







Abb. 2. Luftbild der Emscherflußkläranlage in Essen-Karnap.

In Schlammrockenteichen von über 1 Mill. m<sup>3</sup> Fassungsraum wurden bisher jährlich 250 000 m<sup>3</sup> stichfester Schlamm aufgespeichert.  
Freigegeben durch das RLM, Hansa-Luftbild G. m. b. H. Berlin, Nr. 24 586 vom 21. Dezember 1936.

zufließen. Das ursprünglich zum Unterlauf der Emscher entwässernde Gebiet konnte an eine gemeinschaftliche Reinigungsanlage nicht angeschlossen werden, weil hier wegen der starken Bergsenkungen weitgehende Veränderungen der Entwässerungsverhältnisse durch die Emscher-

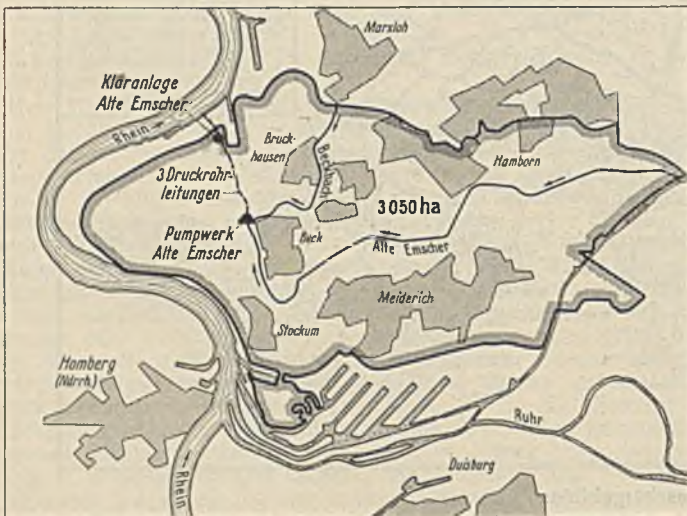


Abb. 3. Einzugsgebiet des Pumpwerks Alte Emscher.

genossenschaft nötig wurden, über die in dieser Zeitschrift schon berichtet wurde<sup>4)</sup>. Das ursprüngliche Mündungsgebiet der Emscher-Einmündung bei Alsum — Stat. km 286,5 des Rheines — sank so weit ab, daß die  
<sup>4)</sup> s. Fußnote 1, S. 345.



Abb. 4. Ansicht des Pumpwerks Alte Emscher im ersten Ausbau, davor die mit losen Sohlplatten im Dreieckprofil ausgebaute Alte Emscher.

freie Vorflut zum Rhein verlorenging; man mußte daher, um wenigstens das oberhalb Oberhausen zur Emscher fließende Wasser mit natürlichem Gefälle in den Rhein ableiten zu können, der Emscher von Oberhausen ab auf rd. 9 km in höher liegendem Gelände ein neues Bett graben, das bei Waisum — Stat. km 285,8 des Rheines — in den Rhein mündet.

II. Vorflutverhältnisse.

Zur Entwässerung des in Abb. 3 im Lageplan dargestellten 3214 ha großen abgeschnittenen Teiles des Emschergebiets, der durch einen Delch gegen Eindringen des höchsten Rheinhochwassers geschützt wurde, wurde im verlassenen Emscherbett der als „Alte Emscher“ bezeichnete offene Entwässerungsgraben im Dreieckprofil mit Sohlenbefestigung durch lose verlegte Betonschalen ausgebaut (Abb. 4). In dem voraussichtlichen Senkungstief des Einzugsgebiets der Alten Emscher wurde in den Jahren 1912 bis 1914 ein großes Pumpwerk errichtet, an das auch der aus den nördlichen Stadtteilen von Duisburg-Hamborn kommende, als offener Abwassergraben ausgeführte Beckbach angeschlossen wurde. Das in Abb. 4 zu erkennende, mit einer runden Eisenbetonkuppel von 35 m Spannweite überdeckte Pumpwerk fördert die ihm zufließenden Wassermengen durch drei Druckrohrleitungen von je 1,60 m Durchm. und rd. 2000 m Länge zum Rhein, wo die Leitung in 45 m Entfernung vom Ufer an der Flußsohle endet. Die dem Pumpwerk bei Trockenwetter zufließende Wassermenge hat im Laufe der Jahre stark geschwankt, sie beträgt zur Zeit rd. 3 m<sup>3</sup>/sek. Sie kommt vorzugsweise von der auf engstem Raum zusammengeballten Großindustrie; liegen doch außer mehreren großen chemischen Werken allein drei große Hochofenwerke mit zusammen 21 Hochöfen und etwa 2,5 Mill. t jährlicher Roheisenerzeugung, vier Bergwerke mit zusammen 3,6 Mill. t jährlicher Steinkohlenförderung und 2,3 Mill. t jährlicher Kokserzeugung im Einzugsgebiete des Pumpwerks. Dem Abwasser dieser Werke gegenüber spielt das städtische Abwasser der rd. 150 000 Einwohner des Entwässerungsgebiets keine große Rolle.

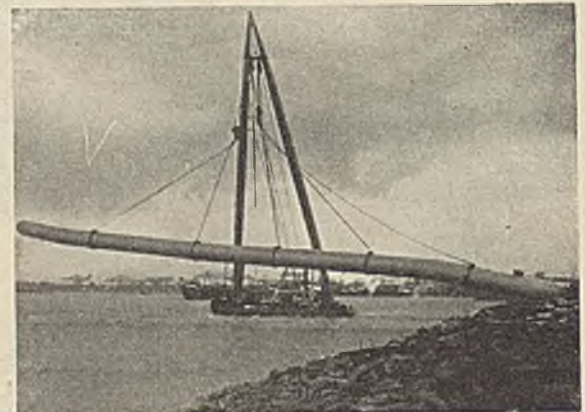


Abb. 5. Verlegung des 45 m langen Mündungsrohres in den Rhein für die dritte Druckleitung von 1,60 m Durchm. des Pumpwerks Alte Emscher.

Es ist der Menge nach geringer als die Grundwassermenge, die dem Pumpwerk besonders bei höheren Rheinwasserständen aus dem grobkiesigen Untergrunde zufließt. Diese Grundwassermenge steigt mit zunehmendem Absinken der unterhalb des Rheinwasserspiegels liegenden Gebietstelle naturgemäß immer weiter an. Als vor wenigen Jahren der Alte-Emscher-Lauf zur Entwässerung stark abgesenkener Gebietsteile bis zu 2 m vertieft werden mußte, hat die Genossenschaft den unteren, in den Rheinkies einschneidenden Teil des Bachlaufes, der — nur mit losen Sohlplatten ausgelegt — als Sammelgalerie für das Pumpwerk gewirkt hätte, durch Einbau einer wasserdichten Sohle zwischen den seitlichen, aus Spundbohlen hergestellten Stahlwänden vom Grundwasser unabhängig gemacht<sup>5)</sup>, wodurch man den Grundwasserandrang in erträglichen Grenzen hält. Abb. 6, die den von Hand zu bedienenden Rechen in der vertieften Alten Emscher vor dem Pumpwerk zeigt, läßt auch die Stahlwände des neuen Bachlaufes erkennen.

Nicht beeinflussen kann man die dem Pumpwerk aus dem 3214 ha großen, zum erheblichen Teil dicht bebauten Einzugsgebiet zufließende Regenwassermenge. Eine Entlastung des Pumpwerks ist wegen seiner tiefen Lage selbst bei voller Füllung der Zulaufgräben nicht möglich, man kann nur die zum Teil tief in das Gelände eingeschnittenen offenen Ab-

<sup>5)</sup> s. Fußnote 1.



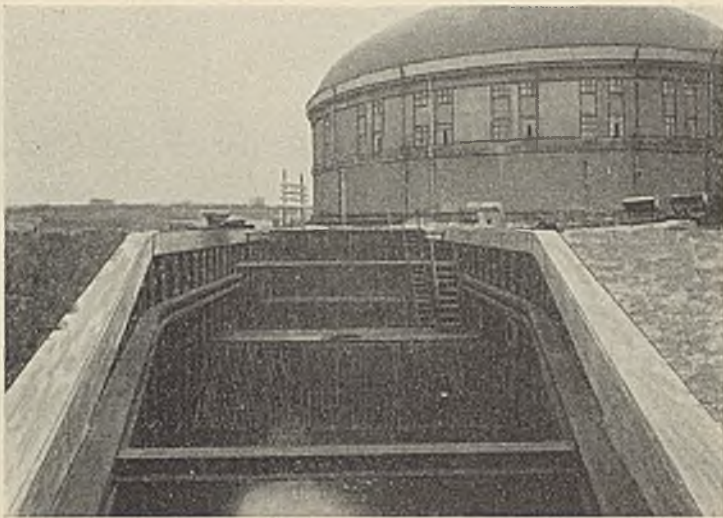


Abb. 6. Von Hand zu reinigende Rechenanlage  
im mit Stahlspundwänden vertieften Laufe der Alten Emscher.



Abb. 7. Erweiterungsbau für drei Hochwasserpumpen  
am Pumpwerk Alte Emscher.

wassersammler zur Aufspelterung der höchsten Spitzen der Flutkurve ausnutzen. In dem Pumpwerk sind einschließlich der im Jahre 1932 in einem besonderen Nebenspumpwerk (Abb. 7) zunächst hinzugefügten beiden Hochwasserpumpen zehn Pumpen mit einer gesamten Förderleistung bis zu 8 m<sup>3</sup>/sek bei einer größten manometrischen Förderhöhe von rd. 12 m bei Rheinhochwasser und 12 m<sup>3</sup>/sek bei niedrigeren Rheinwasserständen vorhanden, mit denen es unter Ausnutzung der erwähnten Stauräume bisher gelungen ist, das Einzugsgebiet mit Sicherheit vor Überschwemmungen zu schützen. Die Gesamtstärke der im Pumpwerk eingebauten Antriebsmaschinen beträgt einschließlich der Hochwasserpumpen zur Zeit 4500 PS. Mit zunehmender Entwicklung der Industrie, mit zunehmender Bebauung des Einzugsgebiets und weiterem Absinken des Gebiets ins Grundwasser hinein wird in Zukunft sowohl die Trockenwettermenge als auch die größte Regenzuflußmenge weiter steigen.

### III. Abwasserbehandlung.

Die Verschmutzung besonders des Trockenwetterzuflusses zur Alten Emscher ist recht erheblich, sie besteht vorwiegend aus den Abschwemmungen der mannigfachen Großindustrie des Gebiets. Messungen der letzten Zeit haben ergeben, daß an absetzbaren Stoffen — in stichfestem Zustande gemessen — etwa 100 000 t jährlich im Abwasser enthalten sind. Diese Schlammengen müssen dem Rhein ferngehalten werden, da sie nicht nur zu Schlammablagerungen in den Bühnenfeldern der rechten Rheinseite führen, sondern wegen ihres Gehaltes an Teerstoffen und sonstigen Abfallstoffen der Kohlenveredlung zu der bekannten Beeinträchtigung des Geschmacks des Rheinwassers beitragen.

#### A. Frühere Reinigungsmaßnahmen an der Alten Emscher.

Da die Genossenschaft schon von Anfang an eine Reinigung des Wassers der Alten Emscher zum Schutze des Rheines für vordringlich hielt, wurde schon 1915 kurz nach Inbetriebnahme des Pumpwerks eine Kläranlage dicht vor der Kreuzung der Druckrohrleitungen mit dem Rheindeich errichtet, die unter der Bezeichnung „Kläranlage Meiderich“ in früheren Veröffentlichungen der Genossenschaft dargestellt ist (Abb. 8). Beim Entwurf dieser Anlage hatte man angenommen, daß man durch eine scharfe Kontrolle der industriellen Werke würde erreichen können, daß die große Menge des gewerblichen Schlammes in den vorhandenen oder neu zu bauenden Werkskläranlagen selbst zurückgehalten würde.

Man stellte sich daher im wesentlichen auf die Behandlung des vorwiegend organischen Schlammes von den 150 000 Einwohnern des Gebiets ein. Dieser Schlamm sollte zum Teil in den Faulräumen der Emscherbrunnen, zum Teil in den unmittelbar daneben gebauten getrennten Schlammfaulräumen vor seiner Ablagerung ausgefault werden. Die Erfahrung hat aber gezeigt, daß es sich bei einer solchen Anhäufung größter Industrieanlagen mit großem Wasserverbrauch, wie sie im rheinisch-westfälischen Industriegebiete gegeben ist, auch beim besten Willen aller Beteiligten nicht vermeiden läßt, daß mit den großen Abwassermengen der Werke auch große Mengen mineralischen Schlammes mit in die Vorflut gelangen. Es zeigte sich schon kurze Zeit nach Inbetriebnahme der Emscherbrunnenanlage — die auf eine Durchflußzeit von nur 20 min berechnet war —, daß der in dieser kurzen Zeit absetzbare schwere Schlamm wegen seiner vorwiegend mineralischen Beschaffenheit nicht zum Faulen zu bringen war.

Da zudem die feineren Schlammteile wegen der kurzen Absetzzeit vom Abwasser fortgetragen wurden, sackte der in die Faulräume der Emscherbrunnen gelangende vorwiegend mineralische Schlamm so fest zusammen, daß er auf der reichlich flach geneigten Sohle der Faulräume (Abb. 9) auch unter Zuhilfenahme von Spülwasser nicht mehr zu den Schlammablaßrohren rutschte. Auch die spätere Vorschaltung einer Sickerbeckenanlage zum Zurückhalten der schweren Schlammteile (s. Abb. 8) änderte nichts an diesen Schwierigkeiten. Nachdem die Emscherbrunnenanlage nicht in Betrieb zu halten war, mußte das vom Pumpwerk geförderte Abwasser der Alten Emscher zunächst einige Jahre lang weiter unbehandelt in den Rhein geleitet werden. Als dann Ende der zwanziger Jahre mit

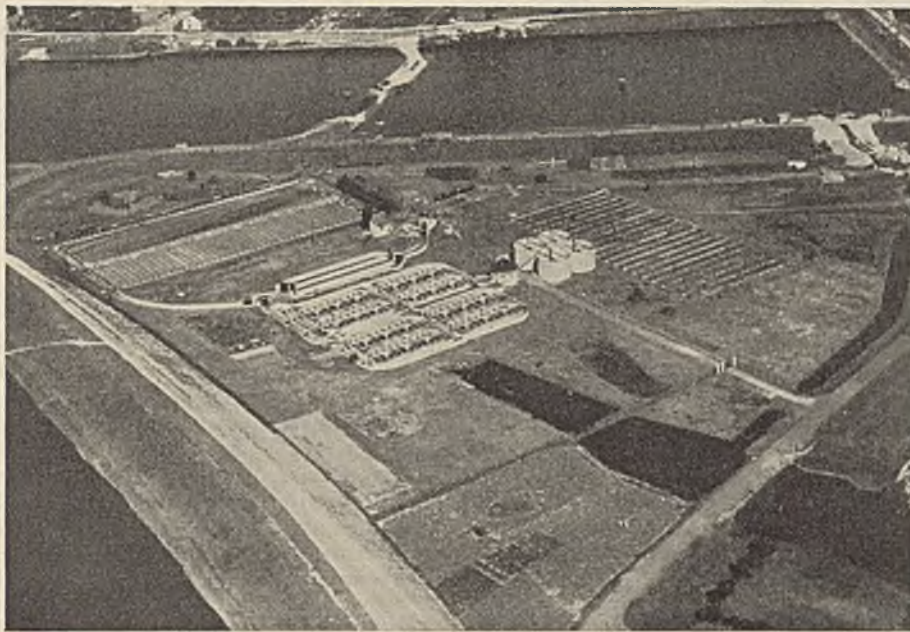


Abb. 8. Ansicht des Kläranlagengeländes im Jahre 1926.

Im Vordergrund die alte infolge Bergbaueinwirkung nicht wiederzuverwendende Emscherbrunnenanlage, dahinter die den Emscherbrunnen vorgeschaltete Sickerbeckenanlage und im Hintergrunde — vom einspringenden alten Rheindeich eingefäßt — der große Auflandungsteich mit seinen im Bau befindlichen Verbindungsleitungen zu den Druckrohren vom Pumpwerk.  
Freigegeben durch das RLM, Hansa-Luftbild G. m. b. H. Berlin, Nr. 13 957 vom 11. Januar 1937.

der Scheinblüte der Kohlen- und Eisenindustrie des Bezirks die mit der Abwasserreinigung aus dem Industriegebiet erklärten Schwierigkeiten im Rhein wieder zu lebhafteren Klagen der Rheinfischer und anderer Geschädigter führten, wurden von der Emschergenossenschaft gleichzeitig mit der Erbauung der schon genannten Emscherflußkläranlage bei Karnap auch die Überlegungen zur Klärung des Abwassers der Alten Emscher wieder aufgenommen. Um zunächst behelfsmäßig einen möglichst schnellen Schutz des Rheines zu erreichen, ließ man das bis in die Nähe des Rheindeiches gepumpte Wasser der Alten Emscher (s. Abb. 8) außerhalb des Rheindeiches, der hier ein tief ins Hinterland einspringendes Gelände umfaßt, mit 3 m Wassertiefe über eine 12 Morgen große Fläche fließen. Abb. 10



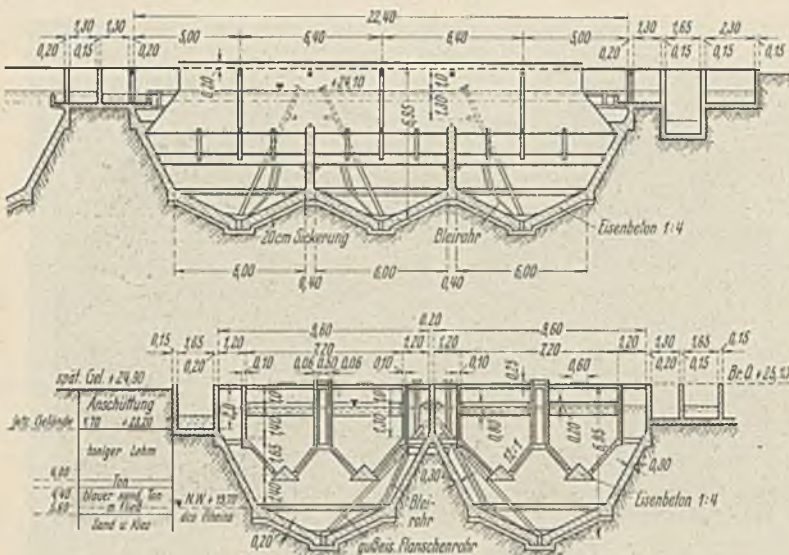


Abb. 9. Längen- und Querschnitt durch die Emscherbrunnen der alten Kläranlage Duisburg-Meiderich.

zeigt den behelfmäßigen Überfall in dem Abschlußdamm des so geschaffenen Auflandungsteiches. Der Schlamm setzte sich in dem Teich ab und landete ihn allmählich um 2 m auf. Bis zur Auffüllung des Teiches — der nach zweijähriger Betriebszeit noch um 3,5 Morgen vergrößert wurde — sollte eine neue Kläranlage für Dauerbetrieb fertiggestellt werden. Der erste Teil dieser endgültigen Kläranlage wurde in den Jahren 1934 und 1935 erbaut und im Mai 1936 in Betrieb genommen. Er soll im folgenden beschrieben werden.



Abb. 10. Behelfmäßiger Überlauf des Auflandungsteiches am Ende der Druckrohre des Pumpwerks Alte Emscher.

werks und wegen der zu erwartenden dichten Bebauung am Pumpwerk nicht zur Ausführung kommen. In der Druckleitung wird das Wasser vom Pumpwerk bis auf die Höhe des Klärspiegels gedrückt. Der Ablauf der Kläranlage fließt dann mit natürlichem Gefälle durch das letzte Ende der ursprünglichen Druckleitung in den Rhein.

b) Art der Kläranlage.

Um bei dem feinen aufgeschwemmten Schlamm der Hochofenwerke und der Kohlenwäschen eine gute Entschlammung zu erzielen, wurde der Entwurfbearbeitung eine annähernd zweistündige Absetzzeit zugrunde gelegt. Bei dem größten während der Entwurfbearbeitung beobachteten Trockenwetterzufluß von 3,5 m<sup>3</sup> sind für 1 3/4 Stunden Absetzzeit daher 22 500 m<sup>3</sup> Absetzraum vorgesehen. Für die Ausführung kam nur eine Bauart in Frage, die es gestattet, den während eines Tages anfallenden Schlamm täglich restlos auszuräumen. Man ist nur auf diese Weise sicher, daß bei einem größer werdenden Anteil an Fäkalschlamm der im Becken abgesetzte Schlamm nicht zum Auftreiben kommt. Bei der großen Karnaper Kläranlage überwiegt der von den Kohlenbergwerken

anfallende schwere mineralische Schlamm die Menge der Fäkaltstoffe so sehr, daß wir dort keine Bedenken hatten, den abgesetzten Schlamm ein bis zwei Wochen lang in jedem Klärbecken aufzuspeichern, um ihn dann mit schwimmenden Saugbaggern auszuräumen.

Um bei der neuen Kläranlage den Schlamm täglich ausräumen zu können, mußten Klärbecken mit flacher befestigter Sohle gewählt werden, von der der Schlamm täglich durch bewegliche Kratzer abgeräumt wird. Eine Auflösung der ganzen großen Beckenfläche in Spitztrichter, aus deren unterstem Punkte der Schlamm täglich in Rohrleitungen hätte abgezogen werden können, kam in dem groben Rheinkies und hohen Grundwasserstand schon der hohen Baukosten wegen nicht in Betracht. Eine solche Lösung wäre auch wegen der Möglichkeit der Verstopfung der zahlreichen Schlammablaßrohre durch den gewerblichen Schlamm nicht genügend betriebsicher gewesen. Es war weiter zu untersuchen, ob im vorliegenden Falle parallel durch-

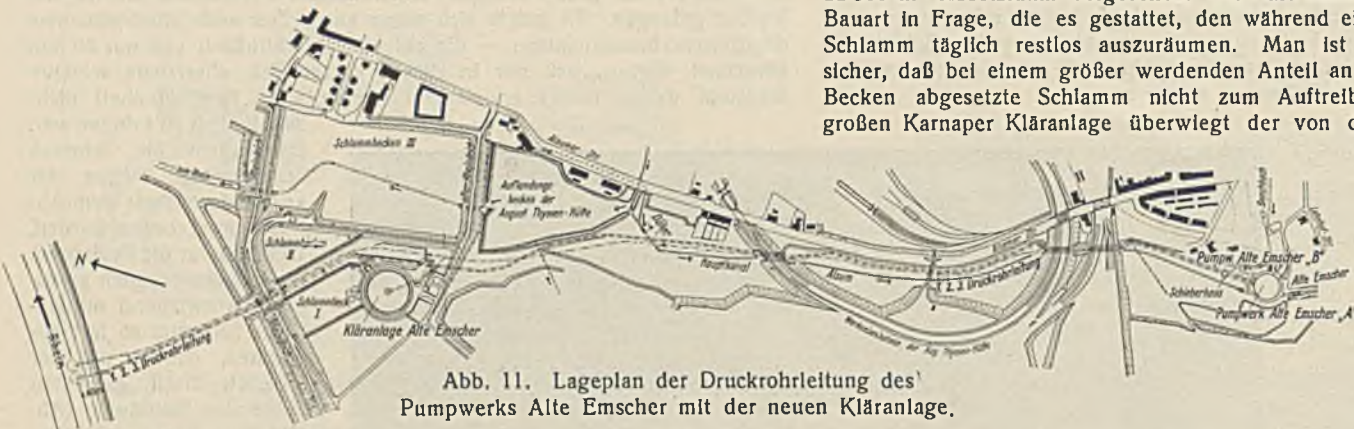


Abb. 11. Lageplan der Druckrohrleitung des Pumpwerks Alte Emscher mit der neuen Kläranlage.

B. Beschreibung der Kläranlage.

a) Lage der Kläranlage.

Wie aus dem in Abb. 11 u. 11a dargestellten Lageplan und Längenschnitt der Druckrohrleitung vom Pumpwerk zum Rhein ersichtlich ist, ist die Kläranlage kurz vor dem Rheindeich an die vorhandenen drei Druckleitungen angeschlossen. Es wurde auch die Möglichkeit untersucht, die Kläranlage vor dem Pumpwerk zu errichten. Dies hätte den Vorteil gehabt, daß man bei tieferen Rheinwasserständen das Abwasser nicht immer auf die Höhe der am Ende der Druckleitung hochliegenden Kläranlage hätte heben müssen. Diese an sich günstigere Lösung konnte aber in Hinblick auf die starken Bergsenkungen in der Nähe des Pump-

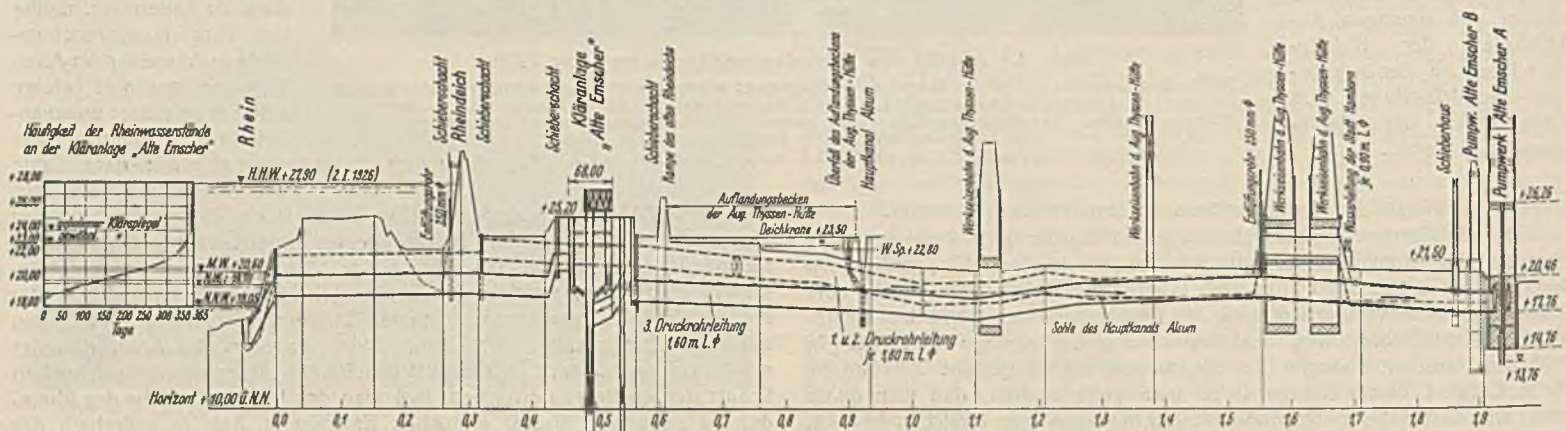


Abb. 11a. Längenschnitt durch die Druckrohrleitung nach Abb. 11 und Häufigkeitskurve der Rheinwasserstände.



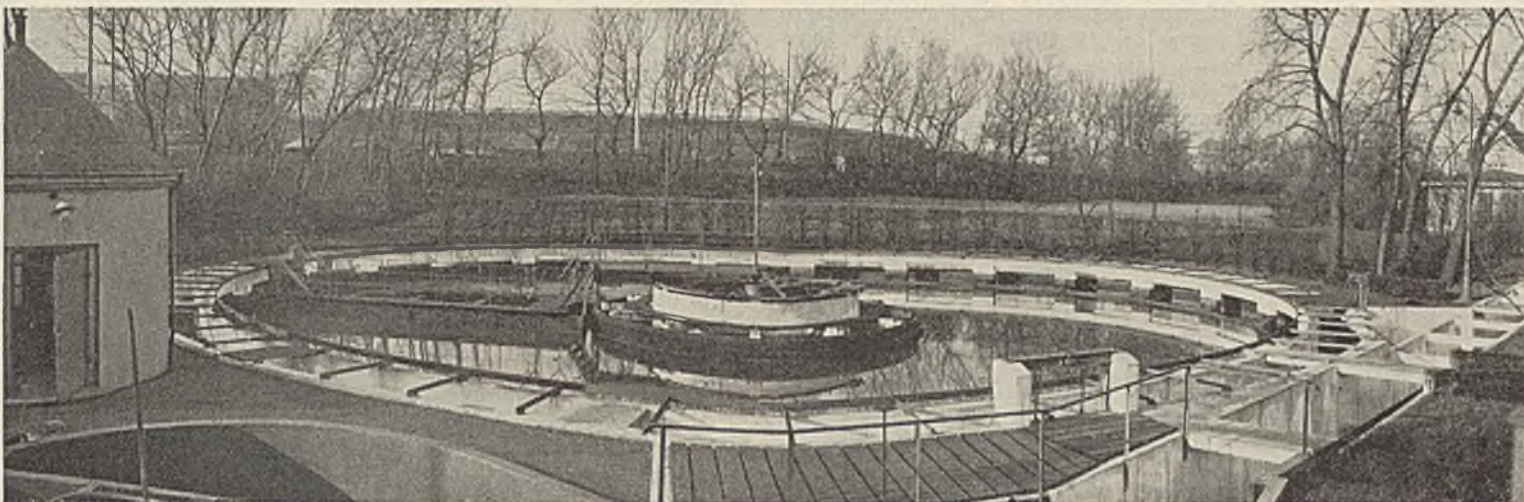


Abb. 12. Ansicht des radial durchflossenen runden Klärbeckens auf der Kläranlage Essen-Nord der Emschergenossenschaft.

flossene Flachklärbecken mit parallel verschiebbaren Schlammräumern oder runde Becken mit kreisenden Kratzerbrücken technisch und wirtschaftlich günstiger waren. Wir haben uns für zwei große runde Klärbecken entschieden, weil diese sowohl im Bau als auch im Betrieb technische und wirtschaftliche Vorzüge haben. Bei runden, radial durchflossenen Becken ist die Wasserführung günstiger als bei parallel durchflossenen Becken, weil die Überfalllänge bei runden Becken wesentlich größer ist. Dies bedingt eine geringere Schlußgeschwindigkeit und daher einen besseren Kläreffekt gerade für die feinsten Schlamnteilchen. Die Schlammausräumung durch kreisende Maschinen erscheint uns betriebsicherer als die mit schweren hin und hergehenden Kratzerbrücken, die trotz selbsttätiger Sicherungen doch weitgehend von der Zuverlässigkeit der Bedienung abhängig sind. Bei der Größe des gewählten Beckendurchmessers wird die Ausräumungsmaschine eines Beckens auch mit ihrer vollen Leistungsfähigkeit ausgenutzt, obwohl eine solche Brücke nicht von einem Becken zum anderen verfahrbar ist. Bei Aufteilung des insgesamt erforderlichen Klärraumes von 22 400 m<sup>3</sup> auf zwei runde Klärbecken ergab sich bei einer mittleren Tiefe des Klärraumes von 3,20 m der ungewöhnlich große Durchmesser der Becken von 68 m. Obwohl im Schrifttum bisher solch große Beckeneinheiten noch nicht bekanntgeworden sind, hatten wir nach den guten Erfahrungen, die bei der Emschergenossenschaft mit dem kreisrunden Klärbecken der Kläranlage Essen-Nord mit einer kreisenden Kratzerbrücke gemacht waren<sup>9)</sup>, keine Bedenken gegen die großen Beckendurchmesser. Allerdings mußte die Art der Schlammausräumung in Hinblick auf den großen Beckendurchmesser nahe der Beckenaußenwand anders durchgeführt werden als nahe der Beckenmitte. Auch für eine gute Führung des Wassers empfahl sich bei der ungewöhnlichen Größe des Beckendurchmessers die Unterteilung des Absetzraums in zwei Klärzonen. Die erste Klärzone mit

49,10 m Durchm. bietet bei einem vollen Ausbau der Kläranlage einem Trockenwetterzufluß von 3,5 m<sup>3</sup>/sek, d. h. von 1,75 m<sup>3</sup>/sek für jedes Becken eine Aufenthaltszeit von 60 min. In dieser Zone fällt schon der größte Teil des schwereren Schlammes zu Boden. Das Abwasser tritt dann in die als Nachklärbecken wirkende ringförmige Außenzone von 10 m Breite ein und

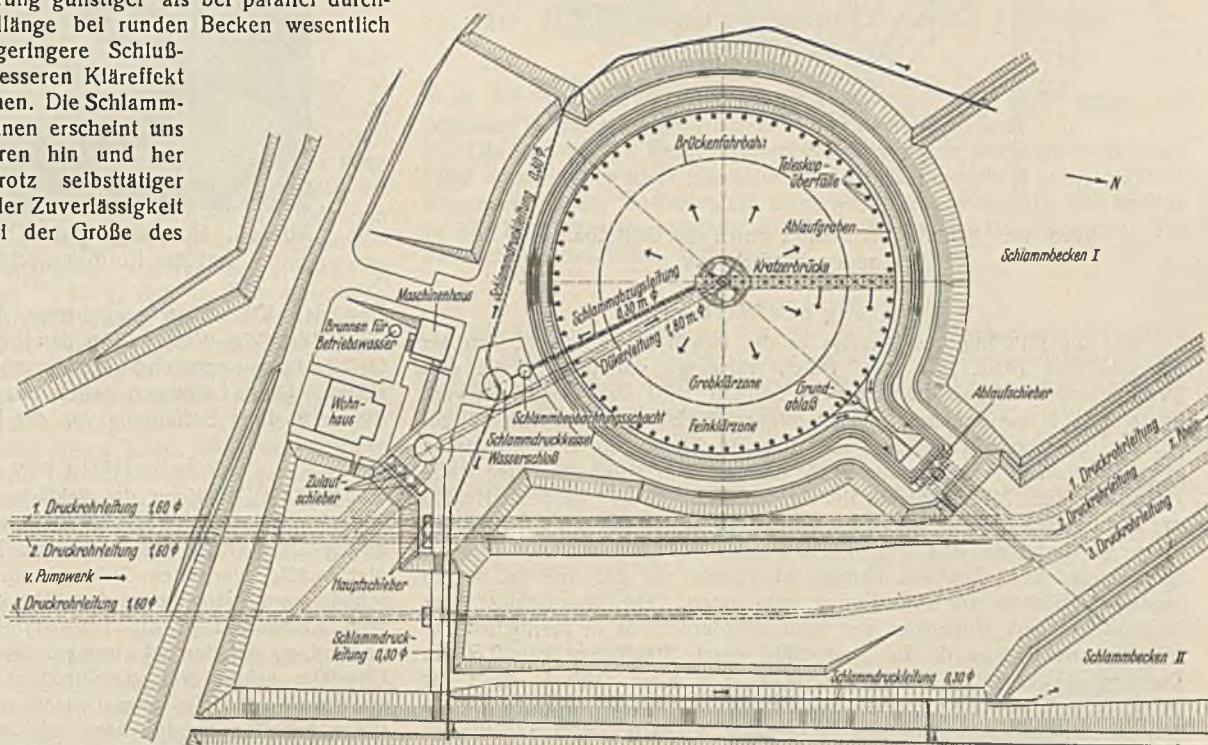


Abb. 13. Lageplan der neuen Kläranlage mit dem zunächst ausgeführten einen Klärbecken von 68 m Durchm.

hält sich in dieser Außenzone noch weitere 47 min auf. Dies Umeinanderlegen der beiden Klärzonen hat gegenüber der bei anderen Großkläranlagen zur Ausführung gekommenen Zweitteilung der mechanischen Entschlammung auf zwei getrennte, nacheinander durchflossene Klärbecken den Vorteil, daß das Wasser schon auf Umfang und Tiefe völlig gleichmäßig verteilt in die zweite Zone eintritt, so daß in dieser Zone der volle Klärraum für die Absetzwirkung zur Verfügung bleibt, denn die beiden Klärzonen sind nur durch eine hölzerne Rechenwand voneinander getrennt. Die Schlitzweite zwischen den Holzrechen beträgt an der Eintrittseite 2 cm

<sup>9)</sup> Dr.-Ing. Prüß, Flachbeckenkläranlagen mit Schlammkratzern, Gesund.-Ing. 1930, Heft 18.

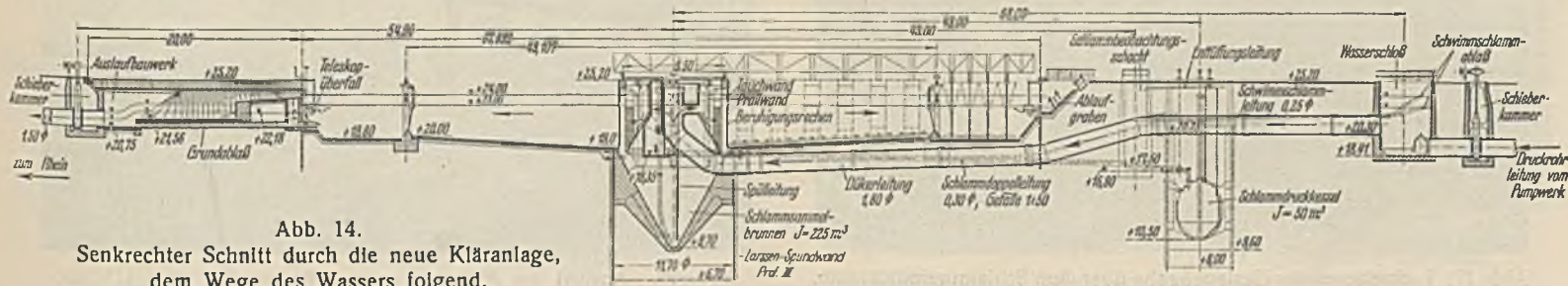


Abb. 14. Senkrechter Schnitt durch die neue Kläranlage, dem Wege des Wassers folgend.



und erweitert sich an der Außenzone auf 4 cm. Das Umeinanderlegen der beiden Klärzonen bietet weiter die Möglichkeit, daß die Kratzerbrücke, die zum Ausräumen des Schlammes aus der Mittelzone ohnehin nötig ist, sich ohne große Mehrkosten über die Außenzone auskragen läßt und so auch zum Schlammausräumen in der Außenzone zur Verfügung steht. Diese Außenzone nur eines Beckens hat denselben Klärinhalt wie sechs rechteckige Klärbecken von 10 m Breite, 3 m Tiefe und je 34 m Länge, zu deren Entschlammung mindestens eine besondere Brücke mit Schlebebühne und viel Bedienungsarbeit notwendig wäre.

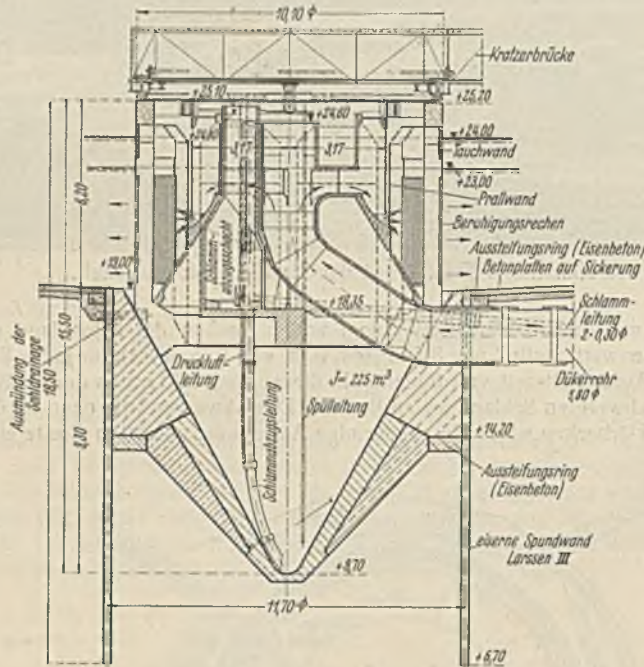


Abb. 15. Senkrechter Schnitt durch das Mittelbauwerk des neuen Klärbeckens.

c) Führung des Wassers.

Für die Führung des Wassers in der neuen Anlage ergibt sich der folgende Weg (Abb. 13 u. 14). Durch Abzweige vor den in die drei Druckleitungen eingebauten Absperrschiebern wird das vom Pumpwerk kommende Wasser zunächst einem offenen Wasserschloß (s. Abb. 42) zugeführt, in dem Wasserstöße aus den Druckleitungen sich auswirken können. Von diesem Wasserschloß führt je ein Dükerrohr von 1,8 m l. Durchm. zum Mittelbauwerk der beiden Klärbecken. Da beim Beginn der Bauarbeiten die Trockenwettermenge wegen der geringeren Beschäftigung der Industrie und wegen des Fernhaltens größerer Grundwassermengen nur etwa 2 m³/sek betrug, ist vorerst nur das eine der beiden geplanten Becken zur Ausführung gekommen. Die Anordnung eines Rechens vor dem Dükerrohr war nicht erforderlich, da in sämtlichen Zuflüssen zum Pumpwerk die Sperrstoffe durch Stabrechen von 2,50 cm Durchgangswerte zurückgehalten werden (s. Abb. 6). Abb. 15 zeigt das Mittelbauwerk des ausgeführten Beckens im senkrechten Schnitt. Das in dem senkrechten Schenkel des Dükerrohrs aufwärts strömende Wasser (Abb. 16) wird waagrecht abgeleitet und prallt gegen eine elserne Tauchwand, die das Wasser nach unten ablenkt. Etwa in halber Höhe der Beckentiefe wird das auf einen Umfang von 20 m Länge verteilte Wasser

dann durch eine an der Gasfanghaube angeordnete Betonnase (Abb. 17) in eine annähernd waagerechte Richtung abgelenkt und prallt gegen einen Beruhigungsrechen, der, aus Eisenrohren von 42 mm Durchm. mit 6 cm l. Abstand gebildet, das Mittelbauwerk umgibt (Abb. 18). Durch diese mehrfache Umlenkung des Wasserstroms wird die lebendige Kraft des mit großer Geschwindigkeit im Dükerrohr hochsteigenden Wassers so weit vermindert, daß es auf die Tiefe des Klärbeckens und auf den Umfang des Mittelbrunnens gleichmäßig verteilt ohne nennenswerte Strömungsgeschwindigkeit in den Absetzraum der Innenzone eintritt. Nach Durchfließen dieser Innenzone mit stets abnehmender Fließgeschwindigkeit tritt das Wasser dann in ganzer Tiefe des Klärbeckens durch die schon beschriebene 150 m lange Rechentrennwand (Abb. 19) in die Außenzone ein und wird an der Außenwand dieser Außenzone in

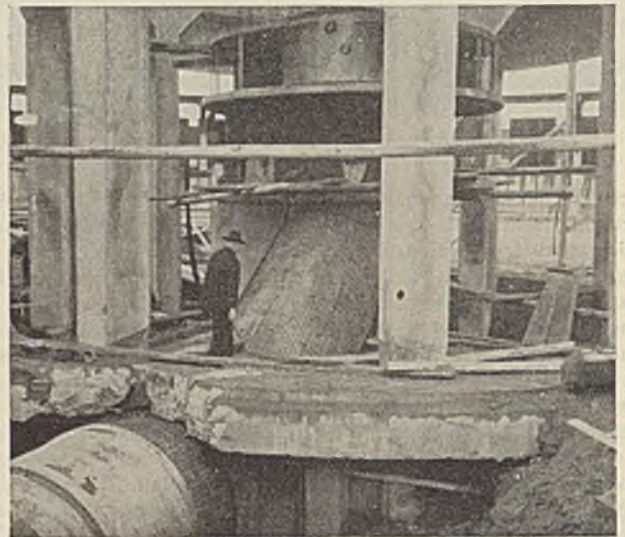


Abb. 16. Hochführung des Dükerrohrs im Mittelbauwerk. Äußerer Korrosionsschutz durch Einputzen.

eine das Klärbecken umgebende Ablaufrinne abgeführt. Von dieser Rinne fließt das Wasser dann den Rohrstützen zu, die es mit natürlichem Gefälle in den geraden Strang der ursprünglichen Druckrohrleitung zurückführen. Diese Leitungen geben das geklärte Wasser an der Sohle des Rheins in 45 m Entfernung von der Uferlinie an den Rhein ab.

d) Selbsttätig bewegliche Überfälle.

