

DIE BAUTECHNIK

9. Jahrgang

BERLIN, 24. Juli 1931

Heft 32

Alle Rechte vorbehalten.

Die Betonierungsanlagen für die Nordschleuse in Bremerhaven.^{*)}

Von Dipl.-Ing. Erich Burckas, Oberingenieur der Firma Heinrich Butzer, Dortmund.

Die Ausführung der Betonarbeiten zerfällt im wesentlichen in zwei Hauptabschnitte:

1. die Betonarbeiten, die in den Jahren 1928/29 für die eigentliche Schleuse, für die Kajemauern, den Verbindungshafen und das Drehbrückenfundament (Abb. 1),
2. die Betonarbeiten, die in den Jahren 1930/31 für die Restbauwerke im Vorhafen und die Verlängerung des Kaiserdocks II auszuführen waren (Abb. 2).

Bereits in den Ausschreibungsbedingungen für den ersten Bauabschnitt hatte das Hafenbauamt die wichtigsten Richtlinien für die Ausführung gegeben. Grundlegend war die Forderung, daß die Betonarbeiten einschließlich der Einrichtungsarbeiten so durchzuführen seien, daß das Gesamtbauprogramm des Hafenbauamts, das die Inbetriebnahme der gesamten Schleusenanlage zum 1. Januar 1932 vorsieht, eingehalten werden könne. Dementsprechend hatte das Hafenbauamt von den Unternehmern bereits bei Angebotabgabe eingehende Vorschläge für die Abwicklung der Arbeiten mit Leistungsnachweisen der einzelnen Geräte verlangt, um danach die Bauweise auswählen zu können, die ihm die beste Gewähr für die zuverlässige und fristgemäße Ausführung bot. Die nachstehend beschriebenen Einrichtungen und Anlagen sind hinsichtlich der Transportanlagen und Geräte grundsätzlich im Angebot der Firma Butzer enthalten gewesen. Nur unwesentliche Veränderungen und einige Verbesserungen sind im Laufe der Bauzeit vorgenommen worden.

Das Hafenbauamt hatte für die Eisenbetonarbeiten Gußbeton und für den Leichtbeton, der zur Ausfüllung von Hohlräumen dient, Stampfbeton vorgeschrieben, jedoch dem Unternehmer in der Wahl und Anordnung der Betonierungsanlagen ausdrücklich volle Freiheit belassen und lediglich die Forderung gestellt, daß eine wirtschaftliche, zweckmäßige Anlage zu errichten sei, die die frist- und bedingungsgemäße Herstellung eines einwandfreien Gußbetons sicher gewährleiste. Diese Forderung war für die Planung der Betonierungsanlagen von grundsätzlichem Einfluß.

Bei der ausgedehnten Baustelle, die zudem noch im ersten Bauabschnitt in sieben Einzelbaustellen:

Kajemauer Vorhafen-Ost	15 610 m ³	
Außenhaupt mit Anschlußblöcken	55 040 "	
Kajemauer Kammer-Ost	19 600 "	
Kajemauer Kammer-West	22 000 "	
Binnenhaupt mit Anschlußblöcken	49 540 "	
Drehbrückenfundament mit Anschlußblöcken	22 860 "	
Kajemauern Verbindungshafen-West	13 940 "	
dazu: Maschinenhausfundamente	5 240 "	203 830 m ³

und im zweiten Bauabschnitt in vier Einzelbaustellen:

Kajemauer Vorhafen-Ost (bis zur Columbuskaje)	11 550 m ³	
Kajemauer Vorhafen-West	9 300 "	
Anschlußblöcke Drehbrückenfundament	3 840 "	
Dockverlängerung	15 050 "	39 740 m ³
insgesamt		243 570 m ³

^{*)} Von der Abhandlungsreihe „Nordschleusenanlage Bremerhaven“ erscheint später ein Gesamtsonderdruck. Bestellungen hierauf werden schon jetzt entgegen-
genommen.

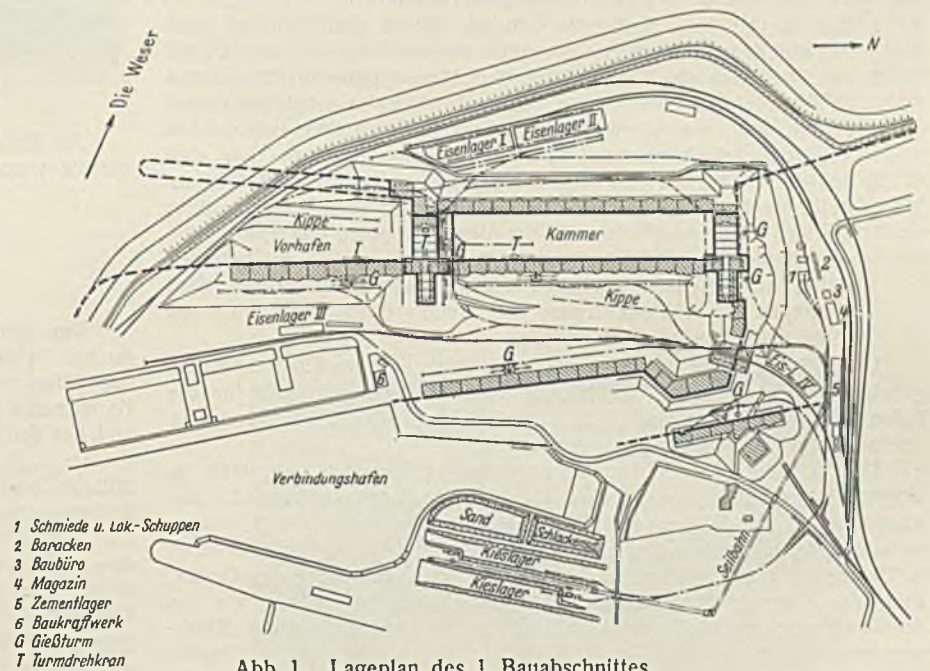


Abb. 1. Lageplan des 1. Bauabschnittes.

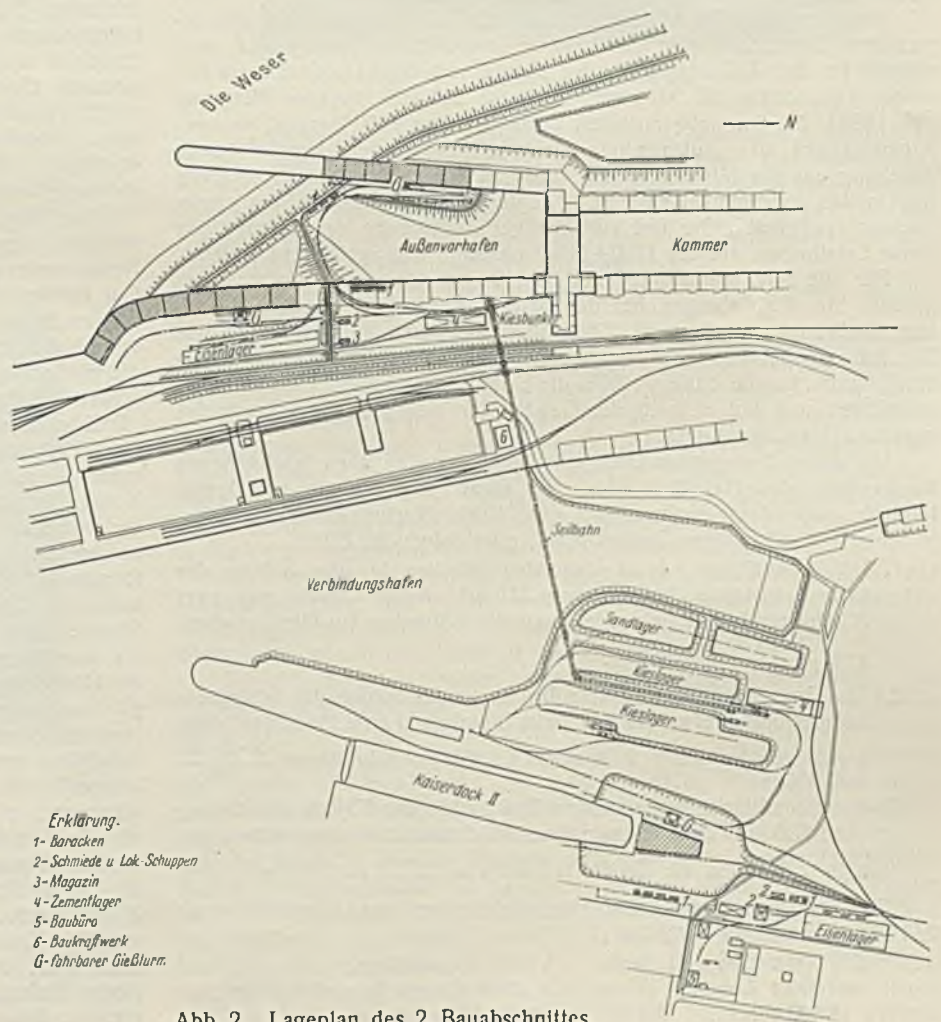


Abb. 2. Lageplan des 2. Bauabschnittes.

- Erklärung.
- 1- Baracken
 - 2- Schmiede u. Lok-Schuppen
 - 3- Magazin
 - 4- Zementlager
 - 5- Baubüro
 - 6- Baukräftwerk
 - 6- fahrbarer Gießsturm

zerfiel, kamen zentrale Mischanlagen wegen der Entmischungsfahrer des Gußbetons auf den langen Förderwegen überhaupt nicht in Frage. Vielmehr wurde größter Wert darauf gelegt, den gemischten Beton auf dem kürzesten Wege an seine Verwendungsstellen zu bringen. Aus diesem Grunde wurden auf allen Einzelbaustellen fahrbare Gießtürme, die entsprechend dem Arbeitsfortschritt längs den Baustellen verschoben werden konnten und deren jeder mit eigenen Mischmaschinen ausgerüstet war, verwendet. Lediglich an der Baustelle des Binnenhauptes kamen zwei ortsfeste Gießtürme mit eigenen Mischmaschinen und beim Drehbrückenfundament ein ortsfester Gießmast mit eigener Mischmaschine zur Aufstellung.

Für die Bemessung der Förderwagen und Mischmaschinen waren die folgenden Vorschriften des Hafenbauamtes maßgebend:

1. daß für gewisse Baublöcke 500 bis 600 m³ Gußbeton in einer Achtstundenschicht geleistet werden sollten;
2. daß alle mehr als 600 m³ fassenden Mauerblöcke aus Eisenbeton im Hinblick auf eine sichere Verbundwirkung in möglichst kurzen Fristen, und zwar in verlängerten bzw. in unmittelbar aufeinanderfolgenden Arbeitsschichten zu betonieren waren;
3. daß die Gießtürme und Mischmaschinen so reichlich an jeder Baustelle zu bemessen waren, daß jeder Punkt im Grundriß eines Blockes mindestens alle zwei Stunden bestrichen würde, und daß der Gießfortschritt hierbei mindestens jedesmal 15 cm betragen sollte, um einen einheitlichen Gußbetonkörper zu erzielen und Störungen im Abbindevorgang des Betons durch das Einbringen neuer Schichten zu vermeiden.

Diese Forderungen führten dazu, einheitlich an allen Gießtürmen die gleichen Mischmaschinen mit 1500 l Fassungsvermögen und für die Beförderung des trockenen Kies-, Sand-, Zement- und Traßgemisches eiserne 1,5-m³-Muldenkipper zu verwenden.

Die Leistung einer Gießturmanlage hängt davon ab, wie weit es möglich ist, die Leistungsfähigkeit der Aufzugwinde auszunutzen. Die Abmessungen von Fördergefäß, Mischmaschine und Aufzugkübel müssen so zueinander abgestimmt sein, daß der Aufzugkübel möglichst dauernd in Bewegung ist. Es führt zu einer schlechten Ausnutzung des Geräts, wenn das Fassungsvermögen des Aufzugkübels ebenso groß ist wie das der Mischmaschine, weil dann der Aufzugkübel dauernd auf die Mischmaschine warten muß und die Hälfte der Betriebszeit über stillsteht. Will man dann zu großen Leistungen übergehen, so kommt man nur zu schweren, teuren und unwirtschaftlichen Anlagen.

Nachdem hier die Mischmaschinengröße mit Rücksicht auf die geforderten Betonleistungen zu 1500 l Trommelinhalt festgesetzt war, wurden für die Gießanlagen an den Kajemauern fahrbare Gießmaste mit einem Kübelinhalt von 600 l aufgestellt, so daß jede trockene Mischung von 1500 l, die im naßgemischten Zustande etwa 1200 l ergibt, in zwei Arbeitsgängen der Aufzugwinde hochgezogen werden konnte. Jede Mischung aus der Mischmaschine wurde in einen Zwischensilo und von hier in den Aufzugkübel entleert. Hierdurch war es möglich, mit einem leichten Gießgerät unter fast vollständiger Ausnutzung der Aufzugwinde große Leistungen, die der 1500-l-Mischmaschine entsprechen, zu erzielen.

Für die Schleusenhäupter und die Dockverlängerung mußten noch größere Stundenleistungen bei der Betonierung erzielt werden, so daß hier Gießtürme mit je zwei 1500-l-Mischmaschinen aufgestellt wurden. Der Aufzugkübel von 1000 l Inhalt, der durch Schnellaufzugwinden bedient wurde, konnte ohne weiteres die Leistung der beiden 1500-l-Mischer bewältigen und bot deshalb die Gewähr für eine gute Ausnutzung des gesamten Maschinensatzes.

Die derart bemessenen Gießgeräte genügten den oben beschriebenen Forderungen des Hafenbauamtes. Es ergab sich für die wichtigsten Bauteile unter der Annahme, daß eine 1500-l-Mischmaschine im Mittel je Stunde 30 m³ fertigen Betons leistete, etwa folgendes Bild:

1. Die Grundfläche eines normalen Blockes in den Sohlen der Schleusenhäupter betrug etwa 310 m². Beim Einsatz von zwei Mischmaschinen ergab sich innerhalb 2 Stunden ein Gießfortschritt von $\frac{2 \cdot 2 \cdot 30}{310} = 0,387$ m.
2. Die Grundfläche der größten Blöcke in den Sohlen der Schleusenhäupter betrug etwa 470 m². Beim Einsatz von zwei Mischmaschinen ergab sich innerhalb 2 Stunden ein Gießfortschritt von $\frac{2 \cdot 2 \cdot 30}{470} = 0,256$ m.
3. Die Grundfläche der normalen Rostplatten der Kajemauern betrug etwa 360 m². Beim Einsatz einer Mischmaschine ergab sich innerhalb 2 Stunden ein Gießfortschritt von $\frac{2 \cdot 30}{360} = 0,167$ m.

Für die oben aufgeführten Betonleistungen von insgesamt etwa 243 000 m³ waren zu befördern:

480 000 t Kies und Sand,	11 500 t Rundeseisen,
62 000 t Zement,	800 t Eisenteile und Stahlguß,
8 500 t Traß,	2 500 t Werksteine.



Abb. 3. Kiesverladeeinrichtung mit Hängebahn.

