechenden Kanal in Verbindung steht, werden durch einen Schwimmer a von etwa 300 mm Durchm. (Abb. 1) über ein etwa 20 m langes, 1 mm starkes Kupferseil auf das Schwimmerrad b (Abb. 1 u. 2) übertragen.

Das Schwimmerrad ist so bemessen, daß eine Umdrehung des Rades 1 m Seilablauf oder 1 m Wasserstandsänderung entspricht. Mit Hilfe eines



a Bronzeband. b Schreibfeder. c Wagen. d Stahlzylinder. e prismatische Schiene. f Ordinatenfeder. g Elektromagnet. h Schutzkosten. i gerechnete Kurve der Gezeitenrechenmaschine. k tatsächliche Kurve.

Abb. 4.



a Vorratsrolle. b Aufwickelrolle. c Pendeluhr. d Leitrolle. e Transportrolle. f Druckrolle. g Elektromotor. h Spezialmotor. i Zählwerk. k Schallplatte.

Abb. 3.

Gegengewichtes c, das ebenfalls durch ein Kupferseil über die Seiltrommel d mit dem Schwimmerrad b fest verbunden ist, wird dieses so weit entlastet, daß der Geber auf die geringste Wasserstandsänderung (4 mm) unmittelbar anspricht. Durch ein 1:20 übersetzendes Zahnradpaar wird die Bewegung des Schwimmerrades auf ein Kontaktwerk e (Abb. 2) übertragen. Das Kontaktwerk besteht aus drei 60° zueinander versetzten Nockenscheiben f, die die ihr anliegenden drei Schleiffedern g derart be-

tätigen, daß bei einer halben Umdrehung der Nockenwelle h sechs, bei einer ganzen Umdrehung also zwölf verschiedene Stromschlüsse getätigt werden.

Zum Schutze gegen Witterungseinflüsse und Beschädigung ist die ganze Geberanlage staub- und spritzwasserdicht eingekapselt.

Die Empfangseinrichtung.

Die tischförmig ausgebildete Empfangseinrichtung (Abb. 3) dient als Schreibebene der Federn und ermöglicht, die Aufzeichnungen der letzten 24 Std. leicht und schnell übersehen und auswerten zu können. An dem einen Ende des Empfängertisches ist die den Papierverbrauch eines Monats fassende Vorratsrolle a , an dem anderen Ende die Aufwickelrolle b leicht abnehmbar und austauschbar angeordnet. Das 500 mm breite Papier wird durch einen selbsttätigen Gewichtszug, der von einer $\frac{1}{2}$ -sek-Pendeluhr c geregelt wird, über eine Leitrolle d , von der Transportrolle e mit einem stündlichen Vorschub von 24 mm der Vorratsrolle zugeführt. Eine mit Tuch bekleidete Leiste, die der Leitrolle aufliegt, gewährleistet straffes Papier auf der Schreibebene. Die mit Stacheln bewehrte Transportrolle wie auch die Leitrolle sind fest im Tisch gelagert; erstere ist zum Ausgleich eines verzögerten bzw. beschleunigten Papiertransportes mit einer Feinstellung versehen. Eine gelenkartig gelagerte, über die ganze Papierbreite reichende Druckrolle f , an Stelle der zwei auf Abb. 3 sichtbaren Rollen, unterstützt einen fehlerfreien gleichmäßigen Papiervorschub, der durch das Uhrwerk, das mit einem $\frac{1}{2}$ -sek-Temperatur kompensierten Riefler-Stahlpendel ausgerüstet ist, geregelt wird. Die mit der Transportrolle durch Reibung gekuppelte Vorratsrolle wickelt selbsttätig das Papier wieder auf. Mit Hilfe eines Elektromotors g wird in Zeitintervallen von etwa 10 Std. der Gewichtszug selbsttätig wieder aufgezogen.

Die Schreibvorrichtung wird durch einen mit dem Geber in Kabelverbindung stehenden Spezialmotor h betätigt. Die vom Geber ausgesandten Stromimpulse werden dem Motor mitgeteilt, wobei sich der Anker des Motors ruckartig in das umgepolte Magnetfeld des Stators einstellt. Mittels eines Bronzbandes a (Abb. 4) wird die ruckartige Drehbewegung des Spezialmotors in eine lineare umgewandelt und der eigentlichen Schreibfeder mitgeteilt. Die Schreibfeder b ist gelenkartig an einem Wagen i angebracht, der mit dem Bronzband fest verbunden ist und durch zwei parallele Stahlzylinder d derart geführt wird, daß die Feder sich senkrecht zum Papiervorschub bewegt. Die Kurven werden im Maßstabe 1:20 aufgezeichnet. Unmittelbar hinter den Führungszylindern sind an einer prismatischen Schiene e vier Ordinaten-schreibfedern f angebracht, deren eine mittels eines Elektromagneten g , der von einem in der Uhr angebrachten Kontakt gesteuert wird, die Stundenmarken zeichnet.

Die gesamte Schreibvorrichtung ist durch einen mit Fenster ausgestatteten Schutzkasten h gegen Staub und Beschädigung geschützt. An einem an der vorderen Platine des Hauptgestells montierten Zählwerk i (Abb. 3) kann unmittelbar der Wasserstand in m und cm abgelesen werden.

Die Wirkungsweise beider Einrichtungen, Geber und Empfänger miteinander, ist unter Zuhilfenahme des Schaltplanes (Abb. 5) folgende:

Wird z. B. die Feder F_1 von der Nocke gegen S_1 gedrückt, so fließt ein Strom durch eine Ader des die Stationen miteinander verbindenden Kabels in die vier über Kreuz liegenden Windungen 1, 4, 7 und 10 der Polschuhe und von diesen auf einen allen Polschuhen gemeinsamen Draht zum Anker und durch diesen zur Stromquelle zurück. Hierbei werden vier Magnetfelder durch je zwei gleiche gegenüberliegende Polschuhpaare: Nordpol $P_{12} P_1 - P_6 P_7$, Südpol $P_3 P_4 - P_9 P_{10}$ erregt, die die

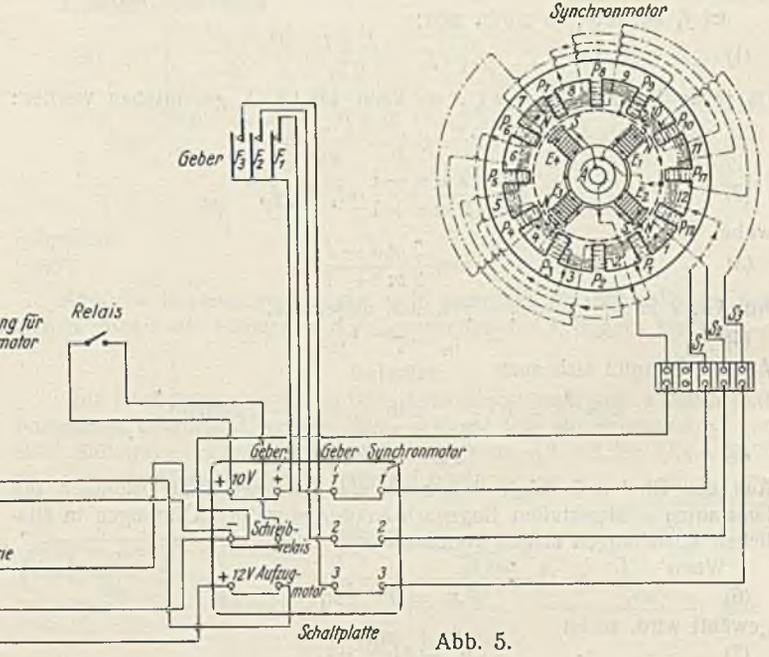


Abb. 5.

entgegengesetzten Pole des Ankers anziehen (s. Abb. 5). Wird nun durch Drehen der Kontakteinrichtung des Gebers ein Stromkreis durch die Feder 2 über eine zweite Ader des Kabels in die den vorigen Wicklungen benachbarten Windungen 12, 9, 6 und 3 geführt, so entsteht zwischen 2×2 Windungen 1—3 und 7—9 ein Nordpol, desgleichen zwischen 4—6 und 10—12 ein Südpol, dem entsprechend nun die Ankerpole gegen $\frac{1}{12}$ Ankerumdrehung nachfolgen. Unterbricht F_1 nun, so folgt abermals $\frac{1}{12}$ Umdrehung des Ankers, weil nun die zuletzt vom Strom durchflossenen Windungen 12—9 und 6—3 allein auf die Ankerpole wirken. Da sich der Anker bei jedem Kontaktschließen oder -öffnen $\frac{1}{12}$ mal dreht, so sind 12 Kontakte oder 1 Umdrehung des Kontaktgebers bzw. des kleinen Rades mit 18 Zähnen = 1 Ankerumdrehung. Da nun das große Zahnrad am Geber 360 Zähne und das kleine Rad auf der Nockenwelle 18 Zähne, also eine Übersetzung von 1:20 hat, so entspricht eine Umdrehung des großen Rades oder 1 m Spiegelunterschied 20 Umdrehungen der Nockenwelle oder 20 Umdrehungen des Motorankers. Die Übersetzung ist also so gewählt, daß 20 Ankerumdrehungen 50 mm Bewegung der Zeichenfeder entsprechen; 1 m Wasserstandsänderung entspricht demnach 50 mm Kurvenhöhe. Schon eine Spiegelschwankung von etwa 4 mm wird durch den Geber der Empfangseinrichtung mitgeteilt. Der Weg der Zeichenfeder ist in diesem Falle rd. 0,2 mm.