Für die Ableitung des geklärten Abwassers aus der Außenzone zur Ablaufrinne ist die in Abb. 20 dargestellte neuartige Überlaufkonstruktion entwickelt worden. Sie besteht aus 71 über den Umfang des Klärbeckens gleichmäßig verteilten Teleskoprohren, die von kreisrunden Bronzeschwimmern getragen werden (Abb. 21). Die Stärke des Überfallstrahls vom Klärspiegel in die Teleskoprohre hinein kann durch Schraubverbindung mit den Schwimmern eingestellt werden. Diese beweglichen Überfälle haben drei verschiedene Aufgaben zu erfüllen. Einmal gestatten sie, daß die normale Höhe des Klärspiegels im Becken um 1 m tiefer gehalten werden kann, als sie bei festen Überläufen angeordnet werden müßte. Die Aufsichtsbehörde hat nämlich vorgeschrieben, daß die Kläranlage bei steigendem Rheinwasserstand bis zu einer Klärspiegelhöhe von Ord. NN + 24 m in Betrieb gehalten werden muß. Steigt der

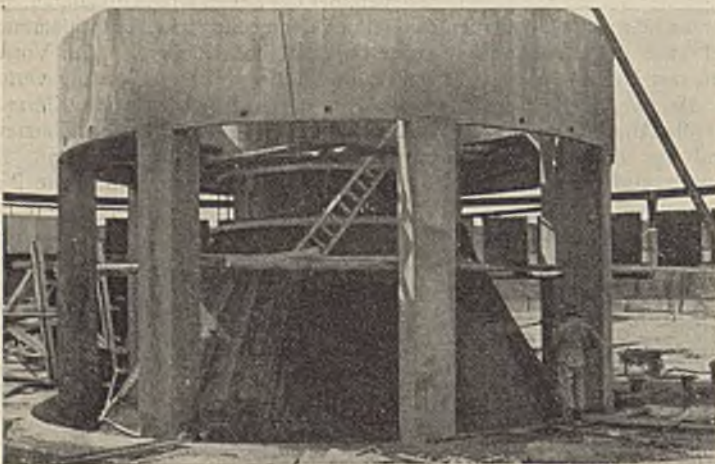


Abb. 17. Torkretieren der Gasfanghaube über dem Schlammindickraum.

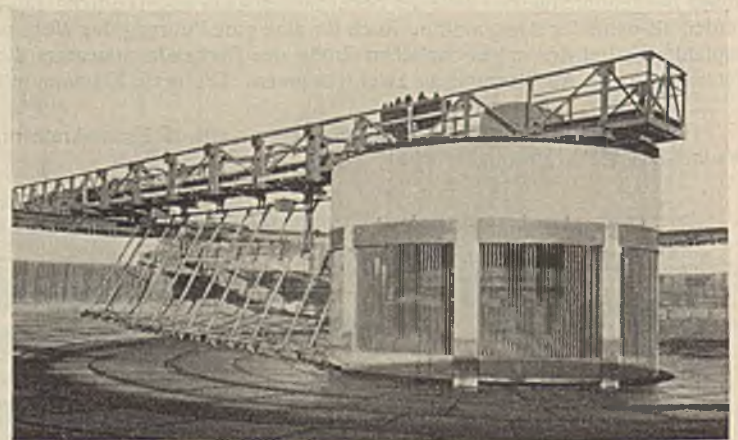


Abb. 18. Ansicht des Mittelbauwerks mit dem Verteilungsrechen.







die — um einen stets gleichen Zahndruck bei beiden Ritzeln sicherzustellen — durch ein Ausgleichgetriebe miteinander verbunden sind. Von dieser Brücke werden drei verschiedene Schlammarten durch verschiedene Ausräumvorrichtungen entfernt. Der schwere Sinkschlamm, der sich auf der Sohle der mittleren Klärzone ablagert, wird, wie sich das schon auf der Kläranlage Essen-Nord bewährt hat, durch schräggestellte Kratzbleche zum Mittelbrunnen geschoben. Die Kratzbleche werden von der drehenden Brücke mit Hilfe von Rohrgestängen bewegt, die zur Kontrolle und Konservierung der Bleche über den Wasserspiegel hochgeschwenkt werden können. Das Gewicht dieser Gestänge stützt sich mittels gummbereifter Laufrollen auf die Sohle des Klärbeckens ab (Abb. 28). Die Kratzer können daher den Unebenheiten in der Beckensohle, wie sie auch ohne Bergsenkungen bei Becken solch großen Durchmessers unvermeidlich sind, ohne weiteres folgen. Die einzelnen Kratzerbleche tragen an ihrer Unterkante Gummiabstreifer, mit denen die Beckensohle sauber abgestreift wird. Um die zum Mittelbrunnen hin zunehmende Schlammmenge zu bewältigen, nimmt die an einem Gestänge befestigte Reihe Kratzerbleche von außen nach innen von einer auf drei Reihen zu (Abb. 29). Jede Kratzerreihe kann sich selbstständig gegen das Gestänge auf und ab bewegen (Abb. 30). Die drei Kratzerreihen des innersten Gestänges schieben den Schlamm einem Schlitz zu, der unterhalb des Beruhigungsrechens am Mittel-

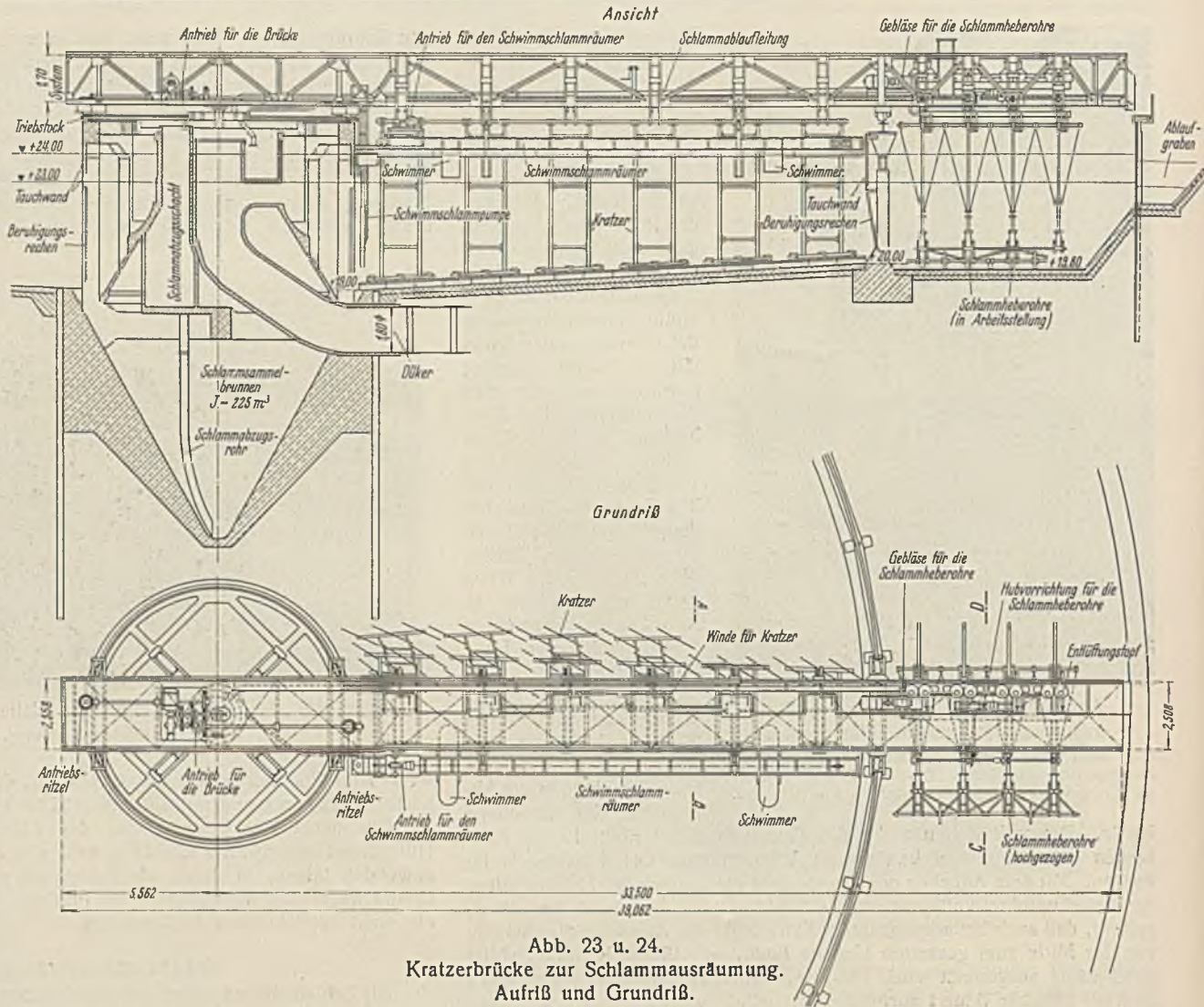


Abb. 23 u. 24.  
Kratzerbrücke zur Schlammausräumung.  
Aufriß und Grundriß.

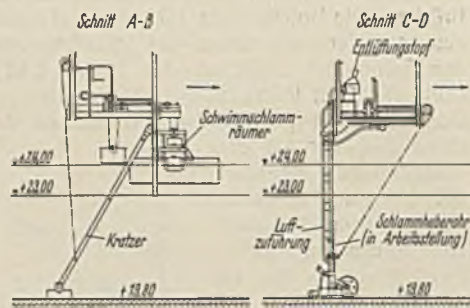


Abb. 25 u. 26.  
Kratzerbrücke zur Schlammausräumung.  
Schnitt in der Mittelzone und Außenzone.

bauwerk in einen 9,30 m tiefen, steil geneigten Schlammsumpf hineinführt (s. Abb. 15). In diesem 225 m<sup>3</sup> fassenden Sumpf dickt sich der Schlamm durch Zusammensacken in einigen Stunden ein. Er wird von der untersten Spitze dieses Sumpfes in eine Rohrleitung abgezogen, die zu einem im Mittelbauwerk angeordneten Schlammabzugschacht führt. Die Schlammbewegung in dieser Rohrleitung geschieht beim Öffnen des in den Schacht mündenden Schiebers durch Wasserüberdruck.

Von diesem Kontrollschacht aus führt eine Gefälleleitung unter der Beckensohle hindurch zu einem Schlammtransportkessel, der weiter unten besprochen wird. Die Anordnung des Kontrollschachtes gestattet die Hochführung des senkrechten Schlammabzugsrohres bis über den Klärspiegel. Es ist dadurch möglich, diese kurze senkrecht angeordnete Rohrleitung unter allen Umständen frei von Verstopfungen zu halten, so daß das Klärbecken niemals zur Beseitigung von Verstopfungen zur Entleerung außer Betrieb gesetzt zu werden braucht. Zu beachten ist die steile Neigung der Sohle im Schlammendickraum, auf der auch schwerste sandige Schlammbestandteile dem Abzugrohr zufließen. Mit solchen Sandabschei-

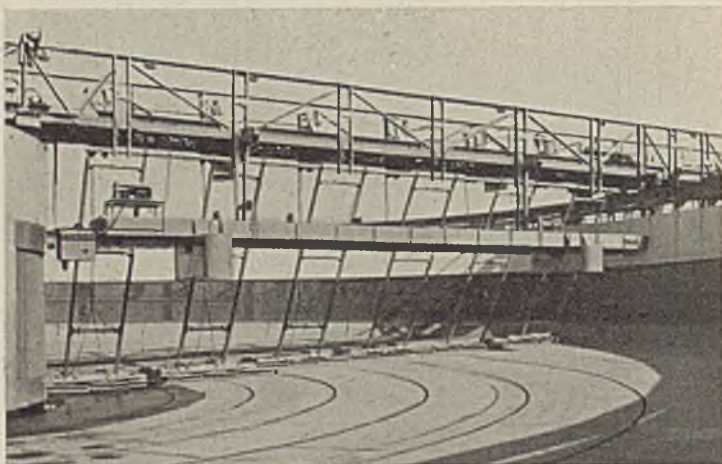


Abb. 27. Ansicht der fertig aufgestellten Kratzerbrücke in der Innenzone.

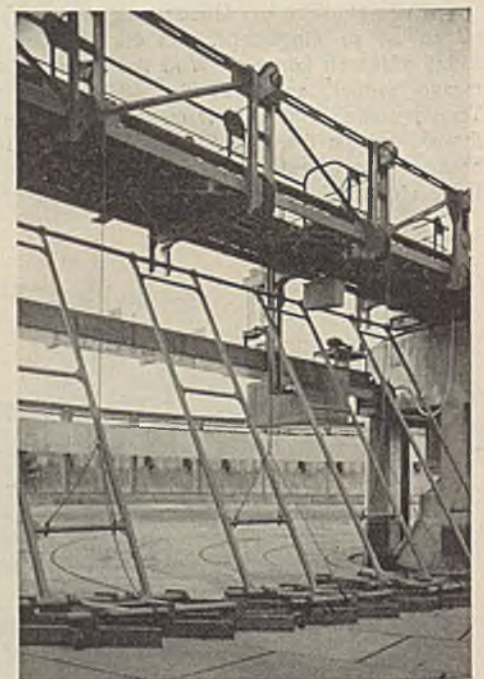


Abb. 28. Hochschwenkbares Kratzergestänge in der Mittelzone.



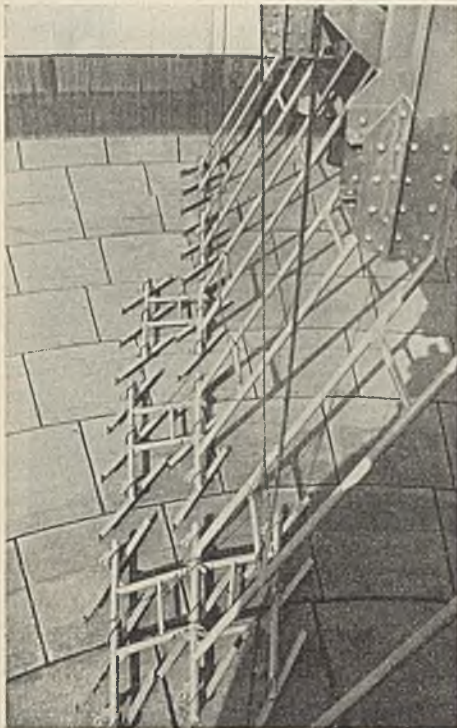


Abb. 29. Aufsicht auf die Kratzerrechen der Mittelzone.

dungen mußten wir rechnen, da der Kläranlage keinerlei Sandfang vorgeschaltet ist und da, wie oben ausgeführt, die Schwierigkeiten des Schlammabziehens aus der früheren Kläranlage auf den großen Gehalt des gewerblichen Abwassers an schweren Schlammstoffen zurückzuführen waren. Um auch schwersten Schlamm von der untersten Spitze des Schlammammelbrunnens in den Schlammkontrollschacht hinaufschaffen zu können, kann das senkrechte Schlammabzugrohr bei Bedarf durch Einblasen von Preßluft am unteren Ende auch als Mammutpumpe benutzt werden. Die hierzu nötige Preßluft wird von den weiter unten erwähnten Kompressoren des Schlammdruckkessels geliefert, die Zuleitung zur Beckenmitte geschieht in einer am Scheitel des Zulaufdükers

eingebauten Luftleitung. Neben dieser Luftleitung ist im Dükerrohr auch das Stromzuleitungskabel für den Antrieb der kreisenden Brücke zum Mittelbauwerk geführt.

Beim Aufspelchern des Schlammes im mittleren Eindickbrunnen können durch Schlammzersetzung Gase frei werden, die beim Auftreiben Schlammfladen mit nach oben nehmen. Um ein Auftreiben dieser Stoffe in das Klärbecken zu verhindern, ist die über dem Schlammraum vorgesehene kegelförmige Haube (s. Abb. 17) mit zwei bis über den höchsten Wasserspiegel reichenden Entgasungsschächten von je 1 m Durchm. ausgestattet. Diese großen Schächte würden auch die Möglichkeit geben, ohne Entleerung des Klärbeckens selbst durch Teer verkittete und dann nicht mehr fließbare Schlammstoffe gelegentlich aus der untersten Behälterspitze herauszuholen. Mit einem Dauerzufluß solch großer Teermassen braucht natürlich nicht gerechnet zu werden, sie müssen für gewöhnlich auf den Erzeugerwerken zurückgehalten werden.

Die schwimmenden Schlammstoffe, die in der inneren Klärzone zur Oberfläche aufsteigen, können nicht in die Außenzone getrieben werden, da der obere Teil der Trennwand zwischen den beiden Zonen

als Tauchwand ausgebildet ist. Sie werden beim Kreisen der Brücke von einer von ihr bewegten und von zwei Schwimmern getragenen Tauchwand zusammengeschoben (s. Abb. 27). Vor dieser Tauchwand ist — von den Schwimmern getragen — ein waagerechtes Kratzerband angebracht, dessen leicht in das Wasser eintauchende Kratzbleche die angesammelten Schwimmstoffe zur Beckenmitte befördern (Abb. 31). Die an dem Kratzerband hängenden Kratzbleche schieben den Schwimmschlamm einem kleinen Behälter am Ende des Kratzerbandes zu, von dem aus sie durch Druckluflheber (Mammutpumpen) zur Brücke hochgefördert werden und hier dem schon erwähnten Schlammammel-schacht zufließen.

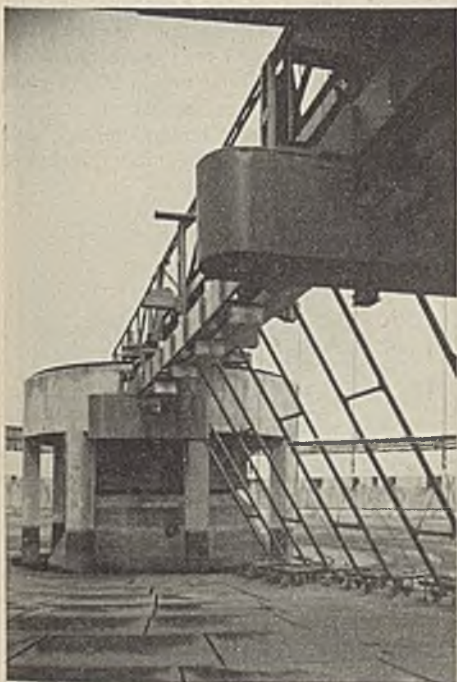


Abb. 31. Kratzerband zum Abräumen der Schwimmstoffe in der Mittelzone.

Wie schon erwähnt, dient die kreisende Brücke auch zur Ausräumung des leichten, in der Außenzone zur Sohle absinkenden Schlammes. Um ein Aufwirbeln dieses leichten Schlammes möglichst zu vermeiden, ist die Konstruktion so gewählt, daß der Schlamm nicht über längere Strecken über den Boden gekratzt zu werden braucht. Dies wird dadurch erreicht, daß von der Brücke vier Schlammrohre zur Sohle herabgelassen werden, die nach Einleitung von Preßluft als Mammutpumpen wirken (s. Abb. 26). Am unteren Ende jedes Rohres ist ein Schlammflug höhenbeweglich angeordnet, der beim langsamen Vorschleiben der Mammutrohre den

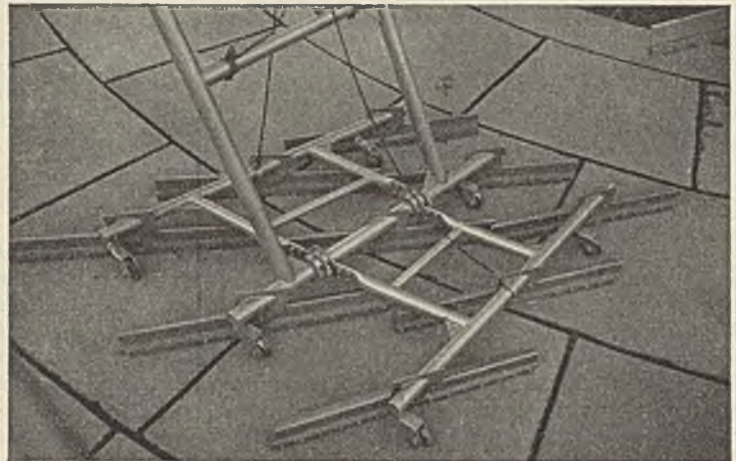


Abb. 30. Drei selbständig auf und ab bewegliche Kratzerrechen an einem Gestänge.

Schlamm aus einer Breite von 1,75 m zum unteren Rohrende zusammenschleibt, wo er dann durch die Mammutpumpe sofort nach oben abgefördert wird. Am oberen Ende fördern die Mammutpumpen in einen Aufnahmekasten, in dem sich der Schlamm von der Förderluft trennt (Abb. 32). Der Schlamm fließt dann in einer auf der Brücke angeordneten Rohrleitung zum Mittelbrunnen und mischt sich hier mit dem schweren Schlamm aus der inneren Klärzone. Im praktischen Betriebe genügt es, wenn die Mammutpumpen in der Außenzone nur einmal in jeder Schicht zur Sohle herabgelassen werden. Bei heruntergelassenen Mammutpumpen wird die Drehgeschwindigkeit der Brücke so verringert, daß sie sich in 96 min nur einmal herumdrehet. Die Vorschubgeschwindigkeit der unteren Schlammflüge ist dann so gering, daß eine Schlammufwirbelung selbst bei dem leichten Schlamm nicht eintritt. Ist der Schlamm aus der Außenzone ausgeräumt, so werden die Mammutpumpen durch eine elektrisch betriebene Winde über dem Wasserspiegel hochgeklappt. Die Außenzone bleibt dann während der folgenden sechs Stunden ohne jede Störung der Klärwirkung. Bei hochgezogenen Mammutpumpen wird dann die Drehgeschwindigkeit der Brücke so eingestellt, daß sie sich in der Stunde etwa dreimal herumdrehet. Dies genügt, um den sehr großen Schlamm-anfall in der Mittelzone mit dem angeordneten Kratzer zum Mittelbrunnen hin auszuräumen.

#### f) Schlammunterbringung.

Alle drei durch die Brücke ausgeräumten Schlammarten werden demnach gemeinsam aus dem Schlamm-schacht des Mittelbrunnens abgezogen und fließen in einer Gefälleleitung unter der Sohle hindurch zu einem eisernen Schlammdruckkessel von 50 m<sup>3</sup> Inhalt. Ist dieser Kessel gefüllt,

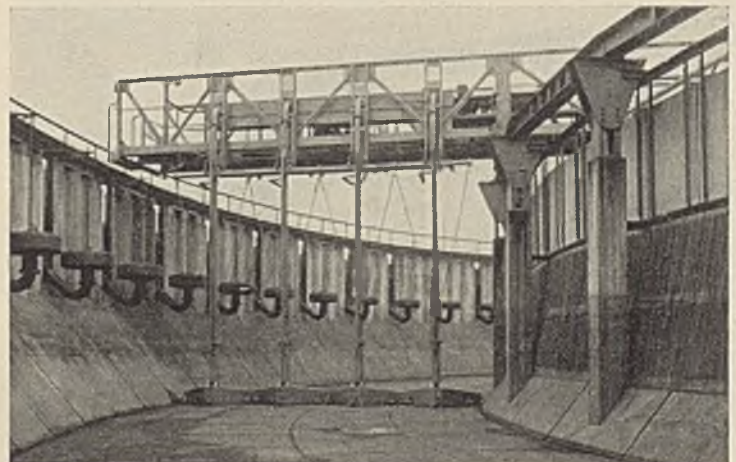


Abb. 32. Schlamm-ausräumung aus der Außenzone durch vier zur Sohle reichende Mammutpumpen.



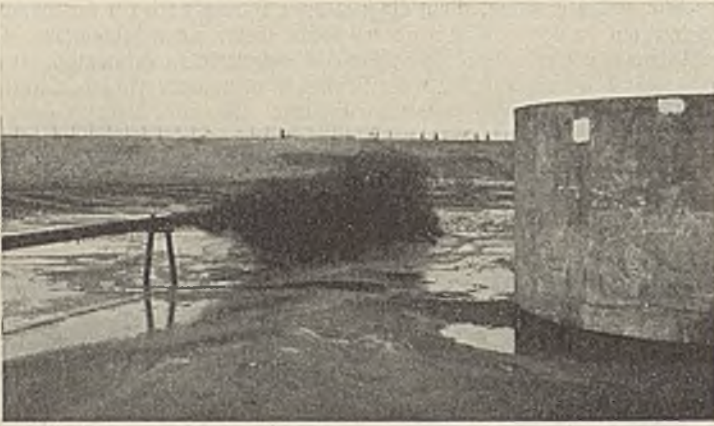


Abb. 33. Ablagerung des Klärschlammes auf dem abgesunkenen Gelände der alten Kläranlage.

so wird er mit einem Rotationskompressor verbunden, der Preßluft bis 6 at Druck erzeugen kann. Diese Preßluft drückt den Kesselinhalt in eine eiserne Druckleitung von 30 cm l. Durchm., die zu den Ablagerflächen führt. Vorerst ist die Zusammensetzung des Schlammes so, daß eine weitere Behandlung durch Ausfaulen nicht erforderlich ist. Der Schlamm wird zunächst zur Aufhöhung des durch Bergbau stark abgesunkenen Geländes in der Umgebung der Kläranlage benutzt (Abb. 33). Die Einrichtungen sind so getroffen, daß man den Schlamm später auf mehrere Kilometer fortdrücken kann, um weitere Flächen aufzuhöhen.

#### g) Konstruktive Gesichtspunkte.

Bei der konstruktiven Durchbildung der Anlage war darauf Rücksicht zu nehmen, daß das Kläranlagengelände infolge des Kohlenbergbaues erheblichen Senkungen unterworfen ist. Diese Senkungen sind im allgemeinen nicht gleichmäßig und zudem mit waagerechten Bewegungen der Erdoberfläche verbunden. Es ist mit wirtschaftlich tragbaren Mitteln nicht möglich, ein solch großes Klärbecken als starres bergbausicheres Bauwerk herzustellen. Bei solch großen Bauwerken ist es richtiger, den durch die Bodenbewegungen auftretenden Kräften auszuweichen und das Bauwerk aus kleinen, gegeneinander beweglichen Einzelteilen zusammenzusetzen. Der einzige größere starre Bauteil ist das Mittelbauwerk. Es wurde im Spundwandkasten bis auf den tief liegenden wasserdichten Mergel gegründet, um hier einen 225 m<sup>3</sup> großen Raum zum Aufspeichern und Eindicken des von der Beckensohle abgeräumten Schlammes zu gewinnen (s. Abb. 14). Dieser kreisrunde Behälter konnte durch Einlegen geeigneter Bewehrungsseile ohne große Mehrkosten bergbausicher gestaltet werden. Die Aufbauten können sich wohl mit dem ganzen Mittelbrunnen im Raum bewegen, behalten in sich aber wegen des starren Fundaments ihre Form. Es ist daher, wie schon erwähnt, der Antrieb der kreisenden Kratzerbrücke mittels Triebstocks an der Außenkante des Mittelbauwerks angebracht (s. Abb. 18).

Die Sohle der beiden Klärzonen ist aus Stampfbetonplatten von 2 × 2 m Abmessung zusammengesetzt, die an Ort und Stelle auf einer Schlackenunterlage gestampft wurden. Die keilförmigen Fugen zwischen den einzelnen Platten wurden in ihrer unteren Hälfte mit Bitumen ausgegossen. Diese so aufgelöste Sohlenkonstruktion kann allen ungleichen Setzungen des Untergrundes folgen, sie wird auch bei eintretenden Stauchungen und Zerrungen der Sohle nicht zerstört werden können (s. Abb. 27 bis 30).



Abb. 34. Untere Einspannung der 5 m hohen Kranbahnstützen. Befestigung der Beckensohle durch 20 cm dicke Stampfbetonplatten auf Schlackenunterlage.

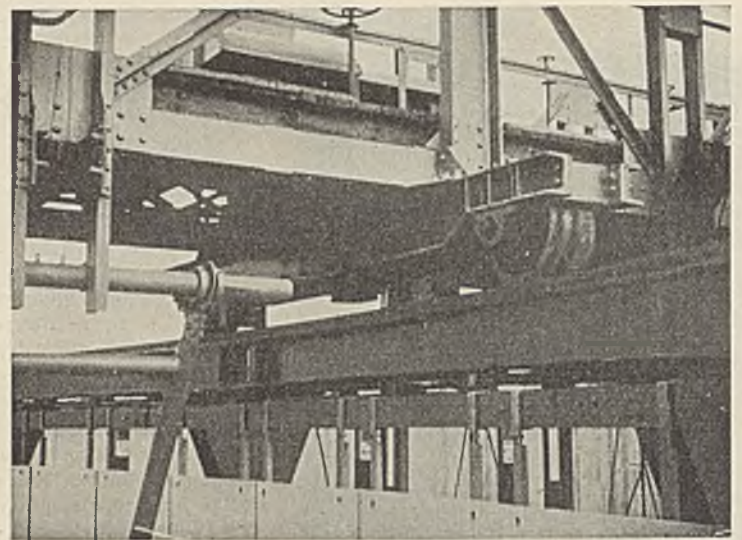


Abb. 35. Äußere Laufrollen der Kratzerbrücke auf der radial verschlebbaren Kranbahn.

Bezüglich der Wasserdichtigkeit der Sohle liegen die Verhältnisse so, daß bei gefülltem Becken der Klärspiegel mehrere Meter oberhalb des Grundwasserspiegels liegen wird. Ein Entweichen von Abwasser in das Grundwasser hinein ist wegen der vorgenommenen Dichtung der Fugen, die sich bei Bewegungen immer wieder durch festen Schlamm ergänzen wird, nicht zu befürchten. Zu Kontrollzwecken wird man das Becken zweckmäßig nur bei tiefem Rheinwasserstand entleeren, bei dem der Grundwasserspiegel vorerst noch unterhalb der Sohlenoberkante liegen wird. Für den kaum wahrscheinlichen Fall, daß das Becken auch bei höherem Grundwasser einmal entleert werden muß, ist eine Entlastungsanlage gegen Grundwasserauftrieb der Sohle vorgesehen. Sie besteht aus einem ausreichend leistungsfähigen Drännetz innerhalb der Schlackenlage unter den Stampfbetonplatten. Dieses Drännetz hat zwei Austrittsrohre zum Schlammumpf des Mittelbrunnens. Diese beiden Ausflüsse sind für gewöhnlich durch unempfindliche, aus Eisenbeton hergestellte Rückschlagklappen gegen Eindringen von Abwasser in die Drainage hinein verschlossen. Muß das Becken trockengelegt werden, so wird das Becken vom Schlammbrunnen aus leergepumpt, wobei auch das in diesen Brunnen durch die Rückschlagklappen eintretende Grundwasser mit abgepumpt wird.

Die Trennwand zwischen den beiden Klärzonen, die, wie schon erwähnt, die äußere Kranbahn für die Kratzerbrücke trägt, ist im unteren Teile aus 2 m langen Stampfbetonteilen mit breiter Fuge zusammengesetzt. Die kreisrunde Kranbahn ist einschließlich der 4,28 m voneinander entfernten Stützen aus eisernen Trägern zusammengesetzt, um die Möglichkeit einer einfachen Nachregelung bei Bodenbewegungen zu haben. Die 5 m hohen Kranbahnstützen sind am unteren Ende in einer Eisenbetonfundamentplatte eingespannt (Abb. 34). Der Kopf der Kranbahnträger ist so hergerichtet, daß man ihn bis zu 30 cm heben und senken kann (s. Abb. 19). Die Breite des Stützenkopfes beträgt 1 m, so daß ein Nachregeln der Kranbahnträger auch in radialer Richtung um je 20 cm nach innen und außen möglich ist. Die Kranbahnträger selbst sind als einfache Balken auf zwei Stützen von einem Trägerkopf zum andern verlegt, und zwar mit einem Spielraum von 25 mm, so daß in tangentialer Richtung

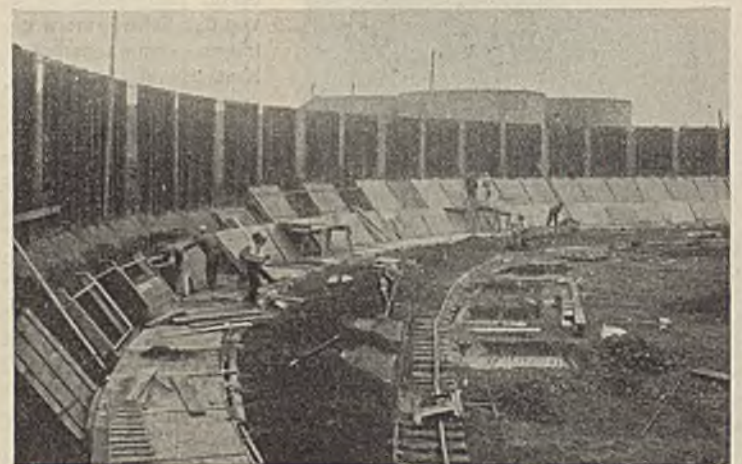


Abb. 36. Stampfbetonplatten zur Befestigung der 1,2:1 geneigten Böschung in der Außenzone.



durch Stauchungen oder Pressungen auftretende Beanspruchungen der Kranbahnträger ausgeglichen werden können. Diese Auflösung der äußeren Kranbahn setzt natürlich voraus, daß die kreisende Brücke in der Mittelachse des Mittelbrunnens durch einen kräftigen Königstuhl zentrisch geführt wird. Die Laufrollen auf der äußeren Kranbahn sind 25 cm breit gemacht, so daß geringe radiale Verschiebungen der Kranbahn zulässig sind, bevor eine Nachstellung der Kranbahn nötig wird (Abb. 35). Die Tauchwand zwischen den beiden Klärzonen ist in Hinblick auf die Bergbaubewegungen aus lose aufgehängten Eternitplatten zusammengesetzt.

Auch bei der äußeren Einfassung des großen Klärbeckens mußte auf die möglichen Beanspruchungen durch Bergsenkungen Rücksicht genommen werden. Das Becken findet seinen Abschluß durch eine eiserne Spundwand, Krupp-Profil K S I, die ohne Verankerung im Untergrund eingespannt ist. Zur Entlastung der Spundwand ist der gewachsene Boden sowohl vor als hinter der Spundwand, wie in Abb. 14 angegeben, abgeböschet und durch Stampfbetonplatten mit entsprechender Fugeneinteilung befestigt (Abb. 36). Die Außenböschung der Ablaufrinne ist mit Bruchsteinen auf Schlackenunterlage abgepflastert und kann daher allen Bewegungen folgen. Ebenso kann das wellenförmige Profil der Eisenspundwand den durch Bodenbewegungen zu erwartenden Stauchungen und Pressungen folgen, ohne daß unzulässig hohe Spannungen auftreten werden.

Da bei einem Absinken des Geländes der Rheinwasserspiegel in seiner alten Höhe bleibt, sind die Höhenverhältnisse aller Bauteile an der Kläranlage so bemessen, daß später der Trockenwetterklärspiegel um 1 m gehoben werden kann. Um das zu erreichen, brauchen nur die Ablaufkrümmen der Teleskopüberfälle in dem dafür vorgesehenen Schlitz um 1 m nach oben verschoben zu werden. Die Höhenlage des Mittelbrunnens und der Kratzerbrücke ist schon so ausgeführt, daß auch der bei Regenwasserbehandlung um 1 m über MW angespannte Klärspiegel um ein weiteres Meter angehoben werden kann.

**h) Korrosionsschutz der Anlage.**

Die weitgehende Verwendung von Eisen beim Bau des Klärbeckens verlangte, daß der Frage des Schutzes des Eisens gegen den starken Angriff durch das Abwasser der Alten Emscher besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Langfristig durchgeführte Versuche mit zahlreichen Schutzanstrichen und Schutzüberzügen auf Blechen, die in das Abwasser eingehängt wurden, zeigten, daß ein geeigneter Schutzanstrich, der dem Angriff des Abwassers auch nur einige Monate standhält, zur Zeit nicht bekannt ist. Um eine schnelle Zerstörung der dauernd im Abwasser befindlichen Eisenteile mit Sicherheit auszuschließen, blieb nur der Schutz dieser Teile durch einen dichten Beton. Dementsprechend sind z. B. die unteren dauernd im Abwasser stehenden Teile der eisernen Säulenstützen durch Beton eingehüllt (s. Abb. 19).

Auch die Außenspundwand hat in ihrem freistehenden Teile bis zum höchsten Wasserspiegel einen beiderseitigen Belag von 3 cm dicken Torkretbeton erhalten. Um auch bei Stauchungen und Pressungen dieser Spundwand ein Abplatzen der Torkretverkleidung auszuschließen, ist in die beiderseitige Torkretschale ein verschweißtes Drahtgeflecht (Baustahlgewebe) eingebettet. Die Bauausführung geschah so, daß an den Knickpunkten des Spundwandprofils senkrechte Rund-eisenstäbe von 6 bzw. 12 mm Durchm. auf etwa 1 m Abstand ihrer Länge mit der Spundwand verschweißt wurden und daß dann das Drahtgewebe nach Einpassen in die Spundwandwellen an diesen Längsstäben mit Bindedraht befestigt wurde. Der Torkretputz wurde dann in drei Arbeitsgängen aufgeblasen und kurz vor dem Erhärten der letzten Schicht mit einer Holzschablone abgezogen. Abb. 37 zeigt eine Aufsicht auf die beiderseitige Torkretschale der Spundwand. Von dieser Art der Konservierung, die in der Herstellung naturgemäß teurer ist als irgendein Anstrich, erwarten wir eine dauernde zuverlässige Konservierung der Spundwände, ohne daß spätere

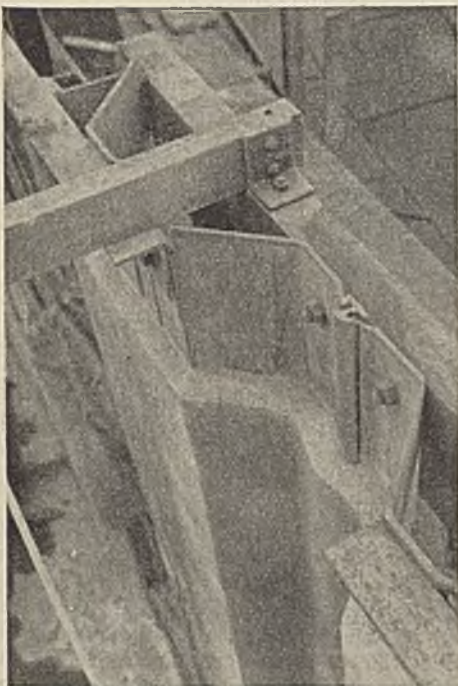


Abb. 37. Aufsicht auf den Torkretschutz der Spundwand.

Schutzanstriche notwendig werden. Diese Art der Eisenkonservierung verdient besonders für solche Fälle Beachtung, in denen die Eisenteile für eine spätere Konservierung nur schwer zugänglich sind. Sie ist nach der guten Erfahrung, die wir bisher mit ihr bei dem aggressiven Abwasser im Emschergebiet gemacht haben, neuerdings schon bei Eisendüchern zur Anwendung gekommen, die unter den Schiffahrtskanälen des Industriegebietes konserviert werden mußten.

Auch alle eisernen Rohrleitungen im Mittelbauwerk (insbesondere das große Dükerrohr und alle Schlammrohre) wurden, soweit sie mit dem Abwasser in Berührung kommen, außen mit einer Betonschale umhüllt (s. Abb. 16). Außer den genannten Bauteilen enthält die Kläranlage keine Eisenteile, die dauernd unter Wasser bleiben. Die Schlamm-ausräumungsbrücke ist durch einen Farbanstrich auf Chlorkautschukbasis auf Icositgrundanstrich geschützt. Die Schlammkratzer können mit Handwinden an ihrem Gestänge während des Betriebes bis über den Wasserspiegel hochgeschwenkt werden und so jederzeit durch Erneuerung des Anstriches konserviert werden. Die Teleskoprohre und Schwimmer der beweglichen Überläufe bestehen aus Bronze und brauchen keine Konservierung.

**1) Nebenanlagen.**

Als Nebenanlagen sind zu erwähnen die Rohr- und Schieberverbindungen der neuen Kläranlage mit den drei Druckrohrleitungen, ferner der Schlammförderbrunnen mit dem dazugehörigen Maschinenhaus, das Wärterhaus, die Wegeanlagen und die gärtnerische Ausgestaltung des Kläranlagengeländes.

Jedes der drei geraden Druckrohre von 1,6 m Durchm. mußte mit einem Abzweig zur Kläranlage und mit einer zweiten Verbindung von der Kläranlage zur geraden Leitung versehen werden. Zwischen Zu- und Ableitung mußte je ein Absperrschieber in die geraden Rohrstränge eingebaut werden, ebenso war am Ende jeder Zu- und Ableitung ein neuer Schieber vorzusehen. Alle diese Arbeiten mußten so durchgeführt werden, daß mindestens zwei der Druckleitungen für den Betrieb des Pumpwerks dauernd zur Verfügung standen. Die Ausführung dieser Arbeiten, bei denen die Abzweige mehrfach unter den dicht daneben liegenden geraden Rohrsträngen unterführt werden mußten und bei denen die großen Rohrschieber trotz der großen Durchmesser möglichst spannungsfrei eingebaut werden mußten, waren recht schwierig und zeitraubend. Sämtliche Schieber bleiben in Betonschieberschächten zur Konservierung zugänglich. Man hat die Gelegenheit des Umbaus dieser Rohrleitungen benutzt, um in alle drei Druckleitungen dicht vor ihrer Kreuzung durch den Rheindeich noch je einen Absperrschieber einzubauen, so daß in Verbindung mit den an der Deichaußenkante bereits vorhandenen Absperrschiebern für jedes der drei Druckrohre eine doppelte Verschlußmöglichkeit am Rheindeich vorhanden ist. Während diese Deichschieber, die im normalen Betriebe sämtlich offen stehen, nur durch Handantrieb geschlossen werden können, werden alle übrigen Rohrschieber auf dem Kläranlagengelände durch Elektromotoren geöffnet und geschlossen. Die Steuerung aller elektrisch angetriebenen Schieber geschieht von einer Schalttafel im

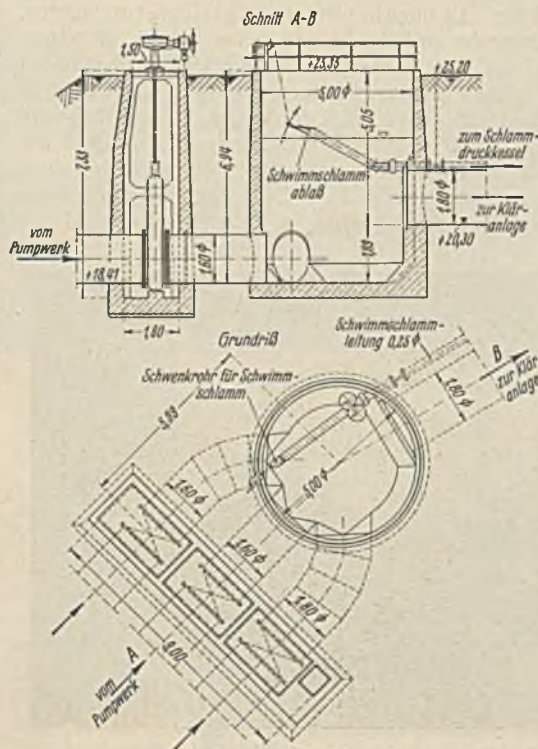


Abb. 38. Zusammenfassung der drei Druckrohr-abzweige im Wasserschloß.

Maschinenhaus der Kläranlage aus, auf der die jeweilige Stellung aller Schieber durch rote bzw. grüne Lampen angezeigt wird. Das Schaltbrett steht mit einem zweiten Schaltbrett im großen Pumpwerk Alte Emscher in Verbindung, auf dem auch stets die Stellung aller Rohrschieber auf dem Kläranlagengelände zu erkennen ist. Durch eine elektrische Kupplung im Schaltbrett ist dafür gesorgt, daß z. B. ein Schieber im geraden Strang einer Druckrohrleitung erst dann geschlossen werden kann, wenn der Absperrschieber im zugehörigen Abzweig zur Kläranlage voll geöffnet wurde. Durch diese Schaltanlage mit Anzeige-



tafel soll eine leichte Verständigungsmöglichkeit zwischen der Kläranlage und dem Pumpwerk sichergestellt werden, da im Pumpwerk bei plötzlich ankommendem Hochwasser oft schnelle Entschlüsse bezüglich des Ein- und Ausschaltens der großen Pumpenaggregate auf die drei verschiedenen Druckrohre nötig sind.