Als Hilfsbaustoffe für Baugrubenausstellungen, Hilfs- und Montagegerüste waren weiterhin erforderlich:

- rd. 1 100 t Eisenbauwerke (Träger usw.),
- 250 t Rundeseisen,
- 1 400 m³ Kantholz und Bohlen,
- 3 600 m³ Rundholz,
- 82 000 m² Schalholz.

Der gesamte für die Betonarbeiten der Bauabschnitte 1 und 2 erforderliche Kies und Sand wurde durch das Hafenbauamt auf Schiffen angeliefert und auf dem Platz am Verbindungshafen südlich vom Gute Brinkamahof gelagert. Seitlich davon wurde der Sand für den Unterbeton und der Schlackensand (für den Leichtbeton) untergebracht.

Im 1. Bauabschnitt wurde der Kies und Sand in den ersten Wochen mittels zweier Demaggreifer von 0,8 m³ Inhalt in fahrbare hölzerne Zwischensilos aufgegeben, aus denen die Muldenkipper gefüllt wurden. Die Beförderung mittels 60-cm-Spurbahn war aber auf die Dauer für diesen Bauabschnitt nicht durchführbar, weil vorauszusehen war, daß durch den Verkehr auf der am Gute Brinkamahof vorbeiführenden Straße und auf dem zwischen diesem Gute und dem Zementschuppen liegenden Schuppenzustellungsgleis dauernd Störungen und Unterbrechungen eintreten würden. Ferner mußte darauf Rücksicht genommen werden, daß im Laufe der Bauzeit die über die zukünftige Drehbrücke führenden Gleise um etwa 3 m, von Kote + 4,64 zur Kote + 7,64, gehoben werden würden, während die Straße ihre alte Lage beibehielt. Hierdurch wären auch an dem 60-cm-Gleis dauernd umständliche und störende Umbauten im Betriebe erforderlich gewesen. Deshalb wurde im Einvernehmen mit dem Hafenbauamt die Einrichtung einer Hängebahn zwischen Kieslager und Zementschuppen getroffen, derart, daß die Kies- und Sandbeförderung von allen Kreuzungen vollkommen unabhängig wurde (Abb. 3 u. 4).

Die Hängebahn konnte nicht geradlinig vom Kieslager zum Zementschuppen angelegt werden, da sie nicht unmittelbar über die Büros des Neubauamtes und über das Gut Brinkamahof geführt werden durfte. Außerdem schrieb das Hafenbauamt die Einhaltung eines gewissen Abstandes vom Drehbrückenfundament mit Rücksicht auf die später aufzustellenden Krane für die Montage der Drehbrücke vor. Hieraus ergab sich die winkelförmige Anlage der Hängebahn (vgl. Abb. 1). Die Strecke vom Kieslager bis zur Eckstation war als Hängebahn auf Holzgerüsten ausgeführt, während die Strecke von der Eckstation zum Umladebunker am Zementschuppen, wo der Kies und Sand in die Muldenkipper abgezogen wird, als Drahtseilbahn ausgebildet wurde. Die Gesamtlänge der Hängebahn betrug rd. 700 m, bei einem Höhenunterschied von rd. 9 m. Sie war



Abb. 4. Fahrbarer Kiesbunker am Kieslager zur Beschickung der Hängebahn.

mit 44 Wagen von 800 l Inhalt mit selbsttätigen Seilklemmapparaten ausgerüstet und leistete bei einer mittleren Fahrgeschwindigkeit von 1 m/sek etwa 160 t/h. Die Spannvorrichtung und der Antrieb waren in der Endstation am Zementschuppen untergebracht. Zum Antrieb diente ein 20-kW-Drehstrommotor. Die Straßen- und Eisenbahngleise waren durch verschiedene Schutzbrücken in Holzbauweise gesichert. Die Hängebahnwagen wurden durch besonders ausgebildete eiserne Füllbunker beladen, die längs der Hängebahnstrecke, soweit sie sich innerhalb des etwa 200 m langen Kieslagers befanden, mittels eines Handfahrwerks verfahren werden konnten. Die Hängebahnwagen kuppelten sich unter den Füllbunkern selbsttätig ein und aus. Die unteren Räder fuhrten auf einer auf Schwellen gelagerten Schiene, während die obere Schiene unmittelbar auf dem Hängebahngerüst verlegt war. Das Beladen geschah mittels der oben erwähnten zwei Demag-Dampfgreifer; ein dritter Menck- & Hambrock-Dampfgreifer von 0,8 m³ Inhalt war als Reserve aufgestellt. Um den Betrieb stets sicher regeln zu können, waren die Endstationen mit einer Fernsprechanlage verbunden.

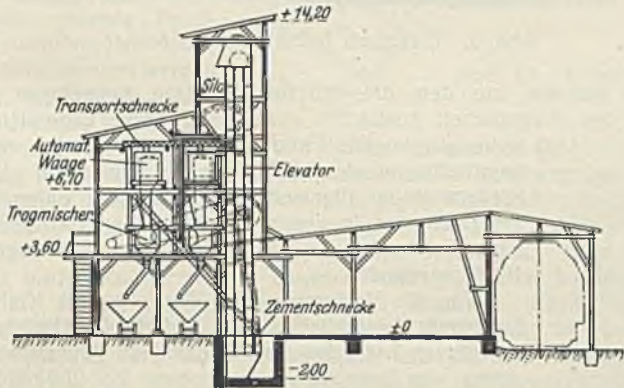


Abb. 5. Querschnitt durch die Zement-Traß-Vormischanlage.

Der für die Betonarbeiten erforderliche Zement und Traß wurde durch das Hafenbauamt auf Eisenbahnwagen angeliefert. Aus dem Bau-gleis des Hafenbauamts wurde ein besonderes Zustellgleis von 150 m Länge abgezweigt, an dem der Zement-Traß-Schuppen Aufstellung fand. Das Hafenbauamt hatte vorgeschrieben, daß Lagerungsmöglichkeit für einen Wochenvorrat zu schaffen sei, d. h. bei einer vorgesehenen größten Wochenleistung von 4500 m³ sollten bis zu 1350 t Zement und 225 t Traß eingelagert werden können. Hieraus ergab sich die Grundfläche des Zement-Traß-Lagers mit 90 × 12 m.

Zement und Traß sollten trocken vorgemischt werden. Das Hafenbauamt hatte Trassiamaschinen zu diesem Zweck anheimgestellt. Mit Rücksicht auf die zu bewältigenden ungewöhnlich hohen Leistungen wurden diese Maschinen jedoch als nicht ausreichend angesehen. Auf Grund der guten Erfahrungen, die mit den Zement-Traß-Vormischanlagen der „Ibag“ beim Bau der Schleuse Dorsten und des Hochspeichers Herdecke gemacht worden waren, wählte man diese Bauart.

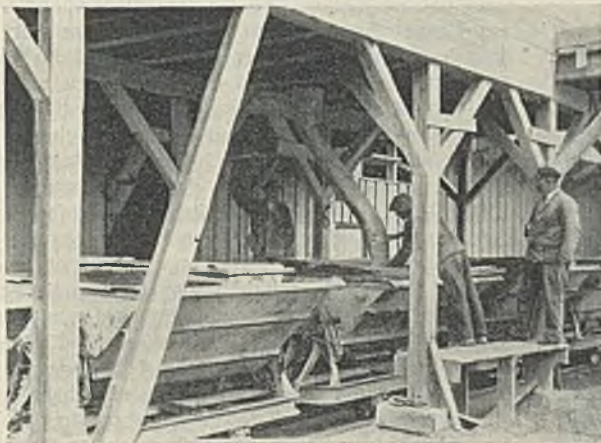


Abb. 6. Abziehen des Zement-Traß-Gemisches in der Vormischanlage.

Der Betrieb gestaltete sich folgendermaßen (vgl. Abb. 5):

Durch im Fußboden des Zementlagers eingebaute Förderschnecken gelangen Zement und Traß zu Becherwerken und über diese bis in die im obersten Geschoß der Mischanlage eingebauten Zement- und Traßsilos. Von hier aus wird das Mischgut in zwei andere Förderschnecken abgezogen und zu vier selbsttätigen Waagen, Bauart Chronos der Hennefer Maschinenfabrik, gebracht, wovon zwei mit einem Wiegevermögen von 300 bis 350 kg für Zement und zwei mit einem Wiegevermögen von 50 bis

100 kg für Traß bestimmt sind. Von den Schnecken etwa zu viel gefördertes Gut fällt durch Überlaufrohre in die Becherwerkgruben zurück. Die abgewogenen Zement- und Traßmengen gelangen aus den selbsttätigen Waagen durch Blechrutschen in die beiden Vormischer. Die Vormischer sind über zwei Fördergleisen angeordnet, so daß jederzeit zwei Betonzüge beladen werden können. Das Gut wird aus den Vormischern mittels drehbarer Rutschen abgezogen (Abb. 6). Alle Teile der Vormischanlage sind, soweit tunlich, staubdicht abgeschlossen.

Mit Ende des 1. Bauabschnittes mußte die gesamte Einrichtung für die Kies- und Sandbeförderung und das Zementlager abgebrochen werden, um das Gelände am Wendebecken für die hier einsetzenden Baggerarbeiten frei zu machen. Um nunmehr die Baustelle des 2. Bauabschnitts (Außenvorhafen und Dockverlängerung) bedienen zu können, entschloß man sich zu einem vollständigen Umbau der Förderanlagen. Da das Kieslager wegen der vorhandenen Entladestellen nicht verlegt werden konnte und ihm infolgedessen auch die Bedienung der entfernt liegenden Baustellen am Außenvorhafen zufiel, ergab sich die Notwendigkeit, auch die Drahtseilbahn umzubauen, indem sie über den Verbindungshafen hinweg nach dem Planum hinter dem fertigen Teil der Kajemauer Außenvorhafen-Ost geführt wurde (Abb. 2). Der Betrieb am Kieslager wurde nunmehr so eingerichtet, daß ein Demaggreifer den Betonbetrieb für die Dockverlängerung versorgte, während der zweite Demaggreifer die Hängebahn bediente, die das Kies- und Sandgut für die Kajemauern am Außenvorhafen dem dort aufgestellten Kiesbunker zuführte.



Abb. 7. Eisenbiegeplatz am Lager I.

Die Zementversorgung gestaltete sich im 2. Bauabschnitt derart, daß für jede Baustelle ein Zementlager aufgestellt wurde. Das Zementlager an der Dockverlängerung wurde von dem dort liegenden Anschlußgleis aus beschickt, während im Außenvorhafen die Möglichkeit bestand, den Zementschuppen durch eine Gleisverlängerung an das hinter der Columbuskaje liegende Reichsbahngleisnetz anzuschließen.

Im übrigen wickelte sich der Betrieb des 2. Bauabschnitts ähnlich ab, wie oben für den 1. Bauabschnitt beschrieben.

Das gesamte Rundeisen wurde von rheinisch-westfälischen Werken bezogen und zu Schiffe bis zum Kaiserhafen angeliefert, wo der Umschlag auf Eisenbahnwagen durch die Stauerei des Norddeutschen Lloyd folgte. Im 1. Bauabschnitt wurde das Rundeisen auf die im Lageplan (Abb. 1) angegebenen Eisenlager I bis IV verteilt und dort vom Bahnwagen abgeladen. Lager I und II dienten besonders zur Versorgung der Baustellen: Außenhaupt, Binnenhaupt, Kajemauern Kammer-Ost und Kammer-West, Lager III für: Kajemauer Vorhafen-Ost, schließlich Lager IV für: Kajemauer Verbindungshafen-West und Drehbrückenfundament.

Im 2. Bauabschnitt wurden zwei Eisenlager, und zwar einmal an der Dockverlängerung, zum andern hinter der Kajemauer Außenvorhafen-Ost derart angeordnet, daß auch hier das Eisen unmittelbar vom Bahnwagen herab übernommen und gestapelt werden konnte.

Sämtliche Eisenlager waren mit elektrisch betriebenen Schneide- und Biegemaschinen ausgerüstet, von denen einige besonders schwerer Bauart waren, da große Mengen von Rundeisen Durchm. 40 und Durchm. 50 mm zu biegen waren (Abb. 7). Der Hauptteil des Eisens entfiel auf Lager I und II, die deshalb eine besondere Ausrüstung erhielten. Ein hölzernes, längs des Zustellgleises verfahrbares Bockgerüst diente hier zur Überbrückung des Zwischenraums zwischen Eisenbahnwagen und Unterlagshölzern, so daß das Eisen in ganzen Bündeln mit einer Dampfwinde in wenigen Minuten vom Wagen auf den Lagerplatz gezogen werden konnte. Ein in der Mitte des Lagers I und II fahrender Turmdrehkran nahm das Eisen aus den einzelnen Stapeln und gab es an die längs des Lagers verfahrbaren Biegetische ab, so daß die Quertransporte unter Vermeidung aller Schwenkbewegungen auf ein Mindestmaß verkürzt waren, da Biegetisch und Biegemaschine jeweils unmittelbar vor den Stapel gerückt

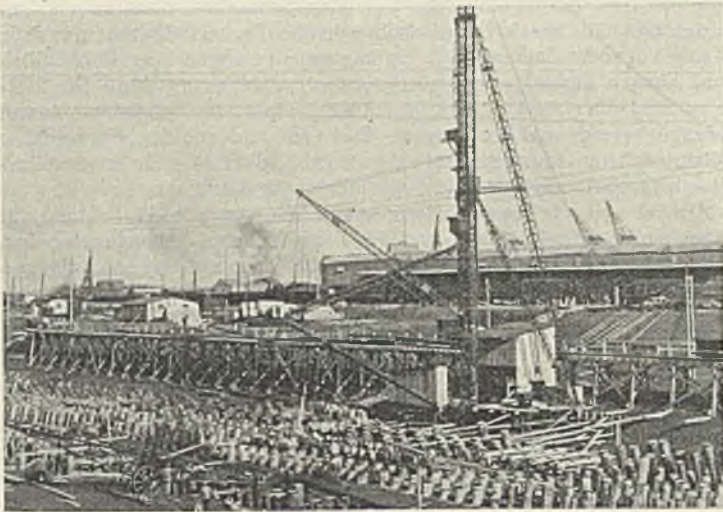


Abb. 8. Baustelle der Kajemauer Außenvorhafen-Ost bei Beginn der Eisenbetonarbeiten.



Abb. 9. Elektrisch betriebene Kettensäge.