Gespeist wird die Anlage mit 10- bzw. 12 voltigem Gleichstrom, der zweckmäßig einer Akkumulatorenbatterie zu entnehmen ist, die wiederum durch ein selbsttätiges Ladegerät vom Ortsstromnetz aufgeladen wird, damit die Gewähr besteht, daß die Pegelfernanlage, sollten Störungen im Ortsnetz auftreten, nicht stromlos wird und somit der Synchronismus der Anlage nicht gestört wird. Der Entfernung entsprechend, in der Geber und Empfänger aufgestellt sind, ist mit Rücksicht auf die Kabellänge und des hiermit zusammenhängenden Spannungsabfalls eine 10- bzw. 12 voltige Stromquelle zu verwenden.

Die Genauigkeit vorstehend behandelter Anlage läßt die geringsten, durch meteorologische oder andere in die Berechnung nicht einzufügende Größen bedingten ungewöhnlichen Spiegelschwankungen sofort in Erscheinung treten und stellt somit ein wertvolles Hilfsgerät sowohl für den Wissenschaftler (Förderung der Gezeitenfrage) als auch für den Wasserbauer (Sturmwarnungsdienst) dar.

Alle Rechte vorbehalten.

Einfache Berechnung einer Bogenreihe mit gleichen Kämpferhöhen.

Von Dr.-Ing. Ernst Wiesner, Oberingenieur der Eisenbetonbauges. Dittmar Wolfsohn & Co., Breslau.

Beim Entwerfen einer Bogenreihe ist von Wichtigkeit u. a. die Frage, wie die Pfeilverhältnisse und gegenseitigen Kämpferhöhen der einzelnen Öffnungen gewählt werden. Gewöhnlich liegt die Fahrbahn in einer Anrampung, wie es die Konstruktionshöhe, Schiffahrt und Hochwasserhöhen bedingen. Die Anordnung der Kämpferhöhen parallel zur Fahrbahnsteigung hat den Nachteil, daß die landseitigen Bogenkämpfer schon tief ins Hochwasser tauchen. Es empfiehlt sich somit, die Kämpfergelenke in gleiche Höhe zu legen und die Spannweiten abzustufen.

Werden die Spannweiten dann so gewählt, daß das Pfeilverhältnis der einzelnen Bogen ($\frac{f}{l} = \alpha$) konstant ist,

so ergibt sich eine vorteilhafte Bogenausteilung und Berechnungsart, die im folgenden behandelt werden soll. — In Abb. 1 ist die Neigung der Fahrbahn 1 : m, die Spannweite des n-ten Bogens l_n , die Pfeilhöhe f_n , wobei $\frac{f_n}{l_n} = \alpha$, ein konstanter Wert für alle Zeiger n.

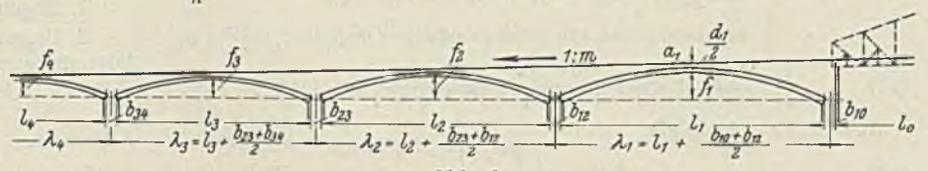


Abb. 1.

Ist f_1 bekannt, so ergibt sich:

$$(1) \quad f_2 = f_1 - \frac{l_1 + l_2}{2m}$$

Da jeder Bogenpfeil $f_i = \alpha l_i$, so kann für Gl. 1 geschrieben werden:

$$(2) \quad \alpha l_2 = \alpha l_1 - \frac{l_1 + l_2}{2m}$$

$$l_2 = \frac{2m\alpha - 1}{2m\alpha + 1} \cdot l_1 = q l_1,$$

wobei

$$(3) \quad q = \frac{2m\alpha - 1}{2m\alpha + 1}$$

Aus Gl. 2 folgt: $l_3 = q l_2 = q^2 l_1$ und allgemein:

$$(4) \quad l_n = q^{n-1} l_1$$

Aus Gl. 2 ergibt sich auch

$$(5) \quad l_2 = \frac{f_2}{\alpha} = q \cdot \frac{f_1}{\alpha}, \text{ also } f_2 = \alpha f_1 \text{ allgemein:}$$

$$f_n = q^{n-1} f_1$$

Aus den Gl. 4 u. 5 folgt, daß auch die Abszissen und Ordinaten mit konstanten α abgestuften Bogenachsen der einzelnen Öffnungen in ähnlichen Beziehungen stehen können.

Wenn

$$(6) \quad x_n = q^{n-1} x_1$$

gewählt wird, so ist

$$(7) \quad y_n = f(q^i, y_1)$$

Vorstehende Entwicklung zeigt, daß die aufeinanderfolgenden Bogenachsen geometrisch in ein perspektives Verhältnis treten, das sich mathematisch als Funktion einer geometrischen Reihe ausdrücken läßt.

Nun liegen bei einer Bogenreihe praktisch die Längenverhältnisse derart, daß sich zwischen die einzelnen Kämpfer die Pfeilerstärken b_{10} bis b_{n-1} einschleiben, ferner liegt über dem Bogenscheitel die Überschüttungshöhe a und bis zur Bogenachse die halbe Scheitelstärke $\frac{d_i}{2}$ (Abb. 1).

Wir nehmen an, daß sich b , a und $\frac{d}{2}$ in dem gleichen Verhältnis wie die Spannweiten ändern sollen:

$$l_1 = l_1 + \frac{b_{10} + b_{12}}{2}, \quad b_{12} = b_{10} q, \quad \lambda_1 = l_1 + \frac{b_{10}}{2} (1 + q)$$

$$l_2 = l_2 + \frac{b_{12} + b_{23}}{2}, \quad b_{23} = b_{12} q = b_{10} q^2, \quad \lambda_2 = l_1 q + \frac{q^2 b_{10} + q b_{10}}{2} =$$

$$= q \left[l_1 + \frac{b_{10}}{2} (1 + q) \right] = q \lambda_1, \quad \lambda_2 = q \lambda_1,$$

$$l_3 = l_3 + \frac{b_{23} + b_{34}}{2}, \quad \lambda_3 = q \lambda_2 = q^2 \lambda_1$$

Allgemein

$$(6) \quad \lambda_n = q^{n-1} \lambda_1$$

Drückt man die Pfeilerbreiten, richtiger die Entfernung der Kämpfergelenke am gemeinsamen Pfeiler, im Verhältnis zur Stützweite aus, z. B. $b_{10} = \mu l_1$, $b_{12} = \mu l_2 = q \mu b_{10}$ oder allgemein $b_{n-1,n} = \mu q^{n-1} l_1$, so entsteht aus Gl. 6

$$\lambda_n = q^{n-1} l_1 \left[1 + \frac{\mu}{2} (1 + q) \right]$$

oder für $1 + \frac{\mu}{2} (1 + q) = w$ gesetzt,

$$(8) \quad \lambda_n = q^n w l_1$$

Eine Gesamtlänge L , die überbrückt werden soll, hat folgenden Ansatz:

$$(9) \quad L = \sum_1^n l_i + \sum_{10}^{(n-1),n} b_{(i-1)i}$$

$$\sum_1^n l_i = l_1 + l_2 + \dots + l_n$$

$$\sum_1^n l_i = l_1 + q l_1 + q^2 l_1 + \dots + q^{n-1} l_1$$

Die Summe dieser geometrischen Reihe ist bekanntlich:

$$(10) \quad \sum_1^n l_i = l_1 \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

$$\sum_{10}^{(n-1),n} b_{(i-1)i} = b_{10} + b_{12} + b_{23} + \dots + b_{(n-1),n}$$

$$= b_{10} + q b_{10} + q^2 b_{10} + \dots + q^{n-1} b_{10}$$

$$(11) \quad \sum_{10}^{(n-1),n} b_{(i-1)i} = b_{10} \frac{q^n - 1}{q - 1} = \mu l_1 \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