Die Abzweigungen von den drei Druckrohren zur Kläranlage werden zu dem in Abb. 38 dargestellten offenen Schacht zusammengeführt, in dem die in Druckrohren stets auftretenden Druckschwankungen des Wassers sich frei auswirken können. Von diesem Wasserschloß aus fährt, wie schon erwähnt, eine im Querschnitt 1,8 m große eiserne Leitung zur Mitte des Klärbeckens (s. Abb. 16).

Zur Ableitung des in den Kontrollschacht des Mittelbrunnens hinein abgezogenen Schlammes führen zwei eiserne Leitungen von 30 cm Durchm. unter der Sohle des Klärbeckens hindurch zu einem eisernen Schlammdruckkessel von 50 m<sup>3</sup> Inhalt, der an der Sohle eines aus Eisenspund-

brechung des Klärbetriebes bei gefülltem Klärbecken von beiden Seiten aus gereinigt werden.

Der Schlammdruckkessel besteht aus einem elliptisch geförmten eisernen Behälter von 16 mm Wanddicke im Mantel und 12 mm Wanddicke in der oberen und unteren Halbkugel. Zu seiner Entleerung dienen zwei Rotationskompressoren, deren jeder 467 m<sup>3</sup> Luft je Std. ansaugt und zur Zeit bis 2 at verdichtet. Die Länge der beiden Schlammdruckleitungen beträgt zur Zeit je 150 m. Beim Arbeiten eines Kompressors wird der Behälterinhalt durch diese Rohrleitungen in etwa 14 min entleert, das Füllen des Schlammkessels nimmt etwa 10 min in Anspruch, so daß die stündliche Förderleistung der Druckkesselanlage rd. 100 m<sup>3</sup> Naßschlamm beträgt. Im Keller des Maschinenhauses ist ein selbsttätiges Grundwasserwerk eingebaut, das Grundwasser mittels eines 12 m tiefen Filterbrunnens von 50 cm Durchm. aus dem untergelagerten Rheinkies entnimmt. Das Wasser dient als Kühlwasser für die Kompressoren und als Spül- und Druckwasser für den Betrieb der Kläranlage (Abb. 40).

Der Strombedarf für die einzelnen Antriebmotoren der ganzen Anlage setzt sich wie folgt zusammen:

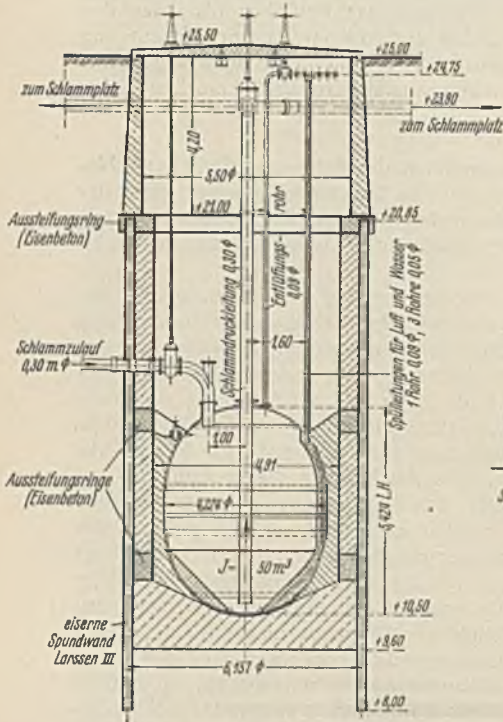


Abb. 39. Schlammförderanlage.

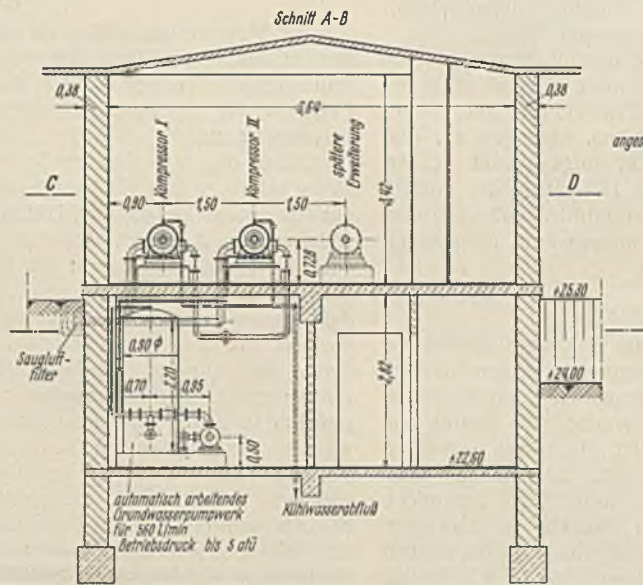
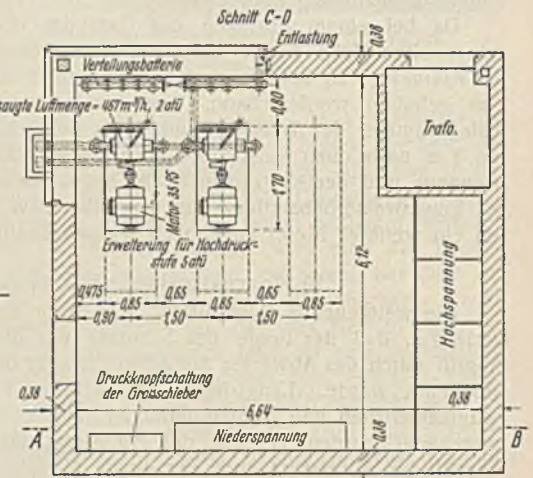


Abb. 40. Maschinenhaus mit Luftkompressoren.



bohlen gebildeten Brunnens außerhalb des Klärbeckens fest einbetoniert ist (Abb. 39). Von den beiden Schlammableitungsrohren wird nur eins in Betrieb gehalten. Das zweite Rohr ist an beiden Enden mit einem Blindflansch versehen und dient als Reserve für den Fall, daß das erste Rohr einmal versagen sollte. Es braucht nicht damit gerechnet zu werden, daß ein Schlammableitungsrohr im Betriebe verstopfen könnte, da wegen des Aufspeicherns des von der Sohle des Klärbeckens abgeräumten Schlammes in dem mittleren Schlammbrunnen der gut eingedichtete Schlamm stets mit großer Fließgeschwindigkeit abgezogen wird. Schwere Bestandteile können aus dem eingedickten Schlamm dann nicht abgeschleudert werden, weil die große Fließgeschwindigkeit im Rohr solche Abscheidungen stets aufwirbeln würde. Da diese Schlammabfuhrrohre zudem von beiden Seiten zugänglich sind, könnten sie ohne Unter-

1. Antriebmotor für die Drehbewegung der Brücke:  
 Motorstärke . . . . . 15 PS  
 Dauerentnahme dieses Motors . . . . . 9,8  
 Tägliche Arbeitszeit etwa 16 Std.
2. Hubmotor für die Mammutpumpen in der Außenzone:  
 Motorstärke . . . . . 5  
 Tägliche Arbeitszeit nur wenige Minuten.
3. Antriebmotor für den Luftkompressor der Mammutpumpen in der Außenzone:  
 Motorstärke . . . . . 20  
 Energiebedarf . . . . . 18,22  
 Tägliche Arbeitszeit 3 bis 4 Std.
4. Antriebmotor für den Luftkompressor des Schlammdruckkessels:  
 Motorstärke . . . . . 35  
 Energiebedarf . . . . . 25,3  
 Tägliche Arbeitszeit bei Förderung von etwa 200 m<sup>3</sup> Naßschlamm etwa 3 Std.

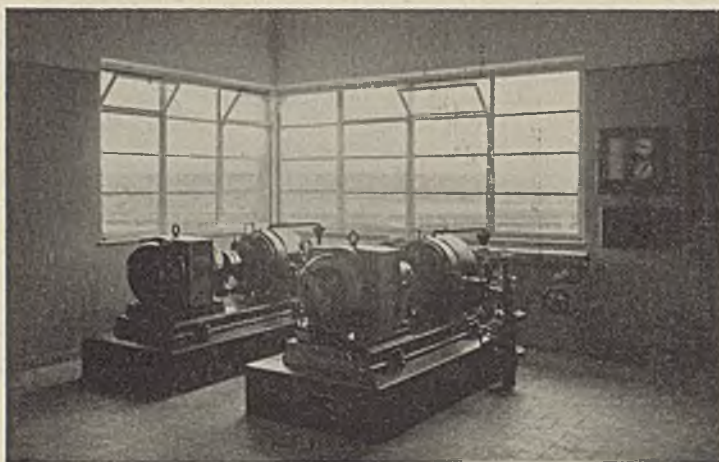


Abb. 40a. Rotationskompressoren im Maschinenhaus, daneben selbstschreibende Pegel für den Rheinwasserstand und die Klärspiegelhöhe.

Der gesamte Strombedarf wird einem vorhandenen Versorgungsnetz entnommen und in einer im Maschinenhaus untergebrachten Umformeranlage von 5000 auf 220 V umgewandelt.

Der Betrieb der Kläranlage wird von einem Maschinentechner überwacht, für den in der Nähe des Rheindeiches ein Wohnhaus errichtet wurde. Auf dem Kläranlagengelände waren schon vom Bau der ersten Kläranlage her zwei weitere Dienstwohnungen vorhanden, in denen zwei Klärmeister untergebracht worden sind.

Das 10 ha große Gelände für die Kläranlage und die Flächen zur Ablagerung des flüssigen Schlammes sind zum Schutze sowohl der Anlage als auch zur Abwendung von Gefahren für spielende Kinder mit einem Zaun von 1400 m Länge umgeben. Auch diese Kläranlage ist in der bei der Emschergenossenschaft üblichen Weise reichlich mit Rasenflächen und Baumpflanzungen ausgestattet, eine Maßnahme, durch die man mit verhältnismäßig geringen Mitteln erreicht, daß die gefühlsmäßig ablehnende Haltung der Bevölkerung gegen die Nachbarschaft einer Kläranlage wesentlich gemildert wird.





Abb. 41. Verlegung des eisernen Dükerrohres von 1,8 m Durchm. unterhalb der Beckensohle mit Grundwassersenkungsanlage. Daneben die beiden Schlammabzugrohre von 30 cm Durchm.

gerem Grundwasserstand das Drännetz unterhalb der Beckensohle in Schlacke verlegt und, wie schon geschildert, an dem Mittelbrunnen angeschlossen (Abb. 42). Auf diese Weise gelang es dann, selbst bei höheren Rheinwasserständen die große Baugrube von 70 m Durchm. durch Pumpen des Wassers aus dem Mittelbrunnen, also in offener Wasserhaltung, zuverlässig trocken zu halten. Die Ausführung der Sohlenbefestigung in Stampfbetonplatten und der Bau der Rinnen machte dann weiter keine Schwierigkeiten. Beim Bau des tief zu gründenden Brunnens für den Schlammabschicht und bei Ausführung der in den Rheinkies hinein zu gründenden Schlieberschächte mußten mehrfach weitere Filterbrunnen zur Grundwasserabsenkung ausgeführt werden. Gleichzeitig mit den Erd-Ramm- und Betonarbeiten wurden in den Werkstätten die Eisenkonstruktionsteile für die Ausräumungsbrücke und die eiserne Kranbahn vorbereitet, so daß nach Fertigstellung der Betonarbeiten mit dem Zusammenbau der Eisenkonstruktionen auf der Baustelle begonnen werden konnte. Insgesamt sind beim Bau der Kläranlage 25 000 m<sup>3</sup> Boden bewegt, 2450 m<sup>2</sup> Spundwand gerammt, 2300 m<sup>3</sup> Beton und 680 t Eisen eingebaut. Die Eisenmenge verteilt sich auf:

285 t für die Spundwände,  
200 t „ „ Rohrleitungen,  
63 t „ „ Bewehrungsseisen,  
10 t „ „ die Druckkessel und  
122 t „ „ betriebsfertige  
Ausräumungsbrücke  
mit Kranbahn.

Die Aufstellung des Gesamtentwurfs einschl. der statischen Berechnung aller Einzelheiten geschah im Abwasseramt der Emschergenossenschaft nach Angaben des Verfassers. Die Erd-, Ramm- und Betonarbeiten des Klärbeckens wurden ausgeführt auf Grund einer öffentlichen Ausschreibung durch die Hochtief, AG für Hoch- und Tiefbauten, vorm. Gebr. Helfmann, Niederlassung Duisburg, die kreisende Brücke zur Ausräumung des Schlammes einschl. der maschinellen Ausrüstung wurde von der Bamag-Meguín AG, Berlin, geliefert, die bei der Einzeldurchbildung der Ausräumungsmaschine ihre Erfahrungen von anderen Kratzerbrücken ähnlicher Art verwerten konnte. Die eiserne Kranbahn mit Stützen wurde von der Demag-Duisburg geliefert. Der Umbau der Druckrohrleitungen wurde von der Firma Friedrich von Hof, Bremen, ausgeführt, die auch die erste Verlegung dieser Druckrohrleitungen besorgt hatte. Für den Bau des Maschinenhauses und der Wohnhäuser wie für die Nebenanlagen wurden einheimische Unternehmer aus Duisburg-Hamborn, insbesondere die Firma Franz Brüggemann, beschäftigt.

#### 1) Kosten der Anlage.

Die Baukosten der neuen Kläranlage sind im Vergleich zu der großen Leistungsfähigkeit der Anlage verhältnismäßig gering. Das eigentliche

#### k) Bauausführung.

Mit dem Bau der Kläranlage wurde im Juni 1934 begonnen. Während des Schlagens der Spundwände für den Mittelbrunnen und für die Außenwand des Klärbeckens wurden drei Filterbrunnen zum Absenken des Grundwassers in der Baugrube des tief liegenden Dükerrohres zur Beckenmitte gebaut (Abbild. 41). Die Trockenhaltung des Mittelbrunnens konnte in offener Wasserhaltung geschehen, da die Spundwände bis in den wasserundurchlässigen Tonboden herunterreichten. Nachdem der untere Teil des Mittelbrunnens betoniert war, wurde bei niedrigeren Rheinwasserständen und dadurch bedingten niedrigerem Grundwasserstand das Drännetz unterhalb der Beckensohle in Schlacke verlegt und, wie schon geschildert, an dem Mittelbrunnen angeschlossen (Abb. 42). Auf diese Weise gelang es dann, selbst bei höheren Rheinwasserständen die große Baugrube von 70 m Durchm. durch Pumpen des Wassers aus dem Mittelbrunnen, also in offener Wasserhaltung, zuverlässig trocken zu halten. Die Ausführung der Sohlenbefestigung in Stampfbetonplatten und der Bau der Rinnen machte dann weiter keine Schwierigkeiten. Beim Bau des tief zu gründenden Brunnens für den Schlammabschicht und bei Ausführung der in den Rheinkies hinein zu gründenden Schlieberschächte mußten mehrfach weitere Filterbrunnen zur Grundwasserabsenkung ausgeführt werden. Gleichzeitig mit den Erd-Ramm- und Betonarbeiten wurden in den Werkstätten die Eisenkonstruktionsteile für die Ausräumungsbrücke und die eiserne Kranbahn vorbereitet, so daß nach Fertigstellung der Betonarbeiten mit dem Zusammenbau der Eisenkonstruktionen auf der Baustelle begonnen werden konnte. Insgesamt sind beim Bau der Kläranlage 25 000 m<sup>3</sup> Boden bewegt, 2450 m<sup>2</sup> Spundwand gerammt, 2300 m<sup>3</sup> Beton und 680 t Eisen eingebaut. Die Eisenmenge verteilt sich auf:

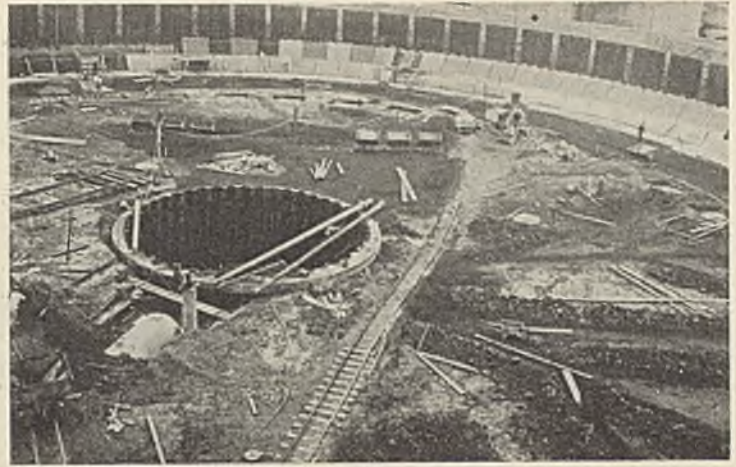


Abb. 42. Baugrube für das Mittelbauwerk. Eisenspundwandeneinfassung bis in die untere Tonschicht hinein. Obere Spundwandaussteifung durch einen außen angeordneten Eisenbetonring. Entwässerung des Untergrundes der Beckensohle durch zum Mittelbrunnen geführte Dränagen.

Klärbecken mit 11 200 m<sup>3</sup> Absetzraum bei Trockenwetter und rd. 15 000 m<sup>3</sup> Absetzraum bei Regenwetter hat einschließlich der maschinellen Schlamm-ausräumungseinrichtung und der Schlammförderanlage mit dem dazugehörigen Maschinenhaus rd. 420 000 RM gekostet, d. h. je m<sup>3</sup> Trockenwetterklärraum rd. 37,50 RM. Dieser verhältnismäßig niedrige Einheitspreis ist dadurch zu erklären, daß mit zunehmender Größe eines Klärbeckens die Baukosten je Einheit sinken, zumal wenn teure Zwischenwände erspart werden können, wie dies bei runden Becken mit radialer Führung des Wassers möglich ist.

Für den Umbau der Druckrohrleitungen und die Anschlußleitungen zum Klärbecken mußten einschließlich Beschaffung und Einbau der zahlreichen Großschieber weitere 140 000 RM aufgewendet werden. Einschließlich aller Nebenanlagen (Wärterhäuser, Wegeanlagen, Einzäunung, Bepflanzungen und Schlammstapelflächen) wurden für die betriebsfertige Anlage 635 000 RM aufgewendet.

#### m) Betrieb der Kläranlage und bisherige Erfahrungen.

Während der Bauzeit ist mit dem Anwachsen der Beschäftigung der Großindustrie im Einzugsgebiet der Kläranlage die bei Trockenwetter vom großen Pumpwerk beförderte Abwassermenge wesentlich gestiegen. Während rechnerisch das eine Klärbecken für die Behandlung von 1,75 m<sup>3</sup>/sek Trockenwetterzufluß bestimmt war, ist die Trockenwetter-



Abb. 43. Blick auf die im Betrieb befindliche Kläranlage.

menge bis zum heutigen Tage auf 3,3 m<sup>3</sup>/sek gestiegen. Bei diesem Wasserzufluß stellt sich der Klärspiegel auf NN + 23,40 ein, entsprechend einem Beckeninhalte von 12 600 m<sup>3</sup>. Die Absetzzeit beträgt dabei rd. 1 Std. Auch bei dieser Absetzzeit wird noch eine für den Rhein ausreichende Klärwirkung erreicht. Der Gehalt an absetzbaren Stoffen wird während dieser Klärzeit um 96 % vermindert.

Bei Regenwetter wird eine Wassermenge bis 5,5 m<sup>3</sup>/sek durch das neue Klärbecken geleitet. Durch selbständiges Anspannen des Klärspiegels bis Ordinate NN + 24,00 hat diese Wassermenge noch eine Aufenthaltzeit von 45 min. Im geklärten Regenwasser bleiben nach den bisherigen Messungen etwa 0,1 cm<sup>3</sup>/l absetzbare Stoffe, d. h. auch bei Regenwetter werden alle größeren Schmutzstoffe in der Kläranlage zurückgehalten. Die über 5,5 m<sup>3</sup> hinausgehende Mischwassermenge bei Regen wird durch die dritte Druckrohrleitung unbehandelt in den Rhein gepumpt.



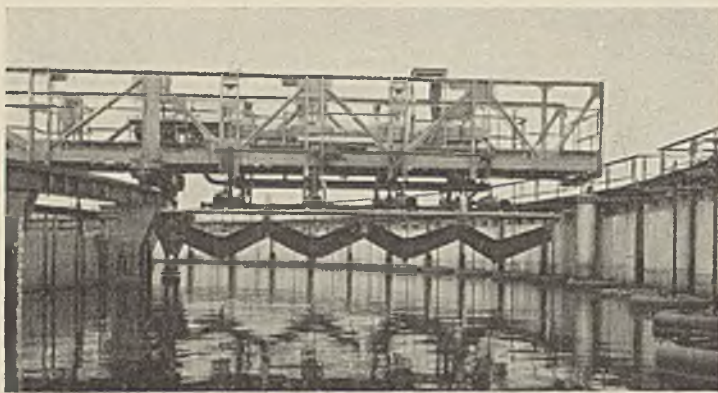


Abb. 44. Schlammausräumungsmaschine über der Außenzone mit über den Klärspiegel hochgeschwenkten Mammutrohren.



Abb. 45. Mechanisch gereinigter Ablauf der neuen Kläranlage. Ablauf aus dem einen Becken zur Zeit über 3000 l/sek.

Der Betrieb zeigt, daß auch während des Arbeitens der Mampumpen in der Außenzone ein Aufwirbeln des abgesetzten Schlammes und eine Verschlechterung des Kläreffektes nicht eintritt. Abb. 43 bis 45 zeigen die fertige Anlage im Betrieb. Die Schlammengen, die im Klärbecken zurückgehalten werden, sind recht erheblich; im Monatsdurchschnitt werden aus dem Becken 650 m<sup>3</sup> Naßschlamm täglich ausgeräumt. Der Wassergehalt des ausgeräumten Schlammes, der in dem mittleren Eindickbrunnen stark verringert wurde, beträgt etwa 70%. Die Ausräumung dieser Schlammmenge geschieht durch die kreisende Brücke in

täglich zwei Arbeitsschichten. Während jeder Schicht werden zwei Maschinisten und ein Hilfsarbeiter für den Betrieb der ganzen Anlage beschäftigt. Die Anlage ist bisher fast  $\frac{3}{4}$  Jahre in Betrieb und hat sich in allen Einzelheiten voll bewährt. Wann sich die Notwendigkeit ergeben wird, auch das vorgesehene zweite Klärbecken auszuführen, wird von der weiteren Zunahme der Trockenwettermenge abhängen, für die neben der Beschäftigung der Industrie auch ein weiteres Absinken der offenen Abwassersammler in das Grundwasser hinein infolge des Bergbaues maßgebend sein wird.

Alle Rechte vorbehalten.

### Die Reichsautobahnbrücke über das Urselbachtal.

Von Reichsbahnoberrat Ernst, Frankfurt (Main).

#### Allgemeines.

Die Reichsautobahn Frankfurt (Main)—Gießen—Eisenach kreuzt das Urselbachtal etwa 15 km nordwestlich von Frankfurt (Main) unter einem Winkel von etwa 65°. Das flache Tal ist an der Kreuzungsstelle etwa 300 m breit; die Autobahn liegt etwa 17 m über der Talsohle. Am nördlichen Talrande verlaufen die verkehrsreiche Straße und die zweigleisige elektrische Bahn Frankfurt (Main)—Oberursel—Bad Homburg, die mit überbrückt werden mußten.

Die Vergleichsberechnungen ergaben, daß hauptsächlich wegen der schwierigen Beschaffung der nötigen Schüttmassen ein Damm teurer geworden wäre als eine Brücke. Diese Tatsache erleichterte die Entscheidung zugunsten einer Brücke, die zu begrüßen war, weil ein Damm das liebliche Tal vollständig abgeriegelt und den Blick von Niederursel her auf den Taunus im Hintergrunde abgeschnitten hätte. Die weiteren Untersuchungen führten zu der Wahl von stählernen Überbauten auf Pendelportalrahmen. Die Frage, ob diese oder massive Pfeiler vorzuziehen wären, wurde an Hand von Modellen entschieden, die eindeutig ergaben, daß die dünnen Stahlstützen wegen des freien Durchblicks die bessere Lösung waren

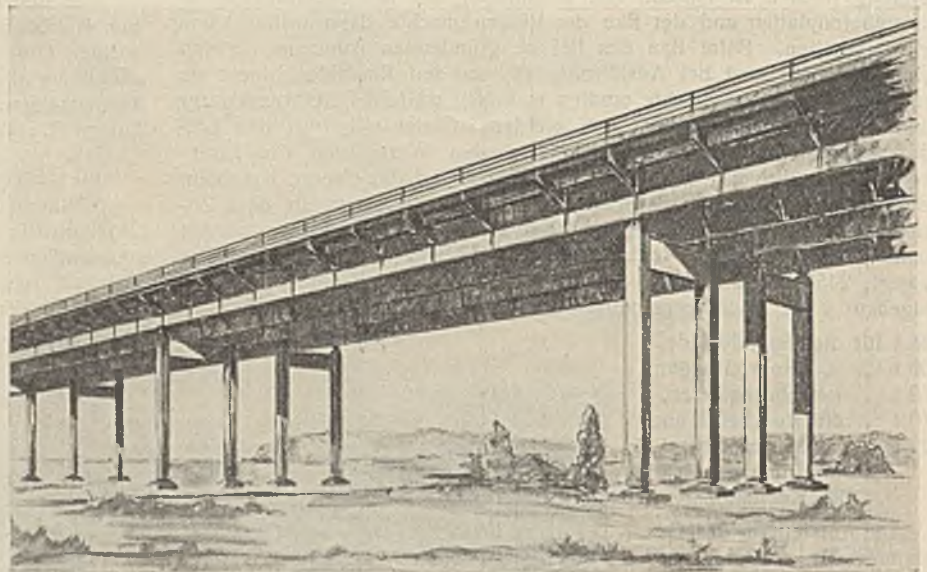


Abb. 1. Entwurf mit Pendelportalen.

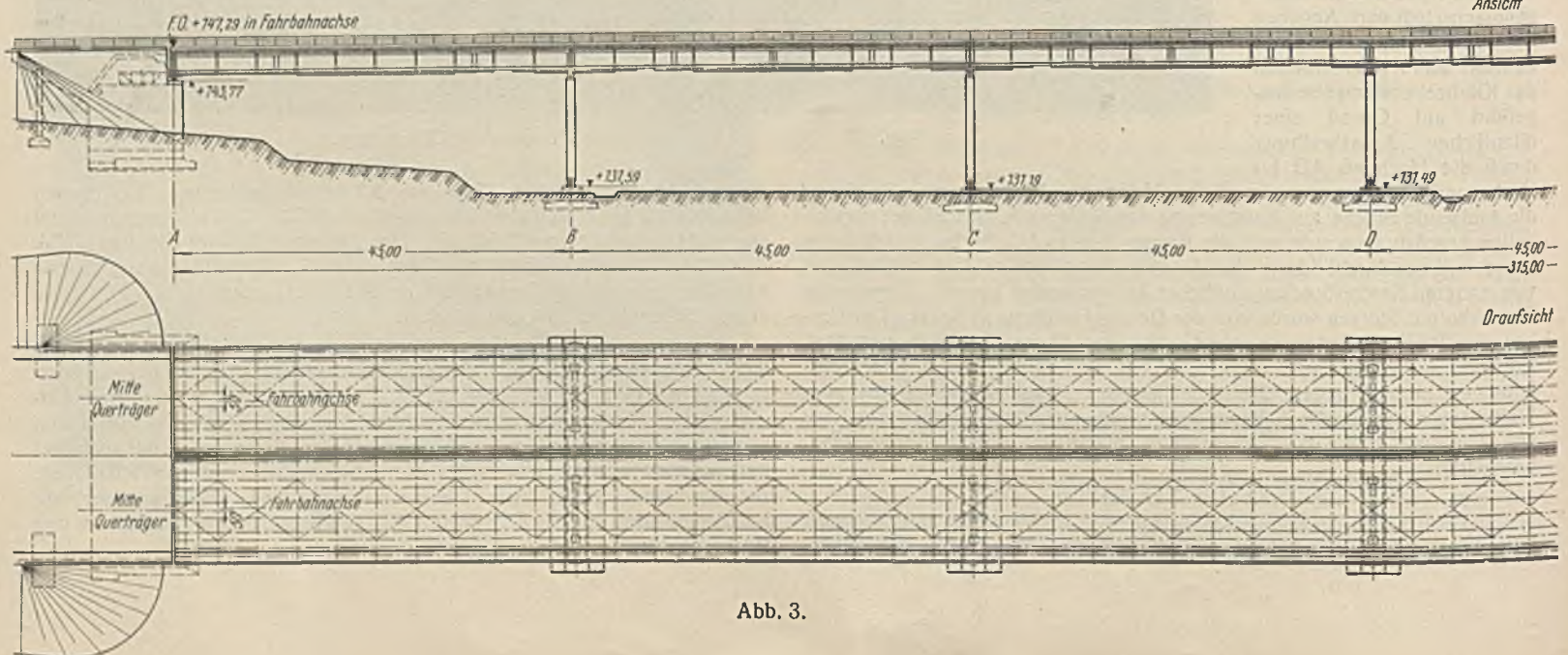


Abb. 3.



(Abb. 1 u. 2). Die Verwendung von Pendelportalen erforderte eine rechtwinklige Brücke; dadurch ergaben sich als kleinste Stützweiten etwa 45 m, weil in der nördlichen Endöffnung neben der bereits erwähnten elektrischen Bahn und der Straße noch ein Feldweg unter einem Winkel von etwa 60° durchgeführt werden mußte. Die Fahrbahn konnte auf die Hauptträger gelegt werden. Die Lösung der weiteren Frage, ob eine Brücke mit zwei Hauptträgern oder ob für jede Fahrbahn eine besondere Brücke, d. h. also vier Hauptträger zu wählen seien, war dadurch gegeben, daß bei der Brücke mit zwei Hauptträgern die Pendelportale angesichts der geringen Höhe der Brücke ein ungünstiges Verhältnis von Höhe zu Breite bekommen hätten. Es wären bei den höchsten Stützen der Nordseite sogar liegende Felder entstanden. So ergab sich der in Abb. 3 dargestellte endgültige Entwurf. Die Brücke erhielt sieben Öffnungen von je 45 m Weite; der Querschnitt der Autobahn mit zwei Fahrbahnen von je 7,5 m Breite, einem Mittelstreifen von 5 m, zwei seitlichen Schutzstreifen von je 1 m und zwei erhöhten Schrammborden von je 1 m Breite wurde in voller Breite überführt. Das Längsgefälle der Brücke

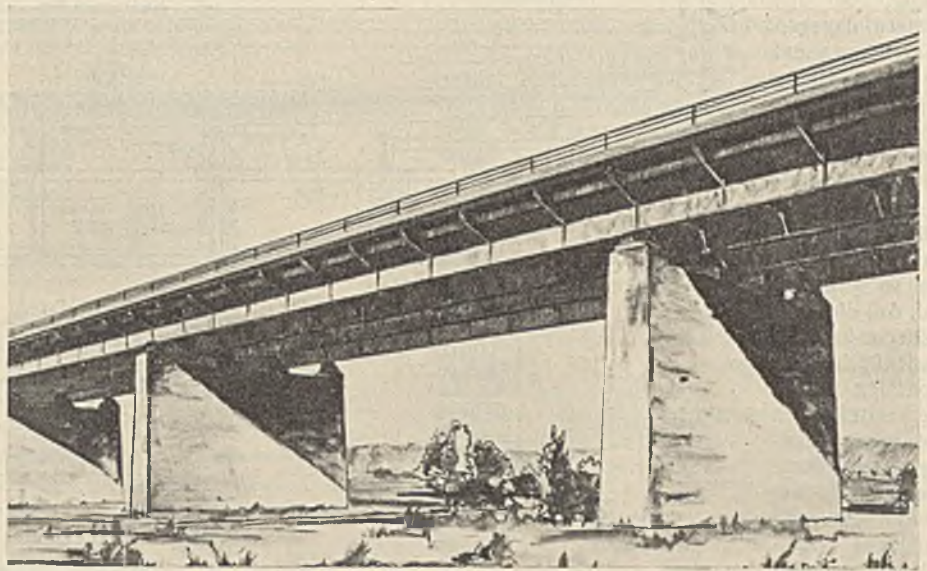


Abb. 2. Entwurf mit Massivpfeilern.

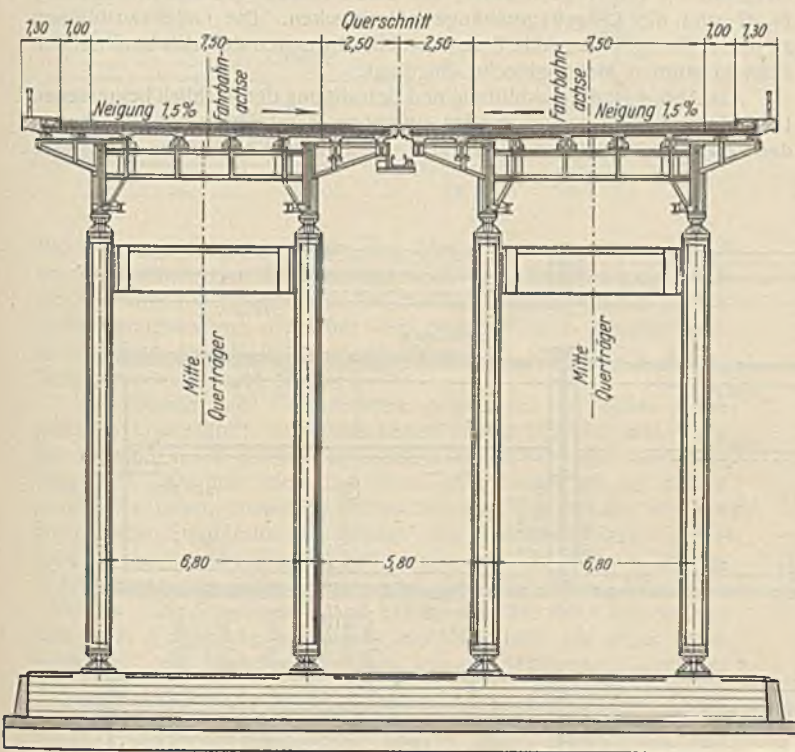
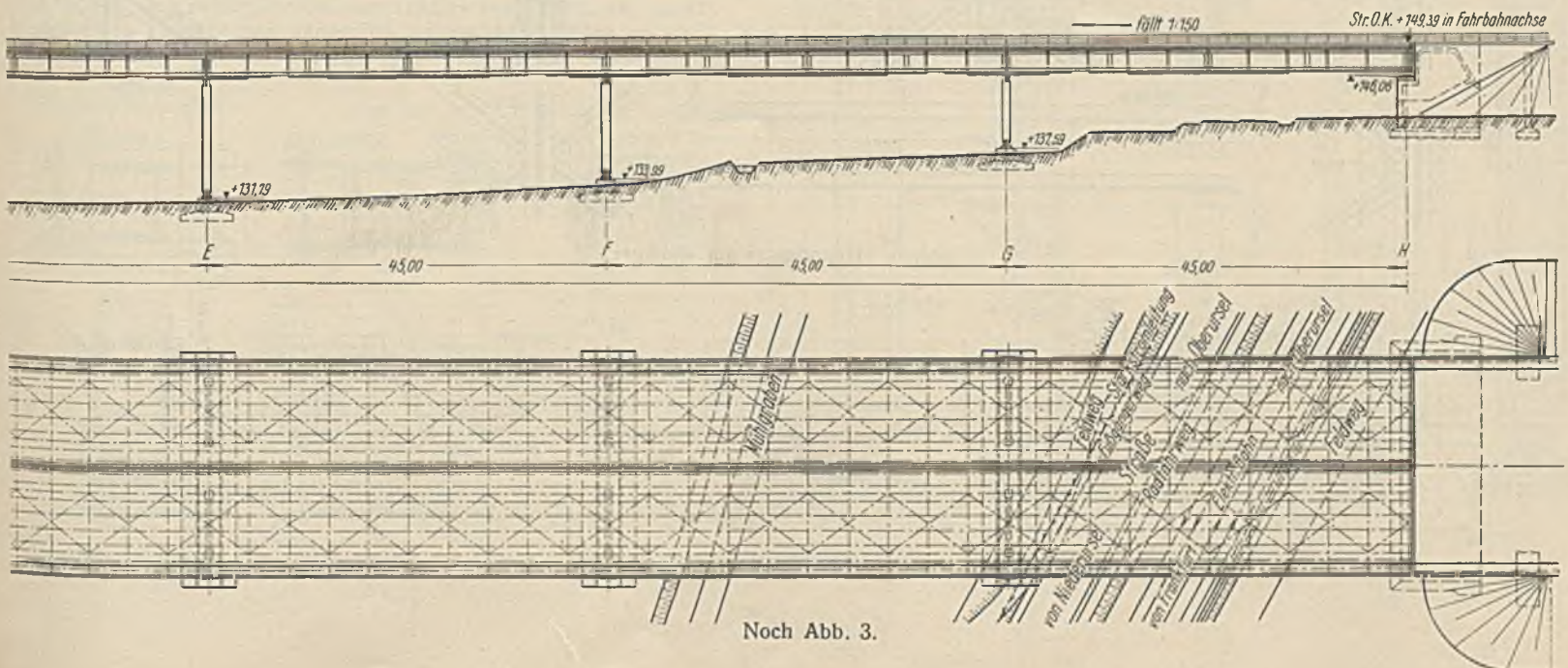


Abb. 3. Ansicht, Grundriß und Querschnitt.

beträgt 1:150; die Fahrbahnen sind mit 1,5% Quergefälle nach innen entwässert, weil bei Außenentwässerung entweder die Längsrinnen selbst oder bei hinter den Hauptträgern liegenden Rinnen die erforderlichen Durchdringungen der Hauptträger durch Querrinnen das Brückenbild erheblich beeinträchtigt hätten.

**Einzelheiten des Überbaues.**

Die über sieben Öffnungen von je 45 m Weite ohne Gelenke durchlaufenden Blechträger bestehen aus einem Stegblech 2200 · 14 und Gurtwinkeln 150 · 150 · 14, die Gurtplatten aus 500 · 14. Der Abstand der beiden Hauptträger einer Brücke beträgt 6,80 m und der Abstand der beiden inneren Hauptträger 5,80 m. Abb. 4 zeigt den Querschnitt der Brücke. Die Hauptträger sind in Abständen von 4,50 m durch 0,95 m hohe Querträger verbunden. Beim Anschluß der Querträger an die Hauptträger wurde durch über die ganze Höhe der Hauptträger reichende Eckbleche eine gute Versteifung des Querschnitts erzielt. An diese Eckbleche wurden auch die Obergurte der nach außen 2,1 m und nach innen 2,4 m weit ausladenden vollwandigen Konsolen über die Hauptträger hinweg angebunden. Die äußeren Konsolen liegen wegen des nach innen gehenden Quergefälles der Fahrbahn höher als die Konsolen zwischen den beiden Brücken. Bei den ersteren konnten daher die oberen Gurtwinkel, abgesehen von den Konsolen über den Zwischenstützen, über den Hauptträger hinweggeführt und mit diesem vernietet werden, während bei den tiefer liegenden inneren Konsolen und bei den äußeren Konsolen über den Zwischenstützen eine ebenfalls mit dem Hauptträger vernietete Zuglasche 260 · 22 die Verbindung herstellt. Das Hauptträgerstegblech wurde in Abständen von rd. 11,3 m gestoßen und zwischen den Querträgeranschlüssen durch senkrechte und waagerechte Steifen ausgesteift. Beide liegen nur auf der Innenseite der Träger. Die waagerechten Steifen aus Winkelleisen sind in den Feldern nur in der oberen Hälfte der Haupt-



Noch Abb. 3.



träger, über den Stützen dagegen in der oberen und unteren Hälfte angeordnet. Die äußeren Aussteifungen an den Querträgeranschlüssen sind kräftig und durch vorgesetzte Bleche so ausgebildet, daß die etwa 20 cm breite Außenfläche der Konsolen über die Aussteifungen bis zum Hauptträgeruntergurt läuft, was dem Konsol ein sehr gefälliges Aussehen verleiht.

Abb. 5 u. 6 zeigen den Hauptträger am Endauflager und über den Zwischenstützen, Abb. 7 die Materialverteilung.

Die aus Walzprofilen bestehenden Längsträger liegen im allgemeinen auf den Querträgern und sind mit diesen fest vernietet. Über den Querträgern sind sie seitlich durch kleine Eckbleche aussteift. Nur die beiden Längsträgerstränge im Bereich der inneren Konsolen sind wegen der tiefen Lage der Fahrbahnplatte zwischen den Querträgern angeordnet. Die Stöße der Längsträger liegen 1 m seitlich der Querträger. Zur Ver-

ankerung der auf den Längsträgern liegenden Fahrbahnplatte sind Flächenisen auf die Träger geschweißt. An einem Punkte der sechsten Öffnung F—G sind die Längsträgerstränge unterbrochen. Die Gelenkausbildung an dieser Stelle ist aus Abb. 8 zu ersehen. Zwischen den sich berührenden Flächen wurden Messingbleche eingelegt.

Aus Abb. 4 ist die Ausbildung und Befestigung der reichlich bemessenen Längsrinne zu ersehen. Um das unschöne Herabführen von Rohren an den Zwischenstützen zu vermeiden, läuft die Rinne über die ganze

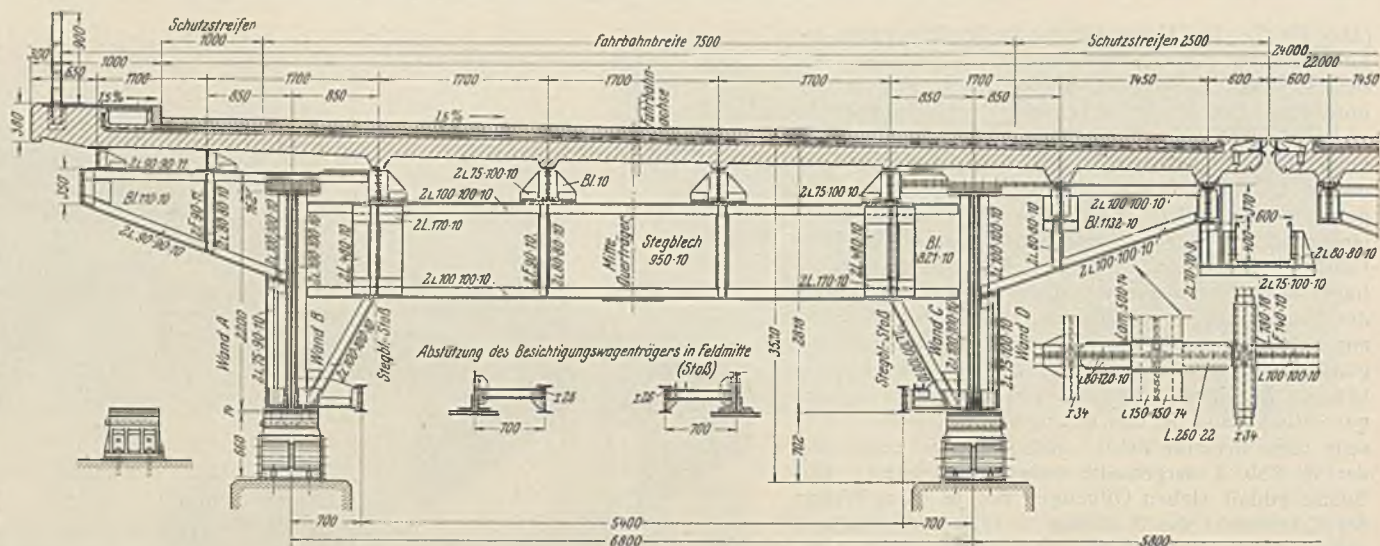


Abb. 4. Einzelheiten des Querschnitts.