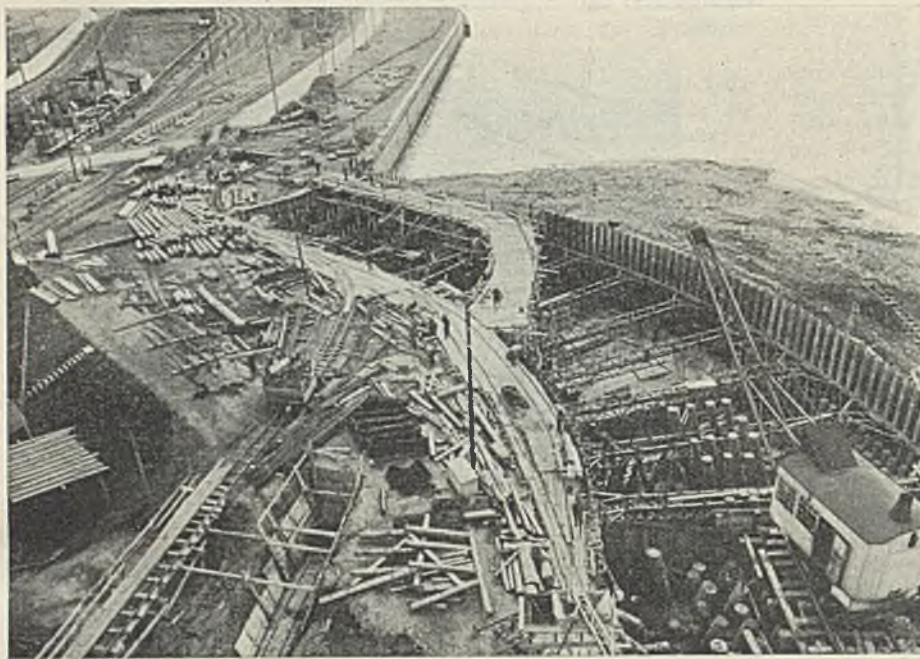


Abb. 10. Block 16-17-18 der Kajemauer Außenvorhafen-Ost im Bau, mit eingebauter eiserner Spundwandaussteifung.

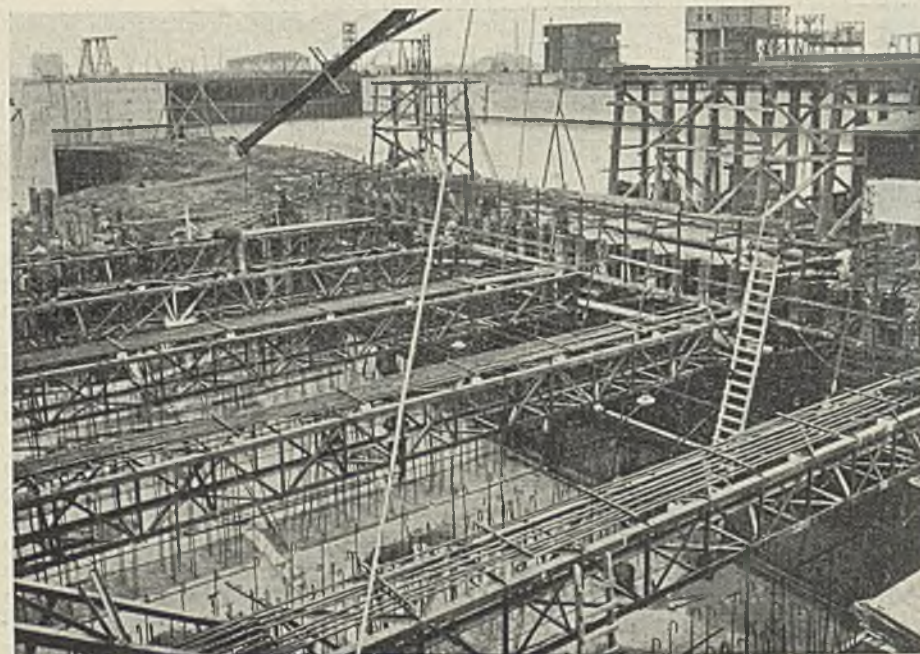


Abb. 11. Block 9 und 10 der Kajemauer Außenvorhafen-West im Bau, mit eingebauter eiserner Spundwandaussteifung.

werden konnten, aus dem die betreffenden Eisen zu nehmen waren. Hinter den Biegetischen bestanden ausreichend große Lagerplätze für fertig abgebojene Eisen. Fördergleise führten von hier unmittelbar zu den verschiedenen Baustellen. Da die Förderwege im allgemeinen ziemlich lang waren, wurde das Eisen nur in den wenigsten Fällen von Hand verfahren, vielmehr wurden Jungschle Dieseltriebwagen von 10 PS verwendet.

Für die Versorgung der Baustelle mit Kraft- und Lichtstrom (einschließlich des Bedarfs der Grundwasserabsenkung) hatte das Hafenbauamt ein Baukraftwerk errichtet, das durch zwei Dieselmotoren 2×250 kW Gleichstrom von 440 V Spannung lieferte. Da die für den Baubetrieb erforderlichen etwa 50 Elektromotoren für Drehstrom 220/380 V vorhanden waren, mußte eine Umformeranlage mit einer Leistung von etwa 250 kW aufgestellt werden. Es kamen ein Gleichstrommotor von 240 kW und ein Drehstromgenerator 380 V, 300 kVA, in einem besonderen Gebäude neben dem Baukraftwerk zur Aufstellung, wo auch die Schaltanlage untergebracht wurde. Besondere Schwierigkeiten bereitete anfangs die stoßweise Belastung der Umformeranlage, sobald zufällig zwei oder drei Aufzugwinden gleichzeitig anfahren. Diese Belastungsstöße verursachten einen derartigen Spannungsabfall, daß die Winden zum Stillstande kamen. Durch die Zwischenschaltung eines selbsttätigen Spannungsreglers Bauart Fuß konnten aber die Störungen vollkommen beseitigt werden.

Bei der Ausführung der Kajemauern waren im allgemeinen zwei Arbeitsverfahren zu unterscheiden. Die gesamten landelnwärts liegenden Kajen wurden in offener Baugrube ausgeführt (Abb. 8); dementsprechend war auch das Bauverfahren einfach. Zunächst war der Aushub in und vor den Schürzen der Rostplatten und die Planierung zwischen den Pfahlköpfen der Rostplatten auszuführen. Für den Quertransport der verhältnismäßig geringen Bodenmassen wurden elektrisch angetriebene Förderbänder von 15 m Länge und 500 mm Bandbreite verwendet. Die Holzpfähle der Rostplatten wurden sodann mittels leicht beweglicher, elektrisch angetriebener Kettensägen auf den vorgeschriebenen Höhen gekappt (Abb. 9). Diese Sägen haben sich hier im Großbetrieb (es wurden etwa 26 500 Pfähle gekappt) als recht zuverlässig und wirtschaftlich erwiesen. Gleichzeitig wurden mit autogenen Schneidbrennern die vorderen eisernen Larssenspundwände auf der vorgeschriebenen Höhe waagrecht abgebrannt und die Verankerungstelle eingebaut.

Demgegenüber war das Bauverfahren in den Blöcken Nr. 10 bis 18 der Kajemauer Außenvorhafen-Ost (Abb. 10) und der Blöcke Nr. 5 bis 10 der Kajemauer Außenvorhafen-West (Abb. 11) grundsätzlich anders, weil hier die Baugruben mit Rücksicht auf den Durchstich des Weserdeiches innerhalb einer Abspundung mit eisernen Spundbohlen niedergebracht werden mußten. Für den Bodenaushub wurden zwei Dampfgreifer verwendet, die gleichzeitig auch die Kappenden der Holzpfähle herausbeförderten. Sobald die Baugruben bis etwa Kote + 3,00 ausgeschachtet waren, wurden die eisernen Aussteifungen (Abb. 12) eingebaut und dann mit der Ausschachtung bis zur endgültigen Kote (— 1,60) fortgeföhren.

Nach dem Einbringen des Unterbetons in der Schürze und Rostplatte folgte das Eisenlegen im Unterblock und sein Betonieren im ununterbrochenen Arbeitsvorgange.

Da auch die Oberblöcke mit Betonierungshöhen zwischen 5 und 8 m in einem Zuge zu betonieren waren, mußten hier für die Aufstellung der Rundeseisen und der Schalung besondere Maßnahmen getroffen werden. Im Hinblick auf die Wichtigkeit einer sorgfältigen Ausführung stimmte das Hafengebäudeamt dem Vorschlage zu, in den aufgehenden Kajemauern leichte eiserne Gerüste aus Profilleisen aufzustellen, an denen einerseits die gesamte Rundeseisenbewehrung in voller Höhe fertig versetzt werden konnte, während sie andererseits die genaue Aufstellung der Schalung für den aufgehenden Block erleichterten (Abb. 13). Die Schalung sollte nach Vorschrift des Hafengebäudeamts durchweg aus blechbeschlagenen Tafeln bestehen, um tadellos glatte Wandflächen zu erhalten. Es wurden deshalb fertige Schaltafeln von i. M. 1,00 × 3,50 m Größe hergestellt und mit 0,5 mm starkem Blech beschlagen. Diese Tafeln wurden mittels Bolzen an den eisernen Montagegerüsten befestigt und dabei die Bolzen mit Zwischengewinden versehen, derart, daß die äußeren Teile des Bolzens nach beendeter Betonierung ausgeschraubt werden konnten. Auf diese Weise blieb kein Eisenteil in der Wandfläche sichtbar, da auch noch die Bolzenlöcher mit Zementmörtel ausgefüllt wurden.

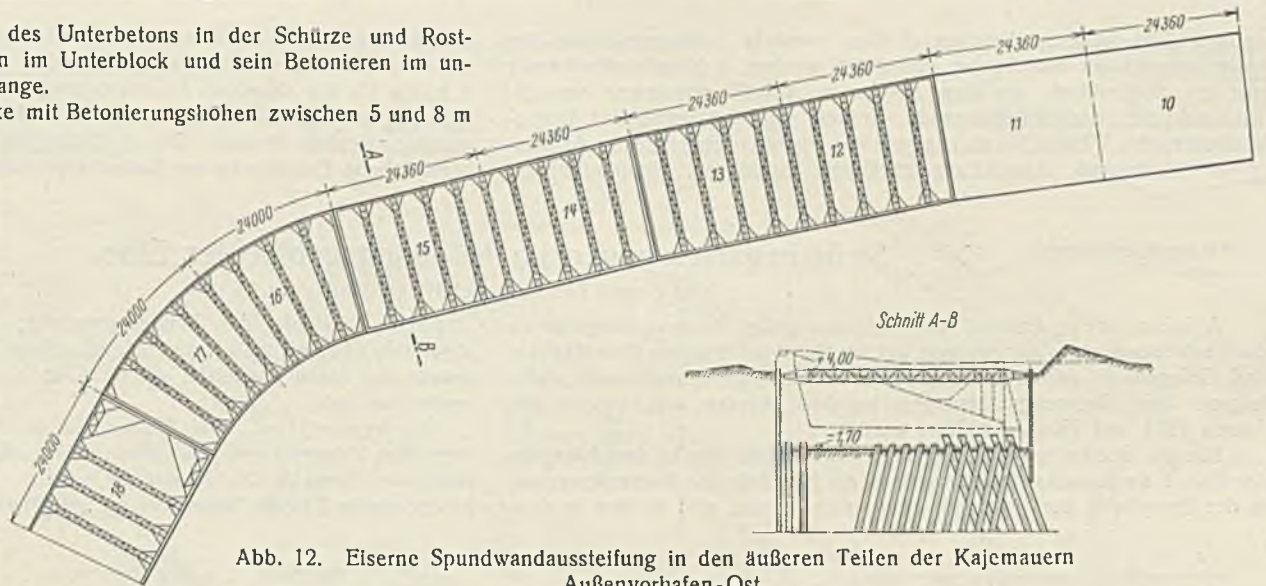


Abb. 12. Eiserner Spundwandaussteifung in den äußeren Teilen der Kajemauern Außenvorhafen-Ost.

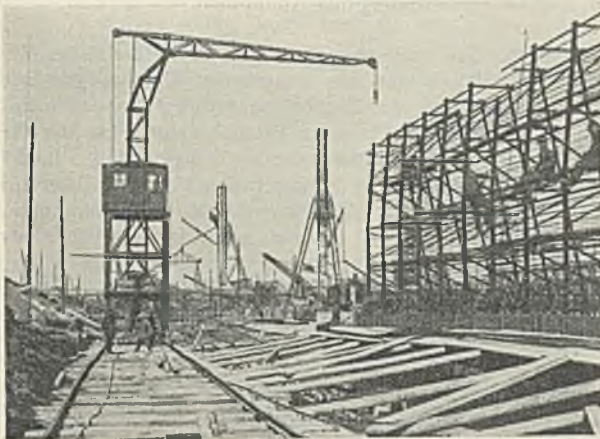


Abb. 13. Eisernes Schal- und Montagegerüst an der Kajemauer Außenvorhafen-Ost.

Diese Ausführungsart ermöglichte eine sehr genaue planmäßige Aufstellung der Eiseneinlagen und ein sicheres, festes Verschalen der aufgehenden Mauern, so daß deren Ausbetonieren auf volle Höhe ohne Nachteil in einem einzigen Arbeitsgange möglich war.

Wie eingangs erwähnt, wurden die Kajemauern mittels fahrbarer Gießtürme betoniert. Im allgemeinen wurden hinter den Kajemauern Längsgerüste aufgestellt, auf denen die Förderzüge an jeder beliebigen Stelle bis an die Gießtürme heranfahren und das trockene Mischgut unmittelbar in die Einwurfrichter der auf den Unterwagen der Gießtürme aufgestellten Mischmaschinen entleeren konnten. Hierdurch wurde einmal das umständliche und zeitraubende Hochziehen des Mischgutes mit Aufzügen bis in die Mischmaschinentrichter vermieden, andererseits hatten die Förderzüge nur sehr geringe Geländeunterschiede zu überwinden, da die Fördergerüste nach Möglichkeit der Höhenlage des Geländes angepaßt werden konnten. Für die verschiedenen Kajemauern wurden zwei fahrbare 600-1-Ibag-Gießmaste und ein fahrbarer 1000-1-Insley-Gießturm verwendet, die je nach dem Arbeitsfortschritt zur Ausführung der einzelnen Bauabschnitte wiederholt umgesetzt wurden. Eine abweichende Anordnung wurde lediglich an der Kajemauer Verbindungshafen-West gewählt. Hier verzichtete man auf die Fördergerüste und überbrückte den Raum zwischen Fördergleis und Einwurfrichter der Mischmaschine über die Böschung hinweg durch eine leichte eiserne Verbindungsbrücke, so daß das Mischgut durch einen Zwischenbehälter ohne Höhenverlust in die Mischmaschine gebracht werden konnte (Abb. 14).

Zum Aufstellen der Montagegerüste, der Eiseneinlagen und der Schalungen wurden bei der Ausführung der Kajemauern verschiedene Turmdrehkrane verwendet.