Aus Gl. 10 u. 11 folgt:

$$(12) \quad L = l_1 (1 + \mu) \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

Ist L gegeben, so ist die Länge der ersten Öffnung

$$(13) \quad l_1 = \frac{q - 1}{q^n - 1} \cdot \frac{1}{1 + \mu} \cdot L$$

Jede folgende Stützweite folgt aus Gl. 4, die entsprechende Pfeilhöhe aus Gl. 5, z. B. $l_2 = q l_1$.

Durch die gesetzmäßige Anordnung der Spannweiten, Pfeilhöhen, Pfeiler- und Gewölbestärken ergeben sich aber noch andere erhebliche Vorteile. Es genügt nämlich bei einer solchen Bogenreihe, die statischen Größen nur einer Öffnung zu ermitteln, während die Größen der Nachbaröffnungen durch einfache Beziehungen errechnet werden können.

Zur Vereinfachung seien die Öffnungen der Abb. 1 durch Dreigelenkbogen überbrückt, wie es häufig etwaige Setzungen bei einer Bogenreihe erfordern.

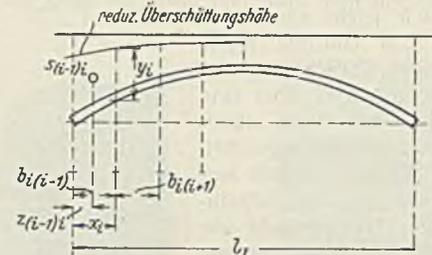


Abb. 2.

Die Überschüttungshöhen a im Scheitel und Kämpfer sowie die Scheitelstärke sind mit abnehmender Spannweite nach Gl. 4 abgestimmt:

$$a_2 = q a_1$$

$$d_2 = q d_1$$

Dann bestehen zwischen den statischen Größen des Eigengewichtes folgende einfache Beziehungen (Abb. 2):

1. Für Eigengewicht.

1. Bogen mit der Spannweite l_1 (die nahezu gleich großen Bogenhälften sind als gleich schwer angenommen):

$$A_1 = \sum_0^{\frac{l_1}{2}} g_i b_i$$

wobei g_i = das Gewicht irgendeiner Lamelle mit der Breite 1, b_i Lamellenbreite, γ spez. Gewicht, $g_i = \gamma y_i$.

2. Bogen mit der Spannweite l_2

$$A_2 = \sum_0^{\frac{l_2}{2}} g_i b_i$$

Nach Gl. 4 ist

$$g_{i_2} = \gamma y_{i_2} = q \gamma y_{i_1} = q g_{i_1}, \quad b_{i_2} = q b_{i_1}$$

Daher

$$A_2 = \sum_0^{\frac{l_2}{2}} q^2 g_{i_1} b_{i_1} = q^2 \sum_0^{\frac{l_1}{2}} g_{i_1} b_{i_1} = q^2 A_1$$

Daher ist allgemein beim n -ten Bogen

$$(14) \quad A_n = q^{2(n-1)} A_1$$

Bezeichnet man mit z_i die Schwerpunktabstände der einzelnen Lamellen vom Kämpfer für den Bogen mit der Spannweite l_1 , so ist das Scheitelmoment des 1. Bogens zur Bestimmung des Horizontalschubes aus Eigengewicht:

$$1. \text{ Bogen } M_{s_1} = \sum_0^{\frac{l_1}{2}} g_{i_1} b_{i_1} z_{i_1}$$

$$2. \text{ Bogen } M_{s_2} = \sum_0^{\frac{l_2}{2}} g_{i_2} b_{i_2} z_{i_2}$$

Gehorchen g_{i_2} , b_{i_2} , bezogen auf g_{i_1} , b_{i_1} , der Gl. 4, so auch z_{i_2} , also $z_{i_2} = q z_{i_1}$. Daher

$$M_{s_2} = \sum_0^{\frac{l_2}{2}} q^2 g_{i_1} b_{i_1} q z_{i_1} = q^3 \sum_0^{\frac{l_1}{2}} g_{i_1} b_{i_1} z_{i_1} = q^3 M_{s_1}$$

Daher allgemein

$$(15) \quad M_{s_n} = q^{3(n-1)} M_{s_1}$$

Horizontalschub:

$$H g_1 = \frac{M_{s_1}}{f_1}, \quad H g_2 = \frac{M_{s_2}}{f_2} = \frac{q^3 M_{s_1}}{q f_1}, \quad H g_2 = q^2 H g_1$$

Allgemein

$$(16) \quad H g_n = q^{2(n-1)} H g_1$$

Das Moment des Eigengewichtes im Querschnitt x_1 (wobei zweckmäßig x_1 ein Vielfaches der Lamellenbreite b_i ist): Angenommen $x_1 = b_{11} + b_{21}$, wobei der Zeiger 1 den Bogen mit der Spannweite l_1 bezeichnet (Abb. 2).

1. Bogen $M_{x_1} = A_1 x_1 - g_{11} b_{11} z_{11} - g_{21} b_{21} z_{21}$.

2. Bogen. Der entsprechende Querschnittsabstand des 2. Bogens folgt sinngemäß der Gleichung $x_2 = x_1 q$.

$$M_{x_2} = A_2 x_2 - g_{12} b_{12} z_{12} - g_{22} b_{22} z_{22}$$

$$= q^3 (A_1 x_1 - g_{11} b_{11} z_{11} - g_{21} b_{21} z_{21}) = q^3 M_{x_1}$$

Allgemein

$$(17) \quad M_{x_n} = q^{3(n-1)} M_{x_1}$$

II. Für Verkehrslast.

Der Horizontalschub für Verkehrslast lautet:

1. Bogen mit der Spannweite l_1 bei Gesambelastung

$$H_{p_1} = \frac{p_1 l_1^2}{8 f_1} = \frac{p_1 l_1}{8 \alpha} = p_1 h_1.$$

2. Bogen

$$H_{p_2} = \frac{p_2 l_2}{8 \alpha} = p_2 q h_1.$$

Allgemein

$$(18) \quad H_{p_n} = p_n q^{n-1} h_1.$$

Im Falle gleicher Ersatzlasten ist $p_1 = p_n$.

$$H_{p_n} = q^{n-1} H_{p_1}.$$

Nach Abb. 3 ist die Länge der Laststrecke rechts von der Lastscheide für Querschnitt mit der Ordinate:

1. Bogen: $l_{r_1} = l_1 k_1$, wenn

$$(20) \quad k_1 = \frac{1}{1 + 2\alpha \left(\frac{x_1}{y_1}\right)},$$

links der Lastscheide $l_{l_1} = l_1 r_1$

$$(21) \quad r_1 = \frac{1}{1 + \frac{1}{2\alpha} \left(\frac{y_1}{x_1}\right)}.$$

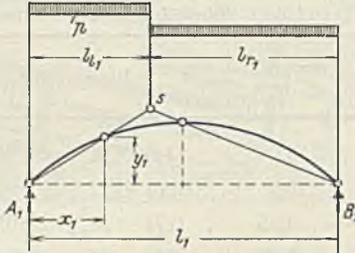


Abb. 3.

2. Bogen:

$$l_{r_2} = q k_2 l_1, \\ l_{l_2} = q r_2 l_1.$$

Für den entsprechenden Querschnitt des zweiten und jedes folgenden Bogens ist $k_1 = k_2 = k_n$, ebenso $r_1 = r_2 = r_n$. In den nachstehenden Ausdrücken ist daher nur k und r in Rechnung gestellt.

Auflagerdruck.