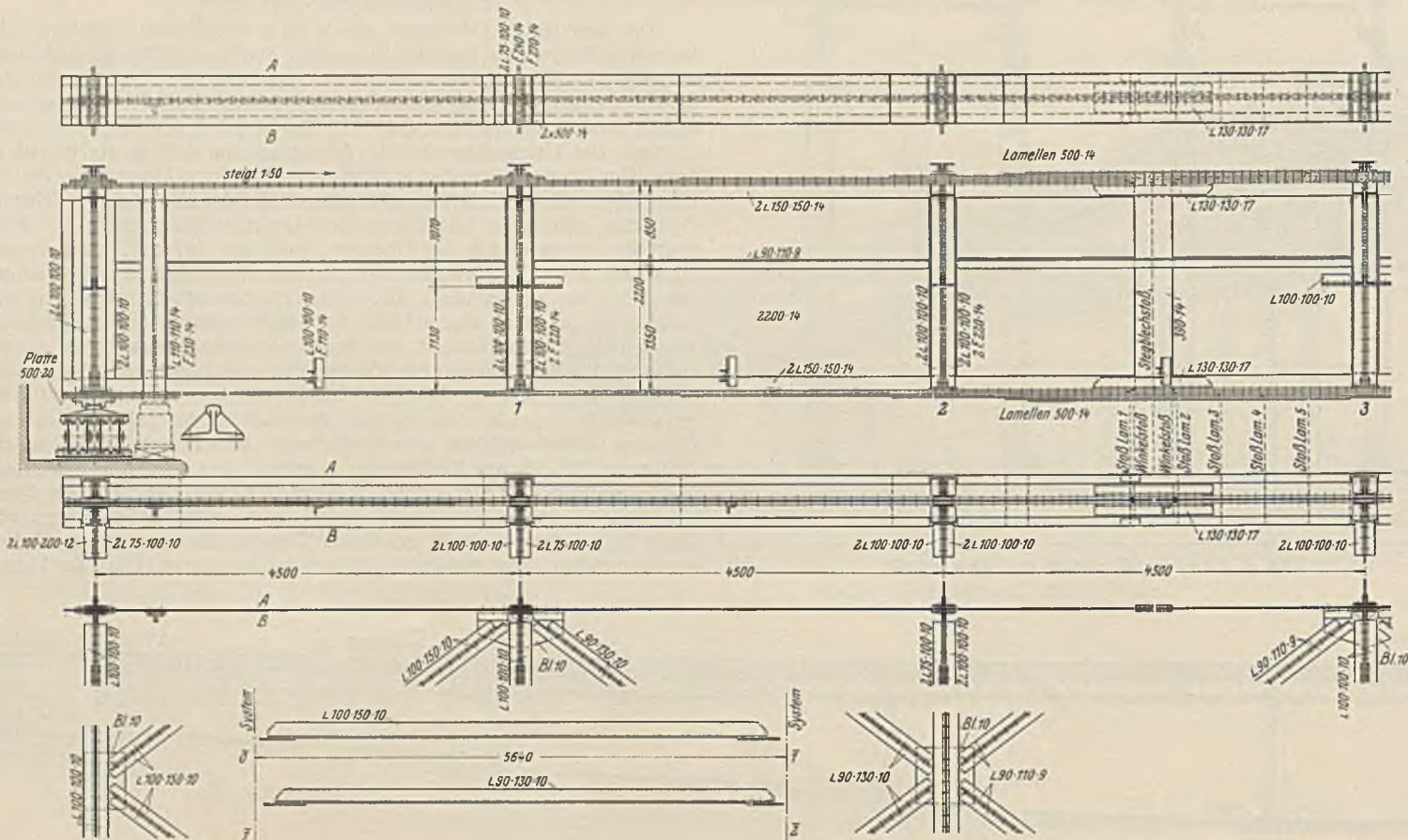


Abb. 5. Hauptträger am Auflager.

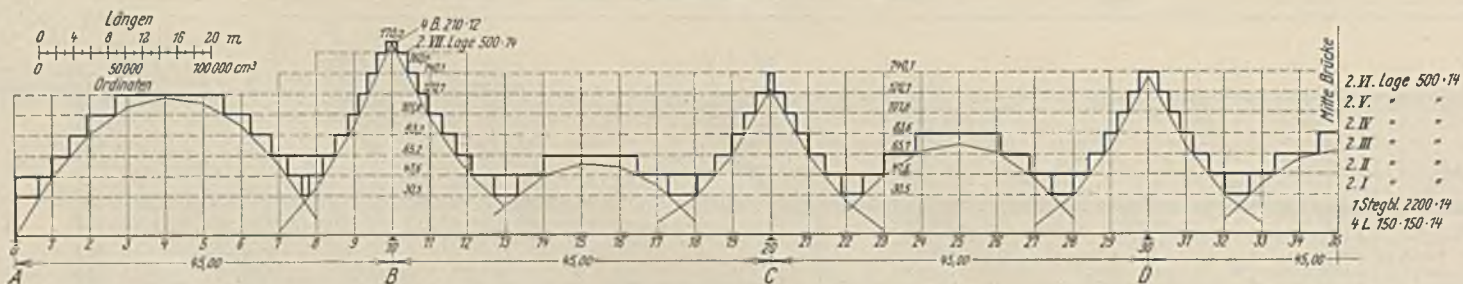


Abb. 7. Materialverteilung der Hauptträger.



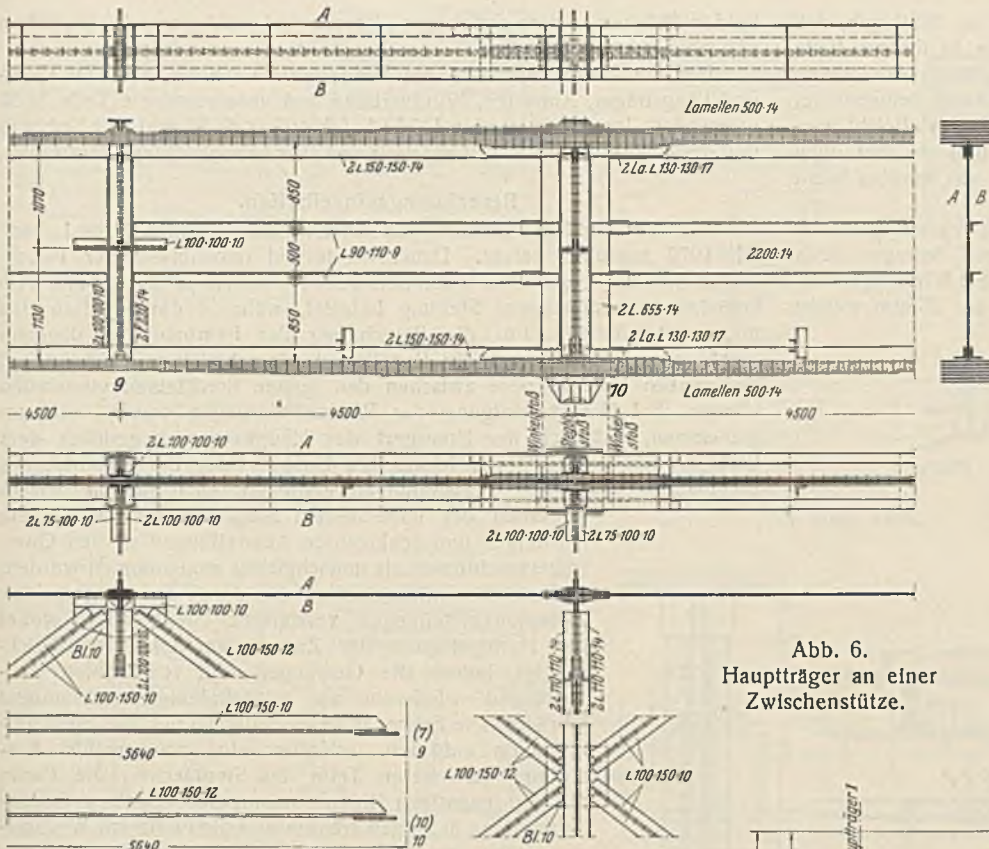


Abb. 6. Hauptträger an einer Zwischenstütze.

Endauflagern können die Hauptträger durch untergeschobene Pressen angehoben werden; die Träger sind zu diesem Zweck vor den Auflagern in senkrechter Richtung besonders ausgesteift (Abb. 5). Die Brücke ist am tiefer gelegenen südlichen Widerlager beweglich mit Rollenlagern und am nördlichen Widerlager fest gelagert. Diese an sich nicht übliche Lagerung wurde deshalb gewählt, weil sonst das dem nördlichen Endlager benachbarte niedrigste Pendelportal G bei Längenänderungen des Überbaues die größte Bewegung hätte ausführen müssen. Abb. 11 zeigt das feste und bewegliche Lager an den Widerlagern und die Lager an den Füßen und Köpfen der Portale. Die beiden Rollen des beweglichen Lagers sind mit Rücksicht auf die großen Bewegungen ( $\pm 13$  cm) mit je drei Zähnen geführt. In der Untergurtebene der Querträger ist ein Windverband mit gekreuzten Streben aus ungleichschenkligen Doppelwinkeln angeordnet; er ist wie die Hauptträger als durchlaufender Träger über sieben Öffnungen mit Stützweiten von 7,45 m berechnet.

Die Fahrbahnübergänge sind in Abb. 12 u. 13 dargestellt. Am festen Lager wurde ein Schleppblech angeordnet, das mit Federwinkeln gehalten wird (Abb. 12, S. 364). Eine einwandfreie Lösung der Entwässerung der Fahrbahnübergänge ist mit

Brückenslänge durch und gibt das Wasser nur am Widerlager A durch Rohrleitungen im Widerlager ab. Dasselbe Bild zeigt auch die Anordnung der Laufträger und der Kabelführung für die beiden Besichtigungswagen, die über die ganze Brücke hinwegfahren können und in mit Rolläden verschlossenen Räumen im Widerlager A untergebracht sind.

Die Ständer der Pendelportale zeigen auf die ganze Höhe gleichen Querschnitt mit Außenabmessungen 800 · 800 mm. Die Wände sind innen durch waagerechte Schotten versteift. Der obere Riegel ist 1500 mm hoch und unten offen; seine 14 mm dicken Stegbleche haben denselben lichten Abstand von 540 mm wie die anstoßenden Stegbleche der Ständer. Bei dem niedrigsten Pendeljoch G, das in Abb. 9 dargestellt ist, haben die Ständer Außenabmessungen von 700 · 700 mm und der Riegel eine Höhe von 1300 mm. Der Stegblechabstand beträgt hier 440 mm. Die Stützen sind vom Fußpunkte aus durch ein Mannloch auf einer Seite bestiegbar, ein weiteres Mannloch in der Rahmenecke gestattet auch das Einsteigen in den oberen Riegel. Die Ständer ragen etwa 26 cm über den oberen Riegel hinaus und tragen dort die Lager. Sämtliche Pendeljochs können durch Einschleiben von Keilen in die unteren Lagerkörper angehoben werden (Abb. 11). Hierzu werden an den Fußpunkten der Ständer kurze Querträger angeschraubt, unter denen Pressen angesetzt werden können (Abb. 10). Das zweiteilige Querhaupt ist so konstruiert, daß es bei sämtlichen Pendeljochs verwendet werden kann. Auch an den

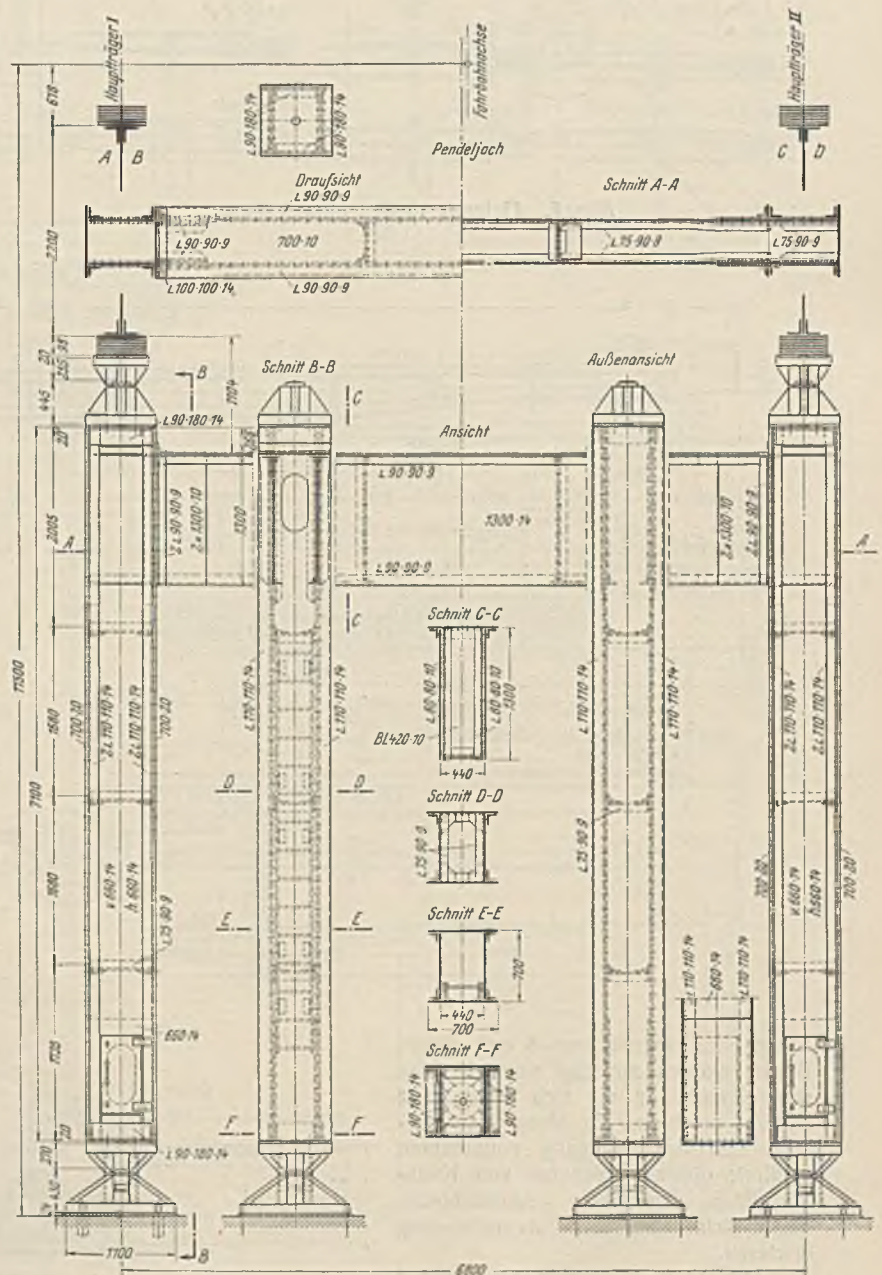


Abb. 9. Einzelheiten eines Pendelportals.

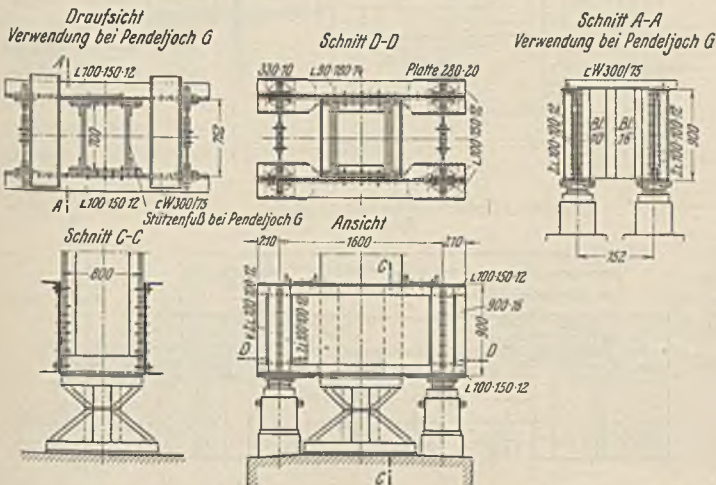


Abb. 10. Anhebevorrichtung für die Pendeljochs.



Schwierigkeiten verbunden: Will man die Querrinne so tief legen, daß sie von unten leicht zugänglich bleibt, so stören die in diesem Falle notwendigen langen Tropfbleche. Bei der Urselbachtalbrücke wurde deshalb eines der beiden Tropfbleche zum Abnehmen eingerichtet (Abb. 12 u. 14). Eine andere, der vorstehenden Lösung vielleicht vorzuziehende wäre die, daß man die Rinne hochlegt und sie von oben her zugänglich macht, indem man das Schleppblech aus kurzen, leicht abnehmbaren Teilen zusammensetzt.

Am beweglichen Auflager wurde eine Fingerkonstruktion (Abb. 13) aus St 52 angeordnet. Die größten Längenänderungen betragen etwa  $\pm 13$  cm. Die 25 mm breiten Finger sind auf einer vom Widerlager ausgekragten Tragrippe gelagert. Die zur Abdeckung der 35 mm weiten

beiden Brücken. Diese gußeisernen Körper sind wohl etwas teurer, haben sich aber sehr gut bewährt.

Für die Hauptträger und die Pendelportale wurde St 52, für Quer- und Längsträger, Konsolen, Windverband und untergeordnete Teile St 37 verwendet. Insgesamt wurden 1170 t St 52, 1050 t St 37 und 87 t Stahlguß und geschmiedeter Stahl für Lagerteile und Fahrbahnübergänge verarbeitet.

**Berechnungseinzelheiten.**

Als Verkehrslast wurden die Lasten der Brückenklasse I nach DIN 1072 zugrunde gelegt. Dabei wurde bei Berechnung der Hauptträger nur der eigentliche Fahrbahnstreifen von 7,5 m Breite mit Verkehrslast in ungünstigster Stellung belastet, während die Schutzstreifen unbelastet blieben. Für die Berechnung der Fahrbahnteile dagegen wurde angenommen, daß die Regellasten eine beliebige Stellung auf der ganzen Brückenbreite zwischen den beiden Bordsteinen einnehmen können. Bei Berücksichtigung der Wärmeänderungen wurde auch angenommen, daß sich der Untergurt des Hauptträgers gegenüber dem Obergurt um  $15^\circ$  erwärmen kann. Die Untersuchung der Stabilität des Stegbleches und seiner Aussteifungen erstreckte sich auf die Knicksicherheit der unversteiften Stegblechfelder, wobei die Gurtungen und senkrechten Aussteifungen an den Querträgeranschlüssen als unnachgiebig angenommen wurden, und auf die Knicksicherheit des durch die waagerechten Zwischenaussteifungen verstärkten Stegbleches, wobei die Nachgiebigkeit der Zwischenaussteifungen berücksichtigt, jedoch die Gurtungen und senkrechten Aussteifungen wiederum als unnachgiebig angenommen wurden. Die Fache, in denen lediglich positive Biegemomente auftreten, erhielten eine waagerechte Aussteifung im oberen Teile des Stegbleches, die Fache mit nur negativen Biegemomenten erhielten je eine Aussteifung in beiden Hälften und die Fache mit Wechselmomenten nur eine teils oben-, teils untenliegende waagerechte Aussteifung.

**Einzelheiten der Unterbauten.**

Die Gründung des Bauwerks bot keine Schwierigkeiten. Widerlager und Pfeiler konnten mit Ausnahme

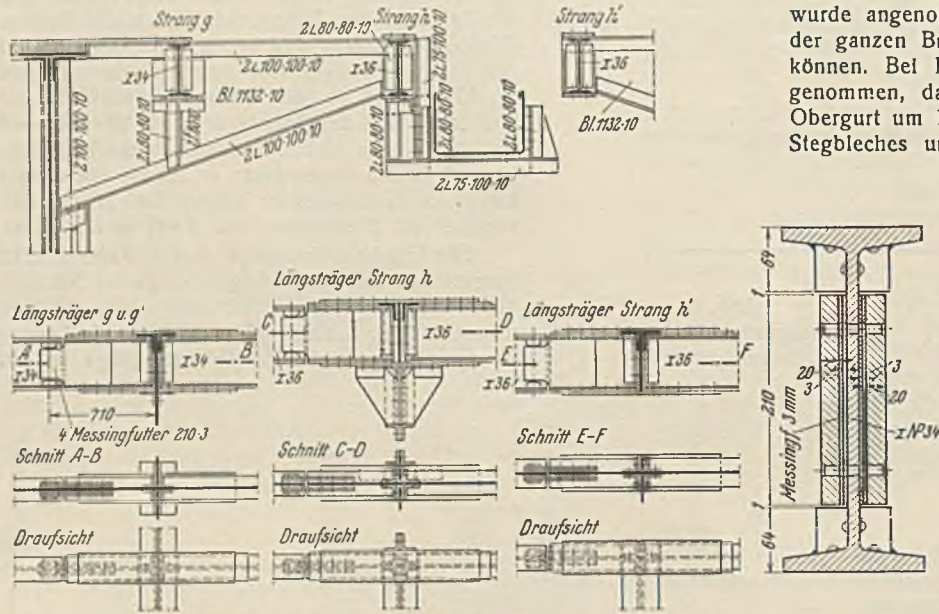
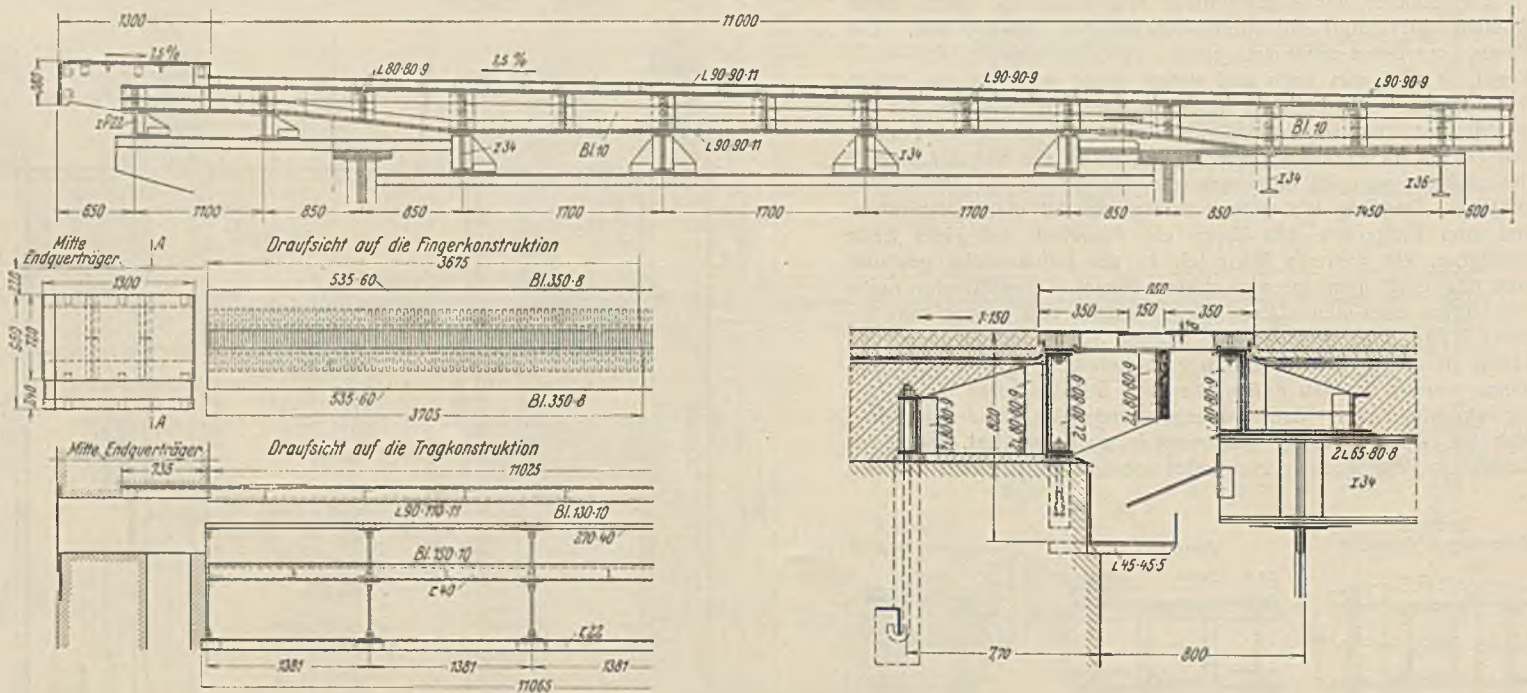


Abb. 8. Gelenke in den Längsträgern.

*Ansicht gegen die Brücke*



Ausschnitte vorgesehenen 8 mm dicken Bleche wurden zunächst versuchsweise weggelassen, da sie sich nicht ganz stoßfrei befahren. In dieser Form befährt sich der Übergang vollkommen stoßfrei; die zum Schutze von Kleinkraftträdern gedachten Abdeckbleche haben sich bisher nicht als notwendig erwiesen.

Abb. 14 u. 15 zeigen Einzelheiten der Fahrbahntwässerung zwischen

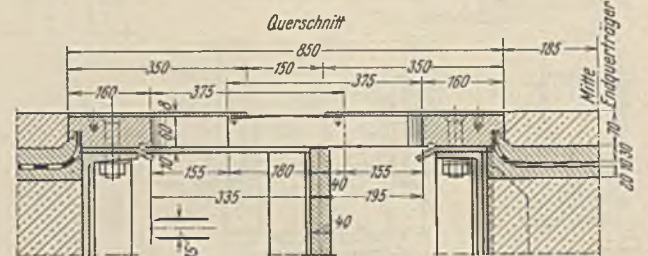
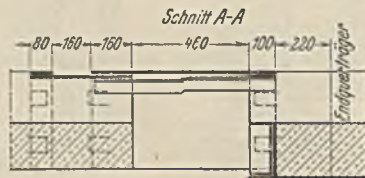


Abb. 13. Fahrbahnübergang am beweglichen Auflager.



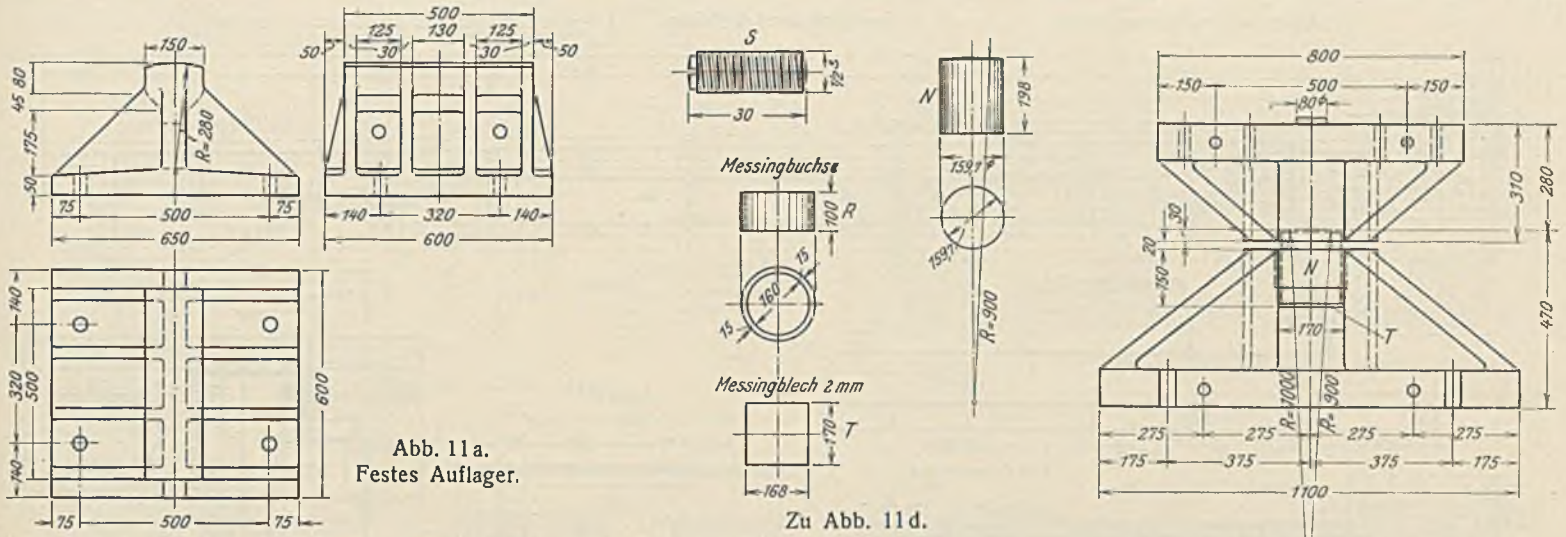


Abb. 11 a. Festes Auflager.

Zu Abb. 11 d.

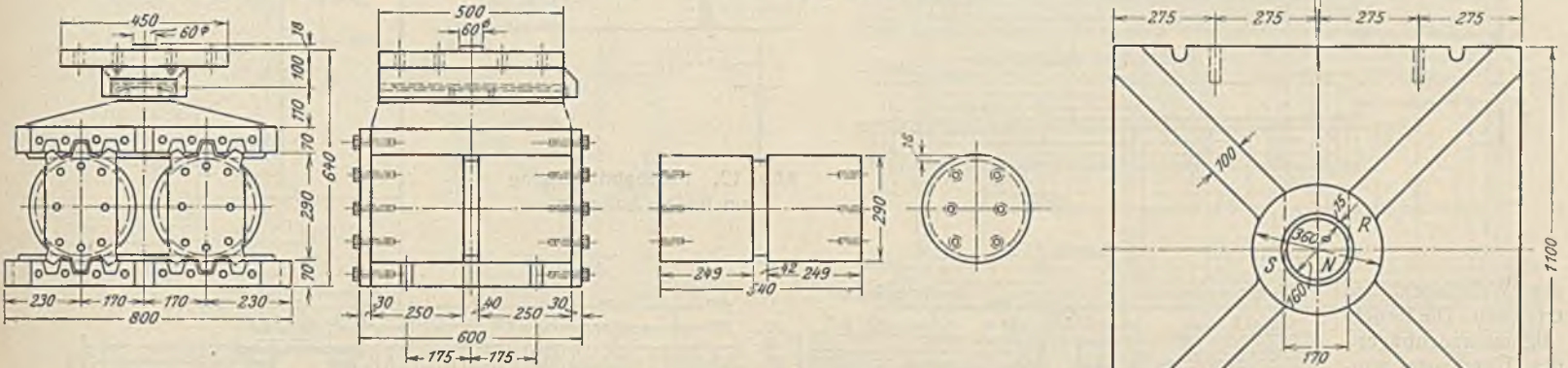


Abb. 11 b. Bewegliches Auflager.

des Grundkörpers für das Pendeljoch G in offener Baugrube auf Kies gegründet werden. Die Grundkörper für die Pfeiler bestehen aus bewehrtem Beton (Abb. 15). Die Widerlager und Flügel wurden mit Rücksicht auf ihre große Höhe zur Vermeidung des hohen Erddrucks in aufgelöster Eisenbetonkonstruktion (sogenannte Tornisterkonstruktion) ausgeführt. Abb. 16 bis 20 zeigen Einzelheiten des südlichen Widerlagers, in dem auch die beiden Besichtigungswagen untergebracht sind. Die etwa in Höhe der Auflagerbänke liegenden Zwischendecken sind durch Treppen im Innern

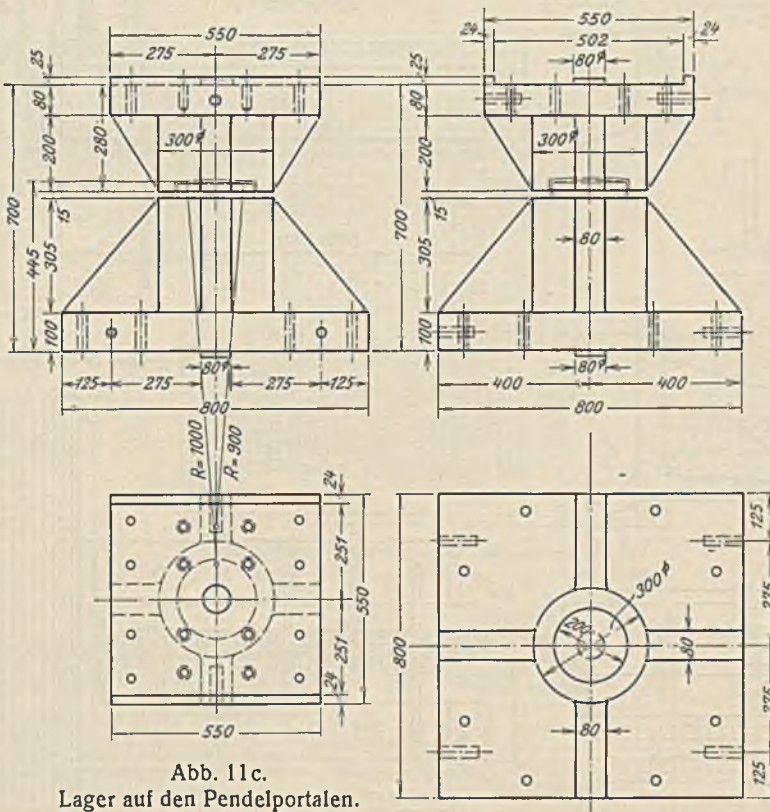
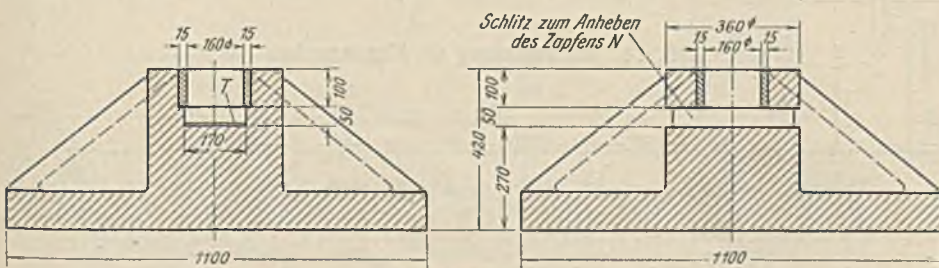


Abb. 11 c.

Lager auf den Pendelportalen.



Zu Abb. 11 d.

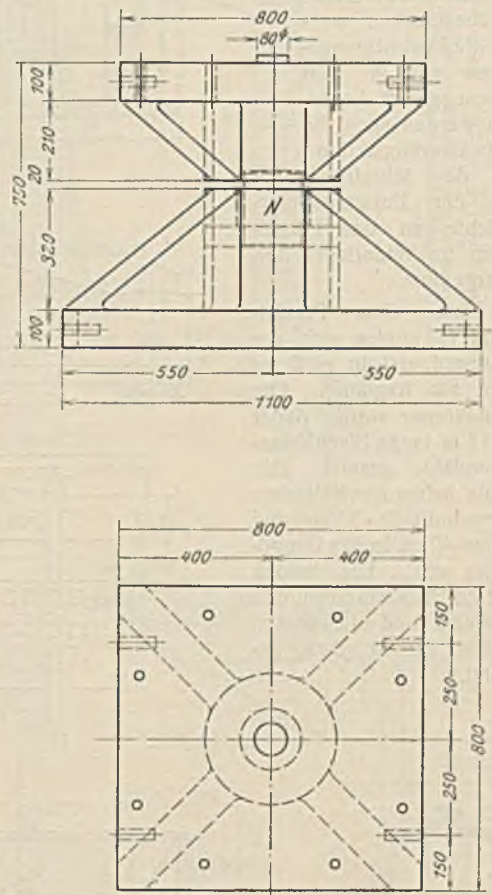


Abb. 11 d.

Lager am Fuß der Pendelportale.



Querschnitt durch die Brücke

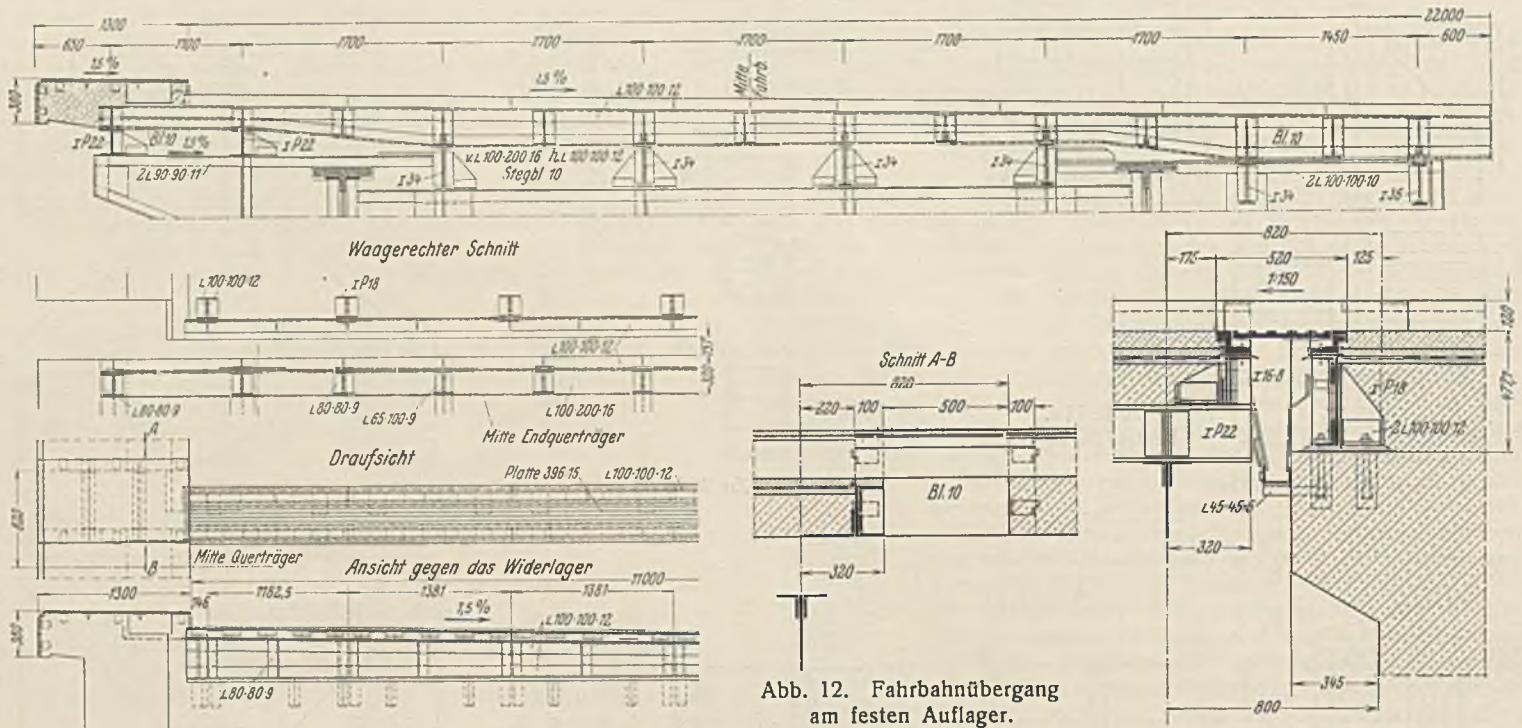


Abb. 12. Fahrbahnübergang am festen Auflager.

des Widerlagers zu erreichen. Die Besichtigungswagenträger des Überbaues wurden in die Räume hinein verlängert; sie sind mit Rücksicht auf die Bewegungen des Überbaues am beweglichen Lager unterbrochen. Um die Lücke zu überbrücken, werden die Besichtigungswagen auf je acht Rädern geführt. Außerdem werden auch die Entwässerungsleitungen der Mittelrinne und der Entwässerungsschächte an den Flügelenden im Widerlager heruntergeführt.

Unter dem Pendelportal G erwies sich der Baugrund erst in größerer Tiefe als tragfähig. Der Grundkörper wurde daher auf 12 m lange Eisenbetonrampfpfähle gesetzt. Die Pfähle haben quadratischen Querschnitt 33 · 33 cm und binden 40 cm in den Grundkörper ein. Die beiden inneren Pfahlreihen wurden senkrecht und die beiden äußeren Reihen schräg gerammt.

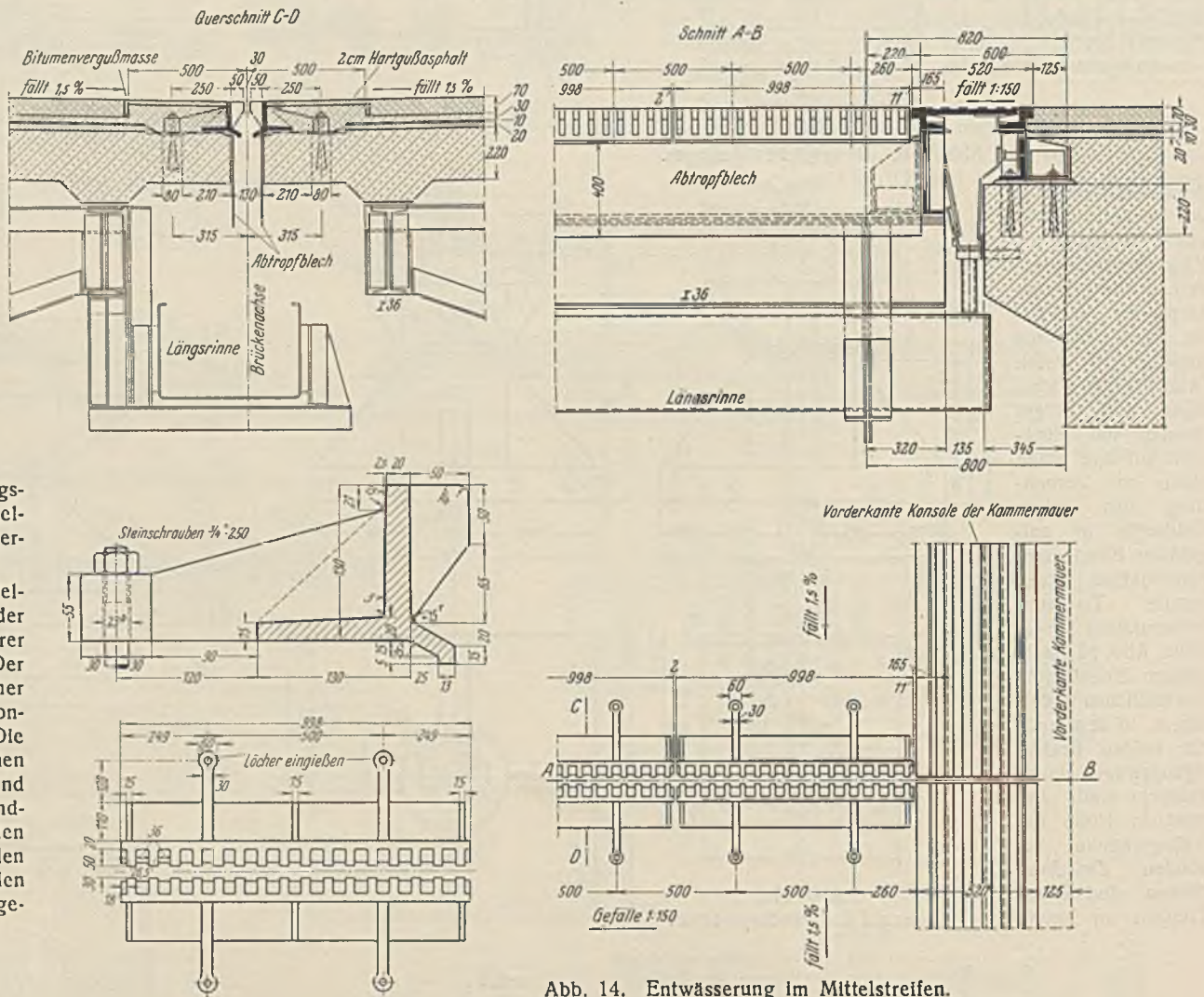


Abb. 14. Entwässerung im Mittelstreifen.

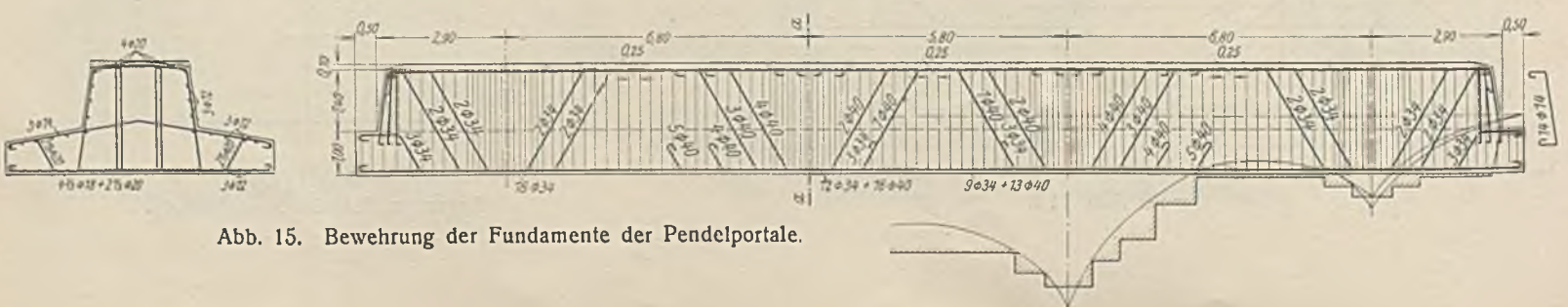


Abb. 15. Bewehrung der Fundamente der Pendelportale.