Besondere Maßnahmen erforderten die Arbeiten an den beiden Schleusenhäuptern. Mit Rücksicht auf die große Gründungstiefe (bis -17 m) und die Bodenverhältnisse hatte das Hafengebäudeamt eine Ausführung in offener Baugrube zwischen eisernen Spundwänden vorgesehen, wobei die Gründungssohle zur Erleichterung der Ausführung und zur Erhöhung der Sicherheit in zwölf Einzelblöcke zerlegt wurde, die durch einzelne Querspundwände getrennt waren. Die Oberkante der Außenspundwand im Außenhaupt lag auf -4 m, die der Querspundwände auf -8 m. Beim Binnenhaupt wurde die Oberkante aller eisernen Spundwände mit Rücksicht auf die von früher her vorhandene Holzspundwand auf -8 m gelegt. Die Baugrube wurde bis zur Kote -8 m ausgeschachtet über-

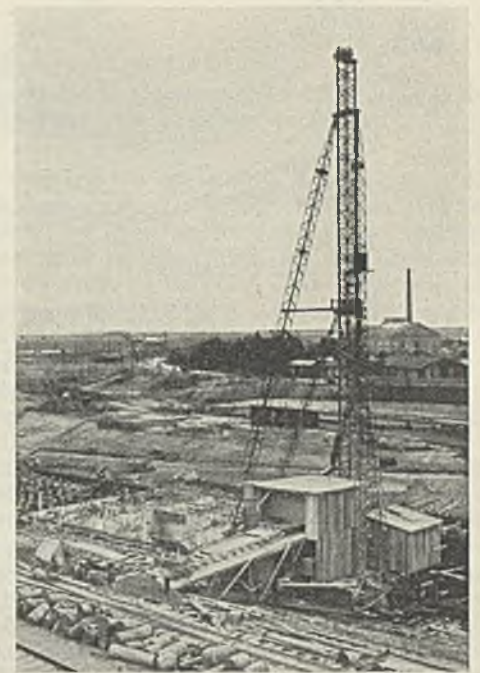


Abb. 14. Fahrbarer 600-1-Ibag-Gießmast an der Kajemauer Verbindungshafen-West, mit rückwärtiger Anschlußbrücke.

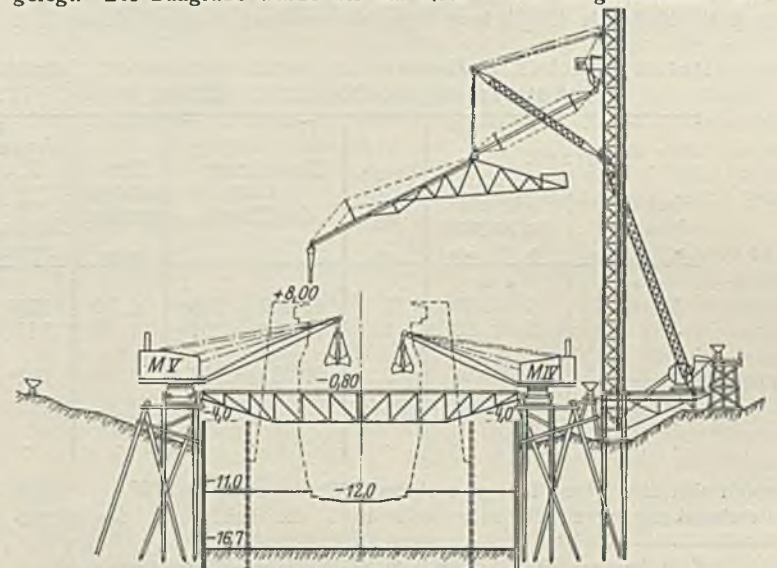


Abb. 15. Querschnitt durch die Baustelleneinrichtung am Außenhaupt.

geben. Alle weiteren Arbeiten durften nunmehr nach dem Plane des Hafenbauamts nur stoffelweise ausgeführt werden, d. h. es durfte immer nur ein Sohlenblock um den andern in Angriff genommen werden, während der dazwischenliegende Erdkeil zunächst unberührt liegenbleiben mußte. Diese Ausführungsweise, die vier verschiedene Arbeitsgänge (Erdaushub, Aussteifungseinbringen, Eisenlegen, Betonieren) an

verschiedenen Blöcken in wechselnder Reihenfolge mit sich brachte, erforderte, daß jene vollkommen voneinander unabhängig gemacht wurden, d. h. die für die einzelnen Arbeitsvorgänge erforderlichen Geräte mußten jederzeit beliebig ohne gegenseitige Behinderung aneinander vorbei verschoben werden können. Dieser Bedingung entsprach die nachstehend beschriebene Einrichtung am Außenhaupt (Abb. 15). (Schluß folgt.)

Alle Rechte vorbehalten.

Strömungsmessungen im Mündungsgebiet der Elbe.

Von Baurat Dipl.-Ing. Schätzler, Cuxhaven.

Allgemeines. Entwurf und Ausführung der Stromregelungsbauten zur Verbesserung des Fahrwassers bei der Ostebank¹⁾ gaben Veranlassung und Gelegenheit zu strombaulichen Untersuchungen, von denen nachfolgend über Strömungsmessungen berichtet werden soll, die in den Jahren 1924 und 1925 ausgeführt wurden.

Für die Bearbeitung des Regelungsentwurfs für das in dem Lageplan der Abb. 1 dargestellte Gebiet war u. a. die Kenntnis der Wasserbewegung in der Umgebung der Ostebank erforderlich. Dazu sind an den in dem

sätzlichen Verlaufs der Wasserbewegung; bei der Verwertung der absoluten Größen muß man sich allerdings bewußt bleiben, daß man jeweils nur einen Sonderfall aus der Unzahl der möglichen Tideverläufe beobachtet hat.

Meßverfahren. Die Messungen mußten von einem vor Anker liegenden Fahrzeug aus geschehen. Als Meßgerät wurde der Schwimmflügel der Firma A. Ott, Kempten²⁾ benutzt. Dieses Gerät ist für strombautechnische Zwecke besonders gut geeignet, weil es sehr handlich und

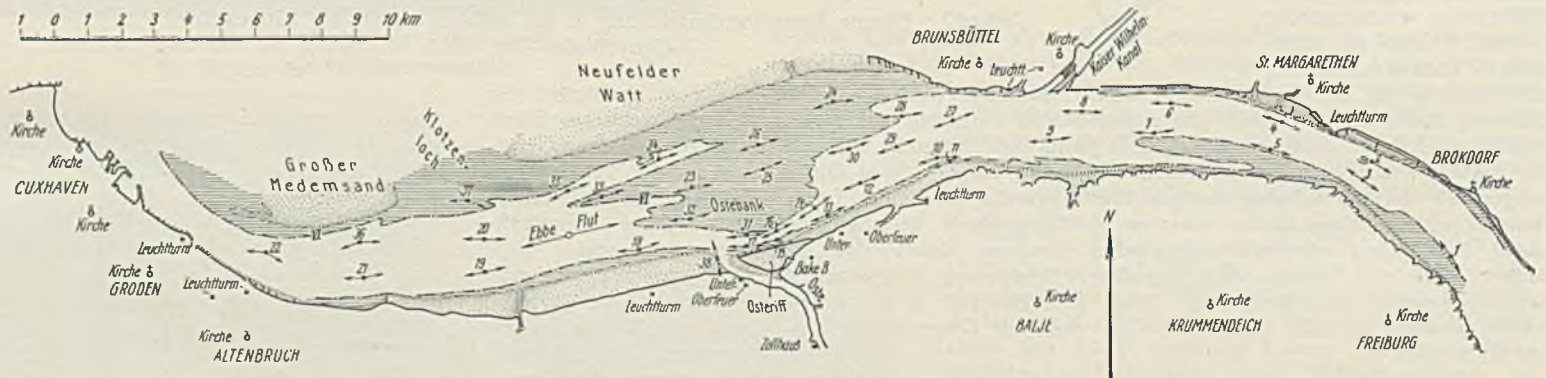


Abb. 1. Richtung der Tideströmungen in der Elbe auf der Strecke von Freiburg bis Altenbruch.

Lageplan mit den Ziffern 1 bis 38 bezeichneten Stellen Messungen der Strömung nach Richtung und Stärke sowohl an der Oberfläche wie darunter in Tiefen von Meter bis zur Sohle ausgeführt worden. Da im Tidegebiet kein Beharrungszustand in der Wasserbewegung herrscht, der Wasserstand und die -geschwindigkeiten vielmehr dauernd sich ändern, bei Ebbestrom seewärts gerichtete Strömung herrscht, bei Flutstrom landwärts gerichtete, mußten sich die Messungen auf einen Zeitraum erstrecken, in dem der Wechsel in den Strömungen sich einmal ganz abspielt. Wenn man dabei die tägliche Ungleichheit in der Tide berücksichtigen wollte, müßte während der Zeit, die vergeht, bis der Mond nacheinander wieder in den nämlichen Erdmeridian tritt, d. s. rd. 24 h 50 min lang, beobachtet werden. Damit würde man zwar die tägliche, nicht aber die halbmonatliche Ungleichheit der Tiden und erst recht nicht die Veränderungen der Tiden erfassen, die sich erst in einem rd. 19-jährigen Zeitraum erschöpfen; ebensowenig würde man die sonstigen Einflüsse treffen, von denen vor allem der Wind eine sehr erhebliche Rolle spielt. Alle diese Umstände bewirken eine solche Mannigfaltigkeit der Tideverläufe, daß kaum eine Tide mit einer anderen übereinstimmt. Man muß sich daher in seinen Beobachtungen beschränken, wenn man nicht ins Uferlose geraten will. Im vorliegenden Falle sind die Beobachtungen an jeder Meßstelle 12 1/2 h lang angestellt worden; innerhalb dieser Zeit

auch bei unruhiger See noch zu gebrauchen ist, während der Messungen gute Einblicke in das Wesen des strömenden Wassers gibt und dabei die sofortige Aufzeichnung der Ergebnisse gestattet, so daß man dauernd die Übersicht über den Verlauf der Dinge behält. Da das Gerät mit Hilfe eines Magneten die Richtung der Strömung anzeigt, muß es entweder in einem von Eisentellen tunlichst freien Fahrzeug (hölzernes Boot) untergebracht werden, damit der Magnet keine Ablenkungen erfährt, oder, falls ein eisernes Schiff benutzt wird, müssen die Deviationskonstanten für die verschiedenen Lagen des Geräts zum Schiff und für alle Schiffskurse der Windrose festgestellt werden; die entsprechende Berichtigung der gemessenen Strömungsrichtungen ist dann sehr einfach.

Der Schwimmflügel wurde zunächst eben unter der Oberfläche ausgesetzt; nach der erforderlichen, zwischen 2 1/2 und 5 min wechselnden Zeit, wurde die Umdrehungszahl des Flügels in 1 min festgestellt und die Strömungsrichtung abgelesen. Dann wurde der Flügel um 1 m tiefer gefiert, wieder abgelesen, und so wurde, von Meter zu Meter weitergehend und messend, allmählich die ganze Tiefe bis eben über den Grund durchfahren. Sodann wurde der Flügel aufgehievt und der beschriebene Vorgang bis zum Ablauf der Tide dauernd wiederholt. Die ermittelten Werte wurden in ein Feldbuch nach folgendem Muster eingetragen:

Datum: 24. Juli 1924. Meßstelle: Oberhalb Kreuztonne O, Ostebank. Windrichtung: SW 1/2 S. Windstärke: 6. Uhrzeit: 5⁴⁵ Nachm.
Winkelmessungen: Objekt: Leuchtturm Balge 47° 12'. Objekt: Hullen-Oberfeuer 16° 26'. Objekt: Baake B.

Uhrzeit		Tauch- tiefe m	Umdrehungs- zahl des Flügels	Strömungs- geschw. m/sek	Angezeigte Richtung		Devia- tion des Schiffs- kom- passes	Miß- weis. Richtung des Schiffes	Devia- tion des Strömungs- messers	Miß- weis. Richtung der Strömung	Gelotete Wasser- tiefe m	Be- merkungen
bei der Messung	für die Auftragung				am Schiffs- kompaß	am Rich- tungs- anzeiger						
h m	h m											
5 45	5 20	1	40/249 = 209	1,76	150°	297°	- 6°	144°	+ 12°	309°	11,2	Wasserpr. d. Oberfläche entnommen
5 48	5 23	2	50/251 = 201	1,70	147°	308°	- 6°	141°	+ 9°	317°		
5 51	5 26	3	60/233 = 173	1,46	142°	292°	- 6°	136°	+ 5°	297°		
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:		

spielt sich eine ganze Tide von einem HW zum nächsten HW ab. Diese Beschränkung vermittelt sehr wohl noch die Erkenntnis des grund-

Hierzu ist folgendes zu erläutern: Im Kopf des Feldbuches wird der Tag der Beobachtung, die Meßstelle einmal allgemein und ein zweites Mal durch einen Doppelwinkel mit dem Schiffsort als Scheitel und drei

¹⁾ S. D. Bauwes., Bd. V, Heft 9, S. 199 f. Neuere Regulierungsarbeiten an der Unterelbe, von Baudirektor Lorenzen, Hamburg.

²⁾ Engels, Handbuch des Wasserbaues, 3. Aufl., S. 275 f.

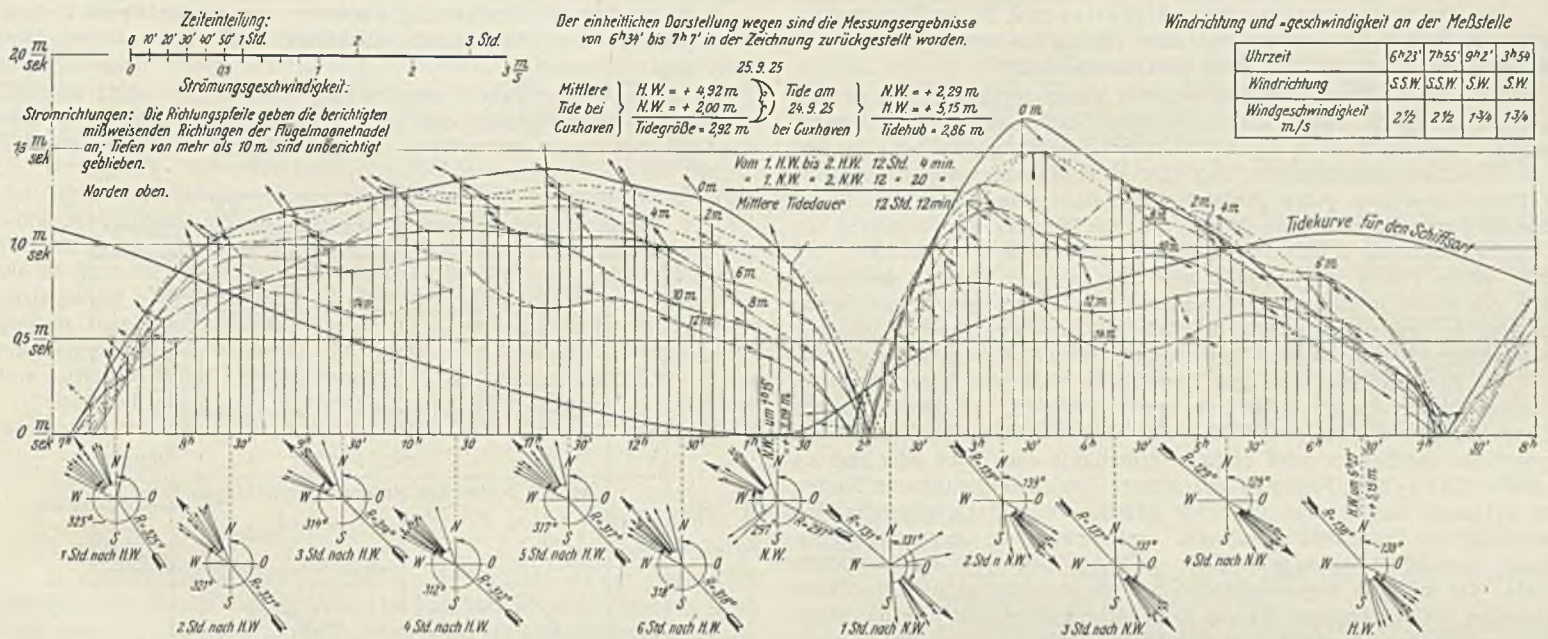


Abb. 2. Strömungsmessung. Meßstelle Nr. 3. Gemessen am 24. September 1925, von 5 h 45' bis 6 h 29'.