1. Bogen:

$$\left. \begin{aligned} A_1 &= \frac{p_1 l_{r_1}^2}{2 l_1} = \frac{p l_1}{2} k_1 \\ B_1 &= \frac{p l_1}{2} k(1+r) \end{aligned} \right\} \text{Last rechts.}$$

$$\left. \begin{aligned} A_1 &= \frac{p l_1}{2} r(1+k) \\ B_1 &= \frac{p l_1}{2} r \end{aligned} \right\} \text{Last links.}$$

n -ter Bogen:

$$(22) \quad \left. \begin{aligned} A_n &= A_1 q^{n-1} \\ B_n &= B_1 q^{n-1} \end{aligned} \right\} \text{Last rechts.}$$

$$(23) \quad \left. \begin{aligned} A_n &= A_1 q^{n-1} \\ B_n &= B_1 q^{n-1} \end{aligned} \right\} \text{Last links.}$$

1. Bogenmomente für p .

1. Bogen, Last rechts.

$$M_{r_1} = \frac{p}{8 \alpha} y_1 (l_1 - l_{r_1}) = c_1 y_1, \\ c_1 = \frac{p l_1}{8 \alpha} (k - r).$$

2. Bogen:

$$M_{r_2} = \frac{p}{8 \alpha} y_2 (l_2 - l_{r_2}) = c_1 q y_2.$$

Allgemein

$$(24) \quad M_{r_n} = c_1 q^{n-1} y_n.$$

Für Last p links der Lastscheide

$$M_{l_1} = \frac{p x_1}{2} (l_1 - x_1) = \frac{p x_1 l_1}{2} \left(r - \frac{x_1}{l_1}\right) \\ M_{l_2} = \frac{p x_2 l_2}{2} \left(r - \frac{x_2}{l_2}\right) = \frac{p}{2} \cdot q x_1 q l_1 \left(r - \frac{x_1}{l_1}\right) = q^2 M_{l_1}.$$

Allgemein

$$(25) \quad M_{l_n} = q^{2(n-1)} M_{l_1}.$$

2. Für Walzenlast P , mit einer Laststrecke b .

1. Bogen, Last rechts

$$M_{r_1} = \frac{P}{4 \alpha} \left(1 - \frac{b}{l_1}\right) (2\alpha x_1 - y_1) = c_2 (1 - v) u_2 \\ c_2 = \frac{P}{4 \alpha} \quad u_1 = 2\alpha x_1 - y_1 \quad v = \frac{b}{l_1}.$$

2. Bogen

$$M_{r_2} = c_2 u_2 \left(1 - \frac{b}{l_2}\right) = c_2 u_2 \left(1 - \frac{v}{q}\right).$$

Allgemein

$$(26) \quad M_{r_n} = c_2 u_n \left(1 - \frac{v}{q^{n-1}}\right).$$

1. Bogen, Last links

$$M_{l_1} = P \left[\frac{x_1 (l_1 - x_1)}{l_1} - \frac{b}{8} \right] = \frac{P x_1 (l_1 - x_1)}{l_1} - c_3 = m - c_3, \\ c_3 = \frac{P b}{8} \quad m = \frac{P x_1 (l_1 - x_1)}{l_1} = P_1 \cdot \frac{x_1 \left(r - \frac{x_1}{l_1}\right)}{r} \\ M_{l_2} = P \cdot \frac{x_2 (l_2 - x_2)}{l_2} - c_3 = q m - c_3.$$

Allgemein

$$(27) \quad M_{l_n} = q^{n-1} m - c_3.$$

Ähnliche Beziehungen lassen sich auch für die Normalkräfte aufstellen, sobald die Gleichung der Bogenachse des 1. Bogens festliegt.

Beispiel.

Eine Flutbrücke von 117 m Gesamtlänge soll nach Abb. 4 durch eine Bogenreihe überbrückt werden, daran schließt sich die Stromöffnung von 86 m Stützweite an. Die Fahrbahn steigt 1:m = 1:63 bis Höhe 68,75 an. Die Kämpferwaagerechte liegt auf 64,6.



Abb. 4.

Das konstante Pfeilverhältnis $a = \frac{f}{l}$ ergibt sich aus: Fahrbahnoberkante der Stromöffnung 68,75, Pfeilbreite $b_{10} = 1,0$, l_1 angenommen mit 30,0 m, Überschüttungshöhe a am Scheitel 0,50 m, Scheitelstärke $d_1 = 0,40$, daher

$$f_1 = \left(68,75 - \frac{1 + \frac{30}{2}}{63} - 0,5 - \frac{0,4}{2} \right) - 64,6 = 3,20 \text{ m} \\ \alpha = \frac{f_1}{l_1} = \frac{3,2}{30,0} = 0,1067.$$

Nach Gl. 3 $q = \frac{2\alpha m - 1}{2\alpha m + 1} = 0,8616$.

Nach Gl. 7 $\mu = \frac{b_{10}}{l_1} = \frac{1,0}{30,0} = 0,0333$.

Anzahl der Öffnungen $n = 5$, $q^5 = 0,4747$.

Nach Gl. 13

$$l_1 = \frac{q-1}{q^n-1} \cdot \frac{1}{1+\mu} L = \frac{0,8616-1}{0,4747-1} \cdot \frac{1}{1+0,0333} \cdot 117,0 = 29,80 \text{ m} \\ l_2 = q l_1 = 25,70 \text{ m} \\ l_3 = q l_2 = 22,20 \text{ m} \\ l_4 = q l_3 = 19,10 \text{ m} \\ l_5 = q l_4 = 16,50 \text{ m} \\ \Sigma l = 113,30 \text{ m}$$

$$b_{10} = 1,00 \text{ m} \\ b_{12} = b_{10} q = 0,86 \text{ m} \\ b_{23} = b_{12} q = 0,74 \text{ m} \\ b_{34} = b_{23} q = 0,64 \text{ m} \\ b_{45} = b_{34} q = 0,55 \text{ m} \\ \Sigma b = 3,79 \text{ m}$$

Kontrolle $\Sigma l + \Sigma b = 117,09 \text{ m}$.

$$f_1 = \alpha l_1 = 0,1067 \cdot 29,8 = 3,18 \text{ m} \\ f_2 = \alpha l_2 = 2,74 \text{ m} \\ f_3 = \alpha l_3 = 2,36 \text{ m} \\ f_4 = \alpha l_4 = 2,04 \text{ m} \\ f_5 = \alpha l_5 = 1,76 \text{ m}$$

Kontrolle $f_5 = q^4 f_1 = 1,76 \text{ m}$.

Durch rechnerische Behandlung jedes einzelnen Bogens aus Eisenbeton mit durchgehendem Gewölbe und Erdüberschüttung bei vorstehenden Pfeilverhältnissen und Spannweiten ergaben sich folgende statische Größen:

A_g Auflagerdruck des Eigengewichtes

H_g Horizontalschub des Eigengewichtes

M_g Momente des Eigengewichtes

M_{p_l} Moment der Verkehrslast p , links der Lastscheide in $\frac{l}{4}$

M_{p_r} Moment der Verkehrslast p , rechts der Lastscheide in $\frac{l}{4}$

M_{p_l} Moment der Walzenlast links der Lastscheide in $\frac{l}{4}$

M_{p_r} Moment der Walzenlast rechts der Lastscheide in $\frac{l}{4}$

1) Diese Formel gilt nur, wenn $\frac{x_1 (l_1 - x_1)}{l_1} \geq \frac{b}{8}$.

Tabelle I (jeder einzelne Bogen errechnet).

Statische Größe	$l_1 = 29,8$	$l_2 = 25,7$	$l_3 = 22,2$	$l_4 = 19,1$	$l_5 = 16,5$
A_g t	57,0	43,5	31,1	24,8	19,2
H_g t	99,5	77,0	55,0	43,0	32,0
M_g tm	1,8	1,6	1,0	1,0	0,8
M_{pr} tm	-10,7	-7,8	-5,8	-4,2	-3,24
M_{pl} tm	7,26	5,46	4,2	3,08	2,25
M_{pr} tm	-10,7	-9,1	-6,9	-5,42	-4,35
M_{pl} tm	10,14	8,16	6,0	4,85	3,36

Gegenüber obigen Tabellenwerten ergeben sich folgende Bogengrößen aus den vorgenannten Formeln 13 bis 25 aus den Beziehungen der gesetzmäßigen Bogenfolge.