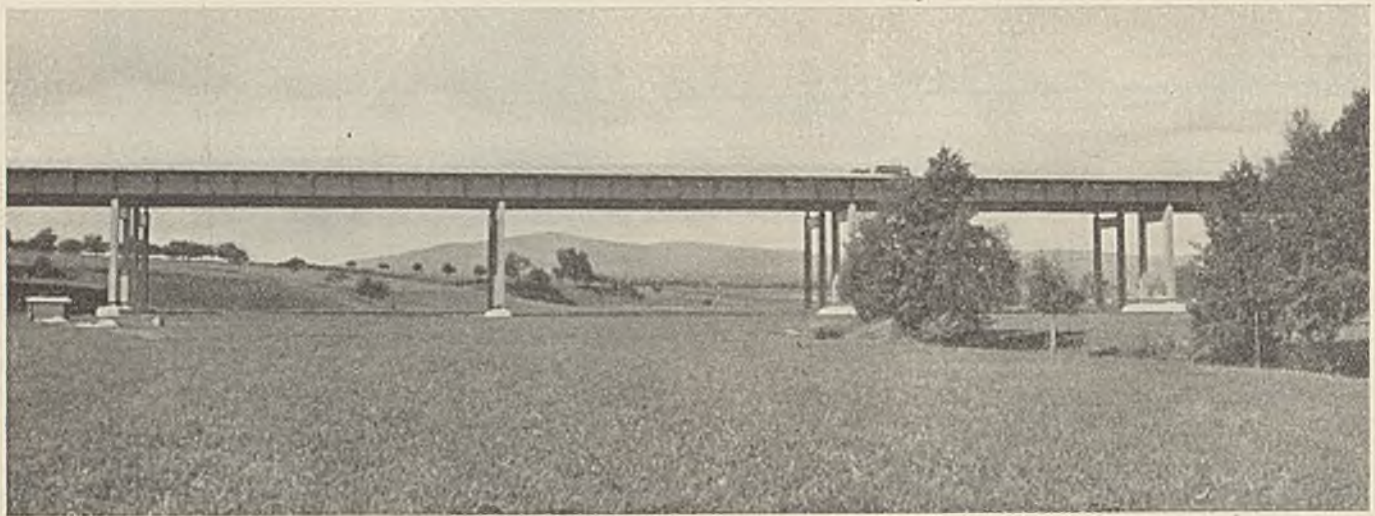


Abb. 27. Teilansicht der fertigen Brücke.

Die Unterbauten und die Fahrbahnplatte führte die Firma Ed. Züblin & Cie., Frankfurt (Main), aus. Alle beteiligten Firmen haben sich voll für das Gelingen des Werkes eingesetzt und das ganze Bauwerk in der kurzen

Zeit von elf Monaten fertiggestellt. Die schwierige Aufstellung der Stahlkonstruktion dauerte nur fünf Monate und wurde ohne jeden Unfall durchgeführt. Am 20. September 1936 war die Brücke fertig.

Alle Rechte vorbehalten.

### Stromregelungsarbeiten in der Unterelbe bei der Ostebank und bei Pagensand.

Von Joh. Th. Schätzler, Direktor der Reichswasserstraßenverwaltung (I), und K. Meisel, Baurat, Wasserstraßendirektion Hamburg (II).

Die beiden großen Stromregelungen, die hier behandelt werden, gehen über ihre Bedeutung als örtliche Regelungen im Tidegebiet insofern weit hinaus, als sie den Abschluß mehr als hundertjähriger, in jedem Zustande der Entwicklung erfolgreicher Bemühungen bilden, die Schiffbarkeit der Unterelbe mit den Erfordernissen der großen Seeschifffahrt in Einklang zu bringen. Bei der Fahrt stromauf kann man unter Ausnutzung der Flutwelle fahren und hat so von See aus rd. 3 m, abnehmend bis Hamburg auf rd. 2 m mehr an Wassertiefe als bei Niedrigwasser; deshalb können Schiffe von 10 m Tiefgang schon seit langer Zeit ohne Unterbrechung elbaufwärts bis nach Hamburg gelangen. Anders aber ist es bei der Fahrt in der umgekehrten Richtung, von Hamburg nach See zu. Hierbei muß man nämlich irgendwo einmal Niedrigwasser antreffen. Schiffe mit großem Tiefgang waren deshalb früher gezwungen, an einer geeigneten, tiefen Stelle des Stromes vor Anker zu gehen und den Vorübergang des Fußes der Tidewelle abzuwarten, bis das Wasser wieder genügend gestiegen war, um die Weiterfahrt antreten zu können. Daß der 285,5 m lange, 31 m breite Dampfer „Europa“ im Frühjahr 1935 bei einem Tiefgang von 10,2 m von Hamburg nach See gelangen konnte, ohne unterwegs ankern und günstigeren Wasserstand abwarten zu müssen, ist ein vollgültiger praktischer Beweis für den hohen Grad der Schiffbarkeit der Seewasserstraße Unterelbe. Es soll keineswegs die Anerkennung der Tüchtigkeit der Führung dieses Schiffes einschränken, wenn hier festgestellt wird, daß die unbedingte Voraussetzung dieser beachtenswerten seemännischen Leistung der jetzige günstige Zustand der Unterelbe war.

Ein kurzer Rückblick auf die strombauliche Entwicklung der Unterelbe in den letzten hundert Jahren dürfte hier am Platze sein. Beim Beginn dieser Zeit hatte man sich mit folgenden Tatsachen abzufinden: Schiffe von mehr als 4 m Tiefgang mußten vor der Blankeneser Barre, d. i. rd. 10 km vor Hamburg, leichtern, um bei Hochwasser in den Hamburger Hafen gelangen zu können; bei Niedrigwasser konnten dort Schiffe von über 2 m Tiefgang nicht mehr durchkommen. Das Befahren der Unterelbe mit Seeschiffen zur Nachtzeit war mangels einer Befahrung völlig unmöglich. In

den Wintermonaten war des Eises wegen eine Schifffahrt auf der Unterelbe undenkbar, da noch bis 1871 fast jedes Jahr Eisstand eintrat. — Nachdem Hamburg im Jahre 1834 mit dem ersten Dampfbagger, dessen Maschinenanlage von England bezogen wurde, die besten Erfahrungen gemacht hatte und dann 1838 einen zweiten Bagger beschaffte, war die Tiefhaltung des Hafens und der Reede gesichert. Aber noch blieb eine große Sorge: die Barre bei Blankenese. Man trug sich damals schon mit dem Gedanken einer Stromregelung, aber man scheute die großen Kosten und glaubte, gestützt auf die guten Erfahrungen mit der Dampfbaggerei, zunächst noch mit Baggerungen auskommen zu können. So bestellte man für diesen Zweck 1845 einen dritten Bagger aus England, der eine Greiftiefe von 5,7 m hatte und 35 m<sup>3</sup>/h leistete; zum Vergleich sei angeführt, daß die heutigen Bagger auf der Unterelbe eine Greiftiefe von 14 m haben und 470 m<sup>3</sup>/h leisten können. Dem dritten, seit 1846 tätigen Bagger folgte eine Reihe weiterer, immer leistungsfähigerer Bagger. Bis zum Jahre 1897 hatte man durch Baggerungen eine durchgehende Tiefe der Unterelbe von 7,9 m bei MHW erzielt. Damit war man aber bis an die Grenze des so Erreichbaren oder doch wirtschaftlich Vertretbaren gelangt. Wenn man weiterkommen wollte, mußte man sich zu einer Regelung des Stromes entschließen. Da man dabei preußisches Gebiet in Anspruch nehmen mußte, war man genötigt, mit Preußen einen Staatsvertrag abzuschließen. Dieser kam 1896 zustande und ermächtigte Hamburg, eine Stromregelung auf der Strecke Hamburg/Altona (km 624<sup>1</sup>) bis unterhalb Finken-

<sup>1</sup>) Die Kilometertellung beginnt beim Eintritt der Elbe auf deutsches Gebiet.

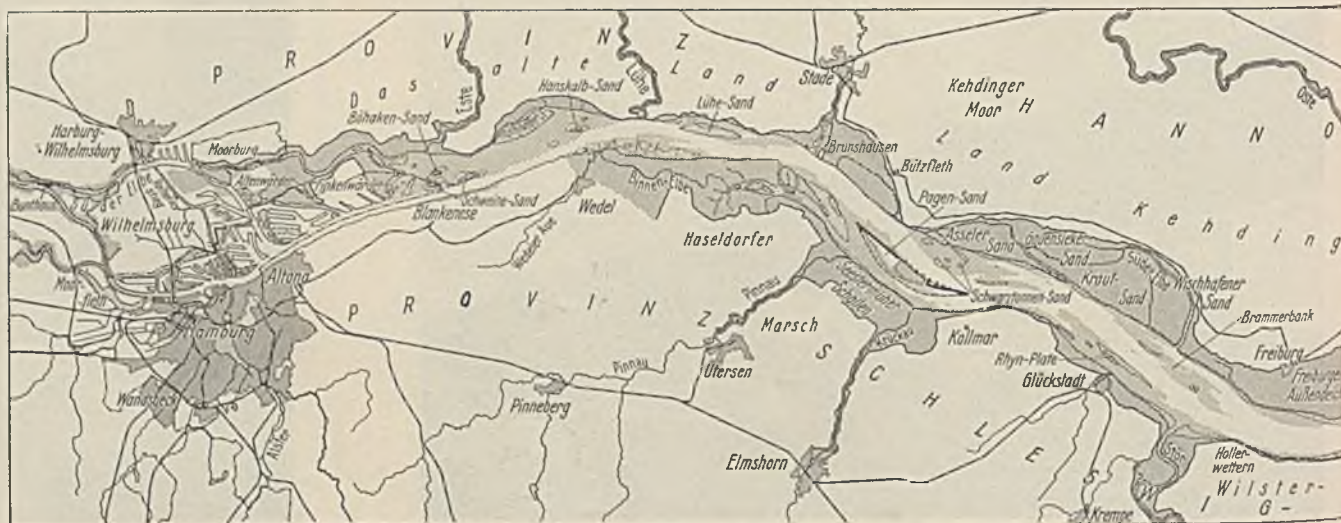


Abb. 1. Die Elbe von See



wärder (km 632,5) durchzuführen (Abb. 1). Das geschah und hatte den erwarteten Erfolg. Aber der zunehmende Tiefgang der Schiffe zwang zu einer weitergehenden Verbesserung. Hamburg plante 1902 eine Stromregelung auf der Strecke von Neumühlen (km 626) bis Brunshausen (km 655) mit dem Ziel einer Wassertiefe von 10 m bei MThw auf 200 m Breite, mußte sich aber in den Jahren 1903 bis 1906 zunächst noch mit Baggerungen behelfen. 1908 kam es dann zu einem weiteren Staatsvertrag, durch den Hamburg u. a. ermächtigt wurde, von Hamburg/Altona bis Brunshausen ein Fahrwasser von zunächst 10 m Tiefe bei MThw herzustellen, und unterhalb Brunshausen die nämliche Tiefe auf 400 m Breite. Dieses Ziel ist bis auf zwei Strecken, bei der Ostebank und bei der Insel Pagensand, im großen und ganzen erreicht gewesen, als 1921 auf Grund der Weimarer Verfassung die Elbe in die Verwaltung des Reiches übergang.

Diese knappe geschichtliche Darstellung der Stromregelungen der Untereibe darf nicht darauf verzichten, die gewaltigen Anstrengungen hervorzuheben, die von Hamburg in fast hundert Jahren gemacht worden sind, um die Schiffbarkeit der Untereibe den Bedürfnissen der Seeschifffahrt anzupassen. Nur ein sehr kleiner Teil der Untereibe durchfließt oder berührt hamburgisches Staatsgebiet; der weitaus größte Teil untersteht preußischer Hoheit. Alle Verbesserungen auf dem Strom kamen nicht allein Hamburg, sondern auch den preußischen Häfen Altona und Harburg zugute. Trotzdem hat Hamburg auf der Untereibe nicht nur die ungeheuren Kosten und das Wagnis der Strombauten, die Kosten der Betonung, der Befahrung und des Lotsenwesens tragen, sondern es hat auch drückende Auflagen auf sich nehmen müssen, um die Zustimmung Preußens zu erhalten. —

Als die Elbe in die Verwaltung des Reiches übergang, hat sich das Reichsverkehrsministerium mit einer Tatkraft der Untereibe angenommen, für die ihm Hamburg Dank und Anerkennung schuldet. Denn wenn heute die letzten Mängel des Fahrwassers beseitigt sind, so ist das nicht nur eine gute Leistung der örtlichen Stellen in Hamburg und Cuxhaven, sondern nicht minder ein Verdienst des Reichsverkehrsministeriums, und zwar nicht nur hinsichtlich der Bewilligung der großen Geldmittel, sondern auch in strombautechnischer Beziehung. —

Ehe die Strombauarbeiten, ihre Planung wie ihre Ausführung, behandelt werden, soll kurz Grundsätzliches über Stromregelungen im Tidegebiet vorausgeschickt werden. Die Meinung, man könne eine solche Regelung mit Bleistift und Rechenschieber unfehlbar festlegen, ist ein Irrtum. Gewiß ist die Kenntnis der theoretischen Abhandlungen über die einschlägigen Aufgaben nicht zu entbehren, wenn man die für den Praktiker erforderliche Einsicht in das Wesen der Bewegung des Wassers gewinnen will, gleichgültig, ob es sich um eine Gesamt- oder um eine Teilregelung handelt. Aber das Entscheidende ist nicht die Theorie, sondern die praktische Erfahrung. Beim Wildbach und beim Gebirgsfluß steht das wohl ohne weiteres außer Zweifel; aber auch beim Mittellauf des Stromes ist es nicht viel anders, wenn man sich nicht wegen der Bedeutung des Abflußwertes oder anderer Werte einer Täuschung darüber hingibt, daß diese Zahlen doch nur Unsicherheitswerte sind, die unseren Mangel an Erkenntnis verdecken. Im Tidegebiet, wo nicht einmal vorübergehend ein Beharrungszustand in der Wasserbewegung entstehen kann, ist der Strombau heute noch bis auf weiteres „mehr eine Kunst, als eine Wissenschaft“. Bei dieser Sachlage können für Teilregelungen — um solche handelt es sich bei der Ostebank und bei Pagensand — alte Stromkarten, aus denen die Entwicklung der Stromstrecke genügend gut abzulesen ist, von unschätzbarem Werte als Hilfsmittel für die Aufstellung eines Regelungsplans werden. Von dieser Tatsache ist bei den Regelungsentwürfen sowohl für die Ostebank wie für Pagensand mit gutem Erfolg Gebrauch

gemacht worden, was die späteren Ausführungen zeigen werden. Nur darf man nicht in den Fehler verfallen, mit der Wiederherstellung eines einmal gewesenen günstigen Zustandes zu glauben, damit ein für allemal die Frage gelöst zu haben. Das ist keineswegs der Fall. Denn der günstige frühere Zustand, der als Vorbild genommen wird, ist nur ein Ausschnitt aus einer Entwicklung, die immer im Gange ist. Wie der Strom auf den künstlich neu geschaffenen Zustand antworten wird, das kann nicht bis zur letzten Wirkung sicher vorhergesagt werden. Es ist deshalb nach Durchführung der Regelung eine dauernde und eingehende Beobachtung des Stromes notwendig, damit etwaigen ungünstigen Folgewirkungen rechtzeitig begegnet werden kann. Bei Entwurf und Durchführung der Planung hat man sich selbstverständlich aller neuzeitlichen Hilfsmittel bedient, die einen tieferen Einblick geben in das Wesen der Wasserbewegung, in Strömungsrichtung und -geschwindigkeit, in die Schwebestoffführung, die Sandbewegung auf der Sohle des Stromes, den Salzgehalt, die Wirkung der Baggerungen u. a. m., all dies in der Abhängigkeit vom Tidevorgang.

### I. Die Stromregelung bei der Ostebank.

1. Örtliche Lage. Die Ostebank beginnt kurz unterhalb der Mündung des Kaiser-Wilhelm-Kanals in die Elbe (km 697) und endet kurz unterhalb der Mündung der Oste in die Elbe (km 707). Die Grenze zwischen Hamburg und Preußen (Altona) liegt bei Stromkilometer 624. Wie aus dem Regelungsplan (Abb. 3) zu erkennen ist, reichen die Strombauwerke ungefähr von km 690,25 bis km 707,5, erfassen also eine Stromstrecke von über 17 km.

2. Die Entstehung der Ostebank ist nicht etwa eine erstmalige Erscheinung der jüngsten Zeit. Neuere Forschungen lassen erkennen, daß Umlagerungen der Sande in der Elbmündung, die im Laufe von Jahrhunderten vor sich gegangen sind, auch von Einfluß gewesen sind auf die Veränderungen im Regelungsgebiete der Ostebank. Hier wie dort handelt es sich um Bildungen von Sanden an der Nordseite des Stromes, die zu einem Teil aus Sand gespelst werden, der von Süden nach Norden verfrachtet wird. Bei der Ostebank stammt dieser Sand z. T. aus dem Stromgebiet oberhalb der Bank, z. T. aus dem Gebiet unterhalb. Unter der Wirkung der beiden Tideströme wandern die so entstehenden Sande nach Süden derart, daß der Südabhang durch die Sandzufuhr auf das Südufer zu vorrückt, während die Nordseite von den Tideströmen mehr und mehr abgenagt wird. Schließlich legt sich der wandernde Sand an das Südufer an.

Das Studium alter Karten ist bei der Erforschung der Bildung von Sanden in diesem Stromabschnitt sehr lehrreich. Erhebungen in der Stromsohle, erkennbar an den Tiefenzahlen, weisen Karten der Jahre 1588, 1778, 1795 und 1818 auf. In einer Karte vom Jahre 1700 ist hier der „Pelgroms Sand“ angegeben, 1721 und 1750 der „Rucken“; dessen Wanderung nach Süden ist aus einer Karte von 1762/67 zu schließen; bis auf eine schmale Rinne hat er sich 1778 dem Südufer genähert. Die oben genannte Erhebung in der Stromsohle vom Jahre 1778 hat sich in der Karte von 1787 zu dem Sand „Knacken Rugg“ entwickelt, der 1812 den Namen „Ostebank“ trägt, dann südlich gewandert und nach der Karte von 1825/27 am Südufer waffest geworden ist. Ähnliche wie die vorstehend geschilderten Vorgänge, die sich auf die Elbe oberhalb der Mündung der Oste beziehen, haben sich unterhalb dieser Mündung zugetragen. Auf einer Karte von 1634 ist nahe dem Südufer ein — nicht benannter — Sand angegeben, der sich dann dort nach der Karte von 1657 fast an das Watt angeschlossen hat. Neu entstanden trägt er 1775 den Namen „Rug“; ein ähnlicher Sand ist hier 1778 angegeben, dessen

Wanderung nach Süden verfolgt werden kann, der sich nach der Karte von 1787 fast ans Watt angeschlossen hat, und nun den Namen „Hochsand“ hat.

3. Die Planung. Die vorstehend kurz angegebenen Erkenntnisse sind neuesten Forschungen zu danken. Bei der Planung der Regelungsarbeiten haben sie noch keine Rolle gespielt. Anfang unseres Jahrhunderts entstanden bei der Ostebank die ersten Schwierigkeiten für die Schifffahrt. Es



bis zur Bunthäuser Spitze.



muß darauf verzichtet werden, die verschiedenen, seit 1909 gemachten Vorschläge für die Regelung des Fahrwassers und ihre Begründungen zu behandeln. Man kann sich mit der Feststellung begnügen, daß die endgültige Planung und ihre Begründung das Ergebnis vieler Arbeiten ist, in denen sich nicht immer einheitliche Meinungen, Auffassungen und Überzeugungen widerspiegeln, wo Brauchbares neben Unbrauchbarem steht und wo Wollen und Können manchmal wenig übereinstimmen.

Als das Reich am 1. April 1921 die Verwaltung der Untereibe übernahm, lag ein hamburgischer Entwurf vom Jahre 1917 vor. In der Begründung des Entwurfs wird im geschichtlichen Teil nur bis zum Jahre 1864 zurückgegangen, wo sich die Stromstrecke in einem Zustande befand, der auch heute allen Ansprüchen genügen würde (s. Abb. 2).

Über die Ursachen, die seitdem zu dem damaligen schlechten Zustande geführt haben, wird zwar gesagt, daß sie nicht ohne weiteres in ihren Einzelheiten angegeben werden können, weil dazu langwierige Untersuchungen bis 1864 zurück angestellt werden müßten, aber es werden doch die folgenden, kurz aufgezählten Ursachen genannt: Wegen zu großer Strombreite schlagen Flut- und Ebbestrom verschiedene Wege ein. Die Bucht oberhalb des Baljer Leuchtturms drängt den Ebbestrom von der linken nach der rechten Seite zum Neufelder Watt; dies und die saugende Wirkung des Klotzenlochs sind die Ursachen für das breite, ungenügend tiefe Nebenfahrwasser. Der Flutstrom an der Südseite wird durch die Abzweigung der Oste geschwächt und von dem aus dem Klotzenloch kommenden Flutstrom gegen das südliche Ufer gedrängt, wo er, zusammen mit Wellenschlag bei westlichen und nördlichen Winden, ständigen Abbruch und zunehmende Krümmung hervorruft. Die weitere Folge bei zunehmender Verbreiterung infolge Abbruchs sind Ablagerungen und die Bildung der Ostebank. Die Bank aber wird nun durch die aus dem Klotzenloch kommende seitliche Flutströmung nach Süden gedrängt; damit wird die tiefe Rinne im Südfahrwasser immer schmaler und flacher. Als Baumaßnahmen werden — einem ersten Vorschlag von 1909 folgend — vorgesehen: Die Schaffung einer schlanken Linienführung des linken Ufers von der Ostemündung aufwärts bis zum Böschrücken durch Vortreiben von sieben Stacken (Buhnen) vor dem Osteriff, durch die Abaggerung der vorspringenden sog. Baljer Ecke und durch Vortreiben von elf Stacken in der Bucht oberhalb der Baljer Ecke bis zum Böschrücken; ferner das Vorschieben des rechten Ufers am Neufelder Watt durch den Bau von sieben Stacken zwischen der Mündung des Klotzenlochs und Brunsbüttel; schließlich Abaggerung des Südabhangs der Ostebank bei gleichzeitiger Vertiefung des Hauptfahrwassers. Damit hoffte man das Ziel der Regelung, ein Fahrwasser von 10 m Tiefe bei MTnw in einer Mindestbreite von 400 m, zu erreichen.

Diesem Plan glaubte das Reichsverkehrsministerium nicht ohne weiteres zustimmen zu können, weil ihm die Verhältnisse noch nicht genügend geklärt schienen, besonders aber deshalb, weil das Nordfahrwasser seit 1917 Fortschritte gemacht hatte und somit die Frage offen war, ob das Nord- oder das Südfahrwasser auszubauen ist. Deshalb sollten, um hierüber Gewißheit zu erlangen, zunächst die im Gange befindlichen hydrometrischen Arbeiten zu Ende geführt werden. Es

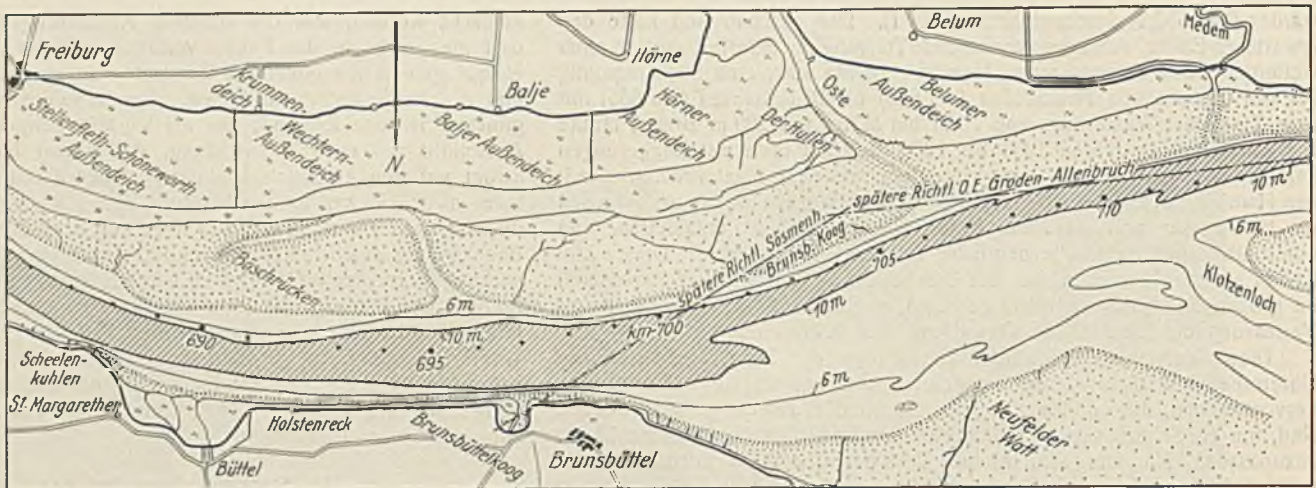


Abb. 2. Stromzustand im Jahre 1864.

wurde auch bezweifelt, ob es richtig ist, beide Ufer durch Stacke auszubauen, wie es der Entwurf vorsah. Das könnte nach Meinung des Ministeriums nur vertreten werden, wenn der Strom von beiden Seiten soweit eingeschränkt wird, daß die Ostebank verschwindet und die erstrebte Tiefe von 10 m bei (MTnw) über die ganze Breite zwischen den beiderseitigen Stackköpfen reicht, was aber an den Kosten scheitern muß. Beschränkt man sich unter diesen Umständen nicht auf den Ausbau nur des einen Ufers, dann läuft man Gefahr, an beiden Seiten des Stromes nicht ausreichende Tiefen zu erhalten. Aus diesen Gründen wurden vorerst nur einleitende, der endgültigen Entscheidung nicht voregreifende Arbeiten begonnen. Zunächst sollte durch ein Uferschutzwerk auf dem Osteriff dieses Watt, das in fortschreitendem Abbruch lag, gesichert werden. Das Schutzwerk besteht aus einem 4160 m langen Buschdamm auf dem Watt, davon 2550 m längs der Elbe und 1610 m längs der Ostemündung. Von dem Damm an der Elbe wurden 8 Stacke (Buhnen) von je 200 m Länge auf dem Watt in das Fahrwasser vorgetrieben. Die Arbeiten wurden 1922 begonnen, schritten aber des Währungsverfalls wegen nur sehr langsam vorwärts und wurden erst 1925 beendet. Im Jahre 1926 wurde außer anderen nach der Festlegung des endgültigen Gesamtregelungsplans nicht mehr in Betracht kommenden Arbeiten der Ausbau des Buhnsystems in der Bucht oberhalb der Baljer Ecke, und zwar der Stacke 3, 7, 11, 15 und 19 begonnen.

Mittlerweile waren die hydrometrischen Arbeiten abgeschlossen worden<sup>2)</sup>. Sie hatten, kurz zusammengefaßt, folgende Ergebnisse: Ein ausgesprochenes Nebenfahrwasser an der Nordseite der Ostebank, eine Stromspaltung ist nicht vorhanden; die 6-m-Tiefe geht dort nicht mehr durch. Eine ausgesprochene Trennung in eine Flut- und eine Ebberinne besteht nicht. Die Natur begünstigt kein anderes vor dem Haupt- (Süd-) Fahrwasser. Die Stromregelung wird die Streckung des Hauptfahrwassers zum Ziel haben müssen und die Einschränkung seiner Breite zur Erzielung einer Tiefe von 10 m bei MTnw. Dazu sind vom Südufer aus Stacke vorzutreiben, und der Südabhang der Ostebank ist entsprechend abzubaggern. Der Ausbau des Nordufers ist vorerst nicht erforderlich; vielleicht wird man später gut daran tun, dieses Ufer festzulegen, wenn die Tiefen an der Nordseite soweit abgenommen haben, daß der Bau von Stacken nicht mehr kostspielig und die Bildung einer Ebberinne nicht mehr zu befürchten ist.

<sup>2)</sup> Bautechn. 1931, Heft 32, S. 476 ff.

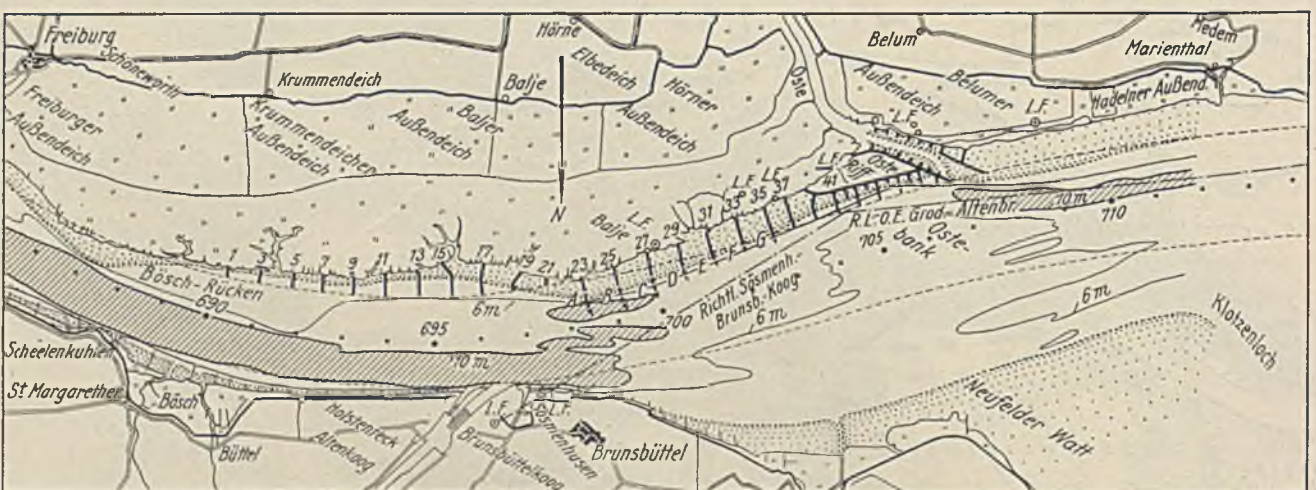


Abb. 3. Stromzustand im Jahre 1921 mit Regelungsplan.



Nun konnte man den endgültigen Regelungsplan feststellen (Abb. 3), der grundsätzlich folgendes vorsah: Allmähliches Vorschieben des südlichen Ufers durch den Bau von Stacken am Osteriff. Diesem Vorschieben entsprechende Abaggerung der Ostebank, wobei aber auf die Einschränkung der übermäßigen Breite des dem Inhalt nach richtig bemessenen Querschnitts Bedacht zu nehmen ist. Ablachung der scharfen Krümmung vor dem Osteriff aus nautischen, seezelchentechnischen und strombautechnischen Gründen. Schlanke Linienführung des linken Ufers von der Ostemündung bis zum Böschrücken durch Vorschieben des Ufers in der Bucht oberhalb der Baljer Ecke mittels Stacken. Die erforderliche Besettigung der vorspringenden Baljer Ecke, die sich im Abbruch befindet, soll der Natur überlassen werden, aber der Bau von Stacken (Nr. 21 bis 31) soll verhindern, daß der Abbruch über das gewünschte Maß, d. h. über die Regelungslinie hinausgeht. Am rechten Ufer vorerst keine Stacke. Als neue Maßnahme kam die Verlegung der Ostemündung durch Baggerungen und ihre Festlegung durch den Bau von Stacken an beiden Ufern und eines Führungsdammes am linken Ufer dieses Nebenflusses hinzu, um die Wasserbewegung der Elbe an der Mündungsstelle der Oste entgegen dem bisherigen Zustande tunlich wenig zu stören; zu diesem Zweck wird die Oste, die bisher nahezu rechtwinklig in die Elbe mündete, spitzwinklig

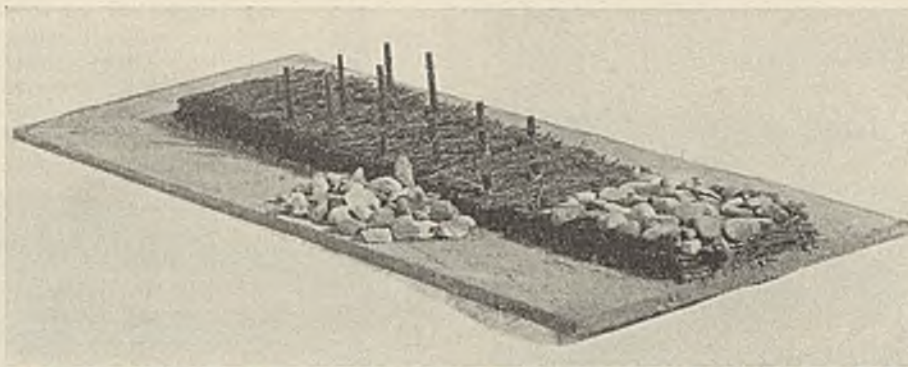


Abb. 4. Modell des Bauvorgangs bei einem Buschstack oder -damm auf dem Watt. (Befestigung mittels Stackpfählen.)

von da ab mit ihrer Oberkante geradlinig schräge nach der Stromsohle bis zu ihrem wasserseitigen Ende abfallen (s. Abb. 11). Der Zweck dieser Uferrippen sollte die Abweisung des Flutstroms vom Südufer nach Norden zu sein, um so dem Ebbe- und dem Flutstrom auch in der Übergangsstrecke ein gemeinsames Bett aufzuzwingen. Es wird hier schon vorweggenommen, daß diese Absicht vollkommen gelungen ist.

4. Einzelheiten der Bauwerke und der Ausführung. Die auf Abb. 2 gekennzeichneten Werke bestehen aus (alles in runden Zahlen):

- a) 4160 lfd. m Stromdamm auf dem Osteriff aus Buschlagen, davon 2550 m längs der Elbe und 1610 m längs der Ostemündung,
- b) 9230 lfd. m Buschstacken und -dämmen auf den Watten, davon 1900 m am linken, 500 m am rechten Osteufer und 6830 m am linken Elbeufer zwischen Ostemündung und Böschrücken,
- c) 820 lfd. m Trennungsdamm zwischen Elbe und Oste von der Wattkante bis ins tiefe Fahrwasser,
- d) 5790 lfd. m Stacken von der Wattkante bis ins tiefe Fahrwasser, davon 200 m am rechten Osteufer und 5590 m am linken Elbeufer von der Ostemündung bis zum Böschrücken,
- e) 2160 lfd. m Uferrippen vor der Baljer Ecke von der Wattkante bis ins tiefe Fahrwasser.

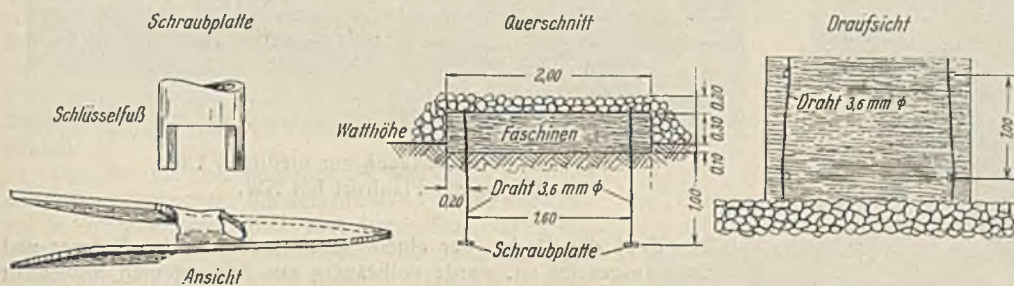


Abb. 5. Buschstack auf dem Watt. (Befestigung mittels Schraubplatten.)

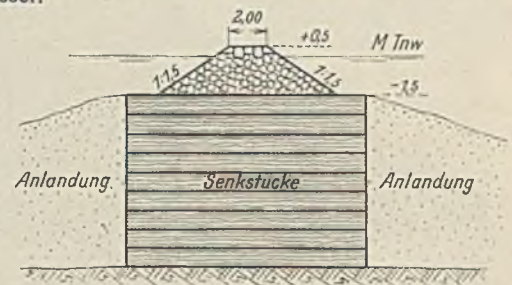


Abb. 8. Querschnitt durch ein Stack. Endgültige Ausführung.

in die Elbe eingeführt. Die Kosten der Durchführung des endgültigen Entwurfs einschließlich jener für die vorbereitenden Arbeiten am Bühnensystem vor dem Böschrücken, an denen bereits zwei Jahre lang gearbeitet worden war, aber ohne die Uferschutzwerke zur Sicherung der Osteriffs, die in den Jahren der Geldentwertung hergestellt wurden, sind zu 21,6 Mill. RM veranschlagt worden. Als Bauzeit — ohne die vorbereitenden Arbeiten — wurden 6 bis 8 Jahre in Aussicht genommen.

Dieser endgültige Entwurf erfuhr später noch eine Ergänzung. Die Entwicklung der Tiefen ging vor dem Osteriff wunschgemäß vonstatten. Aber in der Übergangsstrecke des Fahrwassers vom rechten Ufer bei

Die Bauwerke auf dem Watt (Dämme und Stacke) sind in einfachster Weise aus Buschlagen und Steinschüttung hergestellt und durch Stackpfähle an dem Boden festgehalten. In dem strengen Winter 1928/29 wurden an einigen Stellen die Pfähle von dem mit den Werken zu einer Masse zusammengefahren und beim Einsetzen höherer Wasserstände auftreibenden Eise ein Stück aus dem Boden gezogen und aus ihrer Stellung verdrückt. Deshalb wurden später an Stelle der Stackpfähle Schraubplatten verwendet, die mittels eines Hohlsschlüssels, durch den der an dem Teller befestigte Draht hochgeführt wird, eingeschraubt werden (s. Abb. 5). Die Einzelheiten sind den Abb. 4 u. 5 zu entnehmen.

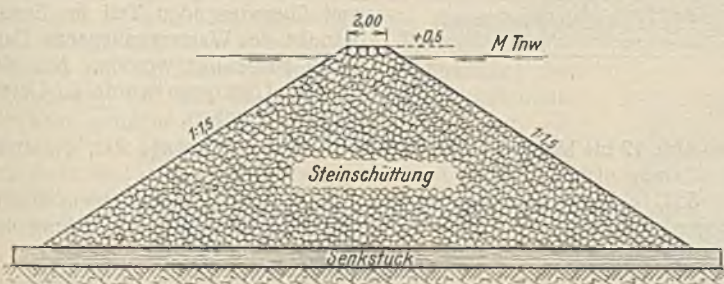


Abb. 6. Querschnitt durch ein Stack. Frühere Ausführung.

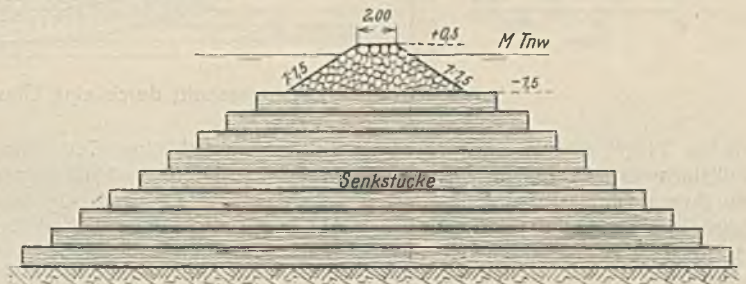


Abb. 7. Querschnitt durch ein Stack. Geplante Ausführung.

runsbüttelkoog nach dem linken Ufer vor dem Osteriff stellten sich bald Schwierigkeiten heraus, die erkennen ließen, daß an dieser Stelle die beiden Tidedröme, die von Natur aus — Erddrehung — in ihrer Strömungsrichtung gesehen sich an ihr rechtes Ufer anlehnen, aneinander vorbeiliefen. Da sich Einbauten am rechten Elbeufer zur Führung des Ebbestroms mit Rücksicht auf die Reede vor der Mündung des Kaiser-Wilhelm-Kanals bei Brunsbüttelkoog verboten, wurden auf Vorschlag des Reichsverkehrsministeriums am Südufer an die Stackenden bei der Übergangsstrecke (Stacke Nr. 23 bis 35) sog. Uferrippen angeschlossen (in Abb. 2 in gestrichelten Linien dargestellt), die in der Höhe der Stackenden beginnen und

Die Stacke und der Trennungsdamm Elbe-Oste, die an der Wattkante, d. h. auf MTnw ansetzen und ihr wasserseitiges Ende im tiefen Fahrwasser haben, sind in sparsamerer Weise als sonst hergestellt worden. In früherer Zeit pflegte man solche Werke nach Abb. 6 auszubilden, d. h. man schüttete Steine in natürlicher Böschung auf eine Sohlenabdeckung aus Sinkstücken und sicherte den oberen, dem See- und Eisgang ausgesetzten Teil mit schweren Felsen. Wegen des hohen Kostenunterschiedes zwischen Steinschüttung und Sinkstückbau, und da mit einer starken Versandung gerechnet werden konnte, sollte der Querschnitt dieser Werke nach Abb. 7 ausgebildet werden, d. h. die Steinschüttung,



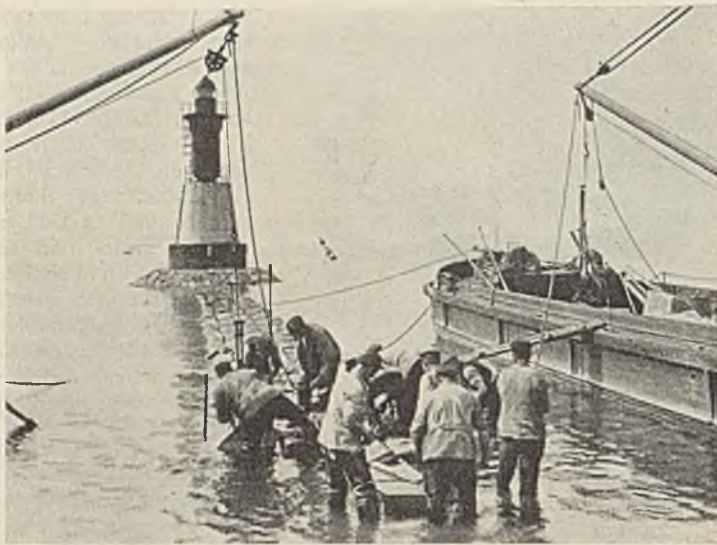


Abb. 9. Abpflasterung des Trennungsdammes bei NW. Auf dem Kopf des Dammes die Leuchtbake „Oste“.



Abb. 12. Senkstückbank an hohem Ufer bei NW. Dahinter aufgeständerte Baubuden.

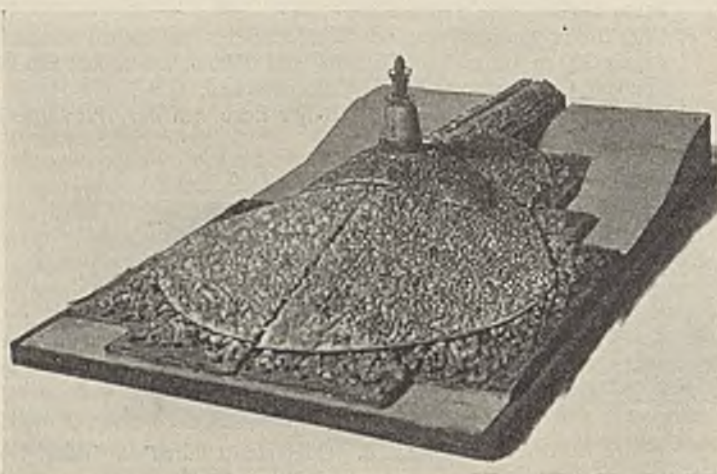


Abb. 10. Zerlegbares Modell eines Stackkopfes mit Leuchtbake („Osteriff“).

Unten Senkstücklagen, darauf Steinschüttung des Kopfes. Hinten das Stack. Höhe von Mitte des Feuers bis Unterkante Senkstücklage rd. 25 m.

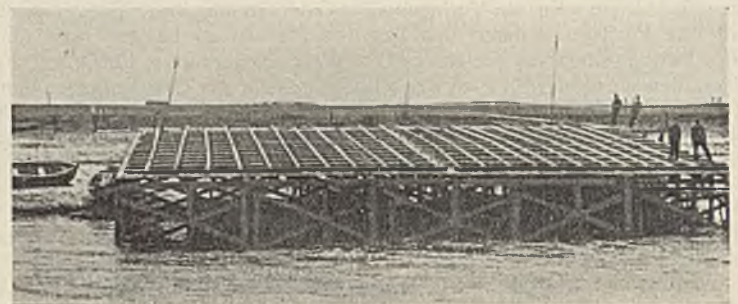


Abb. 13. Senkstückbank am niedrigen Ufer auf hohem Pfahlrost bei NW.