Gemittelte Richtungen für NW, HW und die ganzen Stunden nach HW und NW. Die besonders hervorgehobene Richtung R ist das Mittel aus den Richtungen in allen Tiefen in dem betreffenden Zeitpunkt. Tiefen von mehr als 10 m sind dabei unberücksichtigt geblieben.

landfesten Objekten genau festgelegt, ferner die Windrichtung und die Windstärke an der Meßstelle, durch ein Handanemometer bestimmt, und die Uhrzeit der Windmessung angegeben. — Von den Einzelheiten der Strömungsmessungen wird in den ersten Spalten die Uhrzeit der Messung festgehalten und ferner eine zweite, für die zeichnerische Darstellung der Ergebnisse in Form von Geschwindigkeitskurven bestimmte Zeit. Diese Uhrzeit ist nur dann nötig, wenn man die leichteren Vergleiche wegen die Ergebnisse der Messungen aller Meßstellen so auftragen will, daß die Geschwindigkeitskurven immer mit HW beginnen und mit dem nächsten HW endigen. Wenn man nämlich nicht bei Dunkelheit beobachten will, was hier der Schiffsverkehr verbot, kann man wegen der zeitlichen Versetzung der Tide von Tag zu Tag ohne störende Einschränkung der Zahl der Meßtage nicht immer bei HW mit den Arbeiten beginnen. Man muß dann für die zeichnerische Darstellung die Geschwindigkeitskurven aus zwei Teilen zusammensetzen, für die wegen der Tidedauer von rd. 12 h 25 min eine geringe Zeitverschiebung notwendig wird. Die damit wegen der täglichen Ungleichheit der Tide verbundene Ungenauigkeit ist zu beachten; sie ist praktisch ohne Belang, wenn sich die aufeinanderfolgenden Tiden nicht erheblich unterscheiden; vor Unrichtigkeiten schützt von selbst der Umstand, daß die Geschwindigkeitskurvenzüge einen stetigen Verlauf haben müssen. In dieser Hinsicht ist bemerkenswert, daß bei gelegentlichem Versagen des Strömungsmessers die fehlenden Kurventeile durch Messungen an einem anderen Tag ergänzt werden konnten, wenn nur die Tidewerte nicht allzuweit voneinander abwichen. — Die Spalte „Tauchtiefe“ gibt die Tiefe des Schwimmflügels unter der Oberfläche an. — In der Spalte „Umdrehungszahl des Flügels“ gibt die erste Zahl den Stand des Zeigers bei Beginn, die zweite Zahl den bei Beendigung der Messung der Geschwindigkeit, die dritte Zahl die danach sich ergebende Anzahl der Umdrehungen während der Beobachtungszeit an. Diese betrug für gewöhnlich 1 min; nur wenn die einzelnen Umdrehungen sehr unregelmäßig aufeinander folgten, wurde länger beobachtet. Jede Umdrehung zeigt sich nicht nur als Fortschreiten des Zeigers auf dem Zifferblatt, sondern auch durch ein deutliches knackendes Geräusch an, so daß die Unregelmäßigkeiten in der Wasserbewegung genau erkennbar sind, wodurch den Beobachtern ein guter Einblick in die Art der Wasserbewegung vermittelt wird. — Die in der Spalte „Strömungsgeschwindigkeit“ angegebenen Werte sind einer Tabelle entnommen, in der für den betreffenden, geeichten Flügel zu der Zahl der Umdrehungen in der Minute gleich die zugehörige Geschwindigkeit in m/sek angegeben ist. — Von den nächsten sechs Spalten ergeben die „angezeigte Richtung am Schiffskompaß“ und die „Deviation des Schiffskompasses“ die „mißweisende Richtung des Schiffes“, ferner die „angezeigte Richtung am Richtungsanzeiger“ zusammen mit der „Tauchtiefe“ des Flügels und der „mißweisenden Richtung des Schiffes“ die davon abhängige „Deviation des Strömungsmessers“, die — wie einleitend bemerkt — vorher ermittelt wurde, und die man in Tabellenform bei den Arbeiten benutzt. Die endgültige „mißweisende Richtung der Strömung“ erhält man dann aus der „angezeigten Richtung am Richtungsanzeiger“ und „der Deviation des Strommessers“. Alle Winkelangaben sind auf mißweisend Nord, im Sinne des Uhrzeigers drehend, bezogen. Ablenkungen der

Magnetnadel nach Osten sind mit +, solche nach Westen mit — bezeichnet worden. — In die Spalte „Gelotete Wassertiefe“ werden die von Zeit zu Zeit an der Meßstelle mit dem Handlot gemessenen Tiefen eingetragen, um einen Anhalt dafür zu haben, wie tief das Gerät weggeführt werden kann, ohne die Sohle zu berühren. — In die Spalte „Bemerkungen“ werden sonstige bemerkenswerte Angaben und Nebenarbeiten, wie im vorliegenden Falle die Entnahme von Wasserproben zur Ermittlung des Salz- und des Sinkstoffgehalts, eingetragen.

Die während der Beobachtungen ermittelten und umgerechneten Werte können von dem Leiter der Arbeiten in ein bereitgehaltenes, mit einem Koordinatennetz versehenes Zeichenblatt eingetragen werden, und zwar sind darin die Zeiten auf der Abszissenachse, die Geschwindigkeiten als Ordinaten aufgetragen; an den Endpunkten der Ordinaten können gleich die Strömungsrichtungen angetragen werden. Durch Verbindung der für die gleiche Tauchtiefe des Schwimmflügels zusammengehörenden Endpunkte der Ordinaten durch Kurvenzüge erhält man eine Anzahl von Geschwindigkeitskurven, und zwar je eine für die jeweilige Wasseroberfläche und jedes weitere Meter unter ihr.

Die Zeichenblätter werden dann im Büro weiter behandelt. Das Blatt für die Meßstelle Nr. 3 ist in verkleinertem Maßstabe beigelegt (Abb. 2); dabei sind die Geschwindigkeitskurven für die ungeraden Meterniefen der Deutlichkeit wegen weggelassen. In der viel größeren Urdarstellung sind alle Einzelheiten entsprechend besser zu erkennen. Außer den schon während der Messungen gezeichneten Geschwindigkeitskurven und Strömungsrichtungen sind auf den Blättern noch einige weitere Angaben von Belang gemacht: In der Mitte oben sind der Zeitpunkt des dem Tage der Messung benachbarten Mondviertels, die mittleren und die tatsächlichen HW- und NW-Stände am Meßtage bei Cuxhaven und die zugehörige tatsächliche mittlere Tidedauer angegeben; rechts oben finden sich Angaben über die Windverhältnisse an der Meßstelle; mit den Geschwindigkeitskurven ist gleichzeitig die Tidekurve am Schiffsort, festgestellt durch bekannte zeitliche Verschiebung der Tidekurve von Cuxhaven, angegeben; unter den Geschwindigkeitskurven und Richtungsangaben sind für die vollen Stunden nach HW und nach NW die Strömungsrichtungen für die verschiedenen Tiefen noch besonders herausgezeichnet und zu je einer mittleren Richtung zusammengefaßt worden.

Messungsergebnisse. Nachdem so für die 38 ausgewählten Orte die Ergebnisse der Strömungsmessungen zeichnerisch dargestellt waren, konnten die hydraulischen Werte der einzelnen Orte miteinander verglichen werden. Als Ergebnis allgemeiner Art war festzustellen, daß die Tiefenlinien einer Stromstrecke bereits einen guten Anhalt für die Strömungsverhältnisse geben. Wo die größten durchgehenden Tiefen vorhanden sind, ist die Strömungsgeschwindigkeit am größten, was allerdings auch schon eine einfache Überlegung an Hand der Gleichung für die Geschwindigkeit in der Form $v = c\sqrt{gt}$ lehrt. Ferner zeigt der Verlauf der Tiefenlinien die ungefähre Strömungsrichtung an. Über diese allgemeinen Erkenntnisse hinaus geben aber die hydraulischen Werte auch noch die Möglichkeit, die Strömungsverhältnisse an den einzelnen Meßstellen auf ihre Besonderheiten zu untersuchen. Hierzu sollen noch einige Einzelausführungen gemacht werden.

Bei den Strömungsgeschwindigkeiten sind die bei Ebbe und bei Flut erreichten Größtwerte wichtig; diese sind in der untenstehenden Tafel in der zweiten und dritten Spalte zusammengestellt.

Sie sind indessen nicht ohne weiteres ausschlaggebend, weil es nicht nur auf die Größe dieser und der übrigen Geschwindigkeiten ankommt, sondern wesentlich auch auf deren Dauer. Hierfür geben nun die von den Geschwindigkeitskurven und der Abzissenachse eingeschlossenen Flächen einen sehr guten Maßstab. Die Bedeutung dieser Flächen ist überdies sehr einfach. Ihre Inhalte sind die Integrale aus Produkten von Geschwindigkeiten v [m/sek] und Zeiten t [sek], also Wege $v \cdot t = s$ [m]. Eine solche Fläche stellt somit einen Weg dar, und zwar ist das jener, den ein Punkt in der dazugehörigen Tiefe zurücklegen würde, wenn er sich in jedem Augenblick der Tide mit der durch den Kurvenzug bestimmten Geschwindigkeit fortbewegen würde. Da ein solcher Punkt bei der Fortbewegung aus dem Bereich der Meßstelle heraus- und an Stellen anderer Geschwindigkeiten geraten würde, ist der durch die Geschwindigkeitsfläche dargestellte Weg kein wirklicher, sondern nur ein gedachter, ideeller; er wird deshalb fernerhin je nach Ebbe oder Flut als ideeller Ebbe- bzw. Flutweg bezeichnet. Um zu vergleichbaren Werten zu gelangen, mußte man sich eine gewisse Beschränkung in der Verwendung der Ergebnisse auferlegen. Jeder einzelnen Geschwindigkeitskurve entspricht offenbar je ein Ebbe- und ein Flutweg für die betreffende Tiefe. Da mitunter wegen unruhiger See die Messung an der Oberfläche ausfallen mußte, konnten die zur Oberfläche gehörenden ideellen Wege nicht mit in den Vergleich aller Ergebnisse einbezogen werden. Außerdem ist die Wassertiefe an den Meßstellen naturgemäß verschieden groß gewesen, so daß für den Vergleich weiterhin eine ganze Zahl von Tiefen ausfällt. Als allen gemeinsam sind so die Wassertiefen 1, 2, 3 und 4 m unter der Oberfläche verblieben. Für die weitere Bearbeitung sind nun für jede Meßstelle die ideellen Tidewege für diese vier Tiefen addiert und ihre Summe durch vier geteilt worden, so daß man in diesen Werten vergleichbare mittlere ideelle Ebbe- und Flutwege besitzt; sie sind in der nachstehenden Tafel in der 4. und 5. Spalte angegeben.

Als weiterer Maßstab für den Vergleich können die Geschwindigkeiten dienen, die während der Ebbe- und der Flutströmung im Mittel geherrscht haben. Diese mittleren Ebbe- und Flutgeschwindigkeiten werden erhalten, wenn man den Inhalt der betreffenden Wegfläche durch die dazu gehörende Zeitdauer der Ebbe- oder Flutströmung teilt. In der vorstehenden Tafel sind diese Werte in der Spalte 6 und 7 aufgeführt.

Außer den hydraulischen Werten läßt auch die Form der Geschwindigkeitskurven Schlüsse auf die Wasserbewegung zu. In Abb. 3 sind einige typische Formen der ermittelten Geschwindigkeitskurven zusammengestellt. Als Hauptgruppen nach dem allgemeinen Verlauf der Kurvenzüge sind zu unterscheiden:

- A. Meßstellen mit Geschwindigkeitskurven von regelmäßigem Verlauf.
- B. Meßstellen mit Geschwindigkeitskurven von unregelmäßigem Verlauf.

Gruppe A. Der Begriff „regelmäßiger Verlauf“ ist nicht wörtlich, sondern nur als im großen und ganzen zutreffend zu nehmen, so daß also auch zeitweise geringfügige Unregelmäßigkeiten vorkommen. An

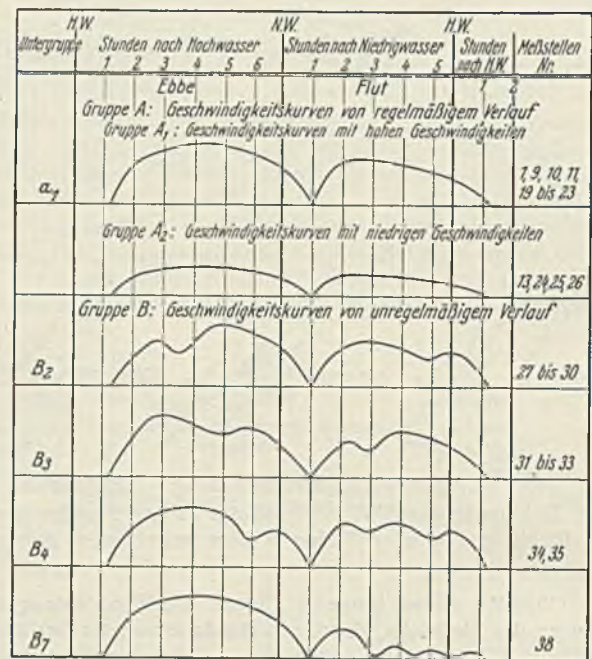


Abb. 3. Typische Formen der Geschwindigkeitskurven.

Meßstellen mit solchen Geschwindigkeitskurven pflegt der Ebbestrom etwa 1/4 h nach HW einzusetzen; die Kurven steigen zunächst steil, dann etwas flacher an und erreichen etwa 3 h nach Stauwasser ihren Größtwert; dann fallen sie zunächst langsam, nach Eintritt von NW rascher ab. Der Flutstrom setzt etwa eine Stunde nach NW ein; die Kurven steigen steil an, bis sie etwa 1 1/2 h nach Stauwasser ihren Größtwert erreichen und fallen dann langsam auf Null ab.

Die unter diese Gruppe fallenden Meßstellen lassen sich noch nach zwei Untergruppen einteilen, und zwar in Meßstellen mit hohen und

Tafel hydraulischer Werte.
(Auszug).