Bei diesen zugrunde gelegten Bogenachsen stehen auch die Ordinaten des Querschnittes im perspektiven Verhältnis $y_1 = 2,58, y_2 = 2,58 q = 2,2$ usf. — Die Abweichungen für die Werte der Eigengewichtsmomente erklären sich aus den Ungenauigkeiten der Zeichnung sowie aus der Kleinheit der Werte.

Die Größen der Tabelle II werden ohne Aufzeichnen der übrigen Bogenformen aus dem 1. Bogen erhalten, als besonderer Vorteil dieses Verfahrens.

Unter Benutzung der Ähnlichkeitsverhältnisse lassen sich auch andere Tragwerkreihen, z. B. Gerber-Träger, einfach berechnen.

Tabelle II. (Die Werte ergeben sich sofort aus den nebenstehenden Formeln.)

Statische Größen	Berechnung nach Formel					
	$n=1$ $l_1 = 29,8$	$n=2$ $l_2 = 25,7$	$n=3$ $l_3 = 22,2$	$n=4$ $l_4 = 19,1$	$n=5$ $l_5 = 16,5$	
A_g t	57,0	42,5	31,4	23,3	18,0	(14) $A_n = q^{2(n-1)} A_1$
H_g t	99,5	74,5	55,0	40,6	30,5	(16) $H_{gn} = q^{2(n-1)} H_1$
M_g tm	1,8	1,10	0,80	0,55	0,35	(17) $M_{gn} = q^{3(n-1)} m_1 - H_{gn}$
M_{pr} tm	-10,7	-7,70	-5,82	-4,30	-3,25	(24) $M_{rn} = c_1 q^{n-1} y_n, c_1 = 4,126$
M_{pl} tm	7,26	5,40	4,00	3,00	2,21	(25) $M_{ln} = q^{2(n-1)} M_{l1}$
M_{pr} tm	-10,75	-8,60	-6,90	-5,42	-4,36	(26) $M_{ln} = c_2 u_n \left(1 - \frac{v}{q^{n-1}}\right) c_2 = 14,07$ $v = 0,235$
M_{pl} tm	10,10	8,00	6,15	4,57	3,20	(27) $M_{rn} = q^{n-1} m - c_3, c_3 = 5,25$ $m = 15,35$

Vermischtes.

Die Ausbauten des Hafens von Caen. Nach einem Bericht in Gén. Civ. 1931, Nr. 18 vom 2. Mal wurde der das Hafenbecken von Caen mit dem Meer verbindende Kanal ausgebaut, und gleichzeitig wurden im Hafen von Caen neue Kaianlagen errichtet (Abb. 1).

An den Teilen des Kanals, an denen der Schiffsverkehr sich nur jeweils in einer Richtung bewegt, wurde die Kanalsohle von 10 m auf 20 m verbreitert. An den Stellen mit Verkehr in beiden Richtungen wurde die Sohle auf 37,25 m verbreitert (Abb. 2).

Die Verbreiterung wurde ausschließlich hergestellt durch Verlegung der rechten Kanalseite, deren Böschung von 2:1 auf 5:2 abgeändert wurde. Im Hafenbecken selbst wurden die Kais insgesamt um 365 m verlängert, so daß nunmehr eine Kaimauer von 1080 m zur Verfügung steht (Abb. 3).

Die Kaimauern ruhen auf Pfeilergruppen von acht Pfählen, deren innerster 7 m lang ist. Der Abstand zwischen innerstem und äußerstem Pfahl beträgt 5 m, und dazwischen sind sechs kürzere Pfähle geschlagen. Auf dem Pfahlrost erhebt sich die nach innen stufenförmig abgesetzte Kaimauer von 9,22 m Höhe, die am Grunde 6,10 m breit ist und nach oben zu bis auf 2,10 m abgesetzt wird. Die Kaimauer hat eine Neigung von 1:10 und ist an der Wasserseite mit Bruchsteinen verkleidet.

Die Umbauten an den West-India-Docks in London. Nach einem Bericht in Engng. 1931, Nr. 3405 u. 3406 vom 17. u. 24. April wurden die Arbeiten, die sowohl einen besseren Zugang zu den Docks als auch eine Verbesserung der Verbindungen zwischen ihnen bezwecken, in zwei Abschnitten ausgeführt (Abb. 1 u. 2).

Zunächst wurden die Verbindungen zwischen Einfuhr- und Ausfuhrdock und zwischen diesem und dem Süddock sowie dem Millwall-Dock hergestellt; sie wurden mit Bellmouth-Durchgang, Mitteldurchgang und Millwall-Durchgang bezeichnet. Zugleich wurde die alte Verbindung zwischen Süddock und Themse durch einen Betondamm abgesperrt. Der zweite Ausbau betraf die Verbindung des Süddocks mit dem alten Süddockbecken und einen neuen Zugang zur Themse, wobei die Verbindungen zwischen dem Junction-Dock und dem Süddock und die zwischen Ausfuhrdock und Blackwall-Becken aufgefüllt wurden. Der Bellmouth-Durchgang ist 102 m lang und am Einfuhrdock 64 m und am Ausfuhrdock 25 m breit.

Die Baustelle wurde durch Stahlspundwände eingeschlossen, der Boden ausgehoben und ausgebaggert. In gleicher Weise wurde der 35 m lange und 107 m breite Mitteldurchgang sowie der 146 m lange und 25 m breite Millwall-Durchgang hergestellt (Abb. 3). — Der alte Durchgang

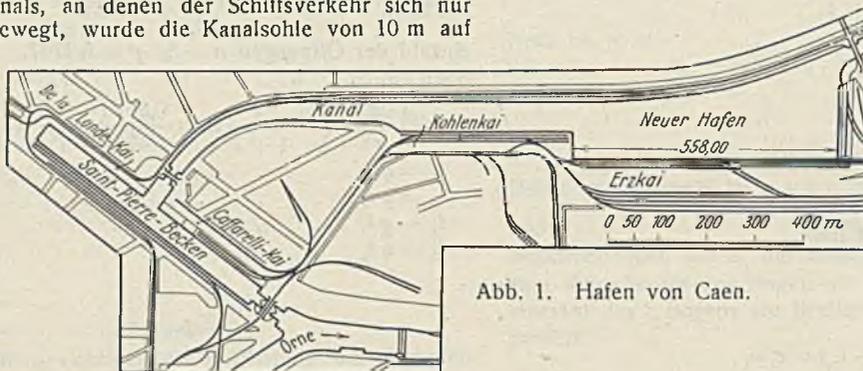


Abb. 1. Hafen von Caen.

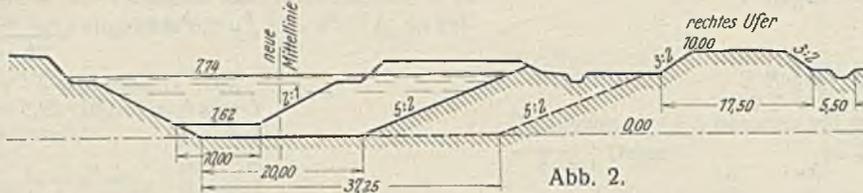


Abb. 2.

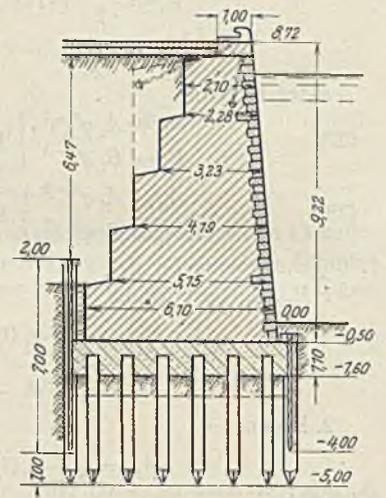


Abb. 3.

vom Süddock zur Themse wurde ebenfalls durch Stahlspundwände abgeschlossen, die außen hinterfüllt und innen durch Holzstreben abgestützt wurden. Als Füllung wurde Beton verwendet, da an dieser Stelle die Pumpenanlage für die Wasserhaltung des Süddocks errichtet wurde.

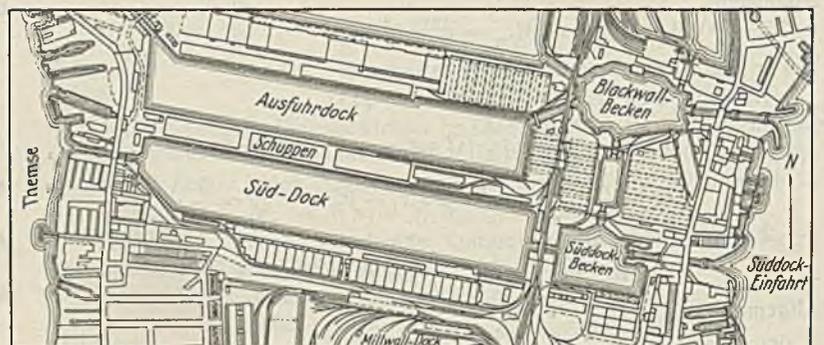


Abb. 1. West-India-Docks, London.

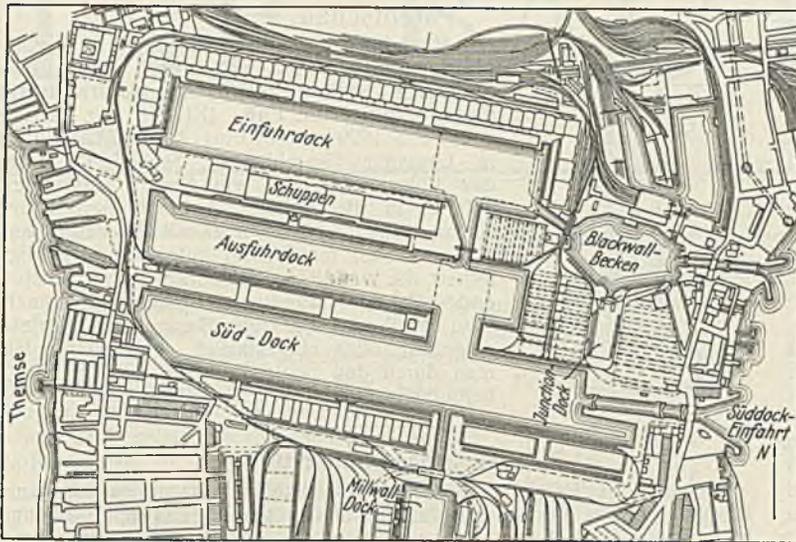


Abb. 2.

Beim Bau des neuen Zugangs zum Süddock wurde zunächst die Verbindung zwischen Junction-Dock und dem alten Süddockbecken durch eine von Tauchern errichtete Mauer aus Betonblöcken verschlossen. Dann wurde zwischen Süddock und Süddockbecken ein Damm aus Stahlspundwänden errichtet, der außen hinterfüllt und innen durch Holzbalken abgestützt wurde. Ein gleicher Damm wurde in der Verbindung zum

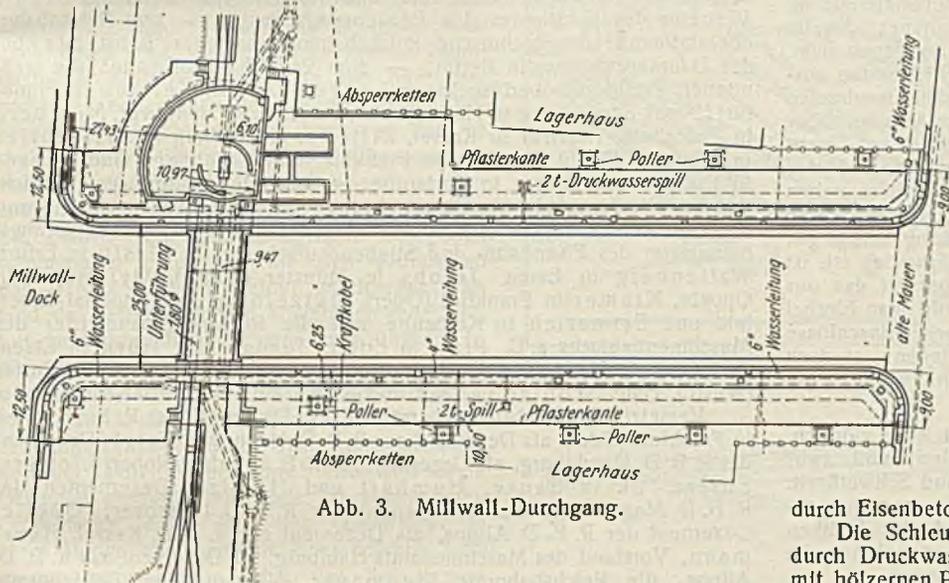


Abb. 3. Millwall-Durchgang.

Blackwall-Becken errichtet. Hier wurde die Spundwand in der Mitte durch Betonpfeiler und an den Seiten durch Holzpfähle gestützt. In der Spundwand wurden Schleusen angebracht, um das Wasser bei Ebbe soweit wie möglich ablassen zu können, der Rest wurde ausgepumpt. Die bisherige Drehbrücke wurde entfernt und durch eine entsprechend größere Klappbrücke ersetzt. Die neue Einfahrt wurde mit der gleichen

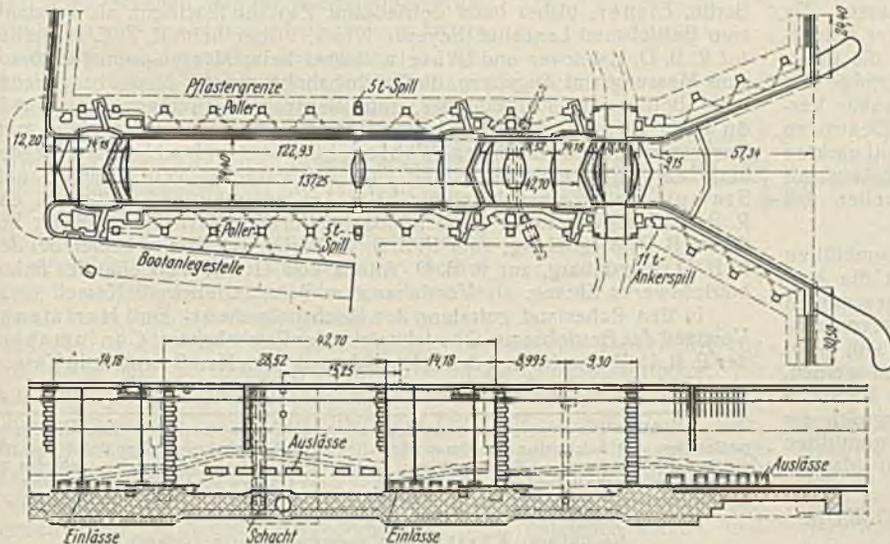


Abb. 4 u. 5. Zugang zum Süddock.

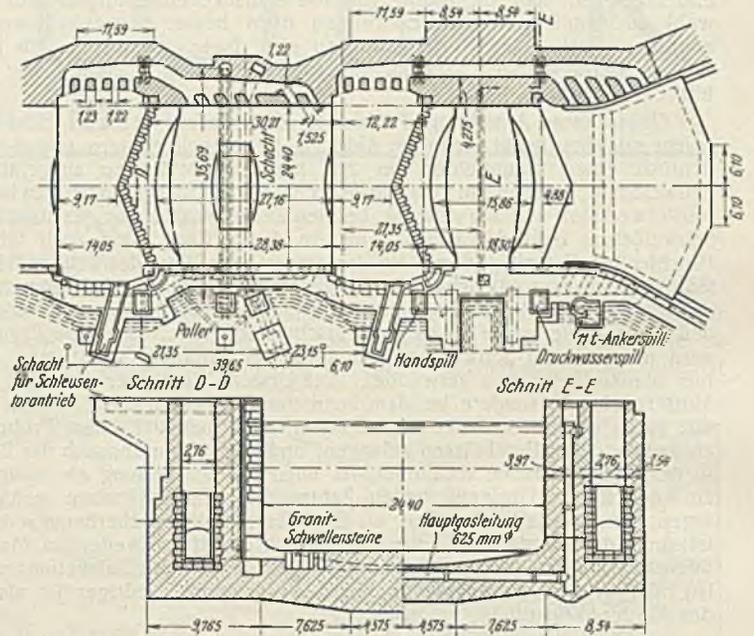


Abb. 6 u. 7. Zugang zum Süddock.

Mittellinie wie die alte hergestellt und ist — gegenüber der alten mit 16 m Breite und 146 m Länge — 25 m breit und 180 m lang und hat 11 m Wassertiefe. Sie ist in zwei Abteilungen von 137 m und 43 m Länge durch drei Schleusentore geteilt. Der Bau wurde in offener Baugrube errichtet, die durch Stahlspundwände eingeschlossen war, wobei zunächst der Raum zwischen ihnen und den alten Wänden freigemacht wurde. Nachdem diese bis nahe zum Grunde freigelegt waren, wurde ihr Rücken entfernt und zum Bau der neuen Wandfundamente eine sie umschließende kurze Stahlspundwand geschlagen. Hierauf wurden die alten Bauten entfernt und nach Vollendung der Fundamente die kurzen Spundwände gezogen (Abb. 4 bis 7).

Die Wasserkanäle in den Seitenwänden sind mit hydraulisch und handbetrieblenen Schiebern versehen, die 2285 mm lang und 2590 mm hoch sind. Die Einfahrt wird von zwei zum Verlegen von Wasserleitungen und Kabeln dienenden Kanälen durchsetzt, die durch senkrechte Schächte erreicht werden. Zur Schiffsbewegung sind zwei 5-t- und vier 11-t-Spills vorgesehen. An der Südseite ist eine 115 m lange Bootanlegestelle geschaffen, die mit den Wänden des Einfahrtkanals

durch Eisenbetonbalken verbunden ist. Die Schleusentore sind als Schwimmtore ausgebildet und werden durch Druckwasser bewegt. Sie sind alle gleich und an der Flutseite mit hölzernen Pralleisten versehen. Jedes Tor hat eine Luftkammer, die durch Injektoren entwässert wird und durch senkrechte, mit Verschlüssen versehene Schächte zugänglich ist.

W. Schmid.

Berichtigung. In dem Buche O. Kommerell, „Erläuterungen zu den Vorschriften für geschweißte Stahlbauten“¹⁾ haben sich nach Mitteilung des Verfassers folgende Fehler gefunden:

1. S. 62. In dem Beispiel zur Berechnung der Bindebleche ist in der Formel für G_2 ein Rechenfehler unterlaufen. Es ergibt sich

$$e_2 = \frac{5715}{27,3} \approx 210 \text{ kg/cm}^2 \text{ (statt } 2100 \text{ kg/cm}^2\text{)}.$$

Das Bindeblech braucht statt 240 mm (Bild 59) nur 125 mm breit zu werden. Führt man die Berechnung nach Krohn entsprechend den Erläuterungen mit dieser Breite durch, so ergibt sich für das Bindeblech selbst eine Spannung $\sigma = 3434 \text{ kg/cm}^2$, zulässig 3700 kg/cm^2 . Die Schweißung ist dann nur mit $\rho \approx 1320 \text{ kg/cm}^2$ beim Bruch beansprucht, also ausreichend stark.

2. S. 56, Zeile 2 v. u., muß es in der Formel heißen: $Q_g + \gamma Q_p$ (anstatt $Q_g = \gamma Q_p$).

Zuschriften an die Schriftleitung.

Ergebnisse von Versuchen über Zusammenschweißung von Schweißisen mit Flußeisen. In diesem in der Bautechn. 1931, Heft 24, veröffentlichten Aufsatz kommt der Verfasser, Oberingenieur O. Kilp, auf S. 365 zu dem Schlusse, daß die von ihm beschriebenen Schweißungen von Schweiß-

¹⁾ Besprochen in Bautechn. 1931, Heft 41, S. 612.

und Flußeisen sehr dicht und frei von Schlackeneinschlüssen sein und wohl auch mit umhüllten Elektroden nicht besser hergestellt werden könnten. Nach seiner Ansicht dürften sich daher, wenigstens für Konstruktionserschweißungen, blanke Elektroden ebensogut eignen wie umhüllte Elektroden.

Gegen diese Ansicht muß ich mich entschieden wenden. Herr Kilp macht mir dies leicht, denn die Abb. 5 u. 12 seines Aufsatzes zeigen recht deutlich einen Hauptfehler der mit nackten Elektroden ausgeführten Schweißnaht, nämlich die gefährliche Stelle an der Übergangszone zwischen Mutterwerkstoff und Schweißung; bei den Zerreißproben von geschweißtem Schweißisen liegt der Bruch genau in dieser Zone, und zwar ist die Bruchfestigkeit weit geringer als der angegebene Wert des Schweißisens (3580 kg/cm²) oder des Schweißmaterials (3520 kg/cm²); sie beträgt nämlich i. M. nur rd. 3000 kg/cm²! Man könnte also aus diesem Versuch folgern, daß sich Schweißisen nicht gut verschweißen läßt. Dasselbe Ergebnis wird man mit der Schweißung von Flußeisen erhalten, wenn man auch hier blanke Elektroden verwendet. Die Ursache liegt aber nicht bei dem Mutterwerkstoff, sondern bei dem benutzten Schweißmaterial. Wenn man mit guten umhüllten Elektroden arbeitet, wird man bei einem Probestab zu ganz anderen Ergebnissen gelangen, und wenn dann dennoch der Bruch in der Übergangszone stattfindet, ist eben die Schweißung als nicht gut zu betrachten. Übrigens haben Zahlen bei solchen Proben wenig zu sagen: man will ja bloß wissen, ob eine Verschweißung überhaupt möglich ist; und das ist der Fall, wenn der Bruch auftritt entweder im Mutterwerkstoff (dessen Bruchfestigkeit niedriger als die des Schweißmaterials ist) oder in der Schweißnaht (deren Bruchfestigkeit niedriger ist als die des Mutterwerkstoffes).

Man soll aber die Probestäbe richtig bearbeiten, d. h. den Stabquerschnitt soll überall derselbe sein, wenn man das Ergebnis zahlenmäßig festlegen will. Das ist hier jedoch nicht geschehen; Versuche mit unbearbeiteten Probestäben aber haben keinen Sinn. Im allgemeinen muß man darauf achten, daß dem Mutterwerkstoff ein Schweißmaterial angepaßt wird, das die gleichen Eigenschaften aufweist wie jener; das ist aber mit einer blanken Elektrode niemals möglich, und zwar deswegen nicht, weil die Dehnung von Schweißungen, die mit solchen Elektroden ausgeführt sind, nur wenige Hundertteile beträgt, anstatt, wie bei Eisenbauten erforderlich, 18 bis 20%! Auffallend ist auch, daß fast nie Angaben über Biegeproben veröffentlicht werden, d. h. eine der wichtigsten Eigenschaften des Konstruktionsmaterials wird unbeachtet gelassen. Meine Forderung für eine vollkommene Schweißung ist also, daß diese neben einer hohen Bruchfestigkeit (4000 kg/cm² und darüber) zugleich eine hohe Dehnung (18 bis 20%) aufweist; daß dabei die Schweißung selbst gut sein muß, d. h. daß kein Bruch in der Übergangszone zu erwarten ist, ist selbstredend. Bei dem heutigen Stande der Technik aber ist das nur möglich, wenn man umhüllte Elektroden verwendet; obwohl man hierbei in der Schweißung vielleicht stellenweise geringe Schlackeneinschlüsse antrifft, ist sie der blanken Drahtschweißung weit überlegen; ist doch das Gefüge der ersteren gleich dem eines guten Flußeisens, während die Struktur der zweiten dem Gußeisen ähnlich ist.

Nur bei Verwendung von guten umhüllten Elektroden ist es möglich, wirklich rationell geschweißte Konstruktionen herzustellen, und zwar mit dem geringsten Aufwande von Elektrodenmaterial und Schweißzeit. Der Preis der Elektrode spielt dabei nicht die Rolle, die man ihm zuschreiben möchte. Offenbar legt man in Deutschland der blanken Elektrode großen Wert bei, denn sogar die „Richtlinien“ nehmen im großen ganzen auf solcherart ausgeführte Schweißungen Bezug.

Amsterdam, Juni 1931.

Ing. J. W. Kloppers.

Erwiderung.

Die von mir beschriebenen Versuche hatten den Zweck, nachzuweisen, ob und unter welchen Bedingungen sich Schweißisen und Flußeisen mittels Lichtbogen einwandfrei miteinander verschweißen lassen. Da Flußeisenschweißungen auf Grund der Erfahrungen der DRB., der Reichsmarine und der meisten deutschen Behörden und Firmen, die die Lichtbogenschweißung in großem Umfange anwenden, mit gutem Erfolge fast durchweg mit nackten Elektroden ausgeführt werden, lag keine Veranlassung vor, im vorliegenden Falle anstatt der nackten Elektroden teure umhüllte zu verwenden. Die Versuche wurden deshalb mit nackten Elektroden durchgeführt; sie haben gezeigt, daß sich Schweißisen mit Flußeisen mit genügender Festigkeit verschweißen läßt, und weiter, daß die Festigkeit der Schweißnähte eine durchaus genügende war.

Meine Behauptung, daß die Schweißungen wohl auch mit umhüllten Elektroden nicht besser hergestellt werden können, ist durch die Ausführungen von Herrn Ing. J. W. Kloppers, die ein unter den besonderen Versuchsbedingungen geschweißtes Stück herausgreifen und hiervon ausgehend sich auf Flußeisenschweißungen ganz allgemein beziehen, nicht widerlegt. Meine Behauptungen konnten wohl nur so entkräftet werden, wenn unter genau den gleichen Bedingungen entsprechende Versuche mit umhüllten Elektroden vorgenommen würden, und der Vergleich der erhaltenen Werte ergeben würde, daß Schweißungen mit umhüllten Elektroden besser und wirtschaftlicher wären als solche mit blanken Elektroden.

Ramberg.

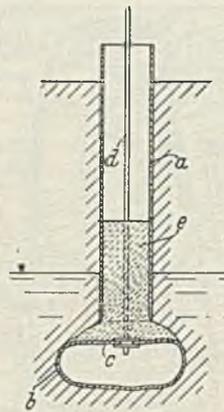
Oberingenieur O. Kilp.

Wir schließen hiermit die Aussprache.

Die Schriftleitung.

Patentschau.

Verfahren zur Herstellung von Ortpfählen aus Beton mit durch einen aufblasbaren Sack abgestütztem Hohlraum für den verbreiterten Fuß. (Kl. 84c, Nr. 516 968 vom 13. 3. 1929 von Dr.-Ing. August Wolfsholz in Lausanne-Chamblandes, Schweiz.) Durch das Bohrrohr *a* wird ein Sack *c* zusammengefaltet in die Erdhöhle *b* hinabgelassen und alsdann durch das Rohr *d* mit Druckluft aufgeblasen oder mit Wasser aufgefüllt. Der Sack sichert die Wände der Erdhöhle gegen Einsturz und hält das Grundwasser zurück. Nunmehr wird durch das Bohrrohr Beton oder Mörtel *e* eingefüllt oder eingestampft, gleichzeitig läßt man durch den Schlauch *d* die in dem Sack *c* befindliche Luft allmählich entweichen.



Personalmeldungen.

Deutsches Reich. Reichsbahn-Gesellschaft. Ernann: zum Direktor bei der Reichsbahn: der Reichsbahnoberrat Lieser, Abteilungsleiter der R. B. D. Kassel; — zum Reichsbahnoberrat: die Reichsbahnräte Dr.-Ing. Kühnel, Leiter der mechanischen Versuchsanstalt beim R. Z. E. in Berlin, Süß, bisher Vorstand des Betriebsamts Bad Kreuznach unter Versetzung als Vorstand zum Betriebsamt Oberlahnstein, Ruckas, Vorstand des Betriebsamts Köln 2, Ritter, Vorstand des Betriebsamts Cleve, Dr.-Ing. Gottschalk, Vorstand des Betriebsamts Eberswalde, und Limpert, Vorstand des Bauamts (Hochbau) in Augsburg; — zum Reichsbahnrat: die Reichsbahnbaumeister Monschau, Leiter einer Abteilung beim Ausbesserungswerk in Lingen (Ems), und Koesters, beim Ausbesserungswerk Berlin-Grünwald, und der Reichsbahnrat Kraus, Vertreter des Vorstandes des Betriebsamts Basel; — zum Reichsbahnoberamtmann: der technische Reichsbahnoberspezialist Bindzus bei der Hauptverwaltung in Berlin; — zum Reichsbahnrat: die technischen Reichsbahnoberspezialisten Lange in Altona, Kersten in Frankfurt (Main), Steinberg in Halle (Saale), Gärtner in Hannover, Momberg in Paderborn, Fenner in Kassel, Ziffer in Königsberg (Pr.), Haentjes in Münster (Westf.), Bredow in Frankfurt (Oder), Schiefer und Frieser in Dresden und Ayer in Karlsruhe; — zum Oberlandmesser auf wichtigerem Dienstposten: die Oberlandmesser Heidenreich in Altona und Kolb in Königsberg (Pr.); — zum Reichsbahnbaumeister: die Regierungsbaumeister des Eisenbahn- und Straßenbauamtes a. D. Blasig in Erfurt, Wattenberg in Essen, Jacobs in Münster (Westf.), Geitmann in Opehn, Krämer in Frankfurt (Oder), Mützelburg in Wuppertal-Elberfeld und Emmerich in Karlsruhe und die Regierungsbaumeister des Maschinenbauamtes a. D. Pfarr in Erfurt, Jordan und Horn in Essen, Reimann in Halle (Saale), Holtemeyer in Köln, Jessen in Münster (Westf.), Hans Schulze in Trier und Kobold in Wuppertal-Elberfeld.

Versetzt: die Reichsbahnoberräte Wist, Dezernent der R. B. D. Osten in Frankfurt (Oder), als Dezernent zur R. B. D. Hannover, Voigt, Dezernent der R. B. D. Magdeburg, als Dezernent zur R. B. D. Erfurt, Robert Lieffers, Ehlers, de la Sauce, Humbert und Havliza, Dezernenten der R. B. D. Magdeburg, als Dezernenten zur R. B. D. Hannover, Quelle, Dezernent der R. B. D. Altona, als Dezernent zur R. B. D. Kassel, Hansmann, Vorstand des Maschinenamts Hamburg, als Dezernent zur R. B. D. Altona, die Reichsbahnräte Stegmayer, Vorstand des Betriebsamts Prenzlau, als Vorstand zum Betriebsamt Bad Kreuznach, Kuhnke, bisher bei der R. B. D. Berlin, als Vorstand zum Betriebsamt Prenzlau, Seib, bisher beim Betriebsamt Mainz, als Vorstand zum Betriebsamt Recklinghausen, Renz, bisher bei der R. B. D. Magdeburg, zur R. B. D. Hannover, Leicht, bisher beim Betriebsamt Waldenburg (Schles.), zum Betriebsamt Mainz, Bachner, bisher bei der R. B. D. Magdeburg, zum Neubauamt Tuttingen, Dobmaier, Vorstand des Betriebsamts Landshut (Bayern), zum R. Z. B. in Berlin, Elsner, bisher beim Betriebsamt Zwickau (Sachsen), als Vorstand zum Betriebsamt Landshut (Bayern), Kloß, bisher beim R. Z. E. in Berlin, zur R. B. D. Hannover und Uihlein, bisher beim Messungsamt Nürnberg, zum Messungsamt Augsburg, die Reichsbahnbaumeister Kreidler, bisher beim Betriebsamt Heidelberg 2, zum Betriebsamt Freiburg (Breisgau) 1, du Bois-Reymond, bisher beim Maschinenamt Hagen (Westfalen), zum Ausbesserungswerk Göttingen, Wahlen, bisher beim Maschinenamt Magdeburg, als Leiter einer Abteilung beim Ausbesserungswerk Opladen und Stumpp, Leiter einer Abteilung beim Ausbesserungswerk Eßlingen, zur R. B. D. Stuttgart, sowie die Reichsbahnratmänner Hinrichs, bisher bei der R. B. D. Magdeburg, zum R. Z. B. in Berlin, Boehme, bisher bei der R. B. D. Magdeburg, zur R. B. D. Altona und Grün, Vorsteher des Bahnbetriebswerks Ehrang, als Vorsteher zum Bahnbetriebswerk Kassel.

In den Ruhestand getreten: der Reichsbahnoberrat Emil Hartmann, Vorstand des Betriebsamts Oberlahnstein, der Reichsbahnrat Contum als bei der R. B. D. Karlsruhe und der Reichsbahnratmann Karl Schulze in Kassel. Gestorben: der Reichsbahnratmann Lichtenauer in Bremen.

INHALT: Der Neubau der Oderbrücke bei Zäckerick-Alt-Rödnitz. — Eine neue Fernmeldeanlage zum Aufzeichnen der Wasserstände. — Einfache Berechnung einer Bogenreihe mit gleichen Kämpferhöhen. — Vermischtes: Ausbauten des Hafens von Caen. — Umbauten an den West-India-Docks in London. — Berichtigung. — Zuschriften an die Schriftleitung. — Patentschau. — Personalmeldungen.

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