Der Kopf der Stacke, der einem scharfen Angriff des Stromes und des Eises ausgesetzt ist, wurde vollständig aus Schüttsteinen hergestellt (Abb. 10). Es hat sich dann gezeigt, daß die natürliche Verlandung fast bis ganz an die Stackköpfe heranging.

Die Uferrippen vor der Baljer Ecke sind an die Enden der vorhandenen, auf dem Watt liegenden Stacke (Nr. 23 bis 35) durch Buschstacke, die bis zur Wattkante reichen, angeschlossen worden. Von da an beginnen die eigentlichen Uferrippen, deren Ausbildung durch Abb. 11 dargestellt ist und keiner näheren Erklärung bedarf.

Der planmäßige Bedarf an den Hauptbaustoffen betrug rd. 569 400 m<sup>3</sup> Faschinen und rd. 241 300 m<sup>3</sup> Schüttsteine. — Die Bauarbeiten sind zum weit überwiegenden Teil im Eigenbetriebe des Wasserstraßenamts Cuxhaven ausgeführt worden. Nur der Bau der Uferrippen wurde an Unternehmer vergeben.

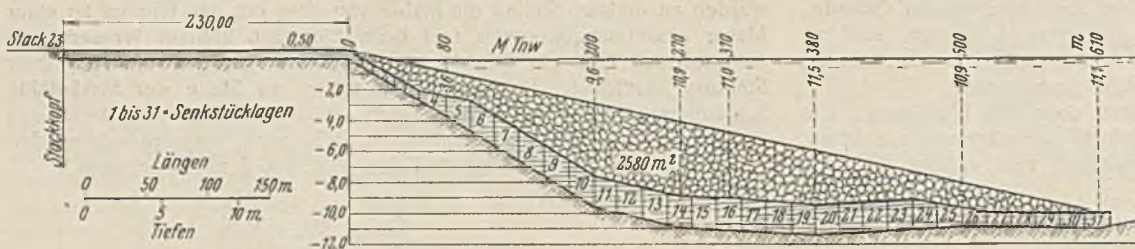


Abb. 11. Längsschnitt durch eine Uferrippe.

die zu 24 RM/m<sup>3</sup> veranschlagt war, sollte zum erheblichen Teil durch Sinkstücke ersetzt werden, die nur 12,50 RM/m<sup>3</sup> kosteten. Dadurch konnte ein Betrag von fast 2 1/2 Mill. RM gespart werden. Als man an die Ausführung der Arbeiten ging und zunächst einmal das Innere Drittel der in 10 m Wassertiefe 33,5 m breiten Sohlenabdeckung vorstreckte, zeigte sich sofort eine völlige Verlandung zwischen den Senkstücklagen der einzelnen Stacke, so daß die Verlegung der beiden äußeren Drittel der Sohlenabdeckung nicht nötig, ja teilweise gar nicht möglich wurde. Das führte dann dazu, versuchsweise von Lage zu Lage nur das innere Drittel der Senkstücklagen zu bauen, im übrigen aber der Natur die Ausfüllung des Raumes zwischen den einzelnen Stacken mit Sand zu überlassen, was dann auch in ganzer Höhe gelang, so wie es Abb. 8 darstellt. Der oberste, dem See- und Eisgang ausgesetzte Teil von 1,50 m unter bis 0,50 m über MTnw wurde mit Steinen beschüttet. Die Oberfläche der Schüttung wurde mit roh behauenen Quadern im Verbände besetzt (Abb. 9).

Abb. 12 bis 18 stellen Baueinrichtungen und -vorgänge dar, die einer Schilderung nicht bedürfen.

5. Die Baggerungen wurden zum geringen Teil mit einem Eimerbagger ausgeführt, und zwar nur die zur Verlegung der Mündung der



Abb. 14. Herstellung eines kleinen Senkstücks. Vor der Bank Fahrzeug mit Faschinen.



Oste, im ganzen planmäßig 983 000 m<sup>3</sup>. Die Baggerungen im Fahrwasser der Elbe, planmäßig 18 Mill. m<sup>3</sup>, mußten mit Saugbaggern ausgeführt werden, weil es untunlich war, in dem engen und stark gekrümmten Fahrwasser Elmerbagger anzusetzen, die für sich selbst wie für ihren Schleppbetrieb mehr Platz in Anspruch nehmen als Saugbagger, und weil diese noch bei unruhiger Witterung arbeiten können, wenn die Elmerbagger längst schon ausscheiden müssen. Außer den beiden eigenen Saugbaggern des für die Arbeiten zuständigen Wasserstraßenamts Cuxhaven waren drei Bagger der Wasserstraßendirektion Bremen und einer des Reichskanalamts leihweise für diese Arbeiten überlassen worden; zeitweise waren bis zu fünf Hopperbagger einer privaten Baggerfirma mit eingesetzt. Gleichzeitig waren bis zu elf Saugbagger im Hauptfahrwasser tätig. Der gebaggerte Boden ist zum größten Teil an der Nordseite der Regelungsstrecke vor dem Neufelder Watt verklappt worden, ein ansehnlicher Teil an der Südseite unterhalb des Böschrückens und ein ganz geringer Teil zwischen den Stacken am Osteriff.

6. Sonstige Arbeiten. Die Durchführung dieser großen Regelungsbauten, die sich über ein Jahrzehnt ausdehnten, gab Gelegenheit, eine Reihe von hydro-metrischen Arbeiten auszuführen, die weitere hydrologische Erkenntnisse vermittelten. Auf die Veröffentlichung der eingehenden Messungen der Strömungsrichtungen und -geschwindigkeiten in der Regelungsstrecke ist bereits in der Fußnote<sup>1)</sup> hingewiesen worden. Auch eine Wassermengenmessung der Oste ist durchgeführt und veröffentlicht worden<sup>2)</sup>. Außerdem sind Messungen des wechselnden Salzgehalts und der Schwimmsstoffmengen, Beobachtungen der Wasserbewegung in Bühnenfeldern u. a. m. vorgenommen worden. Eine wichtige Rolle spielten naturgemäß außer den laufenden Peilarbeiten solche zu besonderen Zwecken für die Beurteilung der Baggerungen und der Wirkung der Stackbauten.

Der Bau von vorübergehenden und von dauernden Leuchtfeuern, darunter die Leuchtbaken Osteriff und Oste auf je einem eisernen bzw. Eisenbeton-Senkkasten, die unmittelbar und ohne besondere Gründung auf die Stackköpfe aufgesetzt wurden (Abb. 9), stellten beachtenswerte Aufgaben<sup>3)</sup>.

7. Der Erfolg der Arbeiten und Ausblick. Die Lagepläne der Abb. 2 u. 19 zeigen den Zustand der Regelungsstrecke im Jahre 1925 vor Beginn und im Jahre 1936 nach fast fertiger Durchführung der Planung. Der Vergleich zeigt den Erfolg der Arbeiten. Es fehlen außer wenigen, nicht entscheidenden restlichen Bauarbeiten nur noch die letzten Baggerungen, damit das gesteckte Ziel im ganzen Umfang erreicht ist.

Nach wie vor wird Sand aus dem oberhalb gelegenen Stromgebiet mit dem Ebbestrom verfrachtet, und ebenso wird auch fernerhin Sand aus dem Mündungsgebiet mit der Flut nach oben getragen werden. Es ist naturgemäß nicht mit Sicherheit vorauszusagen, wie die geregelte Stromstrecke sich dazu verhalten wird. Es darf erwartet werden, daß die Stromstrecke nach der Streckung des Fahrwassers und der Umgestaltung ihres Querschnitts nunmehr genügend räumende Kraft erhalten hat, um ebenso wie in den anschließenden Strecken ober- und unterhalb im Hauptfahrwasser einen Zustand aufrecht zu erhalten, der nur zu gelegentlichen Unterhaltungs-baggerungen im geringen Umfang Veranlassung gibt.

## II. Die Stromregelung bei Pagensand.

1. Örtliche Lage. Die Teilregelung der Unterelbe bei der Insel Pagensand erstreckt sich auf die etwa 9 km lange Elbstrecke von Bützfieth (km 658) bis Kamperreihe (km 677). Es lag nahe, die Regelung stromaufwärts bis Brunshausen auszudehnen, um hier den Anschluß an die bereits in den Jahren 1910 bis 1914 bis zur Seevemündung oberhalb Hamburgs ausgebaute Stromstrecke zu gewinnen (Abb. 1). Dies war jedoch weder aus Gründen einer Fahrwasserverbesserung noch zur Erreichung des Ausbauzieles der Pagensander Teilregelung erforderlich. Die Ausbaustrecke liegt noch oberhalb der Brackwasserzone, die bei



Abb. 15. Zu Wasser gelassenes Senkstück.  
Links hinten anschließend die Bank. Rechts das Heck des Schleppdampfers, an den die Schleppseile übergeben werden.



Abb. 16. Das Senkstück auf dem Wege zur Versenkstelle.  
Vorán zwei Schleppdampfer. An beiden Seiten Schuten mit Schüttsteinen zum Versenken sowie Arbeitsboote.



Abb. 17. Senkstück an der Senkstelle, festgehalten in seiner Lage durch sechs Tauen an ausgebrachten Ankern (nicht zu sehen), davon je zwei nach oberstrom und unterstrom, je einer nach dem Lande und dem Wasser zu.  
Das Beschweren des Stückes mit Schüttsteinen beginnt. Zunächst ist es noch an jeder der beiden Schuten mit Tauen aufgehängt.



Abb. 18. Das mit Steinen beschwerte Senkstück sinkt bei Stauwasser nach Lösen der Aufhängetaue.

Man sieht nur noch die beiden Fluchtspielen, mit denen das Stück in die Stackachse eingefluchtet wurde.

normalen Verhältnissen etwa bis Glückstadt reicht. Ein Einfluß des Salzgehaltes, der für die Strömungsverhältnisse in der Brackwasserzone wegen seiner dort ständig wechselnden und im Stromquerschnitt verschiedenen Größe von besonderer Bedeutung ist, kommt für das Regelungsgebiet nicht in Betracht.

2. Die Stromverhältnisse vor der Regelung. Das Stromgebiet bei der Insel Pagensand ist in der Vergangenheit überaus großen Ver-

<sup>3)</sup> Ztrbl. d. Bauv. 1931, Nr. 39, S. 554 ff.

<sup>4)</sup> Bautechn. 1932, Heft 14, S. 179 ff.







daß er nach Stauung des Flutwassers zum großen Teile quer über die Sande hinweg geschah, wobei die durch häufige und heftige westliche Winde verstärkten Querströmungen die während der Stauwasserzeiten abgelagerten Sinkstoffe in das Hauptfahrwasser hineinschoben und dadurch das ständige Vorrücken des Schwarztonnensandes nach Norden verursachten. Dafür sprachen auch die von der Nebenrinne flach ansteigende und nach dem Hauptfahrwasser steil abfallende Form des Schwarztonnensandes und die Beschaffenheit des dort geförderten Baggergutes, das aus ganz feinem, schlickhaltigem Sand besteht. Bestätigt wurde die Annahme schließlich durch Strömungsmessungen, die eine deutliche Ablenkung der Strömungsrichtung in der Nebenrinne während der 2. Hälfte der Flut und der 1. Hälfte der Ebbe nach dem Hauptfahrwasser zu ergaben. In ganz ähnlicher Weise wurde auch das Vorschleiben des oberen Ausläufers von Pagensand, des sogenannten „Hungrigen Wolfes“, nach Süden durch einen quer über den Sand stattfindenden Wasserausgleich von der Nebeneibe nach dem Hauptfahrwasser zu verursacht.

Der geschilderte Stromzustand bei Pagensand ließ klar erkennen, daß bei dem zu erwartenden weiteren Vorrücken der Schwarztonnensande und des „Hungrigen Wolfes“ und der dadurch entstehenden weiteren Verschärfung der Krümmung des Hauptfahrwassers damit gerechnet werden mußte, daß ähnlich wie um die Mitte des vorigen Jahrhunderts südlich des Hauptfahrwassers durch die Schwarztonnensande tiefe Nebenrinnen brechen und das nördliche Nebenfahrwasser mehr und mehr an Wasserführung gewinnt. Man stand vor der Gefahr, daß das Hauptfahrwasser durch Vertiefung der Stromspaltung sich mehr und mehr verflacht und drei Fahrwasser entstehen, von denen keines den Anforderungen des Verkehrs tiefgehender Seeschiffe genügt. Die navigatorischen Schwierigkeiten in dem vorhandenen engen, fast rechtwinklig verlaufenden Fahrwasser waren bereits derart groß, daß entgegenkommende Schiffe ihre gegenseitige Stellung nur schwer rechtzeitig ausmachen konnten. Noch kurz vor Beginn der Regelungsarbeiten war im September 1928 der etwa 5200 Br. Reg.-T. große Dampfer „Claus Rickmers“ durch einen Zusammenstoß mit dem italienischen Dampfer „Clara Camus“ zum Sinken gebracht und glücklicherweise noch am Südrande des Fahrwassers auf Grund gesetzt worden. Durch ein Sinken quer im Fahrwasser würde u. U. zeitweise eine völlige Sperrung für die tiefgehende Schifffahrt eingetreten sein.

Zur Behebung der zunehmenden Fahrwasserschwierigkeiten waren bereits seit 1900 in steigendem Maße Baggerungen auf der ganzen Regelungsstrecke vorgenommen worden. Sie hatten bis 1926 eine Gesamtmenge von nahezu 10 Mill. m<sup>3</sup> erreicht und mußten in den letzten Jahren vor der Regelung auf über 1 Mill. m<sup>3</sup> jährlich gesteigert werden. Diese Baggerungen mögen das Fortschreiten der Verwilderung der Stromstrecke etwas verzögert haben, zu einer anhaltenden Besserung konnten sie nicht führen, weil durch sie nicht die immer stärker wirkenden Ursachen beseitigt wurden. Vielfach wirkten die Baggerungen, besonders gegenüber dem oberen Ende von Pagensand, wo sie zu ihrer Beschränkung nicht in der Richtlinie, sondern diese in nordsüdlicher Richtung kreuzend im Verlauf der größten Tiefen vorgenommen wurden, sogar nachteilig, weil sie die Krümmung verstärkten. Der Zeitpunkt war vorauszusehen, wo mit Baggerungen allein, die an sich ein unentbehrliches Hilfsmittel bei Stromregelungen im Tidegebiet, aber kein Ersatz für diese sind, die Aufrechterhaltung eines brauchbaren Fahrwassers unmöglich wurde. Andererseits mußten die Kosten der Regelung wachsen, je länger sie hinausgeschoben wurde, weil die Tiefen im Verlauf der zu bauenden Regelungswerke ständig zunahmen.

Bald nach der Übernahme der Wasserstraßen durch das Reich wurden zunächst einige Maßnahmen ergriffen, die einem weiteren Fortschreiten der ungünstigen Entwicklung Einhalt gebieten und als Grundstock für eine weitere umfassende Regelung dienen sollten. Sie bestanden in dem Bau einer Grundschwelle am unteren Ende der Insel Pagensand, um die in das Nebenfahrwasser vorstoßende über 10 m tiefe Rinne bis zur Tiefe von 6 m unter MTnw abzudämmen, ferner in dem Bau eines 1700 m langen Leitwerkes am oberen Ende der Insel, das das weitere Vordringen des „Hungrigen Wolfes“ verhindern sollte. Diese Bauwerke, deren Herstellung 1922 begonnen wurde und zunächst in der Inflationzeit wenig gefördert werden konnte, wurden 1926 beendet.

3. Die Planung. Wie schon eingangs erwähnt, traten ungünstige Fahrwasserverhältnisse bei Pagensand immer im Zusammenhang mit der Zunahme der Krümmung auf. Es war deshalb Hauptaufgabe der Regelung, dem Fahrwasser die für den Beharrungszustand günstigste Krümmung zu geben und ihren Bestand durch eine feste, unnachgiebige und in der Länge ausreichende Führung, vor allem an seiner hohlen Seite, zu sichern. Die zu wählende günstigste Krümmung, d. h. die Abflachung der bestehenden, hatte damit folgende Bedingungen zu erfüllen. Sie mußte dem Flut- und Ebbestrom einen ungehinderten Eintritt gestatten, damit sich deren Wassermengen in möglichst großem Umfang dem gemeinsamen Hauptfahrwasserbett zuwenden und die Wasserführung der südlichen Nebenströmungen tunlich unterbunden wird. Sie mußte weiter in ihrem ganzen Verlauf eine möglichst glatte Wasserbewegung ermöglichen, damit die Stromkraft tunlich wenig durch Wirbelbildungen und Querströmungen geschwächt wird und

ihr Räumungsvermögen voll für die Bildung und Erhaltung eines ausreichend breiten und tiefen Fahrwassers zur Wirkung kommt. Wie groß hiernach die Krümmung der Fahrrinne innerhalb des um ein Vielfaches breiteren Strombettes zu bemessen war, ließ sich theoretisch nicht ermitteln, da das Zusammenwirken der sie beeinflussenden Größen, wie der Krümmungshalbmesser, die Länge der Krümmung, die Breite des Wasserspiegels und die Kraft der Gezeitenströmung sich rechnerisch kaum feststellen läßt. Es war deshalb das Gegebene, sich an das von dem Tidestrom selbst Geschaffene zu halten, d. h. eine gute Krümmung des unregelmäßig gestromten Stromes als Maßstab zu wählen. Als ein solcher konnten die guten Krümmungsverhältnisse Ende des vorigen Jahrhunderts, etwa um das Jahr 1890, dienen. Es wurde dementsprechend ein Krümmungshalbmesser von 5000 m — der vorhandene betrug nur 1500 m — für den Fahrstrich gewählt. Dabei ist außer der Streichlinie an der Hohlseite auf die Festlegung von Ausbaulinien, etwa in Fortsetzung der im Kohlbrandvertrag von 1908 bis Brunshausen festgesetzten, verzichtet worden, weil mit Rücksicht auf die Kosten von einem Ausbau des südlichen Ufers der Regelungsstrecke abzusehen und zunächst abzuwarten war, ob nicht der Ausbau der Hohlseite allein genügt, um die als Regelungsziel in Aussicht genommene Bildung und Erhaltung eines durchschnittlich 400 m breiten und 10 m unter MTnw tiefen Fahrwassers für die tiefgehende Schifffahrt und eines 700 m breiten Fahrwassers zwischen den auf 7 m Wassertiefe verlaufenden Tonnenstrichen zu erreichen.

Bei der Wahl der Ausbaulänge der Hohlseite war neben der Forderung einer ausreichenden Stromführung die Rücksicht auf das nördliche Nebenfahrwasser bestimmend. Für die Belange des Hauptfahrwassers wäre dessen völlige Abdämmung das Günstigste gewesen, weil eine Stromspaltung mit ihrer plötzlichen Querschnittserweiterung immer die Wasserführung nachteilig beeinflusst. Jedoch ließ der nicht unbedeutende Schiffsverkehr auf der in das Nebenfahrwasser einmündenden Krückau und Pinnau sowie die Aufgabe der Nebeneibe als Vorfluter für die Entwässerung der angrenzenden Marschländerereien eine solche Lösung nicht zu. Immerhin war eine Einschränkung der für die genannten Zwecke übermäßig großen Querschnitte der Nebeneibe zugunsten des Hauptfahrwassers ohne weiteres zu vertreten. Eine Einengung der Einströmungsbreite des Flutstromes um rd. 300 m auf das bei den guten Fahrwasserverhältnissen um 1890 vorhandene Maß von etwa 800 m konnte unbedenklich vorgenommen und damit der untere Endpunkt des Ausbaues soweit elbawärts verlegt werden, daß eine Stromführung unterhalb Pagensand, etwa in der Länge des früheren Kollmar Sandes, wieder geschaffen wurde. Aus gleichen Erwägungen wurde der obere Endpunkt des Ausbaues soweit elbauwärts gelegt, daß die frühere durch die Umströmung des Pagensandes verlorengegangene Stromführung durch den „Hungrigen Wolf“ wiederhergestellt wurde. Gleichzeitig wurde dadurch erreicht, daß die obere Verbindung der Nebeneibe, das sogenannte Steinloch, in tunlich spitzem Winkel in die Haupteibe einmündet und damit das Hauptfahrwasser nicht zu frühzeitig nach dem südlichen Ufer abgedrängt wird. Erfahrungsgemäß neigt die Fahrrinne in einer übermäßig langen geraden Stromstrecke, wie sie zwischen den beiden Krümmungen zwischen Brunshausen und Pagensand vorhanden ist, zu häufigem, das Vorwärtsdringen der Flutwelle hemmendem Pendeln. Auch aus diesem Grunde war die Schaffung eines tunlich flachen Überganges nach der Hohlseite am Südufer bei Brunshausen geboten. Mit der durch die Ausbauten entstehenden beiderseitigen Verlängerung der Insel Pagensand und der durchschnittlich 300 m betragenden Einengung des Querschnittes der Nebeneibe wurden große Flächen gewonnen, die durch sturmflutfreie Aufhöhung in wünschenswerter Weise auf Jahre hinaus die Möglichkeit bieten, die bei Unterhaltungsbaggerungen und den im Zusammenhang mit den Regelungsarbeiten vorzunehmenden Baggerungen anfallenden Bodenmengen unterzubringen.

Bei der Wahl der Regelungsbauwerke war der Gesichtspunkt maßgebend, daß die Abflachung der Krümmung nur allmählich und Hand in Hand mit einer Abbaggerung des Schwarztonnensandes vorgenommen werden durfte, um eine Störung der Schifffahrt zu vermeiden und nachteilige Aufstauungen zu verhindern, die u. U. eine unerwünschte weitere Vertiefung der südlichen Nebenrinnen hätten herbeiführen können. Es kam deshalb in der Hauptsache der Bau von Stacken (Buhnen) in Betracht, die von der Insel und unterhalb von einem an die Insel angeschlossenen Wurzelstamm aus tunlich gleichzeitig und in treppenförmigem Vorbau vorgeschoben werden konnten, wodurch eine allmähliche Streckung des Fahrwassers erzielt werden konnte. Die Linienführung des Wurzelstammes wurde unter Einschluß der 1934 erbauten Grundschwelle im Verlaufe der geringsten Wassertiefen gewählt, um die Kosten möglichst niedrig zu halten. Am unteren Ende wurde der Wurzelstamm in der Streichlinie am Hauptfahrwasser auf etwa 800 m Länge bis zum Tangentialpunkte der Krümmung, dem Endpunkte des Ausbaues, als Leitdamm fortgeführt und zusammen mit einem 500 m langen Leitflügel am Nebenfahrwasser zu einer scharfen Trennungsspitze ausgebildet, die neben dem Schutze des Leitdammes vor Hinterspülung einer guten Stromeinführung der beiden Fahrwasser und einer geregelten Wassermengenverteilung der Flutwelle auf beide entsprechend der ihnen zugewiesenen Aufnahme-



vermögen dienen soll. In ähnlicher Weise wurde in Fortsetzung des am oberen Ende der Insel 1925 u. 1926 erbauten Leitwerkes und Ausbildung eines 500 m langen Flügels am Steinloch eine Trennungsspitze zur Verteilung der Ebbwassermenge vorgesehen. Die Verbindung der beiden Leitflügel war nicht Gegenstand der vorliegenden Planung. Sie soll im Zusammenhang mit der sturmflutfreien Aufhöhung allmählich entsprechend dem Anfall von Baggerboden geschaffen werden.

Im Ausbaurverfahren, dem die Planung gemäß § 163 des preußischen Wassergesetzes unterworfen werden mußte, wurden nicht weniger als 181 Widersprüche und Ansprüche gegen den Ausbau geltend gemacht. Während derartig zahlreiche Einsprüche bei einer von Hamburg im Jahre 1919 ausgelegten Planung bei Pagensand von weit geringerem Umfange zu unerfüllbaren Auflagen, deren Kosten ein Vielfaches der Ausbaukosten betragen haben würden, geführt und die Ausführung der Planung zu Fall gebracht hatten, konnten bei den Verhandlungen über die vorliegenden Ausbaumaßnahmen viele übertriebene und unberechtigte Forderungen mit dem Hinweis abgewehrt werden, daß der Träger des Ausbaunternehmens das Reich sei, dem die Sorge für die Erhaltung der Schiffbarkeit und der Vorflut auf dem von den Arbeiten etwa betroffenen Nebenfahrwasser sowie auf der Krückau und der Pinnau in gleichem Maße wie für die Elbe oblige. Insbesondere konnte, allerdings erst in dem nach § 172 des Wassergesetzes durchgeführten Beschwerdeverfahren, eine kostspielige Auflage zu Fall gebracht werden, die eine Ausbildung der unteren Trennungsspitze durch Stackedergestalt forderte, daß nach Bedarf durch Anbauten eine Änderung der Flutwasserverteilung zugunsten des Nebenfahrwassers herbeigeführt werden konnte. So waren die Auflagen, mit denen der Ausbauplan schließlich belegt worden ist, in der Hauptsache nur solche, die der Feststellung des Stromzustandes und der Tideverhältnisse vor dem Ausbau und deren etwa durch den Ausbau bewirkten Änderungen dienen. Im einzelnen waren sieben selbstschreibende Pegel an der Haupt- und Nebenelbe sowie an der Krückau und Pinnau zu errichten und ein Strominventar der möglicherweise von der Wirkung des Ausbaues betroffenen Strom- und Nebenflußgebiete aufzustellen. An Hand der Beobachtungsergebnisse sollen etwaige nachteilige Veränderungen der Tide- und Vorflutverhältnisse sowie der Ufer festgestellt und über die in dieser Hinsicht gestellten Ansprüche auf abwendende Einrichtungen und Entschädigungen in einem spätestens am 1. April 1937 einzuleitenden Verfahren entschieden werden.

Eine weitere Auflage forderte neben der bereits in der Planung vorgesehenen Errichtung eines Leuchtfeuers auf der unteren Trennungsspitze auch eine Befeuern der oberen Trennungsspitze. Darüber hinaus wurde schließlich einem besonderen Wunsche der Lotsen folgend ein drittes Feuer im Scheitel der Krümmung auf dem Kopfe des Stacks 6 zur Deckung der Streichlinie und zugleich als Ersatz für eine abgängige hölzerne Quermarkenleuchte auf der nordöstlichen Ecke von Pagensand vorgesehen.

4. Einzelheiten der Bauwerke und der Ausführung. Die Gesamtlänge der auf der Hohlseite ausgebauten Stromführung beträgt rd. 7 km. Davon entfällt auf das Leitwerk oberhalb und auf den Wurzel- und Leitdamm zusammen mit vier Stacks unterhalb der Insel Pagensand je 2,4 km und auf die Insel selbst mit vier Stacks 2,2 km. Die gesamte Stacklänge beträgt 1570 m. Dazu kommen noch die beiden Leitflügel an der Nebenelbe mit zusammen 1000 m.

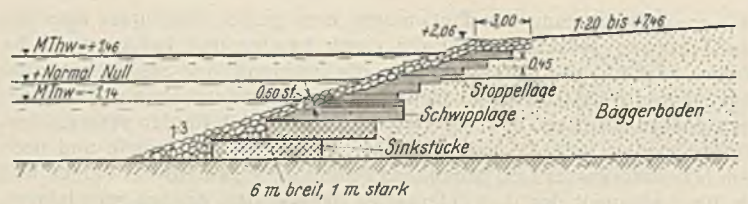


Abb. 21. Querschnitt durch das obere Leitwerk.

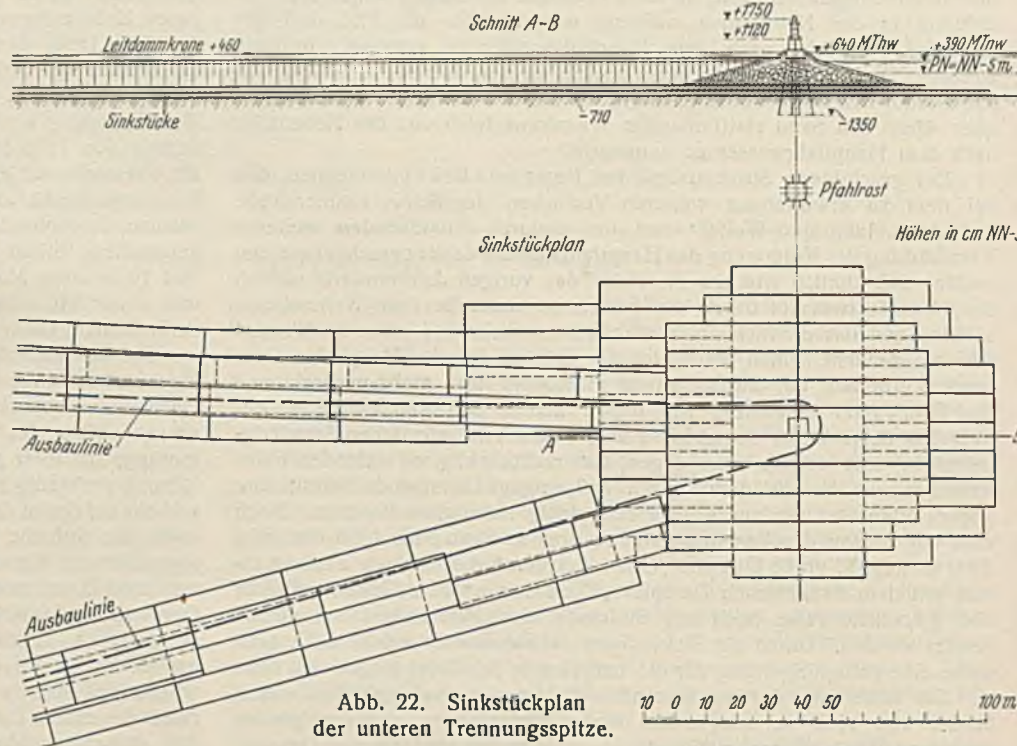


Abb. 22. Sinkstückplan der unteren Trennungsspitze.

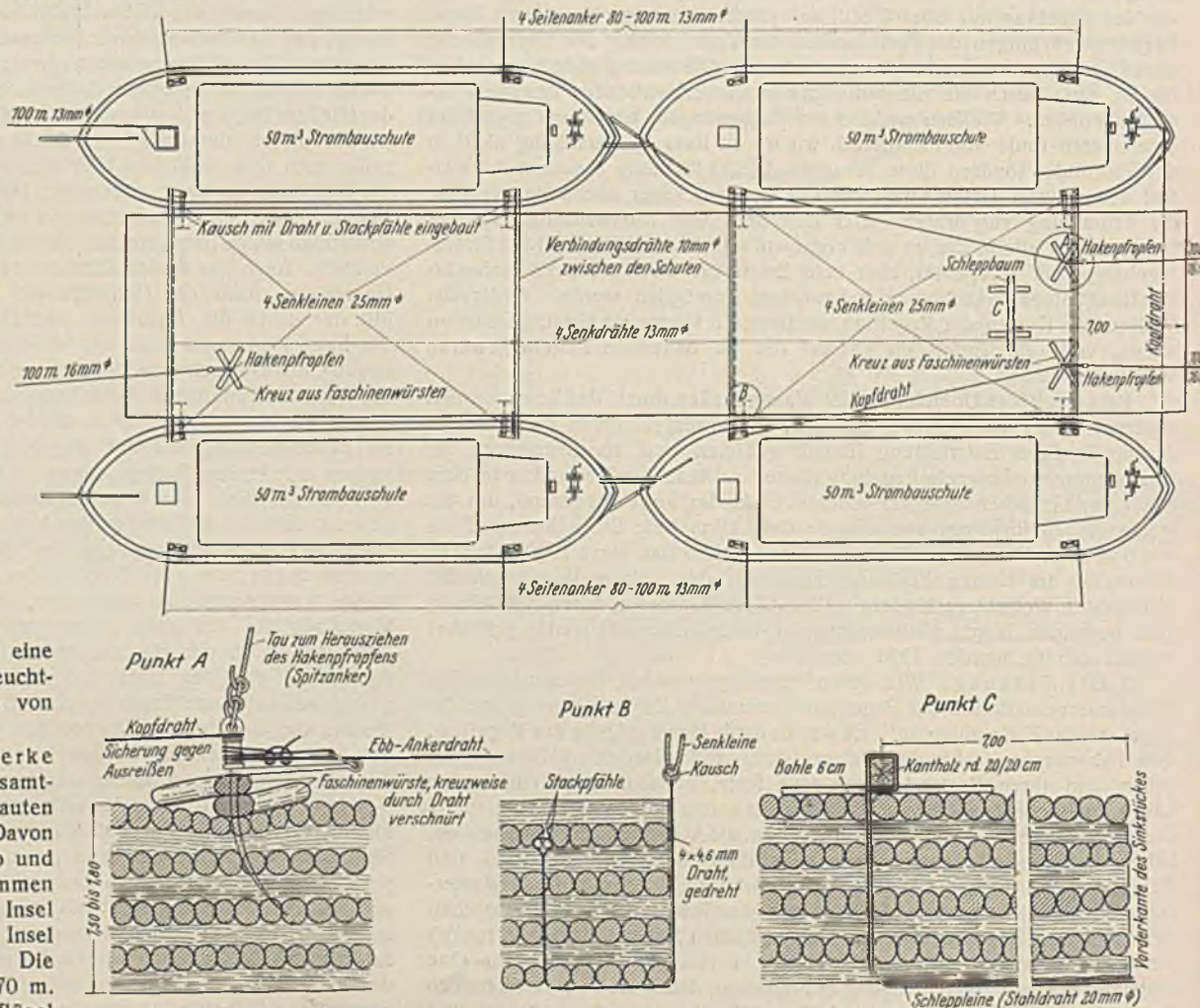


Abb. 23. Aufhängung eines Sinkstückes zwischen den mit Schüttsteinen beladenen Schuten.



Das obere Leitwerk mit dem Leitflügel ist unter gleichzeitiger Hinter-spülung als Uferdeckwerk, bestehend aus einer oder zwei Sinkstücklagen und darauf hochgeführtem Packwerk mit 1:3 geneigter Schüttstein-deckung ausgebildet worden (Abb. 21). Die übrigen Strombauwerke sind als Schüttsteinkörper auf einer durchgehenden Sohlendeckung aus einer oder zwei Sinkstücklagen ausgeführt worden. Bei dem Schütten der Steinkörper ist zur Erzielung des kleinstmöglichen Querschnitts in der Weise verfahren worden, daß 400 m<sup>3</sup> fassende, mit Schüttsteinen beladene Klappschuten in der Achse der Bauwerke eingefahren, verankert und tunlich bei Stauwasser ausgeklappt wurden. Die sich dabei einstellende, natürliche Böschung betrug im allgemeinen je nach der Bauhöhe 1:1 bis 1:1,25. Nur die stromseitige, dem Strom-angriff unmittelbar ausgesetzte Böschung des in der Streichlinie liegenden Leitdamms wurde in einer Neigung 1:2 ausgeführt. Die Stackköpfe und die Trennungsspitzen wurden 1:4 geböschet. Die bei der Ostebank mit gutem Erfolg angewendete sparsame Bauweise, daß unter Ausnutzung der natürlichen Verlandung nur ein Sinkstückkörper mit senkrechten Seitenwänden errichtet wurde, ließ sich nicht durchführen, weil, wie schon erwähnt, durch den Stackvorbau zur Vermeidung einer Behinderung der Schifffahrt die an sich schon schmale Fahrlnne nicht eingeengt werden durfte. Auch ging die natürliche Verlandung in dem außerhalb der Brackwasserzone liegenden Gebiete nur sehr langsam vor sich und wurde durch die starke quer über die Stackfelder hinwegsetzende Strömung weiter beeinträchtigt. Die Ausbildung der unteren Trennungsspitze, die wegen des zu erwartenden starken Stromangriffs eine reichliche Ausdeckung mit Sinkstücklagen erforderte, ist aus Abb. 22 ersichtlich. Die Sollhöhe der Stackköpfe sowie des Leit- und Wurzeldamms ist 0,80 m über MTnw gelegt worden. Hierbei ist dem für die Regelung eines Tidestromes gültigen Grundsatz Rechnung getragen worden, wonach die Sollhöhe der Strombauten von der Mündung bis zur Flutgrenze allmählich von Tnw auf Thw ansteigen sollen, um einen möglichst großen Teil des Arbeitsvermögens der Tidewelle der seewärts gelegenen Strecke für die Beträumung in dem stromaufwärts immer stärker begrenzten Quer-schnitten nutzbar zu machen.

waren mit 17,5 Mill. RM, die Bauzeit zu zehn Jahren veranschlagt worden.

5. Die Baggerungen in einem planmäßigen Um-fange von rd. 10 Mill. m<sup>3</sup> sind mit Eimerbaggern fast ausschließlich im Eigen-betrieb ausgeführt worden. Sie sind z. Z. noch nicht beendet. Die Erwartung, daß ein größerer Teil des zu beseitigenden Nord-hanges des Schwarztonnensandes durch die Strömung abgetragen wird, hat sich, wahrscheinlich wegen der außerordentlich festen Lage-rung des sehr feinen schlück-haltigen Sandes, nur in geringem Umfange erfüllt. Dagegen hat die verstärkte Räumungskraft die Strom-sole über die planmäßige Baggertiefe von 10 m unter MTnw hinaus angegriffen und an sich unnötige und unerwünschte Übertiefen bis zu 16 m geschaffen. Es ist aber zu erwarten, daß die Vertiefungen zum Stillstande kommen, wenn die planmäßige Fahrwasserbreite ganz fertiggestellt ist. Der Baggerboden wurde in den neu geschaffenen Stackfeldern verklappt und auf den Erweiterungsflächen



Abb. 24. Leuchfeuer Pagensand-Nord.

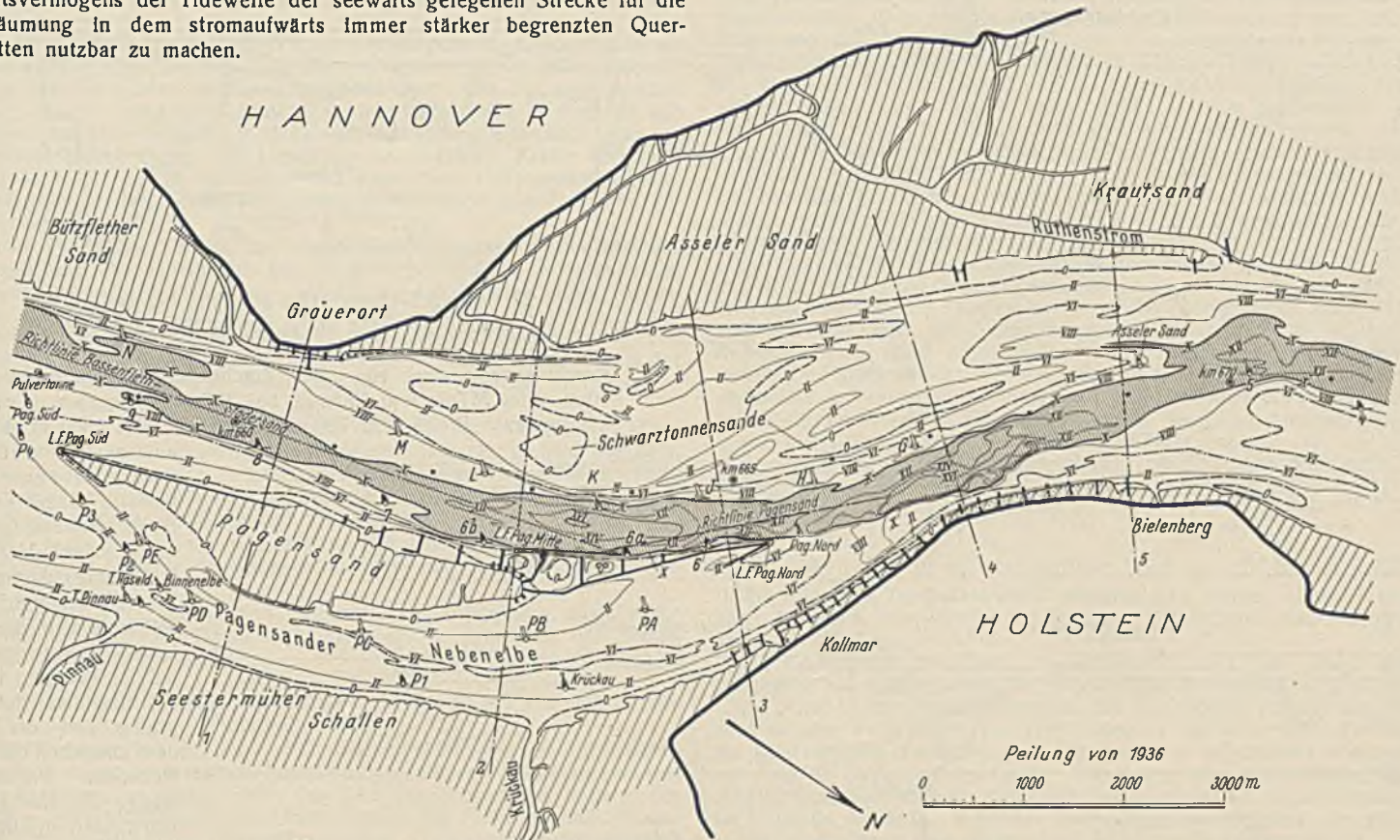


Abb. 25. Stromzustand nach der Regelung im Jahre 1936.

Der Bedarf an Hauptbaustoffen betrug rd. 500000 m<sup>3</sup> Faschinen und 370 000 m<sup>3</sup> hauptsächlich aus obereibischen sächsischen Steinbrüchen stammende Schüttsteine, von denen etwa 80% durch Ausklappen aus Schuten, der Rest durch Auswerfen eingebaut werden konnten. Allein rd. 700 Sinkstücke wurden in Abmessungen von 40 x 8 x 2 m z. T. unter recht schwierigen Verhältnissen bis in Tiefen von 16 m unter MTnw versenkt. Abb. 23 zeigt die Aufhängung eines Sinkstückes zwischen den mit Schüttsteinen für den Bewurf beladenen Schuten, mit denen zusammen es zur Einbaustelle geschleppt und dort verankert wird, um bei Stauwasser nach Beschwerung mit den Schüttsteinen an den Senkleinen tunlich schnell und gleichmäßig versenkt zu werden. Sämtliche Arbeiten sind im Eigen-betrieb ausgeführt worden. Die Kosten der gesamten Bauausführung

der Insel Pagensand aufgespült. Zum Teil wurde er auch bei Ufer-vorspülungen zum Schutze abbrüchiger Ufer verwendet<sup>6)</sup>.

6. Sonstige Arbeiten. Die durch die Aufhöhung von Pagensand eingeschlossenen sturmflutfreien Flächen wurden zur Verhinderung des Sandfluges und zur Kultivierung zum Teil mit bei Baggerungen in der Elbe gewonnenen Kleiboden in durchschnittlich 20 cm Höhe bedeckt und zum Teil aufgeforstet. Zu den Bekleidungsarbeiten wurde mehrfach auch der Arbeitsdienst herangezogen. Aufgeforstet wurden besonders die Rand-flächen, um später für die Kulturen der bekleiten Flächen einen Wind-schutz zu haben. Bei den Anpflanzungen auf dem mehr oder weniger

<sup>6)</sup> Bautechn. 1935, Heft 29, S. 398.



unfruchtbaren Sandboden sind besonders gut Kiefern, Weidenstecklinge, Akazien-, Erlen- und Pappelstämme, weniger gut dagegen Fichten, Lärchen, Birken- und Eichenstämme angewachsen und gediehen.

Die drei Leuchttürme auf den Trennungsspitzen und dem Kopf des Stacks 6, mit der Bezeichnung Pagensand-Nord-, -Süd und -Mitte, sind in gleicher Form als Flüssiggasfeuer ausgebildet worden (Abb. 24). Der auf einem sechsseitigen, betonierten, mit Basalt verkleideten Pyramidenstumpf aufgestellte Gaskessel ist gleichzeitig der Träger der ringsum verlasteten, schmiedeisernen Laterne von 1,6 m Durchm. Der Betonkörper ist auf einem Pfahlrost gegründet, der ohne besondere Schwierigkeiten durch die Sinkstücke und den teilweise bis zu 2 m hohen Schüttsteinbewurf gerammt und vor dem Aufbringen des Betons mit Steinen eingeschüttet worden ist. Sämtliche Feuer haben eine Lichthöhe von 11 m über MTnw erhalten und sind mit Sektoren, Farb- und Blinkkennungen ausgerüstet worden. Sie brennen unbewacht und haben deshalb Zünd- und Löschuhren erhalten.