Nummern der Meßstelle im Lageplan	Geschwindigkeitsgrößtwert bei		Für die Tiefen 1 m bis 4 m unter der Oberfläche ist die mittlere Tidegeschwindigkeit der				Bemerkungen
	Ebbe m/sek	Flut m/sek	Ebbeweg km	Flutweg km	Ebbe m/sek	Flut m/sek	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1	1,46	1,25	22,97	15,54	0,95	0,79	Untergruppe a ₁ . 9 Meßstellen 1, 9 bis 11, 19 bis 23 21 Meßstellen mit hohen Geschwindigkeiten
23	1,59	1,35	21,18	15,42	0,88	0,73	
2	1,27	1,42	21,60	18,34	0,90	0,93	
8	1,84	1,24	28,70	14,77	1,18	0,77	
12	1,45	1,31	19,89	17,30	0,95	0,81	
17	1,55	1,32	24,01	13,15	0,96	0,66	Untergruppe a ₂ . 7 Meßstellen 2 bis 8
13	1,10	1,17	18,30	15,27	0,74	0,71	4 Meßstellen mit niedrigen Geschwindigkeiten
26	1,46	0,98	16,94	12,78	0,68	0,62	
18	1,98	1,72	27,78	19,48	1,12	1,09	1 Meßstelle unterhalb der Ostemündung.
27	1,56	1,27	20,20	15,30	0,89	0,76	4 Meßstellen oberhalb der Ostemündung. 27 bis 30
30	1,49	1,35	19,05	15,18	0,83	0,73	3 Meßstellen unterhalb der Ostebank. 31 bis 33
31	1,42	1,52	15,78	17,16	0,67	0,83	
34	1,62	1,43	23,33	15,73	0,99	0,79	2 Meßstellen oberhalb der Ostebank. 34, 35
36	1,70	2,06	27,86	18,73	1,12	0,99	1 Meßstelle unterhalb der Klotzenlochmündung
37	1,84	1,26	21,21	12,56	0,81	0,68	1 Meßstelle in der Klotzenlochmündung
38	1,25	0,80	20,57	5,00	0,82	0,26	1 Meßstelle in der Ostemündung

Gruppe A. Geschwindigkeitskurven von regelmäßigem Verlauf

Gruppe B. Geschwindigkeitskurven von unregelmäßigem Verlauf

solche mit niedrigen hydraulischen Werten, erstere wieder in solche mit gleichmäßigem Verlauf der Flut- und Ebbkurven (Untergruppe a₁), solche mit geringfügig ungleichmäßigem Verlauf der Kurven des Flutschenkels (Untergruppe a₂) und solche mit geringfügig ungleichmäßigem Verlauf der Ebbkurven (Untergruppe a₃).

Gruppe B. Hierunter fallen alle Meßstellen, bei denen der Verlauf der Geschwindigkeitskurven ein ausgesprochen unregelmäßiger ist. Die Unregelmäßigkeiten zeigen Störungen in der Wasserbewegung an, die verschiedener Natur sein können. Wenn auch auf diese Erscheinungen, die für jede Meßstelle ihre Deutung gefunden haben, im einzelnen nicht eingegangen wird, weil das zu weit führen würde, so soll aber doch allgemein angegeben werden, daß hier die Ursachen Stromspaltungen und -vereinigungen, Verflachungen der Stromsohle durch die Ostebank und ihre Ausläufer und Querströmungen durch Nebenflüsse und -arme waren.

Bezüglich der Strömungsrichtungen wird auf den Lageplan verwiesen, in dem bei jeder Meßstelle durch Pfeile die Richtung des Ebbe-

und des Flutstroms angegeben ist. Diese Richtungen sind Mittelwerte aus den auf den Einzelblättern für die 38 Meßstellen bereits gemittelten Werten für jede volle Stunde nach HW und nach NW. Bei der Meßstelle 2 lagen die Einzelwerte der Richtungen des Ebbstroms so weit auseinander, daß auf eine Wirbelströmung an dieser Stelle bei Ebbestrom geschlossen werden muß, was das Wirbelzeichen im Lageplan andeuten soll.

Über die vorstehend angegebenen, für die besondere Aufgabe wichtigen Feststellungen hinaus decken derartige Messungen noch weitere Erkenntnisse auf. So können aus den Geschwindigkeitskurven für jeden Zeitpunkt der Tide die Vertikalgeschwindigkeitskurven unmittelbar aufgezeichnet und die verwickelten Verhältnisse des Stromcenterungsvorgangs geklärt werden. Die systematische Durchführung derartiger Messungen ist überall dort von großem Wert, wo Eingriffe in den bestehenden Zustand eines weit ausgedehnten Gewässers notwendig werden, ohne daß die Kenntnis der Wasserbewegung bereits zur Verfügung steht.

Alle Rechte vorbehalten.

Sparsame Brückenbauten.

Von Eisenbahnamtmann Rasmussen, Lübeck.

In unserer Zeit der wirtschaftlichen Not richtet sich das Augenmerk auf sparsame Einrichtungen. Auch im Brückenbau, der allerdings nach dem heutigen hochentwickelten Stande der Brückenbautechnik wenig Spielraum für Neuerungen bietet, werden neuerdings Versuche gemacht, wirtschaftliche und technische Vorteile zu erzielen. Es dürfte von allgemeinem Interesse sein, wenn hierzu auf zwei Konstruktionsarten hingewiesen wird, die kürzlich von der Lübeck-Büchener Eisenbahn-Gesellschaft ausgeführt bzw. zur Ausführung vorgesehen sind.

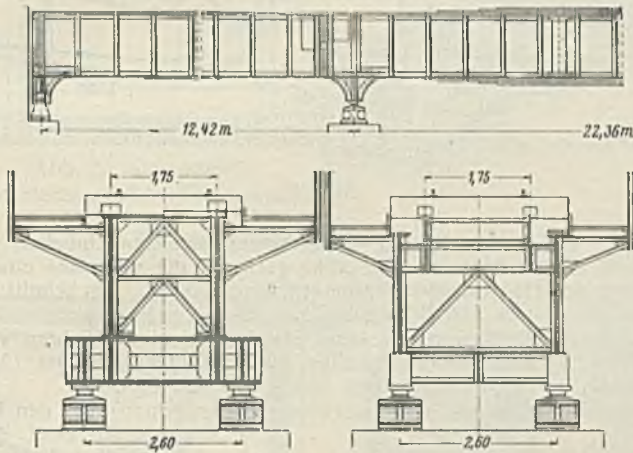


Abb. 1 bis 3.

In dem ersten Falle handelt es sich um eine eingleisige Eisenbahnbrücke über einen Kanal in Hamburgs näherer Umgebung, die als Ersatz für eine den neuen Belastungen nicht mehr gewachsene Fachwerkbrücke vor einigen Monaten in Betrieb genommen worden ist. Abb. 1 zeigt das durch die vorhandenen Verhältnisse bedingte Kragarmsystem der Hauptträger über drei Öffnungen und Abb. 2 den eigenartigen Querschnitt der neuen Brücke, der aus folgendem Anlaß entstand: Die vorhandene, verhältnismäßig große Bauhöhe gestattete dem Konstrukteur, die Hauptträger auf Unterzüge zu legen, die die Auflagerung auf Widerlager und Pfeiler vermitteln. Auf diesen Unterzügen konnten nun die Hauptträger so dicht zusammengestellt werden, daß sie als unmittelbare Schwellenträger wirkten. Wenn auch die dichte Lage hoher Hauptträger allgemein eine Gefährdung der Standsicherheit bedeutet, so konnten in diesem Falle die mit den Hauptträgern fest verbundenen und genügend langen Unterzüge die Standsicherheit ausreichend herstellen, ohne daß eine besondere Verankerung erforderlich wurde. — Die Vorteile dieser Konstruktion im Vergleich mit dem bekannten Brückenquerschnitt nach Abb. 3, der auch hier zuerst geplant war, bestehen nun darin:

- a) Eisengewicht des Überbaues nach Querschnitt in Abb. 3 und nach Längsschnitt in Abb. 1 = 140 t;

Technische Hochschule Hannover. Aus Anlaß des hundertjährigen Bestehens wurde die akademische Würde eines Ehrenbürgers verliehen dem Reichsbahndirektor Geh. Baurat Dr.-Ing. ehr. Dr. techn. h. c. Gottwalt Schaper, Berlin-Lichterfelde, und dem Professor Dr.-Ing. Dr.-Ing. ehr. Mirko Roß, Zürich, in Würdigung ihrer Verdienste um die Technische Hochschule Hannover.

Geh. Regierungsrat Professor Robert Otzen ist zum Präsidenten des Staatlichen Materialprüfungsamtes in Berlin-Dahlem ernannt worden, unter

- b) Eisengewicht des neuen Überbaues nach Querschnitt in Abb. 2 und nach Längsschnitt in Abb. 1 = 95 t.

Nach Konstruktionsart b ist also eine Ersparnis von 45 t Eisenmaterial erzielt worden, die zur Hauptsache darin besteht, daß hier weder Quer- noch Längsträger erforderlich wurden. Dieser Fortfall bedeutet aber auch hinsichtlich der Unterhaltung einen wesentlichen Vorteil.

In dem zweiten Falle handelt es sich um die Erneuerung eines zweigleisigen eisernen Überbaues einer Eisenbahnbrücke. Der vorhandene, als Fachwerkbrücke hergestellte Überbau hat eine Stützweite von rund 32,60 m und soll, da er den Anforderungen nicht mehr genügt, ebenfalls durch einen neuen Überbau ersetzt werden. Es bestand die Absicht, den neuen eisernen Überbau ebenfalls als Fachwerkbrücke (Abb. 5) herzustellen.

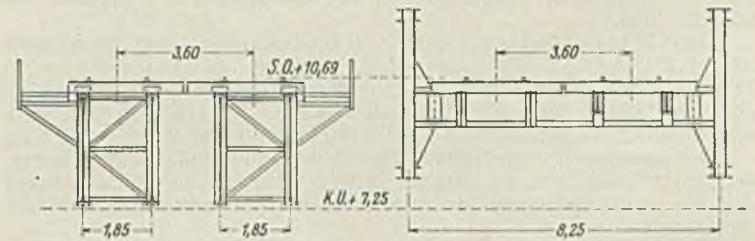


Abb. 4 u. 5.

Bei eingehender Bearbeitung des Entwurfs zeigte sich jedoch, daß durch zwei Einzelüberbauten Ersparnisse an Eisengewicht zu erzielen waren. Da auch der Unterbau sich in statischer Hinsicht besser zur Aufnahme von zwei Überbauten, d. h. für günstigere Verteilung der Auflagerlasten eignete, so wurde die Ausführung durch zwei eingleisige Überbauten, und zwar als Blechträgerbrücken beschlossen, wie sie in Abb. 4 im Querschnitt dargestellt sind. Es sind keine besonderen Merkmale an dieser Brücke hervorzuheben, jedoch sei bemerkt, daß die Standsicherheit der mit recht hohen Blechträgern versehenen Überbauten durch Hochziehung der Untergurte vor den Auflagern, also durch Verringerung der Trägerhöhe an dieser Stelle erreicht wird. — Die Vorteile der Wahl von zwei eingleisigen Blechträgerbrücken gegenüber einem zweigleisigen Überbau als Fachwerkbrücke sind nun folgende:

- a) zweigleisige Fachwerkbrücke: Stützweite = 32,6 m; Trägerabstand = 8,25 m; Eisengewicht = 194 t;
- b) zwei eingleisige Blechträgerbrücken: Stützweite = 32,6 m; Trägerabstand je 1,85 m; Eisengewicht = $2 \times 83 = 166$ t. Die Ersparnis an Eisenmaterial beträgt also 28 t.

Mit der Vereinfachung der Konstruktion wird aber hinsichtlich der Unterhaltung ein weiterer nicht unbedeutender wirtschaftlicher Vorteil erreicht.

Die Entwürfe der neuen Brücken stammen von dem Zivilingenieur W. Johann in Altona. Die Herstellung des neuen Überbaues für die Eisenbahnbrücke über den Kanal bei Hamburg wurde von der Brückenbauanstalt Hein, Lehmann & Co. in Düsseldorf besorgt.

Vermischtes.

gleichzeitiger Berufung in die Fakultät für Bauwesen an der Technischen Hochschule Berlin.

Die Hundertjahrfeier der Braunschweigischen Höheren Landesbauschule zu Holzminden wird in den Tagen vom 14. bis 17. August begangen werden. Der Festakt findet am 15. August, 10 Uhr vorm., im Lichthof der Bauschule statt. Anmeldungen sind an die Landesbauschule zu richten.

Die Beauharnois-Kraftanlage am St. Lawrence-Fluß. Der erste Schritt, die Wasserkräfte des St. Lawrence-Flusses nutzbar zu machen, ist neuerdings durch den Bau eines Kanals zwischen dem St. Francis- und St. Louis-See gemacht worden. Der Plan ist ein kanadisches Unternehmen, und zwar von privatem Kapital mit Genehmigung der kanadischen Regierung finanziert. Wie Eng. News-Rec. 1930, vom 11. Dezember, Bd. 105, Nr. 24, S. 916, berichtet, unterscheidet sich der neue, im Bau befindliche Kanal wesentlich von dem alten Soulanges-Kanal und auch von dem alten Beauharnois-Kanal (Abb. 1).

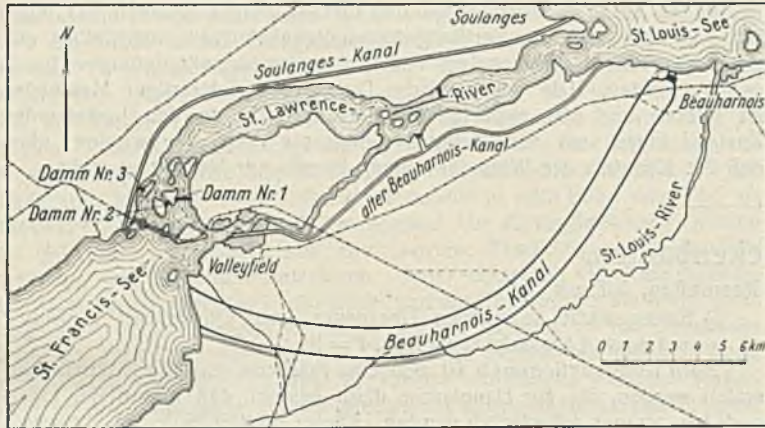


Abb. 1.

Er ist mit Rücksicht auf spätere Erweiterung so angelegt, daß das ganze Gefälle des Flusses zwischen den beiden Seen ausgenutzt werden kann. Wie aus dem Lageplan ersichtlich, bildet der Kanal, vom St. Francis-See ausgehend, einen breiten Einlauf, der sich durch ziemlich flaches Land bis zur Stadt Beauharnois am St. Louis-See erstreckt, wo er durch die Kraftanlage abgeschlossen ist, die etwa 300 m landeinwärts am Ufer liegt.

Das Gelände, durch das der Kanal hindurchführt, liegt größtenteils unter HHW des St. Francis-Sees. Ein Überfluten ist jetzt durch einen Damm am Seeufer verhindert. Der Boden ist meist lehmig und nur an einzelnen Stellen durch Felsgeröll unterbrochen. Am Ostende liegt Sandstein darunter, wodurch für das Krafthaus eine gute Gründung möglich ist.

Der Kanalspiegel wird meist über dem angrenzenden Lande liegen, so daß der Kanal zwischen Dämmen gebildet werden muß, die im oberen Lauf nur niedrig, weiter unten zum Krafthause hin jedoch bis zu 13,5 m hoch werden.

Wie der Schnitt in Abb. 2 zeigt, liegen die Dammkronen etwa 1029 m voneinander entfernt. Zunächst ist nur ein Teil, und zwar etwa 150 m, der ganzen Kanalbreite unterhalb der Geländehöhe ausgebagert, so daß also zwischen den Dämmen eine erhebliche Verbreiterung des schiffbaren

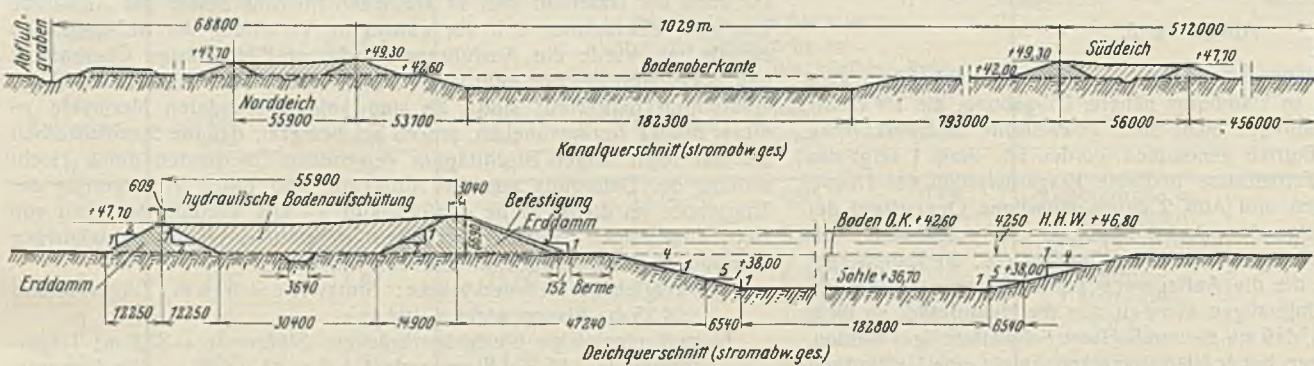


Abb. 2.

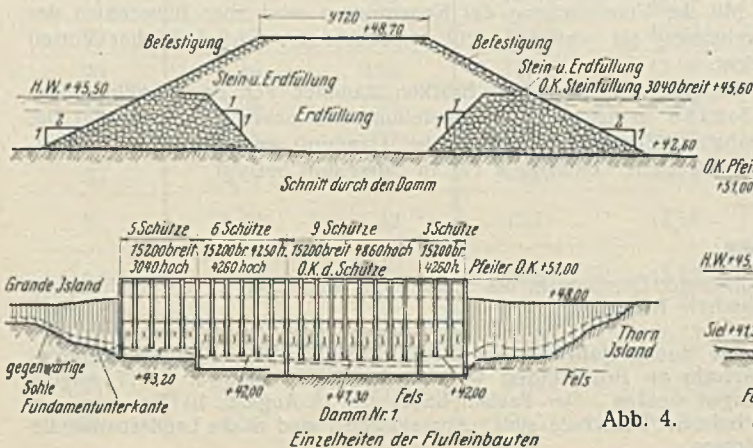


Abb. 4.

Teiles möglich ist. Bei dem gewählten Längsgefälle von 1:23 000 und jetzigen Querprofil ist eine Abflußgeschwindigkeit von höchstens etwa 0,685 m/sek zu erwarten. Bei dem gesamten Spiegelgefälle von 25,3 m zwischen den beiden Seen können 400 000 PS später gewonnen werden, während zunächst der maschinelle Ausbau für die Gewinnung von etwa

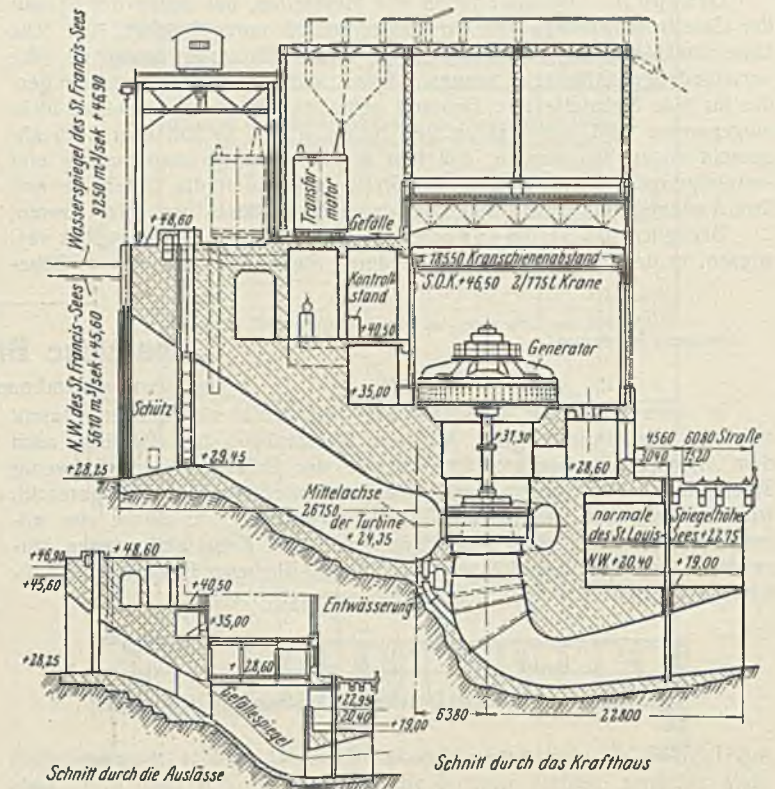


Abb. 3.

216 000 PS stattfindet. Für die später hinzuzufügenden Einheiten ist im Mittelteile des Krafthauses eine Lücke gelassen, die also ohne eine Vergrößerung des Hauses später ausgefüllt werden kann. Ein Schnitt durch das Krafthaus ist in Abb. 3 dargestellt.

Um den Abfluß zu regeln, sind Staudämme mit 35 Wehren von je 15 m Breite an den Coteau-Schnellen des St. Lawrence-Flusses (Abb. 1) vorgesehen, deren Ausbildung aus Abb. 4 ersichtlich ist.

Drei Eisenbahnlinien und zwei Hauptstraßen führen über den Kanal, wofür zwei kombinierte und eine reine Eisenbahnbrücke vorgesehen sind, die den Kanal rechtwinklig kreuzen. Die Rampen sind mit Rücksicht auf ein Halten der Züge vor den geöffneten Brücken zum Teil recht lang. Für den schiffbaren Teil werden später Hubbrücken errichtet, vorläufig kurze Trägerbrücken auf behelfsmäßigen Zwischenpfeilern.

Außerhalb des schiffbaren Teiles sind Blechträgerbrücken von 30 m Stützweite vorgeschrieben. Alle Brückenpfeiler sind bis unter die voraussichtliche Kanalsohle zu gründen. Bei den kombinierten Straßen- und Eisenbahnbrücken sollen die Fahrdämme einseitig angeordnet werden.

Die Kanäleiche sind in drei Abschnitten geschüttet, wie aus Abb. 2 zu ersehen ist. Der Boden für die äußeren, niedrigen Schüttungen ist mittels Eimerseilbagger aus oberen Schichten gewonnen. Je nach dem Kanalaushub ist zum Unterbringen des gelösten Bodens die äußere Dammschüttung im Abstände von 56 bis 183 m von der inneren entfernt angeordnet. Für die Bagger- und Spülarbeit wurden Bagger mit 66-cm-Saugrohr verwendet.

Der schiffbare Teil des Kanals folgt dem Zuge des nördlichen Deiches. Er soll bei einer Sohlenbreite von 183 m eine Mindesttiefe von 8,20 m haben.

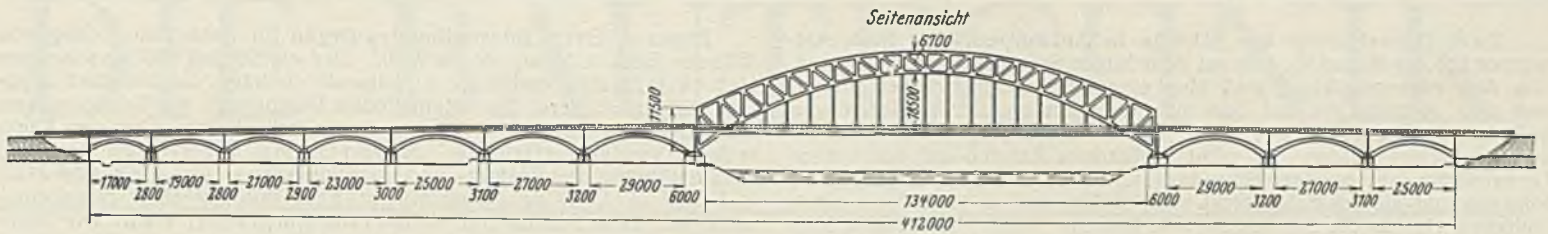


Abb. 1.

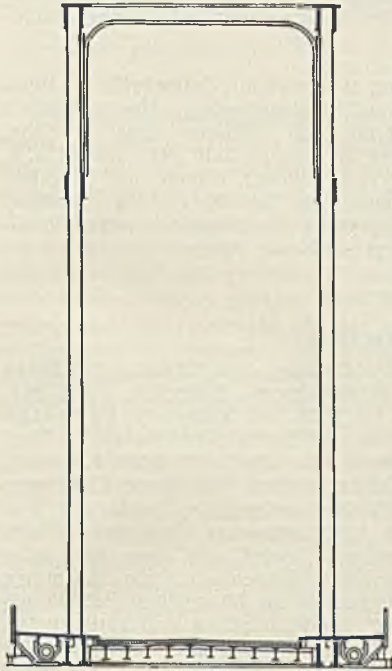


Abb. 2. Querschnitt der stählernen Brücke (Brückenmitte).

Brücke über die Ijssel bei Katerveer (Zwolle). Die neue Brücke über die Ijssel bei Katerveer, im Zuge einer Staatsstraße gelegen, stellt ein wichtiges Bindeglied in dem Hauptverkehrsweg von Amersfoort nach Meppel dar. Wie aus „De Ingenieur“ 1930, Nr. 42 vom 17. Oktober, hervorgeht, bietet sie hinsichtlich des Entwurfs wie auch der baulichen Herstellung mancherlei Bemerkenswertes.



Abb. 3.

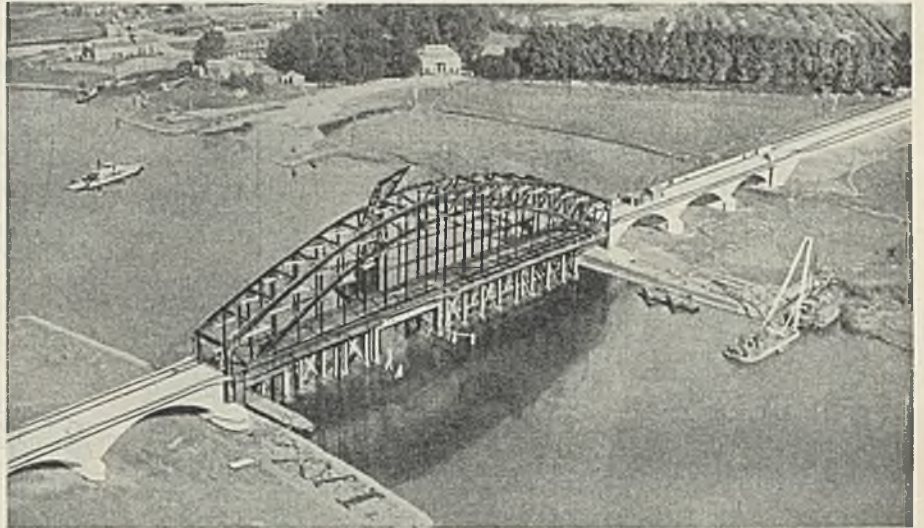


Abb. 5. Luftbild der Brücke beim Bogenschluß.

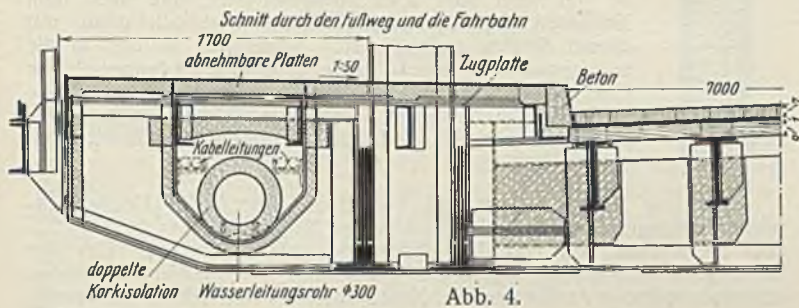


Abb. 4.

Gründen wählte man den Abstand zwischen den beiden Bogenrändern größer, als es bei den deutschen Brücken üblich ist, so daß die Neigung der Diagonalen sich nicht sehr stark ändert. Aus dem gleichen Grunde wurde der Querverband zwischen den Bogen als Steifrahmen ausgebildet (Abb. 2). Bei der Konstruktion der Fahrbahn (Abb. 4), der Zugbänder herrschte das Bestreben vor, die Montage möglichst dadurch zu erleichtern, daß die einzelnen Teile weitgehend in der Fabrik zusammengesetzt wurden. Die Fahrbahnträger sind nach der beabsichtigten Form der Decke gekrümmt. Diese konnte, da sie aus Holz hergestellt ist, unmittelbar auf die Längsträger aufgeschraubt werden. Sie besteht aus Querbohlen, die in der Mitte gestoßen sind; darauf sind 7 cm starke Holzklötze genagelt. Eine Schicht Spramex mit scharfem Sand deckt sie ab.

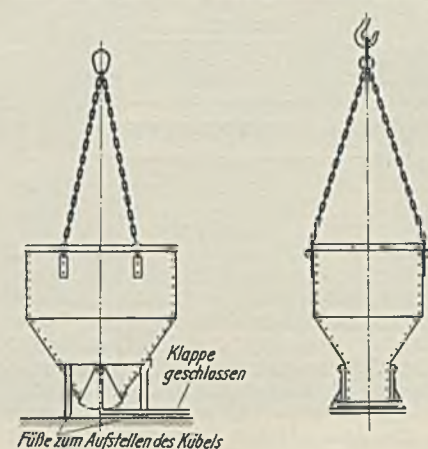
Die Montage der Eisenteile geschah mit einem Schwimmkran. Der Gerüstunterbau der Brücke konnte dadurch entsprechend leicht gehalten werden. Für den hochragenden Bogen wurde der Kran mit einem besonders konstruierten Fachwerkarm von 10 t Tragfähigkeit ausgestattet. Zur Montage der Endrahmen über den Pfeilern und zur Unterstützung der übrigen Montage wurde außerdem ein schwimmender Bockkran mit weiter Auslage eingesetzt, der über das Vorland bis zu den Pfeilern reichen konnte. Obgleich die Brücke im Flutgebiete des Zuidersees liegt, hat der Wellengang die Montage nur wenig behindert (Abb. 5). — Die Brücke wurde im Januar 1930 dem Verkehr übergeben. — van —

Der Fluß wird mit einer stählernen Bogenbalkenbrücke mit einer Spannweite von 138 m, die Vorländer werden mit zehn Eisenbetonbogen überspannt (Abb. 1 bis 3). In der Längsrichtung liegt die Fahrbahn beiderseits im Gefälle. Die Kämpfer der einzelnen Bogen sind jedoch durchweg auf gleicher Höhe gehalten. Die Spannweiten mußten daher nach dem Lande zu allmählich verkleinert werden. Auch die Pfeilerstärken konnten damit wegen der geringeren Beanspruchung schwächer gehalten werden. Eine für das Auge befriedigende Lösung!

Der Untergrund an der Baustelle bestand vorwiegend aus Sand mit geringen Torf- und Kleieinlagen. Für die Landpfeiler wählte man die Gründung auf Pfählen mit einer Rammtiefe von 8 bis 11,75 m und kam dadurch mit geringen Fundamenttiefen aus. Die Fundamente konnten dadurch im Trockenem mit Hilfe einer Grundwasserabsenkung hergestellt werden. Die Uferpfeiler jedoch mußten genügend tief unter die Flußsohle reichen, um eine Unterspülung zu vermeiden (5 bis 6 m). Als billigste Lösung wählte man hier eine Umspundung mit 20 cm starken Bohlen, die teilweise eingespült, auf die letzten 2 m gerammt wurden. Der Aushub der Baugrube und das Einbringen des Fundamentes geschah im Nassen. Als Mischungsverhältnis wählte man je 1 Teil Traß, Wasserkalk und Sand und 3 Teile Kies. Das Rammen der Bohlen wie auch der Betoniervorgang wurde von der Wasserseite her angerichtet. Die Baustoffe wurden zu Wasser angefahren und mit einem Kran umgeschlagen; ein zweiter Kran brachte den fertigen Beton in einen Behälter ein, der ein bis auf die Sohle der Baugrube reichendes Rohr besaß. In eisernen, auf dem Spundwandgerüst beweglichen Trägern aufgehängt, konnte das Rohr die ganze Sohle bestreichen. Nach dem Abblinden des Betons wurde die Baugrube leergepumpt und der Pfeiler im Trockenem hochbetoniert, wobei die Spundwand mit dem wechselnden Wasserstande Wasserdrücke bis zu 3 m auszuhalten hatte. Der aufgehende Beton blieb unverkleidet, er wurde lediglich mit Druckluftwerkzeugen gestockt.

Für den stählernen Überbau wählte man ein Bogenfachwerk mit Zugband. Es wurde in 20 Felder mit 6,90 m Länge eingeteilt. Aus ästhetischen

Kübel zum Einbringen von Beton. Wenn der Beton nicht in ununterbrochenem Strome durch Rinnen, Förderbänder, Pumpen usw. infolge besonderer Verhältnisse oder bei kleineren Arbeiten eingebracht werden kann, kommen Kübel in Verbindung mit einem Hebezeug in Frage. Bei den allgemein üblichen Klappkübeln fällt der Inhalt auf einmal heraus, so daß der Beton anschließend durch mehrere Leute verteilt werden muß. Um auch in diesen Fällen wenigstens eine teilweise Mechanisierung und eine Ersparnis von Arbeitskräften herbeizuführen, ist von Jul. Wolff & Co.



ein neuer Kübel mit einer allmählichen, verstellbaren Entleerung gebaut worden (Abb.). Der Auslauf des Kübels ist kreisbogenförmig gehalten und durch einen Drehschieber mit Hebel verschlossen. Durch Drehen der Klappe kann man soviel Beton aus dem Kübel entnehmen, als an einer Stelle gebraucht wird, und ihn bereits beim Entleeren gleichmäßig verteilen. Zum Aufstellen des Kübels sind Füße vorhanden. Der Kübel wird in drei Größen gebaut: 500 l Inhalt bei 180 kg Gewicht, 750 l Inhalt bei 270 kg und 1000 l Inhalt bei 300 kg Gewicht. —g.

Zwei Tunnel unter der Schelde in Antwerpen. Die Stadt Antwerpen hat das Bedürfnis, sich auf dem linken Schelde-Ufer auszudehnen. Um dies zu ermöglichen, muß aber eine Verbindung zwischen diesem und dem rechten Ufer, auf dem sich die Stadt und ihre Hafenanlagen befinden, geschaffen werden. Eine Brücke müßte wegen der Schifffahrt so hoch gelegt werden, daß nicht ausführbare Rampen auf den beiden Ufern entstanden; zu einer Schwebefähre konnte man sich, ebenfalls mit Rücksicht auf die Schifffahrt, nicht entschließen, und so blieb denn nichts anderes übrig, als die Schelde zu untertunneln. Nach eingehenden Vorarbeiten sind die Planungen nunmehr so weit gediehen, daß die Ausführung vor einiger Zeit vergeben werden konnte. Wie Gén. Civ. vom 21. März d. J. berichtet, sollen gleich zwei Tunnel unter der Schelde gebaut werden: der eine soll dem Fahr-, der andere dem Fußgängerverkehr dienen.

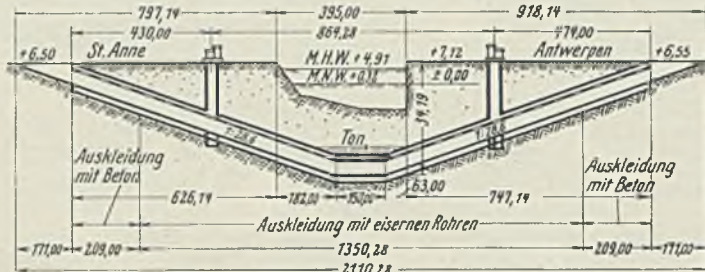


Abb. 1.

Der Straßentunnel (Abb. 1) wird einschließlich der Rampen, die eine Neigung von 1:28,6 haben, 2,1 km lang; in seiner Mitte liegt ein 150 m langes waagrechtes Stück. Auf jeder Seite schließt sich an den Tunnel noch ein 171 m langer offener Einschnitt an. Die Schelde ist an der Baustelle gegen 400 m breit. Von jedem Ende her wird der Tunnel zunächst auf 209 m mit Beton ausgekleidet; der mittlere 1350 m lange Teil wird in einem eisernen Rohr von 9,4 m ϕ liegen. Im Tunnel wird eine 6,75 m breite Fahrbahn angelegt (Abb. 2), neben der noch ein schmaler erhöhter Fußweg verläuft; er dient aber nicht dem öffentlichen Verkehr, sondern soll eine Beaufsichtigung der sich in zwei Reihen durch den Tunnel bewegend Fahrzeuge ermöglichen. Als Bauverfahren soll Schildvortrieb angewendet werden.

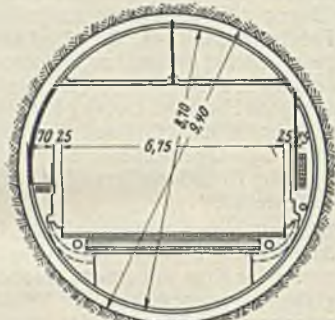


Abb. 2.

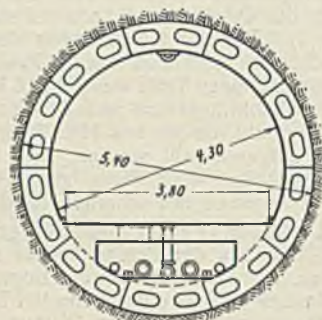


Abb. 4.

Da der Tunnel hauptsächlich von Kraftwagen benutzt werden wird, muß auf die Lüftung besonderer Wert gelegt werden. Vorbilder hierfür finden sich bei den neueren Straßentunneln in Amerika. Wie dort wird auch in Antwerpen die Frischluft unter der Fahrbahn zugeführt; sie tritt seitlich aus, und die Abluft wird über der Decke des dem Verkehr dienenden Raumes abgeführt. Ungefähr in der Mitte der Rampen werden Lüftungsschächte mit 25 x 25 m im Grundriß großen, 22 m hohen Aufbauten errichtet; in jedem solchen Gebäude werden 12 Lüfter aufgestellt.

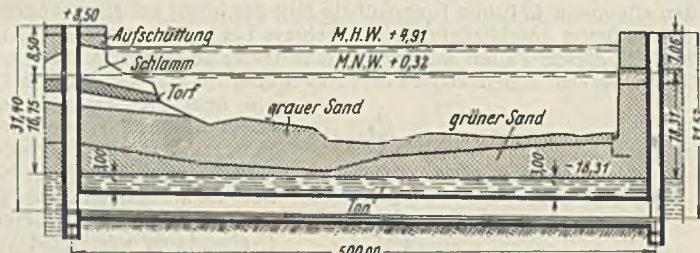


Abb. 3.

Der Fußgängertunnel, der ungefähr 1 km südlich vom Straßentunnel zu liegen kommt, besteht aus einem 500 m langen waagerechten Mittelteil, der durch 34 m tiefe Schächte von der Erdoberfläche her zugänglich ist (Abb. 3). Der Mittelteil hat einen Innendurchmesser von 4,3 m, einen Außendurchmesser von 5,4 m. In ihm liegt eine 3,8 m breite Gangbahn (Abb. 4). Die Schächte haben 10,8 x 10,8 m Querschnitt; in jedem werden zwei Aufzüge den Verkehr vermitteln. Der eigentliche Tunnel kommt mit seinem Scheitel etwa 11 m unter die Flußsohle in eine Tonschicht zu liegen, die jedoch nicht so dicht ist, daß beim Bau ohne Druckluft auszukommen wäre. — Der Bau soll drei Jahre dauern; er soll 280 Mill. belgische Franken kosten. Wkk.

Beton u. Eisen, Internationales Organ für Betonbau (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W 8). Das am 20. Juli 1931 erschienene Heft 14 (1,50 RM) enthält u. a. folgende Beiträge: Sektionschef Dipl.-Ing. A. Bühler, Bern: Der internationale Wettbewerb zur Erlangung von Entwürfen und Angeboten für eine neue Straßenbrücke über den Rhein in Basel. (Schluß aus Heft 13.) — Joachim Glaman, Berater Ingenieur, Berlin: Neubau des Gefrier- und Geschäftshauses „Der Fleischhof AG.“ in Berlin. — Dipl.-Ing. Georg Münz: Eckausbildung einer Eisenbetonhalle von 24 m Spannweite. — Dr. Fritz Emperger, Wien: Die Säule im amerikanischen Hochhausbau. — Prof. S. Deutsch, Köln: Forschungsarbeit und Bauplatzpraxis im Betonbau. — Ing. G. Neumann, Florenz: Der Betonbau in Italien. — Ing. H. Streicher, Wien: Berechnung röhrenförmiger Eisenbetonbalken.

Zentralblatt der Bauverwaltung vereinigt mit Zeitschrift für Bauwesen mit Nachrichten der Reichs- und Staatsbehörden. Herausgegeben im Preuß. Finanzministerium. (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W 8.) Das uns vorliegende Heft 29 vom 15. Juli 1931 enthält u. a. folgende Aufsätze: Arch. Hugo Häring, Berlin: Kunst- und Strukturprobleme des Bauens. — Mag.-Baurat Dr.-Ing. Knipping, Breslau: Schulen und Kirchen im Bebauungsplan. — Hafenbautechnische Gesellschaft. Hauptversammlung in Emden. — Neuer Apennin-Tunnel in der Bahn Bologna-Florenz.

Patentschau.

Verfahren zur Herstellung von Gründungspfählen in säure- oder salzhaltigem Erdreich. (Kl. 84c, Nr. 510 406 vom 10. 10. 1928 von Siemens-Bauunion G. m. b. H. Komm.-Ges. in Berlin-Siemensstadt.) Nach dem Ziehen des Rohres wird die Sand- oder Kiessäule, aus der der Pfahl gebildet werden soll, durch Einbringen versteinender Chemikalien verfestigt. Durch die Versteinerung, die durch Einbringen von kieselensäurehaltigen Stoffen vorgenommen wird, wird aus dem Kies oder Schotter selbst Kieselsäure freigestellt, die zusammen mit dem Versteinerungsmittel zur künstlichen Felsbildung führt. Zur Herstellung des Pfahloches und zugleich als Futterrohr dient ein Rohr r, in das eine Bewehrung d, e eingesetzt wird. Nach dem Füllen des Rohres r etwa bis zur Oberkante des Pfahloches mit Sand und Kies wird das Rohr gezogen, und während des Ziehens wird so viel Sand oder Kies nachgeschüttet, daß nach dem Entfernen des Futterrohres r das Pfahloch dicht mit diesen Stoffen angefüllt ist. Schließlich werden in die so gewonnene Sand- oder Kiessäule Lösungen von Chemikalien eingespritzt, die die eingeschütteten Stoffe zu einem einheitlichen Körper versteinern. Die Pfähle sind gegen Salz- und Säurelösungen im Boden unempfindlich.

Dichtung für den Anschluß von Hosenrohren für Hochdruckwasserleitungen an ein vollzylindrisches Rohr. (Kl. 84a, Nr. 484 225 vom 23. 5. 1928 von Dipl.-Ing. Richard Krauß in Breslau.) Um den bei Hosenrohren erforderlichen Betriebsdrücken standhalten zu können, ist eine sorgfältige Abdichtung der Nähte zwischen den Rohren notwendig.

Um diese zu erreichen, wird in die Stoßfuge zwischen dem vollzylindrischen Rohr und den beiden halbzyklindrischen Anschlußenden der Abzweigungen ein mit einem Mittelsteg versehener Ring eingelegt. Die Abzweigstücke 1 und 2 des Hosenrohres haben halbzyklindrische Anschlußenden und berühren sich mit ihrer Abflachung 3; sie sind mit Verstärkungsrippen 4 versehen, die in Verbindung mit Schrauben 5 und Stegen 6 beide Rohrteile zusammenhalten. Ein mit Flansch 8 versehener Ring 7 hält die Anschlußenden der Rohre zusammen; zwischen dem Hauptrohr 9 und den Anschlußenden ist ein mit Mittelsteg versehener Ring 10 eingelegt, der eine Rippe 11 besitzt, die zum Einpressen des Dichtungsstoffes 13 in den ringumlaufenden Teilen der Dichtungsnut 12 dient. Auf dem Mittelsteg des Ringes 10 ist eine Rippe 14 vorgesehen, die den Dichtungsstoff 13 in den zwischen den Berührungsflächen 3 der Anschlußenden liegenden Teil der Dichtungsnut 12 preßt. Nach dem Hauptrohr 9 zu greift der Ring 10 mit einem Zentriertring 15 in eine Aussparung des Hauptrohrs ein; zwischen Hauptrohr und Ring 10 sitzt ein Dichtungsring 16.

INHALT: Die Betonierungsanlagen für die Nordschleuse in Bremerhaven. — Strömungsmessungen im Mündungsgebiet der Elbe. — Sparsame Brückenbauten. — Vermischtes: Technische Hochschule Hannover. — Hundertjahrfeier der Braunschweigischen Höheren Landesbauschule zu Holzwinden. — Beuharnols-Kraftanlage am St. Lawrence-Fluß. — Brücke über die IJssel bei Katerveer (Zwolle). — Küber zum Einbringen von Beton. — Zwei Tunnel unter der Schelde in Antwerpen. — Beton u. Eisen, Internationales Organ für Betonbau. — Zentralblatt der Bauverwaltung vereinigt mit Zeitschrift für Bauwesen. — Patentschau.