Die Baukosten und die Bauzeit der vorstehend geschilderten großen Regelungsbauten werden, wenn nicht der endgültige Abschluß des Planfeststellungsverfahrens 1937 wider Erwarten noch größere Auflagen an schadenverhütenden Einrichtungen und Entschädigungen bringt, voraussichtlich die im Anschlag vorgesehenen Ansätze nicht erreichen. Eine besondere Verbilligung konnte beim Bau der Schüttsteinkörper durch die Verwendung der gesamten bei der Norddeutschen Affinerie in Hamburg anfallenden Erzschlacken — ein wegen seiner Beständigkeit und vor allem seiner Schwere besonders geeignetes Strombaumaterial — erzielt werden. Die planmäßig vorgesehene Bauzeit von 10 Jahren konnte, wenigstens was die Ausführung der Strombauwerke und damit die Erreichung des schiffahrtstechnischen Zieles anlangt, auf acht Jahre verkürzt werden. Es verbleiben lediglich noch einige Restbaggerungen zur Herstellung der ganzen zwischen den Tonnenstrichen geplanten Fahrwasserbreite.

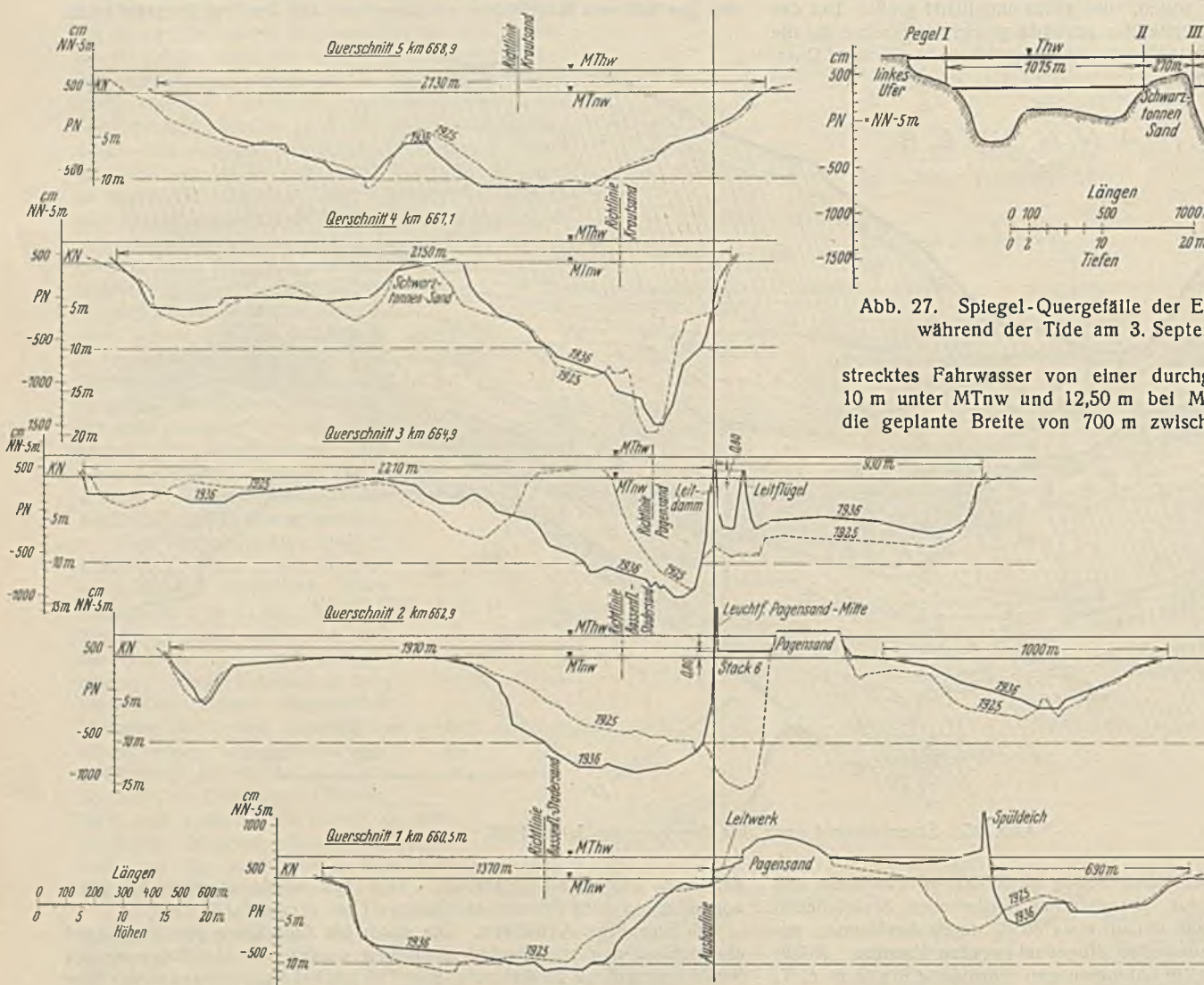


Abb. 26. Stromquerschnitte vor und nach der Regelung.

7. Der Erfolg der Arbeiten und Ausblick. Aus dem Vergleich der Lagepläne (Abb. 20 u. 25) und der Querschnitte (Abb. 26), die die Stromzustände im Jahre 1925 vor Beginn und im Jahre 1936 nach der Fertigstellung der wesentlichsten Regelungsarbeiten zeigen, ist zu erkennen, daß der Ausbau bisher vollen Erfolg gehabt hat. Es ist jetzt ein ge-

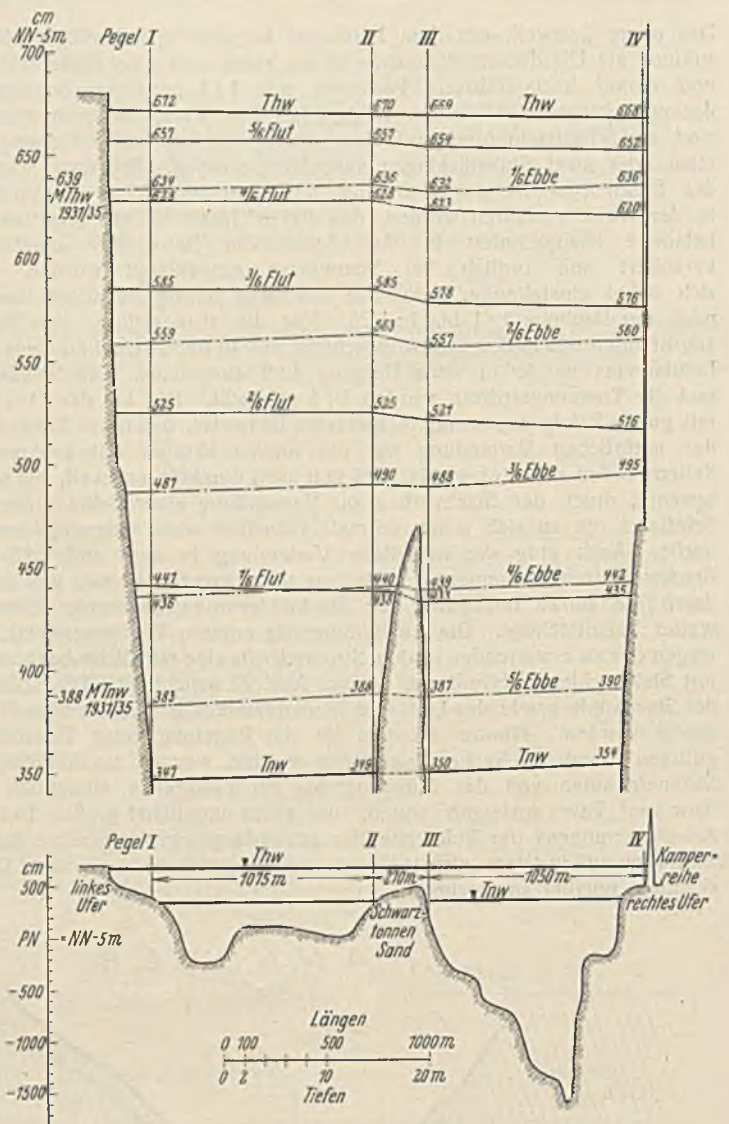


Abb. 27. Spiegel-Quergefälle der Elbe bei km 666,9 während der Tide am 3. September 1936.

strecktes Fahrwasser von einer durchgehenden Mindesttiefe von 10 m unter MTnw und 12,50 m bei MTnw vorhanden. Lediglich die geplante Breite von 700 m zwischen den Tonnenstrichen ist an einzelnen Stellen noch nicht ganz hergestellt. Damit hat das Hauptfahrwasser die ihm nach seiner Verkehrsbedeutung zukommende Wasserführung erhalten, während sich die südlichen Nebenrinnen erheblich verflacht haben, ein Beweis, daß ein großer Teil der nach dem südlichen Ufer vorstoßenden Flutwassermenge für das Hauptfahrwasserbett eingefangen worden ist. Auch das nördliche Nebenfahrwasser ist infolge der verringerten Fluteinströmung durchschnittlich um 0,70 m flacher geworden. Die verbliebene durchgehende Fahrwassertiefe von 4 m unter MTnw ist aber

für den hier in Betracht kommenden Schiffsverkehr noch reichlich groß. Damit ist die erstrebte Wiedervereinigung des Hauptflutstromes mit dem nunmehr fest geführten Ebbestrom in dem gemeinsamen Hauptfahrwasserbett erreicht worden. Die dabei als natürliche Folge eingetretene Verringerung der Wasserführung der Pagensander Nebenelbe hält sich in



Grenzen, die dieser und ihren Nebenflüssen Krückau und Pinnau die Erfüllung der Aufgaben als Schiffsfahrtswege für die Kleinschiffahrt und als Vorfluter noch weitgehend ermöglichen.

Die Frage, ob die erreichte Fahrwasserverbesserung ohne weitere Regelungsmaßnahmen am linken Ufer auf die Dauer von Bestand sein wird, läßt sich heute mit Sicherheit nicht beantworten. Man wird in dem Regelungsgebiet auch weiterhin alle Vorgänge aufmerksam verfolgen müssen. Zweifellos hat das Räumungsvermögen des Stromes in der Krümmung stark zugenommen. Dies beweisen schon die bereits erwähnten unter der Baggersohle entstandenen Übertiefen, die an sich unerwünscht sind, weil u. U. die für ihre Bildung nutzlos verbrauchte Stromkraft für eine ausreichende Räumung der an die Krümmung anschließenden Übergänge fehlt. Schwierigkeiten würden hierdurch in erster Linie für den Übergang bei Bielenberg zwischen der Asseler Sand-Tonne und der Leuchttonne 5 zu erwarten sein. Wie eine Wasserstandsaufnahme bei

km 667 vom September 1936 (Abb. 27) zeigt, ist auch heute noch sowohl bei Flut wie bei Ebbe ein nicht unbedeutendes Spiegelquergefälle vom linken nach dem rechten Ufer, insbesondere von der südlichen Nebenrinne über den restlichen Schwarztonnensand hinweg nach dem Hauptfahrwasser vorhanden. Hierdurch wird auch weiterhin Sand in das Hauptfahrwasser hineingetrieben, der sich bei nicht ausreichender Räumungskraft des Stromes, hier besonders des Ebbestromes, vor allem in dem Übergang bei Bielenberg ablagern wird, zumal hier auch vom rechten Ufer durch die Flutstromströmung der Rhinplatte — die Verhältnisse liegen hier ähnlich wie oberhalb Pagensand beim „Hungrigen Wolf“ — Sand vorgetrieben wird. Wenn auch diese Sandeintrübungen noch leicht durch Baggerungen beseitigt werden können, so lassen es doch die Pagensänder Erfahrungen geboten erscheinen, die Entwicklung der Stromverhältnisse im Stromspaltungsgebiet der Rhinplatte mit besonderer Aufmerksamkeit zu beobachten, um rechtzeitig notwendige Regelungsmaßnahmen zu treffen.

## Bücherschau.

**Straßner, A.:** Neuere Methoden zur Statik der Rahmentragwerke. 1. Bd.: Der durchlaufende Rahmen. 4. Aufl., 142 S. mit 170 Textabb. Berlin 1937, Willi. Ernst & Sohn. Preis geh. 11,40 RM, geb. 13 RM.

Der vorliegende erste Band des aus drei Bänden und einem Ergänzungsbande bestehenden Gesamtwertes behandelt, wie in dem Untertitel angegeben ist, den durchlaufenden Rahmen.

Der erste Abschnitt bringt die Grundlagen der Berechnung. Der Rechnungsgang ist im wesentlichen der gleiche, wie ihn der Verfasser bereits im zweiten Bande seines Werkes „Berechnung statisch unbestimmter Systeme“ ausführlich dargestellt hat<sup>1)</sup>. In üblicher Weise wird zunächst angenommen, daß die Stützenköpfe durch eine waagerechte Festhaltungskraft seitlich unverschieblich gehalten werden. Ein derartiges Tragwerk nennt der Verfasser einen durchlaufenden Balken auf elastischen Stützen. Festpunktabstände, Kreuzlinien und Übergangszahlen werden in bekannter Weise abgeleitet, sowohl auf rechnerischem als auch auf zeichnerischem Wege.

Diese Festhaltungskraft wirkt dann mit umgekehrtem Vorzeichen als einzige äußere Kraft auf das Tragwerk mit verschieblichen Stützenköpfen, das als durchlaufender Rahmen bezeichnet wird. Der Verfasser berücksichtigt diesen zusätzlichen Einfluß in der Weise, daß er zunächst die Momente für eine beliebige Stützenkopfschiebung ermittelt. Aus der Gleichgewichtsbedingung für sämtliche waagerechten Kräfte errechnet sich dann leicht der Multiplikator, mit dem diese Hilfsmomentenfläche erweitert werden muß, damit sie derjenigen der angreifenden Festhaltungskraft entspricht.

Von besonderem Werte für die Eisenbetonpraxis ist der zweite Abschnitt, der die Hilfsmittel für die Berechnung des durchlaufenden Rahmens gibt. Die Rahmenriegel werden an den Stützen häufig voutenförmig herabgezogen; auch die Stiele — besonders die mit Gelenken am Fußpunkte — weisen oft einen veränderlichen Querschnitt auf. Für diese Fälle — und zwar für drei verschiedene Voutenformen — gibt der Verfasser Zahlentafeln, aus denen die für die Rechnung notwendigen Werte sofort entnommen werden können.

Der dritte Abschnitt bringt die Berechnung des mehrstöckigen Rahmens. Der Rechnungsgang ist im wesentlichen der gleiche wie beim durchlaufenden Rahmen. Zu beachten ist allerdings, daß man hier nicht mehr mit einer Festhaltungskraft auskommt, sondern daß für jedes Stockwerk eine besondere Festhaltungskraft auftritt.

Im vierten Abschnitt wird die vorgetragene Theorie auf fünf Beispiele aus dem Gebiete des Eisenbeton-Hoch- und Brückenbaues zahlenmäßig angewandt.

Auch der vorliegende Band zeichnet sich durch eine ausführliche und leichtverständliche Darstellung aus. Er ist daher für das Selbststudium besonders geeignet. G. Worch, München.

**Klosse:** Lichtbogenschweißen. 2. Auflage. 61 S. mit 141 Textabb. Berlin 1937, Julius Springer. Preis geh. 2 RM.

Der Verfasser hat mit der Neubearbeitung seines Buches „Lichtbogenschweißen“ der überaus raschen Entwicklung der Schweißtechnik in weitem Maße Rechnung getragen. Alle das Lichtbogenschweißen angehenden Fragen — wie Grundwerkstoffe, Grundbegriffe der Elektrotechnik, Stromquelle, Schweißzubehör, Schweißverfahren, Lichtbogen, Schweißdrähte (Elektroden), Schweißnähte, Entwurf und Berechnung geschweißter Bauteile, Kostenermittlung, Erlernen des Schweißens, Vorbereitung und Durchführung der Schweißarbeit, Arbeitsüberwachung, Unfallverhütung, Prüfung von Schweißverbindungen — werden übersichtlich und gemeinverständlich behandelt. Durch eine Reihe von Zahlenbeispielen auf den einzelnen Gebieten wird die praktische Anwendung erleichtert. Die Beispiele für die Festigkeitsberechnung von Schweißverbindungen sind mehr für den Hochbau (DIN 4100) zugeschnitten. Für den Brückenbau gelten wegen der dynamischen Beanspruchung andere Grundsätze. Der Verfasser weist aber auf die Beachtung der jeweils in Frage kommenden Vorschriften ausdrücklich hin. Im Abschnitt „Durchführung der Schweißarbeit“ wird ausführlich auf die zu treffenden Maßnahmen zur Überwindung der durch Schweißspannungen auftretenden Schwierigkeiten eingegangen. Hierzu ist zu sagen, daß der u. a. auch vorgeschlagene Weg, für besonders schnelle

Wärmeableitung zu sorgen, bei Brücken und besonders bei Baustahl St 52 nicht angewendet werden darf, weil hier durch zu schnellen Wärmeabfluß (Abschrecken) eine Härtung der Schweißnähte und der Übergangszone eintreten kann. Hierdurch entsteht die Gefahr von Rissebildungen.

Das Studium des Buches, das besonders als Helfer für den Werkstattbetrieb gedacht ist, wird allen in der Werkstatt und im Büro Tätigen, vom Facharbeiter bis zum leitenden Schweißingenieur, sowie allgemein allen Ingenieuren, die mit Schweißtechnik zu tun haben, wärmstens empfohlen. Kommerell.

**Schumacher, E., Dr.:** Schornsteinhandbuch. I. Bd.: Die theoretischen Grundlagen. 141 S. mit 38 Textabb. München u. Berlin 1936, R. Oldenbourg. Preis geh. 6 RM.

Das Werk wendet sich an die Praktiker und Theoretiker des Feuerungs- und Heizungsfaches und vermittelt Anfängern wie Erfahrenen viel Wissenswertes über die Zuführung der Verbrennungsluft und über die Abführung der Verbrennungsgase von Feuerungsanlagen. Durch viele Zeichnungen und Diagramme bringt es Klarheit über den Verlauf der Temperaturen, die Druck- und die Raumgewichtsverhältnisse der Luft und der Abgase im Ofen, in den Kanälen und im Schornstein. Ofenbauern, die heute besonders viele Bauten in hochgelegenen Gebieten auszuführen haben, ist es wichtig zu hören, daß der Schornstein an höher gelegenen Standorten eine größere Höhe erhalten muß als der in Höhe des Meeresspiegels zu erbauende Schornstein. Es verhalten sich die beiden Schornsteinhöhen wie die Quadrate der Raumgewichte der Luft an den beiden Standorten.

Eingehend ist die Durchführung von Messungen zur Beurteilung der Arbeitsweise von Feuerungen und von Schornsteinen behandelt. Sie erstrecken sich auf die Temperaturen, auf das Raumgewicht, auf die Menge und auf den Druck der Verbrennungsluft sowie auf die Dichtheit der Anlage. Leider sind die von Prof. Knoblauch im Laboratorium für technische Physik in München ausgeführten Versuche über die im Schornsteinschaft auftretenden Temperaturen nicht verwertet worden. Es gilt daher der im Abschnitt IV. B. angegebene Wert des Wärmedurchgangs  $k=7$  nicht für ungefüllte eiserne Rohre im Freien. Für ein solches Rohr errechnet sich die Wärmedurchgangszahl bei Annahme eines 3 cm dicken Bleches aus der Formel

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_i} + \frac{1}{a_a} + \frac{d}{\lambda} \approx \frac{1}{30} + \frac{1}{500} + \frac{0,03}{50}$$

zu  $k=28$ , wobei für  $a_a$  ein mittlerer Wert von 500 kcal je m<sup>2</sup> Wandfläche und 1° C Temperaturabfall angenommen wurde. Dieser Wert geht auch aus den dem Werke beigelegten Diagrammen des Temperaturverlaufes hervor.

Die Steigkraft des Gases im Schornstein wird nach dem Verfasser verbraucht zur Überwindung des Widerstandes der Luft beim Eintritt in den Ofen sowie in der Brennstoffschicht, des Austrittswiderstandes des Kesselraumes, der Widerstände von Einbauten, wie Schleber oder Vorwärmer, zur Überwindung der Reibung im Fuchs und im Schornstein sowie zur Erzeugung der Strömung des Gases. Von dem großen Widerstande, den die Abgase außerdem noch überwinden müssen — nämlich die Atmosphäre —, ist nirgends die Rede. Bei einer Strömungsgeschwindigkeit von mehreren m/sek wird dieser stets vorhandene Widerstand recht erheblich. Hinzu kommt — um allen Einflüssen gerecht zu werden — unter Umständen eine abwärts fallende Luftströmung von schätzungsweise 3 bis 5 m/sek je nach Höhenlage und Standort der Anlage.

Vermutlich sind diese Widerstände in dem I. Bande nicht behandelt worden, da sich die Versuche, die Diagramme und Zeichnungen dieses Bandes auf Schornsteine von geringer Höhe beschränken. Die Leser dürfen wohl erwarten, daß die offengelassenen Fragen in der angekündigten Fortsetzung für hohe Schornsteine behandelt werden. Außerdem würde die Fachwelt es begrüßen, wenn dann auch die Berechnung des Querschnitts eines hohen Schornsteins aufgenommen würde. Mit diesen Ergänzungen würde das Werk Weltgeltung erhalten.

Der Verlag hat die zahlreichen Diagramme, Abbildungen und Zeichnungen genau wiedergegeben. Der Druck, besonders der zahlreichen Formelzeichen, ist sauber und deutlich. Der Deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern E. V. war gut beraten, als er den genannten Verlag wählte. Hingerle.

<sup>1)</sup> Besprechung dieses Bandes s. Bautechn. 1936, Heft 27, S. 404.



*Die Schutzraumbestimmungen vom 4. Mai 1937.* Mit dem Einführungserlaß des Reichs- und Preußischen Arbeitsministers und dem Runderlaß des Reichsministers der Luftfahrt und Oberbefehlshabers der Luftwaffe über Verdunkelungsmaßnahmen. Berlin 1937, Wilh. Ernst & Sohn. Preis 0,60 RM.

Die neuen Bestimmungen mit dem zugehörigen Einführungserlaß und einem vorangeschickten, die Schutzraumbestimmungen erläuternden Aufsätze von Regierungsaurat Nicolaus, Berlin, sind als 5. Beilage zum Ztrbl. d. Bauv. 1937, Heft 21, erschienen, können aber auch für sich käuflich bezogen werden.

Nach der Zweiten Durchführungsverordnung vom 4. Mai 1937 zum Luftschutzgesetz vom 26. Juni 1935 muß jeder, der Neubauten sowie sonstige bauliche Anlagen errichtet oder Um- oder Erweiterungsbauten ausführt, zugleich auch bauliche Maßnahmen durchführen, die den Anforderungen des Luftschutzes entsprechen. Diese Verpflichtung ist in ihrem Umfange zunächst festgelegt worden durch die Ersten Ausführungsbestimmungen des Reichsarbeitsministers und des Reichsministers der Luftfahrt zu § 1 der genannten Durchführungsverordnung, die zusammenfassend als „Schutzraumbestimmungen“ am gleichen Tage im RGBI. veröffentlicht wurden. Es ist nunmehr für das Reich einheitlich für den Bauenden die Pflicht, Schutzraum zu schaffen, klar und eindeutig geordnet, und die Durchführung dieser Verpflichtung ist gleichfalls einheitlich in die Hand der Baupolizeibehörden gelegt. Um eine einheitliche Handhabung zu gewährleisten, ist in dem Begleitelraß des Reichsarbeitsministers vom 13. Mai 1937 die Anweisung gegeben, alle in den einzelnen Ländern etwa noch bestehenden Sonderregelungen den Schutzraumbestimmungen anzupassen oder aufzuheben.

Die wichtigsten der acht Abschnitte der neuen Schutzraumbestimmungen sind: II. Planung der Schutzraumanlage, III. Konstruktive Durchbildung (Decken, Wände), IV. Ausbau, VII. Ausnahmebestimmungen.

Die neuen „Verdunkelungsmaßnahmen“ berücksichtigen die derzeitige Spinnstoffverknappung und geben zweckmäßige und dauerhafte Mittel zum Ersatz fehlender oder schwer beschaffbarer Spinnstoffe an. —

Die neuen Schutzraumbestimmungen muß jeder deutsche Architekt, Bauunternehmer und Bauingenieur genau kennen und sorgfältig beachten. Ls.

*Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft.* XV. Band 1936. VII u. 180 S., 207 Textabb. u. 2 Tafeln. Berlin 1937, Julius Springer. Preis geb. 25 RM.

Das Jahrbuch bringt zunächst zwei Vorträge, die Stadtbaurat Dr. Kölzow und Regierungsaurat Wilhelm auf einem Vortragsabend der Gesellschaft im Februar 1936 über die Berliner Häfen und Wasserstraßen gehalten haben, sodann die vier Vorträge der Düsseldorfer Tagung im Mai 1936, über die seinerzeit schon berichtet worden ist<sup>1)</sup>.

Die Reihe der „Beiträge“ eröffnen zwei Arbeiten des Wasserstraßendirektors Schätzler und seiner Mitarbeiter über das Fahrwasser der Unterelbe und des Oberbaurats Gräbeler über die Betonung und Befestigung der Unterelbe. Sodann berichtet Prof. Seifert, der Direktor der Preußischen Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin, über Modellversuche für Tideflüsse, indem er eingehend eine umfangreiche Versuchsreihe darstellt, die die Anstalt im Auftrage der belgischen Regierung über die Strömungsverhältnisse in der Durme, einem linken Nebenfluß der Scheide, durchgeführt hat. Die Wasserstände, Wassermengen und Wassergeschwindigkeiten wurden an beiden Enden des Modells entsprechend den wirklichen Flutverhältnissen durch eine elektrisch betriebene Steuertrommel (Bauart Zschiesche) eingestellt. Mit Hilfe des Modells konnte die Wirkung von Durchstichen, Baggerungen, Eindeichungen und Durchdämmungen geprüft werden.

Die übrigen Beiträge behandeln ausländische Häfen. Zunächst beschreiben vier Einzelaufsätze neuere Hafenanlagen in den Vereinigten Staaten, nämlich die neuen Piers 88, 90 und 92 am Hudson in New York, den im Jahre 1932 eröffneten Hudsonhafen Albany, eine neuere Kaimanlage am Ontariosee und den vor wenigen Jahren erbauten kalifornischen Hafen Stockton. Verfasser der ersten drei Aufsätze ist Dr. Mac Elwee (bekannt durch seine Bücher über Hafenbau), beim ersten in Verbindung mit Joseph Halpern, dem Leiter der Entwurfsabteilung der New Yorker Hafenverwaltung. Als Verfasser des Aufsatzes über Stockton zeichnet der Direktor des Hafens, B. C. Allen.

Dr.-Ing. Speth beschreibt dann den Wellenbrecher des portugiesischen Hafens Leixões und seine Zerstörungen. Es folgt eine Arbeit über die Hafenanlagen in Southampton und ihre kürzlich vollendete Erweiterung, verfaßt von dem Leitenden Ingenieur des Hafens, Wentworth Shields, in Verbindung mit Dr.-Ing. Kreßner und Dr.-Ing. Foerster. Nach einer Schilderung der Bauten an den niederländischen Twesthe-Kanälen von Jr. A. Eggink bildet den Abschluß des Buches ein ausführlicher Aufsatz über den Hafen Oslo von dem Direktor des Hafens, J. Kjelstrup.

Diese notgedrungen kurze Aufzählung der einzelnen Arbeiten zeigt die Reichhaltigkeit des Jahrbuches. Besonders zu begrüßen sind die Arbeiten über die ausländischen Häfen, die in gedrängter Form sehr wertvolle Mitteilungen bringen. Die Jahrbücher der Hafenbautechnischen Gesellschaft werden immer mehr zu dem Nachschlagewerk des deutschen Hafenbaues; auch dieser 15. Band steht nach Form und Inhalt auf der Höhe der früheren. Zu wünschen bleibt, daß die geplante Veröffentlichung eines gemeinsamen Inhaltsverzeichnisses der bisherigen Bände bald erschiene. Lohmeyer.

<sup>1)</sup> Bautechn. 1936, Heft 27, S. 401.

*Polizeiverordnung über die Anlage und Einrichtung von Lichtspieltheatern* und über die Sicherheitsvorschriften bei Lichtspielvorführungen vom 18. März 1937. Mit Einführungserlaß des Preußischen Finanzministers und des Reichs- und Preußischen Ministers des Innern. Berlin 1937. Wilh. Ernst & Sohn. Preis 0,80 RM.

Die neue Polizeiverordnung mit dem zugehörigen Einführungserlaß und einem vorangeschickten erläuternden Aufsätze von Dr. jur. H. A. Luther, Berlin, ist als 3. Beilage zum Ztrbl. d. Bauv. 1937, Heft 18, erschienen, kann aber auch für sich käuflich bezogen werden. Nach der früheren Regelung hatte die Baupolizei nicht nur die Räume, sondern alle Einrichtungen der Lichtspieltheater auf ihren ordnungsmäßigen Zustand zu prüfen sowie auch die vorschriftmäßige Aufstellung und Einrichtung der Bildwerfer und deren sachgemäße Bedienung zu überwachen. Nunmehr ist aber eine Teilung der Aufgaben gesetzlich durchgeführt. Das Gebäude bzw. die Räume werden jetzt von der Baupolizei als Baugenehmigungsbehörde ein für allemal als für ihren Zweck geeignet erklärt und können dafür so lange benutzt werden, als die genehmigten Bauten nicht verändert werden. Zur Aufnahme des Lichtspielbetriebes folgt jedoch zunächst noch die Prüfung der beweglichen Einrichtung der Vorführräume durch die Sicherheitspolizei. Die Baupolizei hat sich durch alljährliche Prüfungen davon zu überzeugen, daß die bauliche Einrichtung der Räume auch dauernd in Übereinstimmung mit dem genehmigten Zustande gehalten wird. Aus der Neuregelung ergibt sich hiernach für die Baupolizei eine Beschränkung auf ihr ureigenes Fachgebiet und damit eine wesentliche Entlastung.

Die Wichtigkeit der neuen Polizeiordnung für alle Beteiligten braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden. Ls.

*Proceedings of the International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, June 22 to 26, 1936.* Volume I—III. Graduate School of Engineering, Harvard University, Cambridge, Mass. 327 u. 318 u. 268 S. (In englischer Sprache.) Die Auflage ist vergriffen.

Das in den obengenannten drei Bänden niedergelegte Ergebnis der Tagung für Erdbaumechanik und Grundbau, die im Juni vorigen Jahres gelegentlich der 300-Jahr-Feier der Harvard-Universität in Boston unter dem Vorsitze v. Terzaghis abgehalten wurde, gibt ein umfassendes Bild des heutigen Standes der Erdbaumechanik und ihrer Anwendung im Erd- und Grundbau. Seit dem grundlegenden Werke v. Terzaghis (Erdbaumechanik, 1925) ist eine Gesamtdarstellung der jungen Wissenschaft nicht erschienen. Bisher konnte man sich daher ein zuverlässiges Bild von den erzielten Fortschritten nur auf Grund eines mühsamen Studiums sehr zahlreicher und ihrem Werte nach sehr verschiedener Veröffentlichungen machen, die sich noch dazu häufig in Zeitschriften und Werken finden, die dem deutschen Leser nur schwer zugänglich sind. Das jetzt vorliegende Werk will nun freilich kein erschöpfendes Lehrbuch sein, stellt aber durch die zahlreichen Beiträge aus aller Welt — unter den Verfassern sind wohl alle aus der Erdbauforschung bekannten Namen vertreten — eine Fundgrube dar, in der alles Wissenswerte dargestellt oder durch Hinweis auf die grundlegenden Veröffentlichungen nachgewiesen ist. Dabei ist besonders wertvoll, daß für jedes wichtige Einzelgebiet eine zusammenfassende Übersicht von maßgebender Stelle gegeben ist, die die Spreu von dem Weizen scheidet, den wirklichen Stand der Forschung schildert und klarstellt, welche Aufgaben noch ungelöst sind. Bedauerlich ist nur, daß die geringe Auflage (500 Stück) des Werkes vergriffen ist<sup>1)</sup> und daß nur wenige Stücke nach Deutschland gekommen sind (unter den 450 am Schluß des Werkes nachgewiesenen Empfängern sind nur 17 deutsche).

Die Vorträge und Verhandlungen der Tagung und die ihr vorgelegten Berichte (im ganzen 266 Abhandlungen) sind bereits in der Bautechn. 1936, Heft 37 u. 38, S. 540 u. 552 von Dr.-Ing. Leo Casagrande eingehend besprochen worden. Damals waren erst die beiden ersten Bände erschienen, den Inhalt des dritten hat aber Dr. Casagrande mitbehandelt, da er ihm als Teilnehmer der Tagung bekannt war. Eine weitere Besprechung erübrigt sich daher, es genügt eine Übersicht des Inhaltes des Werkes durch Aufzählung der Gruppen zu geben, in die die einzelnen Abhandlungen eingeordnet sind.

- A. Berichte von Versuchsanstalten über Versuche, Versuchsgeräte und Versuchsverfahren,
- B. Bodenuntersuchungen und Probeentnahmen,
- C. Örtliche Bodenuntersuchungen für Bauzwecke,
- D. Bodeneigenschaften,
- E. Spannungsverteilung im Boden,
- F. Setzung von Bauwerken,
- G. Standsicherheit von Erd- und Grundbauten und von natürlichen Böschungen,
- H. Tragfähigkeit von Pfählen,
- I. Probelastungen von Pfählen,
- J. Erddruck gegen Bohlwerke, Tunnelverkleidungen usw.,
- K. Grundwasserströmung,
- L. Bodenfragen im Straßenbau einschl. der Frostwirkung,
- M. Verfahren zur Verbesserung der Böden für Bauzwecke einschl. der neueren Entwicklung in der Herstellung und Verdichtung von Dammschüttungen,
- N. Neuere Gründungsverfahren,
- Z. Verschiedenes.

Lohmeyer.

<sup>1)</sup> Bei genügender Beteiligung wird vielleicht eine weitere Auflage gedruckt. Anmeldungen (ohne Kaufzwang) sind an P. C. Rutledge, Graduate School of Engineering, Harvard University, Cambridge, Mass., zu richten.



**Berechnungsgrundlagen für Stahlbauteile von Kranen und Kranbahnen** (DIN 120, Blatt 1) mit Einführungserlaß des Preußischen Finanzministers vom 28. Dezember 1936 — Bau 2111/5 14. 12 —, Beiblatt DIN 120, Erläuterungen, und DIN 120, Blatt 2, Grundsätze für die bauliche Durchbildung von Kranen und Kranbahnen. Beilage zum Zentralblatt der Bauverwaltung vereinigt mit Zeitschrift für Bauwesen, 57. Jahrgang 1937, Heft 4. Berlin, Wilh. Ernst & Sohn. Preis der Beilage 1,50 RM.

Die neuen Berechnungsgrundlagen sind das Ergebnis langjähriger Vorkarbeiten, besonders des Deutschen Kranbau-Verbandes, der einen Entwurf zu einem Normblatt DIN E 120 aufstellte, dessen dritte Ausgabe 1933 erschien, der aber nur die Grundsätze für die Berechnung und bauliche Durchbildung der Stahlkonstruktionen von Kranen (B. S. K.) behandelte, in der Praxis in großem Umfang angewendet wurde, aber keine baupolizeiliche Geltung erlangte. Baupolizeilich waren an sich sowohl für die Berechnung von Stahlbauteilen von Kranen als auch von Kranbahnen die allgemeinen Hochbaubestimmungen maßgebend.

Die wichtigen Änderungen der vorliegenden neuen Berechnungsgrundlagen gegenüber den bisher geltenden Vorschriften bzw. benutzten, nicht amtlichen Grundlagen sind eingehend behandelt in einem einleitenden Aufsatz von Regierungsbaussessor Seiler in der vorstehend genannten Beilage zum Ztrbl. d. Bauv., in dem Beiblatt DIN 120, Erläuterungen, verfaßt von Oberregierungs- und -baurat Wedler, sowie in einem Aufsatz: Die neuen Berechnungsgrundlagen für Stahlbauteile von Kranen und Kranbahnen, von dem gleichen Verfasser in Stahlbau 1937, Heft 3, S. 19.

Das sorgfältige Studium der genannten Erläuterungen neben der Durcharbeitung der neuen Berechnungsgrundlagen selbst kann nicht dringend genug empfohlen werden. Boerner.

**Vielsprachenwörterbücher nach der „Einsprachen-Anordnung“** (283 S.) (Polyglot Dictionaries based on the „One-Language System“ (222 S.); Dictionnaires Polyglottes suivant le „Système de la Langue unique“ (276 S.). Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin; The Technical Press Ltd., London; Dunod, Paris 1937. Preis je Teil in Lelnen 5 RM.

Von einem neuartigen technischen Wörterbuch, herausgegeben von Otto Holtzmann, liegen die „Grundbegriffe der Technik“ vor. Es handelt sich hierbei um ein sogenanntes Einsprachenwörterbuch, das in drei Bändchen, einem deutschen, einem englischen und einem französischen Teil, bisher erschienen ist. Gliederung und Anordnung sind so durchgeführt, daß jeder der Teile nur eine Sprache bringt und in zwei Abschnitte zerfällt, von denen der eine in alphabetischer Reihenfolge die Ausdrücke in der jeweiligen Landessprache mit einer laufenden Nummer bringt; im zweiten Abschnitt ist dann der Inhalt in der Reihenfolge der Nummern nochmals wiedergegeben. Das Auffinden eines gewünschten fremdsprachigen Ausdrucks vollzieht sich nun so, daß man beispielsweise im deutschen Bändchen im ersten Teil das zu ermittelnde Wort aufschlägt und auf Grund der dahinter angegebenen Nummer im Nummernverzeichnis des englischen oder französischen Teiles die einschlägige Übersetzung entnehmen kann. Natürlich kann in derselben Weise auch die französische Übersetzung eines englischen Ausdrucks ermittelt werden.

Ein Urteil über diese neue Form fremdsprachiger Wörterbücher wird erst auf Grund der Erfahrung bei längerem Gebrauch möglich sein. Die vorliegende erste Ausgabe, die die technischen Grundlagen, Mathematik, Physik, Chemie, Mechanik, Festigkeitslehre, Werkstoffe, Betriebsstoffe, Materialprüfung, technisches Zeichnen, Maschinenteile, Werkzeuge, Meßinstrumente, Betriebs- und Wirtschaftstechnik umfaßt und jeweils rd. 8500 Wortstellen enthält, gibt, wie Stichproben zeigen, eine sehr gute Auswahl und macht auch drucktechnisch einen ausgezeichneten Eindruck. Sinner.

**Shields, A., Dr.-Ing.:** Anwendung der Ähnlichkeitsmechanik und der Turbulenzforschung auf die Geschlebebewegung. 25 S. mit 16 Textabb. Berlin 1936, Eigenverlag der Preuß. Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau. Preis geh. 4 RM.

Die Arbeit faßt das Ergebnis von Versuchen zusammen, die in der Preuß. Versuchsanstalt für Schiffbau und Wasserbau durchgeführt wurden, um den Einfluß des Korngewichts und der Kornform auf die Bewegung des Wassers und des Geschlebes klarzulegen. Hierzu wird zunächst auf theoretischem Wege zu klären versucht, inwieweit es zulässig ist, die Beobachtungen in dem Versuchserinne auf die natürlichen Flüsse zu übertragen. Der Beginn der Geschlebebewegung wird durch eine mathematische Beziehung zwischen der „Grenzschleppspannung“ und der „Reynoldsschen Zahl des Kornes“ bestimmt. Dieses Ergebnis ist die Grundlage zur weiteren Behandlung des Problems der Geschlebebewegung, und zwar hinsichtlich des Beharrungszustandes, der Bettabtauung und des Geschlebetriebes. Die Beobachtungen werden in das theoretische Bild einzugliedern versucht. Schließlich werden noch kurze Angaben über die untersuchten Geschlebesorten (Bernstein, Granitplitz, Braunkohle, Schwerspat in abgerundeter, kantiger und scharfkörniger Form), über die Versuchsanordnung und -durchführung gemacht. Nach Form und Gewicht umfassen die Geschlebesorten einen sehr großen Bereich.

In der Reihe der Veröffentlichungen der Preuß. Versuchsanstalt über das Geschlebeproblem behandelt die vorliegende Arbeit als Sonderaufgabe die Wichtigkeit der Form und des Gewichts des Geschlebekornes auf die Geschlebebewegung, was ja nur auf dem Wege über das Versuchserinne geklärt werden kann. Insofern gibt die Arbeit beachtenswerte Hinweise. Ob die Ergebnisse allerdings genügen, um entsprechende Schlüsse auf die Verhältnisse im natürlichen Fluß zu ziehen, wird durch weitere Beobachtungen und Vergleiche noch zu klären sein.

Dr.-Ing. van Rinsum.

**Anweisung für die Durchführung von Niederschlagsmessungen (ADN. 1936).** Aufgestellt auf Grund der Anleitung für die Beobachter an den Niederschlagsmeßstellen des Deutschen Reichswetterdienstes für Meßstellen außerhalb des Deutschen Reichswetterdienstes von der Abwasserfachgruppe der Deutschen Gesellschaft für Bauwesen. XII u. 29 S. München u. Berlin 1936, Kommissionsverlag von R. Oldenbourg. Preis 2 RM.

Die Abwasserfachgruppe der Deutschen Gesellschaft für Bauwesen e. V. hat sich der Aufgabe unterzogen, für alle Meßstellen außerhalb des Reichswetterdienstes eine einheitliche Anweisung für die Durchführung von Niederschlagsmessungen aufzustellen und herauszugeben. Daß für eine derartige Anleitung ein Bedürfnis vorliegt, steht außer aller Frage. Gibt es doch neben den Niederschlagsmeßstellen des Reichswetterdienstes eine große Anzahl von Meßstellen, die Niederschlagsbeobachtungen für eigene Zwecke, insbesondere für Zwecke wasserwirtschaftlicher Art durchführen. Alle diese Beobachtungen künftig auf eine einheitliche Grundlage zu stellen, ist Zweck der vorliegenden Anweisung.

Sie baut sich auf der Anleitung für die Beobachter an den Niederschlagsmeßstellen des Deutschen Reichswetterdienstes auf. Die Anleitung des Reichswetterdienstes ist unverändert abgedruckt, durch ein Merkblatt, das ergänzende Hinweise gibt, den Zwecken der Wasserwirtschaft angepaßt und auf die Bedürfnisse der wasserwirtschaftlichen Meßstellen, insbesondere der Städte, Wasserwirtschaftsverbände, landwirtschaftlichen Genossenschaften usw., zugeschnitten. In der Anweisung werden behandelt: die Durchführung von Regenmessungen, die Messung der Höhe und des Wassergehalts der Schneedecke sowie (besonders wichtig für wasserwirtschaftliche Zwecke) die Bedienung des Schreibregennessers.

Die Abwasserfachgruppe hat ferner für die Beobachter auf den Meßstellen selbst Kurzanweisungen aufgestellt, die auf der Meßstelle ausgehängt werden und dem Beobachter die wichtigsten Regeln zur Bedienung seiner Geräte ständig vor Augen führen sollen (Kurzanweisung zur Messung der Niederschläge, Kurzanweisung für die Bedienung des Schreibregennessers, zum Preise von je 0,20 RM von der DGFB. zu beziehen).

Es ist nur zu wünschen, daß die Beobachtungen außerhalb des Reichswetterdienstes künftig ausschließlich nach diesen Anweisungen durchgeführt werden, damit unwiederbringliche Verluste an Geld und wissenschaftlichen Werten, wie sie aus unzweckmäßiger und nachlässiger Bedienung der Meßgeräte häufig entstehen, in Zukunft vermieden werden. Wie auf vielen anderen Gebieten, so können wir es uns auch hier nicht leisten, Mittel aufzuwenden, ohne daß ein Nutzen für die Allgemeinheit entsteht. Die Messungen einzelner Meßstellen müssen unbedingt so gestaltet und durchgeführt werden, daß sie der Allgemeinheit zugute kommen. Reinhold.

**Dachler, R., Dr.-Ing.:** Grundwasserströmung. VI u. 141 S., 74 Textabb. Wien 1936, Verlag Julius Springer. Geb. 11,40 RM.

Der Verfasser behandelt zunächst das für jede Grundwasserströmung grundlegende Filtergesetz von Darcy und seine Gültigkeitsgrenzen sowie die Bestimmung seiner Durchlässigkeitsziffer. Weiter bespricht er die besonders für die Berechnung der Grundwassersenkung wichtige geradlinige Filterbewegung, um dann zum umfassendsten Abschnitt des Werkes überzugehen, der krummlinigen Filterbewegung. Die mathematische Behandlung dieser Fragen führt die Grundwasserbewegung auf die Potentialbewegung der idealen Flüssigkeiten zurück und benutzt die vielseitig ausgebaute Potentialtheorie für Fragen der Grundwasserströmung, indem sie — entsprechend den wegweisenden Arbeiten Ph. Forchheimers — mit Hilfe der Funktionentheorie die grundlegende Differentialgleichung von Laplace in geeigneten Fällen zur Lösung bringt. Als Anwendungsbeispiele werden ausführlich besprochen die Strömung unter einer Spundwand, einer Platte und unter Bauwerken verschiedener Form, um Ecken und in Winkeln, in Dammböschungen und im Bereiche von Hangquellen, über waagerechter und geneigter Sohle und über eine lotrechte Wand, endlich die Versickerung aus Gerinnen und die Wirkung des Abdichtens von Spundwänden.

Anschließend werden dann die Versuchsverfahren zur Darstellung der Grundwasserströmung, besonders der Filterversuch und die Messung elektrischer Ströme erörtert und endlich das zeichnerische Verfahren, das die Strömungsverhältnisse mit Hilfe von Stromlinien und Potentiallinien anschaulich macht.

Zum Schluß wird die Filterbewegung bei veränderlicher Durchlässigkeit besprochen.

Das Buch füllt durch die einheitliche Behandlung der Grundwasserströmung eine Lücke aus. Zusammenfassende Arbeiten gab es bisher nur über das Teilgebiet der bei der Grundwassersenkung auftretenden geradlinigen Strömungen. Die Fragen der krummlinigen Grundwasserströmungen sind seit Ph. Forchheimer besonders von österreichischen Forschern behandelt worden und haben inzwischen für Wehrbauten und besonders für Dammbauten eine erhebliche Bedeutung erlangt, wenn ihre Anwendung auch einstweilen nur bei gleichmäßiger Durchlässigkeit des Untergrundes brauchbare Ergebnisse liefert. Gerade das zeichnerische Verfahren, in dem die Strömung durch Stromlinien und Potentiallinien dargestellt wird, ist von überraschender Anschaulichkeit und Einfachheit. Seine Grundlagen fand man aber bisher nur verstreut in Zeitschriften und in abgekürzter Darstellung in Einzelabschnitten wasserbaulicher Lehrbücher. Es ist das Verdienst des Verfassers, eine geschlossene, alles Wesentliche umfassende Darstellung der Grundwasserströmungen und ihrer mathematischen und versuchsmäßigen Erfassung und zeichnerischen Darstellung gegeben zu haben, die für jeden, der auf diesem Gebiete zu arbeiten hat, unentbehrlich ist. Lohmeyer.



**Kaftan, K. G.:** Europa braucht Autobahnen. Deutsch, Englisch und Französisch. 50 S. mit 3 Textabb. und 1 Plan. Berlin SW 68, Reichssportverlag. Preis 0,50 RM.

Dem Kraftwagenverkehr in aller Welt genügen die Landstraßen trotz aller Anpassung nicht mehr, er braucht seine eigene Autobahn. Ausgehend von dieser Tatsache schildert der bekannte Verfasser die bisherigen Versuche zur Schaffung von Autostraßen in Amerika, Italien und Deutschland und behandelt dann die deutschen Reichsautobahnen, wobei er in erster Linie die Finanzierung und die arbeitspolitische Einwirkung dieses Unternehmens darlegt. Darauf baut der Verfasser seine Pläne für ein europäisches Autobahnnetz auf. Er lehnt die früheren Netzpläne der Hafraba, des Büros und des Office International des Auto-Routes (BIAR und OIAR) ab, schon, weil die nordischen Staaten und England darin nicht berücksichtigt waren und alle Pläne durch das Reichsautobahnnetz überholt werden. G. Kaftan stellt deshalb selbst einen neuen Plan auf, in dem er vom Reichsnetz ausgeht, für jeden Staat ein eigenes Netz entwirft und diese Einzelnetze in Verbindung bringt. So erhält er ein in einem Übersichtsplan dargestelltes Gesamtnetz von 65 000 km, wobei auch das deutsche Netz auf 9700 km erweitert wird.

Als Querschnitt verlangt der Verfasser den vierspurigen deutschen Querschnitt mit Mittelstreifen. Nur für Länder mit geringem Verkehr empfiehlt er drei Spuren ohne Mittelstreifen. Einheitliche Ausbildung der Kreuzungen, die Beschilderung, Rechtsfahren und gleiche Gebühren für die Benutzung sind selbstverständliche Forderungen. Für die Finanzierung empfiehlt K., ähnliche Wege zu gehen wie in Deutschland, nämlich von den durch die Bekämpfung der Arbeitslosigkeit ersparten Beträgen und dem Gewinn der Wirtschaft auszugehen. Zunächst sollen alle Staaten Studiengesellschaften bilden, die ihre Vorentwürfe spätestens nach 1½ Jahren an ihre Regierungen abzugeben haben. Ein zwischenstaatlicher Ausschuß hat dann die weiteren Vorarbeiten zu bewältigen, bis die Pläne baureif sind.

Es gibt wohl kein Problem, das alle kraftfahrenden Völker so bewegt wie das Autobahnproblem, und es ist ein großes Verdienst von Gustav Kaftan, diesem Gedanken in einer flott geschriebenen Werbeschrift mit Vorschlägen, die Hand und Fuß haben, beredten Ausdruck zu verleihen und so die Grundlage für eine Aussprache zwischen den europäischen Staaten zu schaffen. Die deutschen Wirtschaftler, Politiker und Techniker wird es besonders interessieren, die Ergänzungen des deutschen Netzes und die Anschlüsse an die Nachbarländer kennenzulernen. Nun werden zunächst einmal die anderen Staaten zu Kaftans Vorschlägen Stellung zu nehmen haben, der sich im Planen mit Recht weiser Mäßigung befleißigt hat.

Im einzelnen halte ich den Vorschlag einer dreispurigen 13 m breiten Autobahn (3 × 3 m Bahn und 2 × 2 m Randstreifen) auch bei geringem Verkehr für verkehrsgünstlich. Will man an Breite sparen, empfehle ich, entweder zunächst nur eine Hälfte zu bauen, also eine zweispurige Autobahn oder eine schmalere 14 m breite vierspurige Bahn mit zwei je 3 m breiten Hauptspuren und zwei je 2,75 m breiten Überholungsspuren sowie je 1 m breiten Randstreifen und einem 0,5 m breiten Trennungsbord in der Mitte.

Es bedarf nach dieser Schilderung kaum noch eines Hinweises, daß das Heft die weiteste Verbreitung in allen Kreisen Deutschlands und der übrigen Staaten verdient; nicht nur Fachleute, sondern Wirtschaftler und Politiker müssen zu seinem Inhalt Stellung nehmen, wenn sie mit der Zeit gehen wollen.  
Dr. Speck.

**Bangert, W., Dr.-Ing.:** Baupolitik und Stadtgestaltung in Frankfurt a. M. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des deutschen Städtebaues in den letzten 100 Jahren. 140 S. mit 32 Abb. Würzburg 1937, Konrad Triltsch. Preis 4,50 RM.

Der Verfasser hat sich die dankenswerte Aufgabe gestellt, die Entwicklungsgeschichte der Bau- und Bodenpolitik der letzten 100 Jahre zusammenzufassen und die Meilensteine zu setzen, die den Fortschritt in der Gesetzgebung und die Wandlung unserer Anschauungen über die Aufgaben des Städtebaues und die dabei angewendeten Wirtschaftsformen kennzeichnen. Ist ein solcher Abriss an sich schon sehr wertvoll, damit man Wesen und Wert des heutigen Durchbruchs zu einer Umgestaltung an Haupt und Gliedern deutlich und unvoreingenommen erkennen kann, so gewinnt die Abhandlung dadurch noch besonders, daß die ganze Entwicklung an dem Beispiel der Stadt Frankfurt a. M. lebendig gestaltet ist. Das Beispiel ist ausgezeichnet gewählt. Auf diese alte Krönungs- und Messstadt, stets an dem geschichtlichen Geschehen aller Zeitwenden beteiligt, hat auch das letzte Jahrhundert besonders seinen Stempel gedrückt. Sie war Geburtsort und Durchgangsstation mancher neuer Gedanken im Städtebau, da sie schöpferische Kräfte anzog (Adickes, May), die vorbildlich gewirkt haben. Daher werden alle die, die große Abschnitte dieser Wandlung selbst miterlebt haben, auch wegen der Hinweise auf die jeweils maßgebenden Personen oder Ereignisse, die Schrift befriedigt aus der Hand legen. Den Jüngeren der Städtebauzunft bietet die Abhandlung die Möglichkeit, sich zu vergewissern, aus welchen Quellen die Gesinnung, die uns heute leitet, entsprungen ist und welche Läuterung sie hat durchmachen müssen.

32 verständliche Abbildungen, eine Zeittafel über die Ereignisse von 1792 bis 1935 und das Verzeichnis der benutzten Schriften von grundsätzlicher Bedeutung, unter denen alle maßgebenden seit Stübgen und Camillo Sitte verzeichnet sind, sichern der Abhandlung auch einen dauernden Wert. Städtebauer jeder Richtung und jedes Alters sollten sich diese Schrift verschaffen und sich mit ihrem Inhalt vertraut machen. Es lohnt die kleine Mühe und hat dauernden Gewinn.

Dr. Neumann, Stuttgart.

**Lehr, G. J.:** Das Trink- und Gebrauchswasser. XII, 304 S. mit 128 Textabb. Leipzig 1936, Verlag Wilhelm Engelmann. Preis geh. 24 RM., in Leinen 26 RM.

Das sehr beachtliche Werk behandelt die Gewinnung des Trink- und Gebrauchswassers, die Wasserreinigung und seine Verteilung. Es umfaßt demnach das gesamte Gebiet der Wasserversorgung. Dabei wird in vorzüglicher Weise die Brücke zwischen theoretischen Grundlagen und praktischer Bauausführung geschlagen. Es sind die wichtigsten Erkenntnisse über die Entstehung des Grundwassers, über seine Bewegung und Auffindung sowie über die Ergiebigkeitsgesetze behandelt. Die Frage der jahreszeitlichen Schwankungen der Grundwasserstände, auch in Zusammenhang mit den offenen Gewässern, wird erörtert, die heute insonderheit hinsichtlich der Verluste von öffentlichen Wasserläufen durch Uferfiltration zur Wasserentnahmestelle hin hie und da von besonderer Bedeutung ist. Natürliche Uferfiltration und künstliche Versickerung liefern Hinweise auf den bei einzelnen großen Städten eingetretenen Kreislauf zwischen Abwasserbeseitigung bzw. -verwertung und Wassergewinnung.

An die Behandlung der Aufbereitung des Wassers schließt sich eine Betrachtung der entstehenden Kosten mit einer Zusammenstellung praktischer Ausführungen.

Auch die eingehenden Darstellungen über die Verteilung des Trink- und Gebrauchswassers enthalten verschiedentlich eingestreute Beispiele praktischer Ausführungen mit Errechnung der Gesteigungs- und Betriebskosten.

Die heute besonders wichtige Versorgung von Siedlungen findet eine zutreffende, wenn auch knappe Würdigung.

Die Erörterung der DIN-Normen, vielleicht in Verbindung mit der sehr dringlichen Frage der Austauschstoffe, kann für eine Neuauflage empfohlen werden.

Im Abschnitt über Wasserwerkbetrieb werden u. a. auch die in steigendem Maße errichteten selbsttätigen Versorgungsanlagen und die den Wasserwerkverwaltungen obliegenden Maßnahmen zur Erweiterung bestehender Einrichtungen eingehend durchgesprochen.

Die ausgezeichnete Bearbeitung ist im übrigen noch durch mehrere Anhänge über statistische Zahlenfeststellungen, Beispielrechnungen mit zeichnerischen Darstellungen, Tabellenwerte und Schrifttumsangaben dem planenden und bauausführenden Ingenieur handgerecht gemacht.

Der Verlag hat dem Werke, das weitesten Kreisen angelegentlich empfohlen werden kann, ein geschmackvolles und würdiges Äußeres verliehen.  
Dr.-Ing. Erich Weise.

**Müller F. †, Prof.,** bearbeitet und ergänzt von Dr.-Ing. O. Fischer: Das Wasserwesen an der schleswig-holsteinischen Nordseeküste. II. Teil. Die Inseln. 2. Folge. Alt-Nordstrand bis zur Zerstörung durch die Sturmflut im Jahre 1634. XVI, 224 S. mit 15 Textabb. u. 3 Tafeln. Berlin 1936, Verlag von Dietrich Reimer (Andrews u. Steiner). Preis geh. 9 RM.

In einer Zeit, in der die Wiedergewinnung der einst unter den Einwirkungen schwerer Sturmfluten verlorengegangenen Marschengebiete an der schleswig-holsteinischen Nordseeküste mit Nachdruck betrieben wird, muß die Veröffentlichung der Forschungen des verstorbenen Prof. Friedrich Müller über „Das Wasserwesen an der schleswig-holsteinischen Nordseeküste“ besonders begrüßt werden.

In Fortsetzung der bereits veröffentlichten Arbeit über „Die Halligen“ hat Dr.-Ing. Fischer im Auftrage des Preußischen Landwirtschaftsministers nunmehr die als Handschrift hinterlassenen Aufzeichnungen Müllers über die nordfriesischen Inseln bearbeitet und im ersten Bande einer Buchreihe die Schicksale der als Alt-Nordstrand bezeichneten, früher zusammenhängenden heutigen Inseln Nordstrand und Pellworm bis zur Zerstörung durch die Sturmflut im Jahre 1634 geschildert.

In fünf Hauptabschnitten werden die allgemeinen Zustände auf der Insel im 16. und 17. Jahrhundert, die Inselgestaltung unter dem Einfluß der Landverluste und Wiederbedeckungen von den ältesten Nachrichten aus dem 11. und 12. bis zum Ausgang des 16. Jahrhunderts, die Ereignisse im folgenden Jahrhundert bis zu der großen Sturmflut des Jahres 1634, die Alt-Nordstrand zerstörte, ferner die Deichverwaltung und endlich einige besonders wichtige Deichbauunternehmungen aus dem 16. und 17. Jahrhundert ausführlich behandelt. Die in den Text eingearbeiteten zahlreichen Auszüge aus Berichten, Chroniken und Verordnungen jener Zeit, deren Quellen angegeben werden, erhöhen zwar den Wert der Darstellung, erschweren aber durch ihre Wiedergabe in der alten Schriftsprache das Studium des Werkes.

Aus der Darstellung der wechselvollen Geschehnisse auf der Insel Alt-Nordstrand bis zum Jahre 1634 wird ein eindrucksvolles Bild nicht nur der Gefahren, die den Inselbewohnern damaliger Zeit aus den schweren Angriffen der See immer wieder drohten, und der Zähigkeit in der Verteidigung ihrer Scholle, sondern auch der infolge der Selbstsucht und Starrköpfigkeit mangelhaften Unterhaltung der Deiche eingetretenen, oftmals katastrophalen Auswirkung der Sturmfluten auf das ungenügend geschützte Inselgebiet vermittelt.

Die Beigabe von Abdrucken alter Karten wie einer Anzahl von Textabbildungen verschaffen einen ausreichenden Überblick über die Gestalt und den Zustand der Insel im Verlauf der Zeiten.

Über den Kreis der am Küsten- und Inselnschutz wie der Landgewinnung besonders interessierten Ingenieure hinaus wird der über die Schicksale der Insel Alt-Nordstrand erschöpfende Auskunft gebende erste Band auch für all jene ein wertvolles Nachschlagewerk sein, die wissenschaftliche oder auch sonstige Aufgaben an der schleswig-holsteinischen Küste zu lösen haben.  
Dr. Hibben.



Gerlach, Ernst, Dr.-Ing.: Die Prüfung der Mischvorgänge im bituminösen Straßenbau. 18 S. mit 60 Abb. u. 20 Zahlentafeln. Berlin 1936. In Kommission bei VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7. Preis geh. 8 RM.

Die Reichsautobahnen werden für den Straßenverkehr ein Straßennetz von bisher unerhörter Leistungsfähigkeit darstellen. Für die Abwicklung des normalen Verkehrs hängt diese Leistungsfähigkeit in erster Linie von der möglichen Reisegeschwindigkeit ab, während für besondere Zwecke — z. B. für stoßweisen Massenverkehr in einer Richtung — auch die Breitenbemessung der Fahrflächen eine Rolle spielt. Für die ohne Gefährdung einzuhaltende Geschwindigkeit der Fahrzeuge ist neben der Linienführung, der Vermeidung von Plankreuzungen, der ausschließlichen Benutzung durch den Kraftverkehr auch die Beschaffenheit der Fahrbahnoberfläche von Bedeutung. Sie muß griffig und ebenflächig sein und diese Eigenschaften auf die Dauer behalten. Die Erfüllung dieser Forderungen hat Fortschritte bei allen für die Reichsautobahnen angewendeten Deckenbauweisen zur Folge gehabt, besonders bei den Bauweisen mit bituminöser Bindung in Form des Asphalt- und Teerbetons. Manche noch offene Fragen sind einer beschleunigten Lösung zugeführt, zum Teil einer endgültigen Lösung näher gebracht. Dies dient aber auch wesentlich der Verbesserung dieser Bauweisen bei ihrer Verwendung auf dem übrigen Straßennetz. Neben dem Einfluß der Zusammensetzung des Mineralanteils, der Beschaffenheit der Bindemittel, der Art des Einbaues, des Stampfens und Walzens auf die Güte der Decken ist auch die schwierige Prüfung der Mischvorgänge im bituminösen Straßenbau in diesem Zusammenhange von Dr. Gerlach im Forschungsinstitut für Maschinenwesen im Baubetrieb, das an der Technischen Hochschule Berlin von Prof. Dr. Garbotz eingerichtet ist, untersucht worden.

Die Gesteinsbestandteile der bituminösen Straßendecken werden in erwärmtem Zustande mit den gleichfalls erwärmten Bindemitteln in Mischern verschiedener Bauarten zur Erzeugung der einbaufertigen Deckenmasse gemischt. In der Masse sollen die Mineralstoffe von dem Bindemittel vollständig und gleichmäßig umhüllt sein. Bisher war aber kein Verfahren bekannt, durch das die einwandfreie gleichmäßige Umhüllung festgestellt werden konnte. Außer durch die Beschaffenheit des Gesteins hinsichtlich der Haftfähigkeit des Bindemittels (der Adsorption) und durch die Benetzungsfähigkeit des Bindemittels, die wesentlich von seiner Viskosität abhängt, wird die einwandfreie Umhüllung beeinflusst durch die Bauart des Mixers und durch die Zeitdauer des Mixens. Die Leistungsfähigkeit und damit die Wirtschaftlichkeit von Mischanlagen hängt eng mit der erforderlichen Mischdauer zusammen. Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Mischanlagen hinsichtlich der erzielten Güte der Umhüllung muß als Grundlage die Feststellung dienen, welcher Teil der in der Mischung vorhandenen gesamten Gesteinsoberflächen nicht umhüllt ist. Dazu muß ein Verfahren gefunden werden, durch das die nicht mit Bindemittel bedeckten Gesteinsflächen gemessen oder wenigstens für verschiedenartige Mischvorgänge in Vergleich gebracht werden können.

Die mechanische Prüfung von Probekörpern aus bituminösen Deckenmassen kann über die Festigkeitseigenschaften Auskunft geben und dadurch mittelbar auch über die Güte der Umhüllung. Sie ist jedoch ungeeignet, einen Maßstab für diese Eigenschaft oder auch nur eine Vergleichsmöglichkeit, zumal für das nicht durch die mechanischen Einwirkungen zur Formung der Probekörper veränderte Mischgut zu geben. Auch optische Verfahren bieten keine einwandfreien Feststellungsmöglichkeiten. Sie hängen außerdem von dem Auge des jeweiligen Beobachters ab.

Als geeignetes Prüfungsverfahren ist in der Arbeit von Dr. Gerlach eine Prüfung auf chemischer Grundlage, die Safraninmethode, zur Beurteilung des Mischvorganges beschrieben, und verschiedene Ergebnisse, die mit Hilfe dieser Methode bereits gewonnen sind, werden mitgeteilt.

Das Verfahren beruht darauf, daß die Bindemittel nahezu völlig neutrale Stoffe sind, während fast alle Gesteine basischen Charakter haben. Wenn man also mit diesen Bindemitteln umhülltes Gestein mit geeignet reagierenden Substanzen in Verbindung bringt, so können diese nur auf die nicht mit Bindemittel bedeckten Gesteinsflächen einwirken. Durch Adsorption wird eine gewisse Menge des reagierenden Stoffes an diese freien Gesteinsflächen gebunden. Zur Menge des hierfür verbrauchten Stoffes steht die Größe der freien Gesteinsflächen in einem bestimmten Verhältnis. Da diese Mengen äußerst gering, jedenfalls durch Wägung oder durch chemische Methoden der Mengenfeststellung nicht zu ermitteln sind, hat man einen wasserlöslichen Teerfarbstoff, das Toluol-Safranin, als geeignet ausgewählt. Die Lösungen dieses Stoffes zeigen bei verschiedener Konzentration innerhalb einer bestimmten Grenze Unterschiede in der Intensität der rotgelben Färbung, die die Aufstellung einer Farbskala gestatten. Die verwendete Skala enthält zwölf Farbwerte, die durch Lösungen des Safranins in 1 Liter destillierten Wassers mit 6 mg beginnend und steigend um je 2 mg bis 28 mg hergestellt sind. Diese Konzentrationen ergeben deutlich ablesbare Färbungsunterschiede; bei einiger Übung können auch Zwischenwerte abgeschätzt werden.

Die Prüfung wird praktisch so durchgeführt, daß 20 g des zu untersuchenden Gemisches in eine Pulverflasche von 750 cm<sup>3</sup> eingefüllt und 50 cm<sup>3</sup> Safraninlösung zugegeben werden. Die Flasche wird verschlossen und zur Beseitigung von Luftblasen aus dem Gemisch ein Vakuum in ihr erzeugt. Durch Schwenken der Flasche von 3 min Dauer wird die Farblösung mit dem Gemisch gut in Berührung gebracht. Dann wird wieder Luft zugelassen und die Flasche 3 min zum Absitzen stehen gelassen. Aus der über dem Gemisch stehenden Farblösung werden dann drei Proben entnommen und mit der Farbskala verglichen. Man kann durch eine einfache Rechnung feststellen, wieviel von dem ursprünglichen Farbstoffgehalt von den freien Gesteinsflächen adsorbiert wurde und daraus auf den Grad der Umhüllung schließen, nachdem man vorher die von gleichartigem, nicht umhülltem Gestein adsorbierte Menge ermittelt hat.

Mit Hilfe dieser Prüfungsmethode sind dann von Dr. Gerlach Versuche durchgeführt worden über die Einflüsse der Mischtemperatur, der Mischdauer, die z. B. für magere Mischungen größer sein muß, der günstigsten Drehzahl der Mischerwellen und der verschiedenen Füllungsgrade des Mischgefäßes. Ferner wurde festgestellt, daß für die Festigkeitseigenschaften von Probekörpern geringe Unterschiede in der Umhüllungsgüte des Gesteingemisches von geringem Einfluß sind, daß dagegen bei Wasserlagerung verminderte Umhüllungsgüte ein Nachlassen der Widerstandsfähigkeit zur Folge hat. Da in der Straßeneinfestigung gerade Feuchtigkeit unter dem Einfluß der Witterungsercheinungen auf den Bestand bituminöser Decken recht nachteilig einwirkt, ergibt sich daraus die große Bedeutung einer gleichmäßigen und vollständigen Umhüllung der Gesteinsstoffe mit dem Bindemittel und der Vorteil einer Prüfungsmethode, die eine einigermaßen sichere Nachprüfung der Mischvorgänge in dieser Hinsicht erlaubt. Großjohann.

VDI-Jahrbuch 1937. Die Chronik der Technik. Herausgegeben im Auftrage des Vereines deutscher Ingenieure von A. Leitner. 228 S. Berlin 1937, VDI-Verlag G. m. b. H. Preis geh. 3,50 RM.

Bei der gewaltigen Ausdehnung, die das technische Schrifttum im In- und Auslande in den letzten Jahren erreicht hat, ist es eine organisatorische Aufgabe von größter Wichtigkeit, Mittel und Wege zu finden, um den Fachmann über die neuesten Veröffentlichungen der einzelnen Sonderzweige auf dem laufenden zu halten. Das engere Arbeitsgebiet wird hierbei durch die in Frage kommenden Fachzeitschriften in diesem Sinne behandelt; dagegen ist es dem Ingenieur in der Regel aus zeitlichen und wirtschaftlichen Gründen schon nicht mehr möglich, die Nachbardisziplinen zu überblicken. Hier leistet das VDI-Jahrbuch, das in vierter Folge für das Jahr 1937 vorliegt, gute Dienste. Es gibt in sorgfältiger Bearbeitung eine knappe Zusammenstellung über die Fortschritte, die in den verschiedensten Teilen der Technik im vergangenen Jahr erzielt wurden, unter Angabe der entsprechenden Veröffentlichungen. Hierbei wurde die Form gewählt, daß die wichtigsten technischen Sondergebiete, unterteilt in die Hauptabschnitte: angewandte Wissenschaften, Bau- und Werkstoffe, Betriebsstoffe, Maschinenelemente, feinmechanische Technik, Wärmekraftanlagen, Wasserkraftanlagen, Elektrotechnik, Bauwesen, Werkstoffbearbeitung, Pumpen und Verdichter, Fördertechnik, Verkehrswesen, Wehrtechnik, Lichttechnik, Staubtechnik, Heizungs- und Lüftungstechnik, Schalltechnik, Haustechnik, Verbrauchsgütertechnik, Landwirtschaftstechnik, Forstwirtschaftstechnik, Tropentechnik, Siedlungs- und Wohnwesen, Wasser und Abwasser, Werkleitung, gewerblicher Rechtsschutz, sowie Bedeutung der Technik im Dritten Reich, von führenden Fachmännern in kurzen, aber klaren, die wichtigsten Entwicklungslinien hervorhebenden Übersichten behandelt wurden; am Rande ist jeweils das Schrifttum angeführt. Schon die Aufzählung der Abschnitte gibt einen Überblick über den reichen Inhalt, der noch durch eine Einführung „Der Weg zum Schrifttum“ und durch ein Kapitel „Gedenktage der Technik“ sowie ein umfangreiches Sachverzeichnis erweitert wird.

Erfreulich ist, daß neben den deutschen auch die fremdsprachigen technischen Zeitschriftenaufsätze Berücksichtigung gefunden haben. Immerhin sei der Wunsch ausgesprochen, daß in Zukunft noch etwas stärker auf die ausländischen Veröffentlichungen eingegangen wird; da der Bezug fremder Zeitschriften dem einzelnen Ingenieur und Betrieb nicht mehr in dem Umfange wie früher möglich ist, erscheint es besonders wichtig, daß wir genügend über die technischen Bestrebungen und Leistungen außerhalb der Reichsgrenzen auf dem laufenden gehalten werden. Dem VDI-Jahrbuch sei auch unter diesem Gesichtspunkte eine weite Verbreitung gewünscht. Sinner.

Regeln für Wassermengenmessungen bei Abnahme von Wasserkraftmaschinen. „VDI-Wassermengen-Meßregeln.“ Herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure und vom Reichsverbande der Deutschen Wasserwirtschaft. 12 S. mit 4 Textabb. Berlin 1936, VDI-Verlag G. m. b. H. Preis geh. 2 RM (für VDI-Mitglieder 1,80 RM).

Die hier behandelten Meßverfahren gliedern sich in zwei Hauptteile. Die 1. Gruppe bilden die bei Abnahmeversuchen üblichen und empfohlenen Meßverfahren: die Flügelmessung und die Überfallmessung mit rechteckigem, scharfkantigem Überfall ohne Seiteneinschnürung. In eingehender Weise werden die Anforderungen an die Meßflügel, an die Meßstelle und den Meßquerschnitt erörtert, die bei der Zeitmessung und Auswertung in Frage kommende Verfahren behandelt und die Gleichmäßigkeit der Wasserströmung beurteilt. Bei den auf der Gleichung von Poleni sich aufbauenden Überfallmessungen folgen Angaben über die Ausführung des Überfalls und der Messungen sowie über die Berechnung der Wassermenge.

Zu der 2. Gruppe gehören die sonst noch möglichen Meßverfahren, die infolge besonderer Verhältnisse auch einmal beim Abnahmeversuch in Frage kommen können, wie die Staurohrmessung, Drosselgerätmessung (Düsen, Blenden, Venturirohre und -kanäle), Mischverfahren, Salzgeschwindigkeitsverfahren, Gibson-Verfahren, Überfallmessung mit Seiteneinschnürung oder in Sonderführung, Behälter- und Gewichtsmessung, Schirmmessungen.

Ein ausführliches Schrifttumverzeichnis enthält Hinweise auf die umfangreichen Veröffentlichungen dieses Gebietes. Der deutsche Hydraulikausschuß hat sich durch die vorbildliche Bearbeitung dieser Regeln ein großes Verdienst nicht nur um den wirtschaftlichen Ausbau der Wasserkraft, sondern um die ganze deutsche Wasserwirtschaft erworben. Insbesondere verpflichtet die ehrenamtliche Mitarbeit der Herren Ing. Bitterli-Treyer VDI, Rheinfelden-Baden, Prof. Heiser VDI, Dresden, Prof. Dr.-Ing. Kirschmer VDI, Dresden, Dr.-Ing. L. A. Ott VDI, Kempten, Prof. Dr.-Ing. Th. Rehbock VDI, Karlsruhe, und Prof. Dr.-Ing. D. Thoma VDI, München, an diesen Regeln die Fachwelt zu besonderem Dank. Jeder Wasserbau-, Turbinen- oder Abnahmeingenieur sollte diese sorgfältige und klare Schrift kennen. Marquardt, München.



**Ratzersdorfer:** Die Knickfestigkeit von Stäben und Stabwerken. 321 S. mit 151 Abb. Wien 1936, Verlag von Julius Springer. Preis 27 RM, geb. 28,80 RM.

Das Werk zerfällt in sieben Abschnitte. Entsprechend ihrer Bedeutung als Grundfrage der elastischen Stabilität wird im 1. Abschnitt die Knickfestigkeit des geraden Stabes von unveränderlichem Querschnitt in genaueren Untersuchungen ausführlich behandelt. Alles Wesentliche wird klargestellt. Für den wichtigen Fall der unelastischen Knickung wird die Spannungsdehnungslinie des Werkstoffs hier wie in den folgenden Abschnitten zu Hilfe gezogen.

Der 2. Abschnitt bringt mittig gedrückte Stäbe bei gleichzeitiger Biegebungsbeanspruchung, der 3. Abschnitt die Knickfestigkeit von Stäben mit stetig veränderlichem Querschnitt und unter stetig veränderlicher Kraftwirkung. Im 4. Abschnitt findet man die Knickuntersuchung durchlaufender Stäbe unter der Annahme einer unveränderlichen Bettungsziffer. Für eine den wirklichen Verhältnissen besser entsprechende Abhängigkeit zwischen Bettungsdruck und Ausbiegung wird ein Näherungsweg angegeben.

In dem umfangreichen 5. Abschnitt untersucht der Verfasser die Stabilitätsbedingungen von Stabwerken: Fachwerke mit reibungslosen Gelenken, Gitterträger mit biegeunelastischen Gurten, Rahmentragwerke. Es wird eine allgemeine Darstellung der Stabwerkknickung gegeben, die für jedes ebene Stabwerk mit steifen oder gelenkigen Knoten anwendbar ist.

Der 6. Abschnitt hat zum Gegenstande der Untersuchung die Knickfestigkeit durchlaufender gerader Stäbe und die Seitensteifigkeit der Druckgurte offener Brücken. Schließlich wird anhangsweise im letzten Abschnitt die Knickbedingung von Bogenträgern der Kreis- und Parabelform bei unveränderlichem Querschnitt gebracht.

Von den in der Baustatik praktisch vorkommenden Stabilitätsaufgaben dürften die wichtigsten zur Darstellung gebracht sein, wobei die große Allgemeingültigkeit der Untersuchung hervorzuheben ist. Eine Vollständigkeit in dem Sinne, daß die angeführten Beispiele jedem möglichen Fall gerecht werden, ließ sich nicht erzielen. Doch wird der Leser bei gründlicher Verarbeitung des Gebotenen manch wertvollen Gewinn daraus ziehen.

Elwitz.

**Lindner, W. und Tamms, F.:** Mauerwerk. Herausgegeben vom Deutschen Bund Helmschutz in Verbindung mit dem Deutschen Handwerkinstitut. 132 S. mit 360 Abb. Berlin 1937, Alfred Metzner, Verlag. Preis geb. 7 RM.

Die Verfasser des Buches vom Mauerwerk, das durch den Generalinspektor für das deutsche Straßenwesen Dr. Todt angeregt und mit einem richtungweisenden Geleitwort versehen wurde, wollen den Sinn für zünftiges, bodenständiges, naturverbundenes und handwerkliches Bauen wieder erwecken. Durch ausgewählte Bilder wird an Beispielen und Gegenbeispielen die werkgerechte Verwendung der Natursteine unter Berücksichtigung ihrer Gewinnung und Verarbeitung für Mauerwerk gezeigt und fachlich erläutert. Vorbilder mustergültiger handwerklicher Bauten früherer Zeiten werden mit Bauausführungen aus der Gegenwart in Beziehung gebracht. In der Einführung sind allgemeine Gesichtspunkte für Baustoffwahl, Verarbeitung, konstruktive Verwendung, Fläche und Form entwickelt. Ein weiterer Abschnitt ist dem Werkstoff und den wichtigsten Gestaltungsarten gewidmet. Der dritte Abschnitt handelt von den Festigkeitseigenschaften, der Witterungsbeständigkeit und den Verwitterungserscheinungen bei Natursteinmauerwerk. Weiterhin sind wichtige Einzelfragen, wie Verblendung, Plattenverkleidung, Vormauerung, Sichtflächenbehandlung bei Werkstein- und Ziegelmauerwerk und Beton eingehend erörtert. Im ganzen ist die Arbeit ein wertvoller Beitrag zur Erziehung für werkgerechte Arbeit und gute Baugesinnung.

Das Buch ist vom Verlag vorzüglich ausgestattet, der Preis (7 RM) ist erstaunlich billig. Das Buch verdient weitgehendste Verbreitung.

Dr. Schaechterle.

**Seipp, Prof. Dr.:** Die abgekürzte Wetterbeständigkeitsprobe der Bausteine. 62 S., 32 Abb., 2 Steinbewertungstafeln. München 1937, R. Oldenbourg. Preis geb. 3 RM.

Das neueste Werk des Verfassers, der sich schon lange an den Bemühungen zur Lösung der Wetterbeständigkeitsfrage von Gesteinen beteiligt, beschäftigt sich zunächst mit den bisher üblichen Wegen und Verfahren zur Bestimmung der voraussichtlichen Wetterbeständigkeit von Naturstein.

Den Vorschlägen zur Verschärfung der physikalischen Verfahren — Heruntersetzen der Frosttemperatur auf  $-40^{\circ}$  und Erhöhen der Erwärmung auf  $150^{\circ}$  — kann nicht zugestimmt werden. Derartige Übertreibungen sind für die Beurteilung der praktischen Bewährung eines Gesteins unter den natürlichen Witterungseinflüssen nicht zweckmäßig. Das Verhältnis der Folgen derartig forcierten Versuche zu den unter natürlichen Umständen eintretenden Schäden ist niemals abschätzbar.

Der Grundgedanke der abgekürzten Wetterbeständigkeitsprüfung ist der, mit Hilfe verschiedener Agentien, die erfahrungsgemäß gewissen Steinarten schädlich sind, den Ablauf des Verwitterungsvorgangs so beschleunigt nachzuahmen, daß nach kurzer Zeit greifbare Vergleichswerte über die Bewährung eines Gesteins dem Praktiker zur Verfügung stehen.

Die Anordnung der Reihe von Spülflaschen mit  $O_2$ ,  $CO_2$  und  $SO_2$  ist gut durchdacht und ermöglicht die Überwachung der Einwirkung dieser Agentien durch Wägen der Proben, Ermittlung der gelösten Substanzen und Beobachtung einer sich auf den Gesteinstücken etwa bildenden Verwitterungsrinde.

An Hand von zwei sehr inhaltsreichen Tafeln, die die verschiedensten Auswirkungen enthalten, soll dem Prüfer und Begutachter die Bewertung der Ergebnisse ermöglicht werden.

Die Einwände, die von anderer Seite gegen derartige Agentienversuche geltend gemacht werden, greift Verfasser, soweit sie sich auf die Hirschwaldschen Einwände beziehen, auf und entkräftigt sie. Einen sicheren Beweis dafür, daß der Agentienversuch nur quantitativ übertreibt und qualitativ nicht verzerrt, bleibt Verfasser meines Erachtens aber schuldig.

Das Erscheinen des Werkes ist zu begrüßen. Unbestritten ist die Arbeit, die aus der vielseitigen Erfahrung des Verfassers entstanden ist, ein wertvoller Versuch zur Lösung der schwierigen Frage nach der voraussichtlichen Wetterbeständigkeit von Naturstein, und es ist besonders dankenswert, daß erstmalig dem wichtigen chemischen Anteil weitgehende Beachtung geschenkt wurde.

Dr.-Ing. K. Stöcke.

**Luer, H., Dr.:** Auswertung von Teerbetonuntersuchungen. Schriftenreihe der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen E. V., Arbeitsgruppe „Teerstraßen“, Heft 7. Berlin W 8, 1937. Preis geb. 2,10 RM.

Die Schrift, die als die beste der seit Jahren über Teerbeton erschienenen Veröffentlichungen bezeichnet werden darf, vermittelt durch die Fülle des Untersuchungsmaterials (über 2000 Einzeluntersuchungen) und die daraus gezogenen Schlüsse einen erschöpfenden und tiefen Einblick in alle den Teerbeton betreffenden Fragen. Zu deren besserer Lösung sucht der Verfasser beizutragen durch „Vorschläge für die geeignete Zusammensetzung von Teerfeinbeton“, die er aus der Auswertung der Untersuchungen ableitet.

Es handelt sich um Untersuchungen durch verschiedene Laboratorien (Prof. Hoepfner, Prof. Hartleb, Prof. Geißler, Oberbaurat Dr. Herrmann, Dr. Ohse und Dr. Luer), die nach den „Richtlinien für Probenahme und Untersuchung von Teermineralgemischen vor und nach dem Einbau“ an Ausbaustücken aus schwerst belasteten Großstadtstraßen, Probewürfeln und am getrennten Material Gestein und Teer angestellt wurden. Es hat sich eine überraschende Übereinstimmung der Ergebnisse der sechs Laboratorien gezeigt, so daß den von Dr. Luer gemachten Verbesserungsvorschlägen besonderes Gewicht zukommt.

Da für einen guten Teerbeton ein zweckmäßiger Aufbau des Mineralgerüsts das Wichtigste ist, ist in den Vorschlägen die durchschnittliche Kornabstufung für einen splittarmen und einen splittreichen Teerfeinbeton angegeben; es handelt sich um Mischungen, deren Anwendung in der Praxis von vornherein eine denkbar günstige Lagerung der Mineralmasse (Kornstabilität) ermöglicht. Auch die geeignetsten Teere sind in den Vorschlägen aufgeführt; ihre Mengenbemessung richtet sich nach ihrer Steife, nach der Oberfläche des Materials und nach den im fertig komprimierten Belag zu erwartenden Hohlräumen. Ob man diese ganz oder nur teilweise mit Teer ausfüllen soll, darüber besteht noch keine einheitliche Auffassung.

Auch die Untersuchungsergebnisse und Eigenschaften der zu Probewürfeln geformten Teerbetonmassen werden besprochen. Solche Mischungsproben bieten wertvolles Vergleichsmaterial, um die beste Mischung herzustellen.

Als wichtigste Untersuchungsergebnisse an Ausbaustücken verdienen hervorgehoben zu werden der allgemein niedrige Hohlraumgehalt der Teerbetonbeläge (zwischen 1 und 2,7 Raum-%), die Frische und Unveränderlichkeit der Teere, die geringe Nachkomprimierung auf Autobahnen und der äußerst geringe Verschleiß.

Die Schrift will außerdem den Praktiker auch zur richtigen Auswertung von Gutachten anleiten, wozu ein Gutachten-Schema beigegeben ist. Wertvoll ist ferner für den, der tiefer in die Materie eindringen will, das ausführliche Verzeichnis von Normen, Merkblättern und Literatur über Teerbeton und verwandte Gebiete.

P. Herrmann.

**Irminger, J. O. V., u. Nokkentved, Chr.:** Wind Pressure on Buildings, Experimental Researches. Ingenieurwissenschaftliche Schriften, A. Nr. 42. 88 S. mit 87 Abb. (In englischer Sprache.) Kopenhagen 1936. In Kommission Hos G. E. C. Gad. Preis 10 dan. Kr.

Die beiden Verfasser sind durch ihre grundlegenden Forschungen auf dem Gebiete des Winddrucks auf Bauwerke seit Jahren wohl bekannt. Die in englischer Sprache vorliegende Arbeit baut sich auf Versuchen auf, die von den Verfassern in Kopenhagen, zum Teil auch in Göttingen und Stockholm ausgeführt wurden. Durch 57 Bilder, die den Strömungsverlauf in der Umgebung von Hausmodellen bei der Bewegung durch Wasser festhalten, wird im 1. Kapitel der Grundcharakter der Strömung veranschaulicht. Die folgenden drei Kapitel behandeln die Druckverteilung im Luftstrom bei kantigen Körpern, wobei sowohl frei im Luftstrom schwebende (sogenannte Zwillings-) Modelle, wie auch auf einer Grundplatte befestigte Modelle untersucht werden. Es ergeben sich bei diesen beiden Versuchsarten wesentliche Unterschiede in der Druckverteilung. War man bisher allgemein von der Annahme ausgegangen, daß bei kantigen Körpern die Druckverteilung unabhängig sei vom Modellmaßstab und von der Strömungsgeschwindigkeit, so wird im 5. Kapitel gezeigt, daß dies dann nicht oder nur sehr unvollkommen zutrifft, wenn auf der Windseite ein größeres Wirbelgebiet entsteht. Dies gilt vor allem von Versuchen mit Modellen auf einer Grundplatte, wobei wiederum die Rauigkeit der Grundplatte von Einfluß ist. Weitere Kapitel behandeln die Druckverteilung bei freistehenden Dächern und bei Gebäuden mit teilweise offenen Wänden. Nichts enthält das Buch über Winddruck auf Fachwerkbauten. Den Schluß bilden einige mathematische Untersuchungen über Strömungsfeld um ein Gebäude, sowie eine Übersicht über das Schrifttum.

Sicher ist das Buch mit seiner gründlichen Behandlung aller dieser Fragen in erster Linie für Fachleute im engeren Sinne bestimmt. Die tadellose praktische Ausstattung und die große Zahl von Druckverteilungslinien für die verschiedensten Gebäudeformen geben aber auch dem Ingenieur, der sich nur gelegentlich mit solchen Fragen zu befassen hat, eine rasche Übersicht. Dem ausgezeichneten Buch ist weiteste Verbreitung auch im deutschen Sprachgebiete zu wünschen.

Dr.-Ing. H. Seitz, VDI.

**INHALT:** Die Abwasserreinigung im Gebiete der „Alten Emscher“ bei Duisburg-Alsum. — Die Reichsautobahnbrücke über das Urselbachtal. — Stromregelungsarbeiten in der Unterelbe. — Bücherschau.

Verantwortlich für den Inhalt: A. Laskus, Geh. Reglerungsrat, Berlin-Friedensau.

Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.

Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin.