

# DIE BAUTECHNIK

9. Jahrgang

BERLIN, 3. Juli 1931

Heft 29

## Der Bau der Nordschleusenanlage in Bremerhaven. Die Erd- und Rammarbeiten.\*)

Alle Rechte vorbehalten.

Von Regierungsbaumeister a. D. Friedemann Schwichow, Bremerhaven.

### I. Das Bauprogramm.

Als im Sommer 1927 die 1916 eingestellten Bauarbeiten für die Nordschleusenanlage in Bremerhaven fortgesetzt werden sollten, waren außer den bis auf Ordinate  $-4,00$  Bremerhavener Pegelnull<sup>1)</sup> ausgehobenen Baugruben für die Schleusenhäupter auch noch die beim Binnenhaupt gerammten hölzernen Umfassungspundwände sowie die für beide Häupter erforderlichen Pfahlbockkonstruktionen der späteren Spundwandverankerungen vorhanden.

### 2. für das Binnenhaupt:

- a) innerhalb der alten hölzernen Spundwände aus dem Jahre 1916 den Erdboden auszuheben bis auf  $-8,00$ ,
- b) auf der neuen Baugrubensohle von  $-8,00$  nach Erledigung der ersten Hälfte der Erdarbeiten mit den Rammarbeiten für die Umfassungs- und Querspundwände zu folgen;

### 3. für die Kajen des Vorhafens (Ost- und Westseite):

nach völligem Abschluß der Erdarbeiten während der ersten Monate des Jahres die Rammarbeiten spätestens Anfang Mai einzuleiten bei Arbeitsfortgang vom Außenhaupt nach Süden;

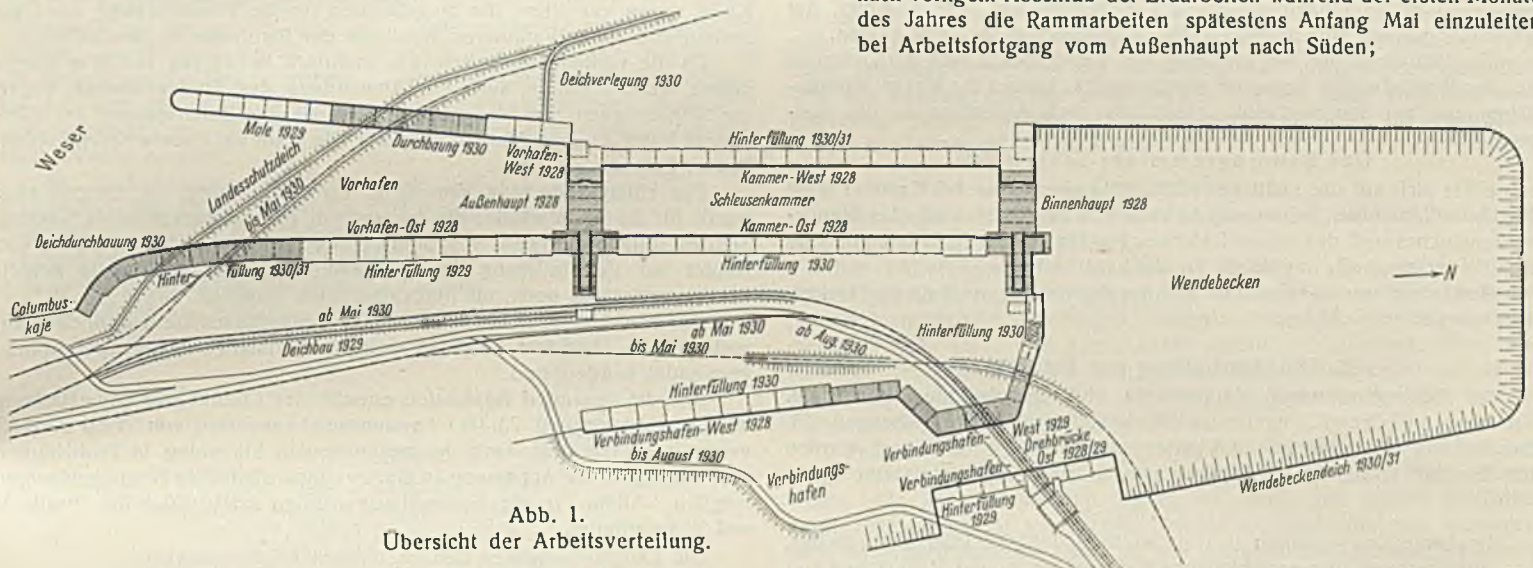


Abb. 1.  
Übersicht der Arbeitsverteilung.

Bei Wiederaufnahme der Arbeiten wurde für die Aufstellung eines Bauprogramms (Abb. 1) vor allem der Gesichtspunkt maßgebend, zunächst in weitestem Maße alle die Arbeiten zur Durchführung zu bringen, die sich im Schutze des alten Landesschutzdeiches im Trockenen erledigen ließen, und dann abschließend mit der Herstellung der Kajestrecken zu folgen, für die eine Durchbauung des Seedeiches erforderlich war. Letzteres hatte jedoch zur Voraussetzung den einwandfreien Anschluß des neuen Außenhauptes an den Landesschutzdeich sowie die Verlegung des hinter diesem entlang führenden Lloyd-Schnellzuggleises.

Um daher bei den Erd- und Rammarbeiten in der zur Verfügung stehenden Zeit bei örtlich eng begrenztem Raum große Leistungen erzielen zu können, wurden die Arbeiten in einzelne Gruppen aufgelöst und gleichzeitig weitgehend ineinandergeschaltet. Hierbei hatte sich die Reihenfolge der einzelnen Arbeiten jeweils nach der Bedeutung des betreffenden Baustellenabschnittes zu richten.

### Das Bauprogramm für 1928

umfaßte vor allem die Arbeiten beim Außenhaupt und der dort anschließenden Kajestrecken, da hier möglichst frühzeitig auch die Betonarbeiten durchgeführt werden sollten, und bestimmte deshalb:

#### 1. für das Außenhaupt:

- a) auf der vorhandenen Baugrubensohle ( $-4,00$ ) die sofortige Inangriffnahme der Rammarbeiten für die äußeren Spundwände des Außenhauptgrundrisses mit Arbeitsfortgang von Westen nach Osten,
- b) innerhalb dieser Umfassungswände den Beginn des Erdaushubs von  $-4,00$  bis  $-8,00$  noch während der Rammarbeiten im östlichen Teil,
- c) nach genügendem Fortschritt der Erdarbeiten bereits Nachfolgen der abschließenden Rammarbeiten für die Querwände vom westlichen Ende der auf  $-8,00$  vertieften Baugrube her;

\*) Von der Abhandlungsreihe „Nordschleusenanlage Bremerhaven“ erscheint später ein Gesamtsonderdruck. Bestellungen hierauf werden schon jetzt entgegengenommen.

<sup>1)</sup> Brhv. P.N. =  $-2,07$  NN.

#### 4. für die Kajen der Schleusen-kammer:

- a) Westseite:  
sofortige Inangriffnahme der Erdarbeiten, beginnend beim Außenhaupt in Richtung Binnenhaupt und anschließend Nachfolgen der Rammarbeiten nach Fertigstellung der ersten 100 m Baugrube,
- b) Ostseite:  
sofortige Inangriffnahme der Erdarbeiten, beginnend beim Binnenhaupt in Richtung Außenhaupt und anschließend Nachfolgen der Rammarbeiten nach Fertigstellung der ersten 100 m Baugrube;

#### 5. für die Kajen des Verbindungshafens:

- a) Westseite:  
zunächst weitgehende Förderung der Erdarbeiten für die Strecken vom Bahndamm zum Binnenhaupt einerseits und vom Bahndamm zur Fahrstraße andererseits sowie anschließende Pfahl- und Spundwandrammung ab Anfang Mai,
- b) Ostseite:  
die Herstellung der Baugruben für das Drehbrückenfundament einschließlich der angrenzenden Kajen in der zweiten Hälfte des Jahres 1928, dabei Richtung des Arbeitsfortganges von Süden nach Norden, wie auch bei den hier Ende 1928 anschließenden Rammarbeiten.

### Das Bauprogramm des Jahres 1929

stand hauptsächlich im Zeichen der Arbeiten für die Drehbrücke und sah vor:

#### 1. für Verbindungshafen Ost:

Durchführung der Rammarbeiten beim Drehbrückenfundament und für den Rest des Jahres nach beendeter Betonierung die Ausführung der Hinterfüllungsarbeiten;

#### 2. für Verbindungshafen West:

Fertigstellung der Erdarbeiten für die bei dieser Kaje noch fehlenden Strecken einschließlich des westlichen Drehbrückenwiderlagers mit anschließenden Rammarbeiten an drei Stellen zugleich, um tunlichst schnelle Fertigstellung zu erreichen.

Getrennt hiervon sollte im Jahre 1929

## 3. im Außenvorhafen:

- a) Westseite:  
die Rammarbeit für die außendeichs liegende Strecke der Mole in der Mitte des Jahres zur Durchführung kommen;
- b) Ostseite:  
die Hinterfüllung der dort inzwischen fertig betonierten 200 m Kajemauer beginnen einschließlich der Arbeiten zur Herstellung des neuen Landesschutzdeiches bis zum Anschluß an die Columbuskaje.

## Das Bauprogramm des Jahres 1930

bestimmte zunächst für den Anfang des Jahres die Anfuhr bedeutender Sandmassen, die für die Herstellung der Eisenbahn- und Straßendämme einschließlich der zugehörigen Rampen zwischen Außenhaupt und Drehbrücke angefahren werden mußten, und sodann die Deichdurchbauung.

Auf den restlichen Kajestrecken im Außenvorhafen sollten dann im Anschluß an die Außerbetriebnahme des alten Lloyd-Schnellzugleises die allerdings nur geringen Aushubsarbeiten folgen, außerdem aber auch schon möglichst gleichzeitig die Rammarbeiten beginnen.

Bei den Erdbewegungen wurden vor allem aber in tunlichst weitem Umfange die Arbeiten zur Aufhöhung des Hafengeländes und für die Hinterfüllung bereits weiterhin fertiggestellter Kajestrecken angesetzt, wobei als Bodenentnahmestellen der Außenvorhafen, die Kammer, der Verbindungshafen und besonders das Wendebecken in Frage kamen.

Da 1930 auch die Verlängerung von Kaiserdock II und der Deichbau um das Wendebecken begonnen werden sollte, fanden die hierzu erforderlichen Erd- und Rammarbeiten gleichfalls noch Aufnahme in das Bauprogramm.

## Das Bauprogramm des Jahres 1931

erstreckte sich auf die restlichen Hinterfüllungsarbeiten bei Kammer West und beim Molenbau, ferner auf die Arbeiten zur Herstellung des Wendebeckendeiches und des neuen Deichanschlusses an das Außenhaupt sowie endlich auch auf alle restlichen Straßenbauarbeiten.

Außerdem war das Gelände um das inzwischen verlängerte Trockendock wieder zu verfüllen.

## II. Die Beschaffung der Baustoffe.

An Baustoffen waren Rampfpfähle und Spundwände erforderlich. Nachdem auf Grund eingehender Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen die Entscheidung für Holzpfähle und Larssenspundbohlen gefallen war, wurden alle für ihre schnellste Beschaffung erforderlichen Schritte unternommen.

## 1. Pfähle.

Im Laufe der gesamten Bauzeit wurden rd. 25000 Pfähle verarbeitet.

Entsprechend den verschiedenen Kajeprofilen kamen Stücklängen von 13 bis 27 m in Frage; dabei wurden Mindestdurchmesser von 32 cm in Pfahlmitte und 22 cm am Pfahlzopf vorgeschrieben.

Einwandfreie Beschaffenheit des Holzes und Erfüllung der Abnahmebedingungen war unerlässlich. Übermäßiger Drehwuchs, Wurmbefall, ein Durchbiegungsmaß von mehr als  $\frac{1}{200}$  der Gesamtlänge u. a. m. machten die Stämme für die Abnahme ungeeignet.

Da mit Rücksicht auf den geraden Wuchs der Pfähle und die anzuliefernde große Zahl als Erzeugungsgebiet hauptsächlich nur die Karpathen in Frage kamen, mußte der verhältnismäßig geringere Harzreichtum dieses Holzes in Kauf genommen werden.

Wenn auch bei den zu verarbeitenden Pfahlmengen große Lagerbestände zu beschaffen waren, so mußten doch Maßnahmen getroffen werden, um ein allzulanges Liegen des Holzes zu vermeiden. Der gleichmäßig aufgeteilte Holzeinkauf (Fa. W. Rogge, Bremerhaven, Fa. Chr. Külken, Wesermünde, Fa. J. & H. Gehlsen, Hamburg, Fa. Sonnet & Spannhacke, Bremen) brachte im Jahre 1928 wöchentliche Leistungen von etwa 500 Stück. Da die Lieferung schon Anfang Februar einsetzte, waren zum Rammbeginn, Anfang Mai 1928, ausreichende Vorräte vorhanden.

Von diesem Zeitpunkt ab wurde dann die Belieferung mit Pfählen auf den Verbrauch bei der Rammarbeit abgestimmt, von Jahr zu Jahr neues Holz hinzugekauft, so daß die letzten Sendungen Mitte 1930 auf der Baustelle eintrafen.

Der Antransport des Holzes geschah zum überwiegenden Teil mit der Eisenbahn. Nicht unerhebliche Mengen wurden jedoch von der Reichsgränze her auch auf dem Wasserwege herangebracht, und zwar die Elbe abwärts bis Harburg, wo sie dann wieder auf Bahnwagen umgeschlagen wurden.

Die Pfähle wurden auf viele große Stapel (Abb. 2) verteilt, so daß den verschiedenen, gleichzeitig arbeitenden Unternehmern durchweg getrennte Holzlager angewiesen werden konnten.

Da die Pfähle in drei bis vier verschiedenen Längen je Waggon zur Anlieferung kamen, war es bei den umfangreichen Stapeln anfänglich nicht leicht, den Bedarf an Pfählen gleicher Länge in großer Zahl ohne umständliche Sortierarbeit zu decken, so daß das Hafengebäude bei späteren Holzlieferungen dazu übergang, die neu eingehenden Pfähle gleich bei der Ankunft nach Längen trennen und einheitlich stapeln zu lassen.



Abb. 2. Pfahlager.

## 2. Spundbohlen.

Neben rd. 800 m<sup>3</sup> hölzerner Behelfspundbohlen von 5 bis 7 m Länge und 10 cm Stärke für den rückwärtigen Abschluß der Betonschürze der Kajeen waren vor allem die Spundbohlen für die Umschließung der Baugruben und für den vorderen Abschluß der Pfahlroste zu beschaffen.

Da die vorhandene Sandschicht mehrfach in Stärken bis 10 m durchrammt werden mußte, auch die Anwendung des Spülverfahrens wegen der Schwierigkeit der Wasserabführung und der Durchspülung der Kleischicht hatte ausscheiden müssen, war die Wahl auf eiserne Spundbohlen, Bauart Larssen, gefallen.

Für Hilfsspundwände kam St 37 zur Anwendung, im übrigen aber wurde für die Spundwände, die dauernd mit den Bauwerken in Verbindung bleiben sollten, Hartstahl von 50 bis 60 kg/mm<sup>2</sup> Festigkeit mit Zusatz von Kupfer zur Verminderung der Rostgefahr vorgeschrieben. Alle Bohlen wurden außerdem noch mit Industrianstrich versehen.

Der Bau der Nordschleusenanlage in Bremerhaven stellt wohl das Bauvorhaben dar, bei dem bisher in weitestem Umfange Larssenspundwände verwendet worden sind.

Für die gesamten Neubauten einschl. der Columbuskajenverstärkung wurden insgesamt rd. 23000 t Larssenspundwandblech von Profil II bis VI verrammt, dabei war dank der weitgehenden Staffelung in Profilstärken eine wirtschaftliche Anpassung an die jeweiligen statischen Beanspruchungen möglich. Allein für die Nordschleuse wurden rd. 10000 t der Profile V und VI verarbeitet.

Die Längen verteilten sich im übrigen folgendermaßen:

L II = 10 bis 12,00 m lang,	L IV = 10 bis 24,50 m lang,
L III = 14 bis 24,50 m lang,	L V = 15 bis 27,00 m lang,
L IIIa = 14 bis 16,00 m lang,	L VI = 25 bis 28,00 m lang.

Da im Jahre 1928 das Larssenprofil VI noch nicht gewalzt wurde, ist auf Vorschlag der Vereinigten Stahlwerke die Mehrzahl der Bohlen von Profil V durch aufgeschweißte Flacheisenlamellen verstärkt worden. Von Wichtigkeit waren hierbei vollkommen dichte Schweißnähte; Nachteile haben sich hierdurch nicht ergeben.

Auch bei den für die Nordschleuse gelieferten Larssenbohlen von Profil VI hat ein großer Teil Lamellenverstärkung erhalten, so daß teilweise Doppelbohlengewichte von nahezu 8 t entstanden.

Während der Lieferung wurden regelmäßig im Werk Eisenproben entnommen und in der Versuchsanstalt die Güte des Eisens durch Druck-, Zerreiß- und Kaltbiegeproben ermittelt.

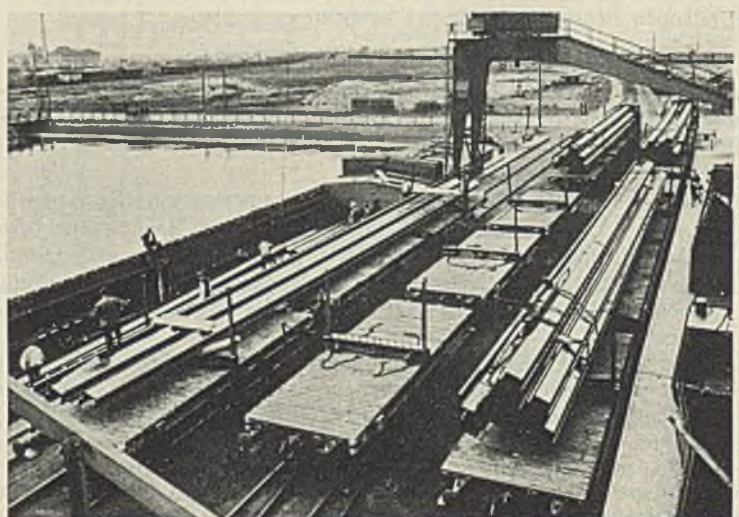


Abb. 3. Spundwandbohlenumschlag.

Die Anlieferung der Spundbohlen hat sich stets reibungslos abgewickelt, da die Larssenbohlen unmittelbar nach Bestellung in kürzester Zeit abgewalzt wurden. Bei dringendem Bedarf wurde Bahnversand vorgeschrieben. Die weitaus größte Zahl aller Bohlen ist jedoch auf dem Wasserwege nach Bremerhaven gebracht worden; mit Hilfe der im hiesigen Hafen vorhandenen Krananlagen (Abb. 3) konnten Schiffsloadungen von rd. 300 t mit Leichtigkeit in einem Tage umgeschlagen werden.

Auf der Baustelle mußten die Bohlen mit Rücksicht auf die spätere Verarbeitung nach Profilen und Längen getrennt gelagert werden. Es waren daher große Lagerflächen nötig, um diese Massen aufnehmen zu können. Da aber im Jahre 1928 die auf dem Baugelände noch nicht mit Rammfählen belegten Plätze nur gering an Zahl und Ausdehnung waren, wurde vorübergehend ein Teil der Bohlen beim Werk in Dortmund zwischengelagert.

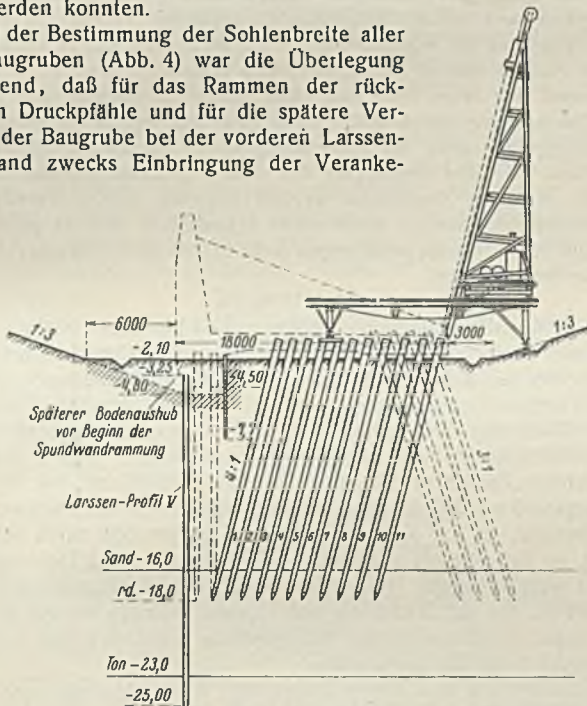
### III. Die Erdarbeiten.

#### 1. Baugrubengestaltung.

Sobald die Pfahlrostquerschnitte der Kajemauern im grundsätzlichen festgelegt waren<sup>2)</sup>, ergaben sich daraus zwangsläufig die Abmessungen der Baugruben. Da die Baugrubentiefe im allgemeinen das Maß von 6 bis 7 m nicht überschritt, konnte bei Anordnung von Böschungen im Verhältnis 1 : 3 durchweg auf die Zwischenschaltung von Bermen verzichtet werden.

Für die fertiggestellten Baugruben der Kajestrecken war offene Wasserhaltung vorgesehen und den Erdbauunternehmern aufgegeben worden, ausreichende Entwässerungsgräben anzulegen, die sämtlich in die tieferliegenden Baugruben der Schleusenhäupter ausmünden mußten, so daß sich ansammelnde Regen- und Tagwassermengen dort ohne Schwierigkeiten von den Pumpen der Grundwasserentlastungsanlage entfernt werden konnten.

Bei der Bestimmung der Sohlenbreite aller Kajenbaugruben (Abb. 4) war die Überlegung maßgebend, daß für das Rammen der rückwärtigen Druckpfähle und für die spätere Vertiefung der Baugrube bei der vorderen Larssen-spundwand zwecks Einbringung der Veranke-



Rammwagenfahrt für die Druckpfähle 6 bis 11.  
Abb. 4. Gestaltung der Kajenbaugruben.

rung genügend Raum vorhanden sein mußte. Das Maß der eigentlichen Kajebreite wurde daher jeweils für diese Arbeitsräume um  $3 + 6 = 9$  m verbreitert. Diese Maße haben sich später durchaus als ausreichend erwiesen, und es war hierbei auch noch möglich, ohne besondere Schwierigkeiten die zusätzlichen Pfähle der Pollerfundamente zu schlagen, da man an den hierfür vorgesehenen Stellen dann nur die Rammunterwagen vorübergehend zu verlängern hatte.

Die Kosten für diese vorübergehenden Maßnahmen waren vor allem aber geringer als die Auslagen, die sonst bei noch weitgehender Verbreiterung der Baugruben entstanden wären, da ja auch eine entsprechende Mehrmenge an Boden später hätte wieder verfüllt werden müssen.

Sofern also auf irgend einer Kajestrecke zwei oder drei verschieden breite Ufermauerquerschnitte vorgesehen waren, wurde für die Baugrubenabmessung nicht der breiteste Querschnitt einheitlich zugrunde gelegt, sondern die Baugrubengestaltung den jeweiligen Erfordernissen angepaßt.

#### 2. Arbeitsumfang.

Der zur Herstellung aller Baugruben für die Rammarbeiten erforderliche Bodenaushub belief sich einschließlich der entsprechenden Arbeiten

<sup>2)</sup> Vgl. Aufsatz: „Die Grundlagen der Entwurfsbearbeitung und Bauausführung der Nordschleusenanlage in Bremerhaven“.

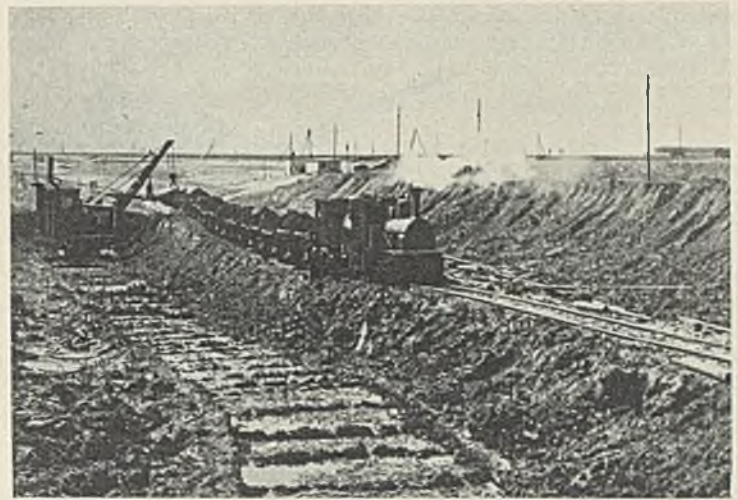


Abb. 5. Löffelbaggerbetrieb bei Kammer West.

für die Dockverlängerung auf rd. 475 000 m<sup>3</sup>. Dazu kamen später für die Tiefgründungen der Betonbauwerke weitere rd. 125 000 m<sup>3</sup>. Für Hinterfüllungsarbeiten und zur Aufhöhung des Hafengeländes einschließlich des Deiches um das Wendebecken mußten dann außerdem rund 600 000 m<sup>3</sup> bewegt werden. Insgesamt umfaßten somit alle Erdarbeiten im Trockenbetrieb rd. 1,2 Mill. m<sup>3</sup>.

#### 3. Gewinnungsart.

Diese Arbeiten wurden zum überwiegenden Teil mit Hilfe von Löffelbaggern und Greifern ausgeführt.

Die Löffelbagger (Fa. K. Plinke, Hannover) konnten mit ihrem bedeutenden Leistungsvermögen und in Verbindung mit 900er Feldbahnbetrieb hauptsächlich bei langen Baggerfronten (Abb. 5) voll ausgenutzt werden, d. h. also, vor allem beim Aushub für Kammer West und Kammer Ost und dann bei den späteren Hinterfüllungsarbeiten, als besonders große Bodenmassen im Vorhafen, im Verbindungshafen und im Wendebecken gewonnen werden mußten.

Greiferbetrieb (Fa. K. Plinke, Hannover, Fa. Ph. Holzmann, Hamburg, Fa. Heinrich Butzer, Dortmund, Fa. W. Rogge, Bremerhaven) wurde dagegen sowohl mit 900er wie auch mit 600er Feldbahngerät größtenteils da vorgezogen, wo es sich entweder um besonders tiefe Baugruben handelte (Abb. 6), wie beim Aushub für die Schleusenhäupter, für den Drehbrückenpfeiler und für die Trockendockverlängerung oder wo die große Reichweite dieser Geräte besonders vorteilhaft war, wie bei der Herstellung des Wendebeckendeiches und bei der Bodengewinnung aus der Schleusenkammer (Abb. 7).

Die anfänglich gehegte Befürchtung, daß der nachgiebige Untergrund des Baugeländes die Verwendung der rd. 60 t schweren Löffelbagger und Greifer nicht erlauben würde, hat sich nicht bewahrheitet. Um die Bodenbelastung nicht über das Maß von 0,5 kg/cm<sup>2</sup> hinausgehen zu lassen, war es allerdings nötig, unter die Raupenbänder der Greifer bzw. die Gleise der Löffelbagger Schwellenroste von etwa 3 × 4 m Größe aus kräftigen Holzbohlen oder starken Rundhölzern zu legen (Abb. 8).

Bei den kleineren Erdbaustellen (Fa. W. Rogge, Bremerhaven, Fa. K. Plinke, Hannover, Fa. A. Gerdt, Wesermünde, Fa. A. Eifers, Bremerhaven,

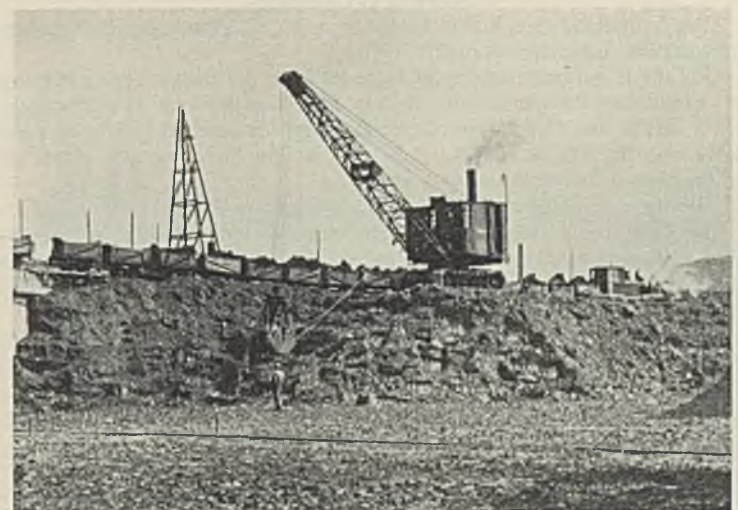


Abb. 6. Greifer bei Aushubarbeiten im Binnenhaupt.

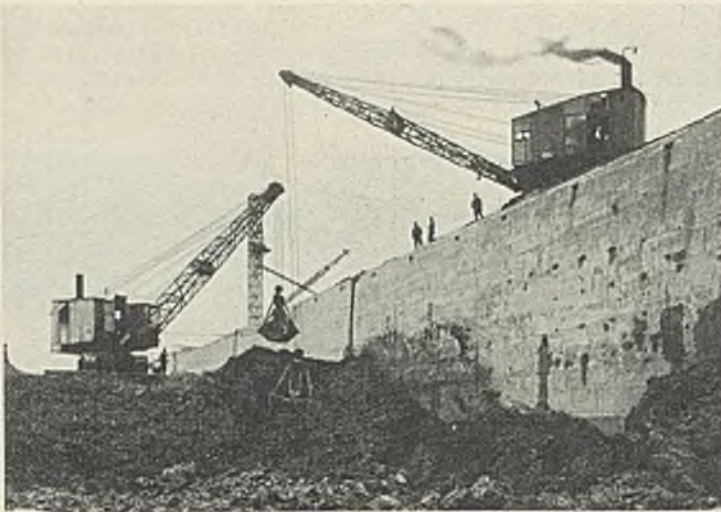


Abb. 7. Bodengewinnung aus der Schleusenammer.



Abb. 9. Kippenrutschung bei nassem Wetter.

Fa. Steiner & Müller, Bremen), so u. a. bei den Baugruben auf der West- und Ostseite des Vorhafens, dann am Südenende vom Verbindungshafen West und bei den Restarbeiten vom Verbindungshafen Ost, wie auch bei einem Teil der Verfüllungsarbeiten für die Mole und für das Trockendock, war es zweckmäßiger, die Arbeiten im Handschachtbetrieb mit 600er Feldbahngerät durchzuführen.

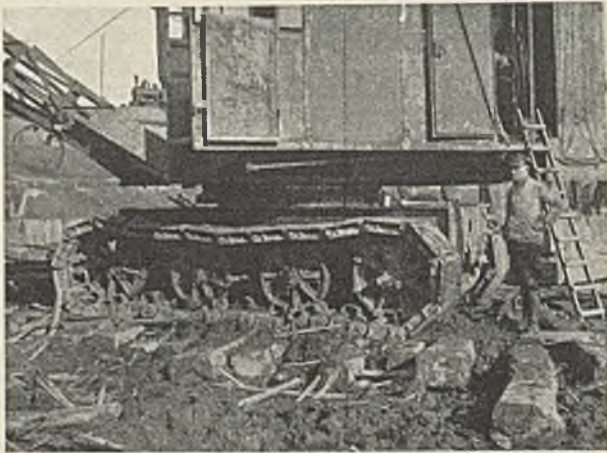


Abb. 8. Schwellenrost für Raupengreifer.

Insgesamt befanden sich auf den Baustellen im Betrieb:

- 2 Löffelbagger mit je 1,0 m<sup>3</sup> Löffelinhalt,
- 2 „ „ „ 1,5 „ „
- 1 „ „ „ 2,0 „ „
- 2 Greifbagger auf Rädern mit je 1,0 m<sup>3</sup> Greiferinhalt,
- 3 „ „ Raupen „ 1,0 „ „

Sämtliche Geräte waren Modelle der Fa. Menck & Hambrock.

#### 4. Massenverteilung.

Die Verteilung der Bodenmassen war bei Beginn aller Erdarbeiten grundsätzlich festgelegt worden.

Für die Unterbringung der im Jahre 1928 bei der Baugrubenherstellung frei werdenden Bodenmengen ergaben sich verschiedene Möglichkeiten, da vor allem das rückwärtige Gelände aufgehöhht und aufgefüllt werden mußte, um die Flächen zu schaffen, die für die Lagerung der später zu verarbeitenden Baustoffe nötig waren.

Bei dem durch Verkehrswege und Baugruben durchschnittenen Baugelände erschien es daher zweckmäßig, mit dem westlich der Schleusenachse gewonnenen Boden das Gelände bei Kammer West und mit den östlich der Schleusenachse gewonnenen Erdmassen das Gelände bei Kammer Ost und bei Vorhafen Ost anzufüllen.

Schon von 1929 ab konnten aber dann die aus neu entstehenden Baugruben frei werdenden Bodenmengen bereits zur Wiederverfüllung inzwischen fertig betonierter Ufermauern Verwendung finden, so daß es tatsächlich möglich gewesen ist, die Zwischenlagerung von Aushubboden auf ein Mindestmaß herabzudrücken.

In besonderer Weise wurden noch die aus dem südlichen Teil der Verbindungshafenbaugrube zur Verfügung stehenden Erdmengen verwertet: um nämlich später alle Baublöcke der dort vorgesehenen Kaje räumen zu können, war eine Verlegung der Hauptzufahrtstraße zur

Columbuskaje erforderlich. Hierfür kam aber nur eine Verschiebung nach Südosten, also in das Nordende des angrenzenden Hafenbeckens hinein, in Frage.

Für die Straßenumlegung mußte daher ein Erddamm geschüttet werden, der nach der künftigen Baugrubenseite hin noch durch eine eiserne Spundwand mit abstützenden Schrägpfählen verstärkt wurde, und der außerdem von der Wasserseite her zur Sicherung des Böschungsfußes noch eine Auflast von rd. 10 000 m<sup>3</sup> Sand erhielt.

Während der Jahre 1929 und 1930 ist es im Rahmen der weiteren Bauarbeiten noch verschiedentlich nötig gewesen, gegen vor auszusehende Überflutungsgefahr oder zur Abtrennung neuer Baugruben Schutzdämme zu errichten. Da die Setzungen der frisch geschütteten Bodenmassen aber stets in Ruhe abgewartet werden konnten, waren Verstärkungen durch Spundwände hierbei nicht mehr erforderlich, und es ist stets gelungen, alle diese Dämme auch gegen recht beträchtlichen Wasserüberdruck standsicher zu gestalten.

#### 5. Leistungen.

Bei den Aushubarbeiten für die Baugruben im Jahre 1928 wurde nach anfänglichem Einschichtbetrieb von April ab überall Zweischichtenbetrieb eingeführt; bei den Arbeiten für die westliche Kammermauerseite zu dieser Zeit sogar schon Dreischichtenbetrieb. Trotz der im allgemeinen nicht günstigen Witterung des Jahres 1928 war es möglich, tägliche Gesamtdurchschnittsleistungen von rd. 2000 m<sup>3</sup> zu erreichen; 1929 betrug die entsprechenden Zahlen rd. 1500 m<sup>3</sup> und 1930 rd. 2000 m<sup>3</sup>.

Naturngemäß wurden die Arbeiten stets außerordentlich erschwert, wenn Regen einsetzte, da der Kleiboden dann in kurzer Zeit durch und durch aufweicht, so daß oftmals auch nach dem Regen 1 bis 2 Tage lang nicht gearbeitet werden konnte. Nur unter erheblichem Arbeitsaufwand war es dann möglich, das auf Schächten und Kippen stehende Wasser durch die immer wieder verschlammenden Abzugsgräben abzuleiten und den Untergrund wieder befahrbar zu machen.

Rutschungen auf den Kippen ließen sich dann allerdings nicht immer vermeiden (Abb. 9).

Bei widrigen Witterungsverhältnissen waren die Schwierigkeiten für den Handschachtbetrieb besonders groß, und zwar beim Schacht und auf der Kippe sowohl, wie auch bei den Fahrgleisen und Rampen, da ein Teil der Baugruben im Verhältnis zu ihrer Tiefe recht kurz war.

Dort, wo Löffelbagger und Raupengreifer angesetzt waren, ließen sich die Schwierigkeiten beim Schacht erklärlicherweise leichter überwinden; dagegen spielten bei der 900er Spur die größeren Lokomotivgewichte eine besondere Rolle, so daß für den reibungslosen Transport der Bodenmassen sorgfältige Sicherung und Unterhaltung der Fahrgleise unerlässlich war.

Den größten Einfluß auf die täglichen Leistungen hatten jedoch die jeweils zur Verfügung stehenden Kippen.

Von den Unternehmern war verlangt worden, die Erdmassen in Lagen von 2 bis 3 m Höhe zu kippen, um ein möglichst weitgehendes und frühzeitiges Setzen des Bodens schon während des Baues zu erreichen, und um überdies auf diese Weise auch die Rutschungsgefahr herabzudrücken. Da infolgedessen neben häufigem Gleisrücken auch noch gleichzeitiges Beiseitesetzen des Bodens nötig wurde, kamen Kippenpflüge zur Verwendung, so daß die Aufnahmefähigkeit der Kippen hierdurch wesentlich gesteigert werden konnte.

Um die Leistungsfähigkeit der Bagger aber auf alle Fälle voll ausnutzen zu können, wurde darüber hinaus noch versucht, nach Möglichkeit stets zwei Kippen für jeden Baggerschacht bereitzuhalten. Vor allem war dieser Umstand von Vorteil bei nassem Wetter, weil dann die zum gleichen Baggerschacht gehörenden Kippen wechselweise befahren werden konnten.



Abb. 10. Herstellung des Wendebeckendeiches.

#### 6. Rutschungen.

Zu erwähnen sind noch zwei unabhängig von den übrigen Baustellen Anfang 1930 begonnene Arbeiten: die Herstellung des Schutzdeiches um das Wendebecken (Abb. 10) und der Aushub für die Verlängerung von Kaiserdock II.

Im ersteren Falle war es mit Hilfe eines Greiflers ohne weiteren Lokomotivbetrieb möglich, den Boden aus dem späteren Wendebecken zu entnehmen und im Deichprofil abzusetzen. Zur Befestigung der Deichböschung wurden anschließend Ziegelbrocken verwendet, die beim Abbruch des bei der Wendebeckendeichherstellung im Wege befindlichen ehemaligen Forts Brinkamahof hatten gewonnen werden können und daher in großem Umfange zur Verfügung standen.

Auch für den Bodenaushub bei der Dockverlängerung wurde ein Greifbagger angesetzt. Da hier bis zu 10 m ausgeschachtet werden mußte, wurden auf halber Tiefe rd. 3 m breite Bermen angeordnet.

Aber sowohl beim Dock wie auch beim Wendebeckendeich entstanden Schwierigkeiten, da es nicht umgangen werden konnte, zwei das ganze Baugelände durchziehende Moorschichten von je rd. 1 m Stärke anzuschneiden.

Infolge der veränderten Gleichgewichtsverhältnisse wurden die Moorschichten zusammengedrückt, und es traten Rutschungen ein, die zwar an sich in kurzer Zeit wieder beseitigt werden konnten, von denen aber die Rutschung am Dock mit rd. 5000 bis 6000 m<sup>3</sup> doch größeren Umfang angenommen hatte. Da diese Ereignisse in beiden Fällen örtlich beschränkt blieben, konnten alle späteren Arbeiten ohne weitere Störungen zu Ende geführt werden.

### IV. Die Rammarbeiten.

#### 1. Arbeitseinteilung.

Bei den Rammarbeiten war zu unterscheiden, ob die Arbeiten im Trocken oder im Tidebetrieb durchgeführt werden mußten.

Zur ersten Gruppe gehörten somit:

- a) die Spundwandrammungen für die Tiefgründungen (Fa. Köhncke & Co., Bremen, Fa. Schäffer & Co., Bremen, Fa. W. Rogge, Bremerhaven) mit rd. 25 000 m<sup>2</sup> Spundwandfläche der Schleusenhäupter, des Drehbrückenpfeilers und der Trockendockverlängerung einerseits und

- b) die Pfahl- und Spundwandrammungen für die Kajen binnendeichs (Fa. Köhncke & Co., Bremen, Fa. Schäffer & Co., Bremen, Fa. W. Rogge, Bremerhaven, Fa. Steffen Sohst, Bremen, Fa. Johann Kistner, Wesermünde) mit rd. 20 000 Pfählen und rd. 35 000 m<sup>2</sup> Spundwandfläche andererseits.

Bei der zweiten Gruppe handelte es sich dann um

- c) die Pfahl- und Spundwandrammungen für die Kajen außendeichs (Fa. W. Rogge, Bremerhaven, Fa. Johann Kistner, Wesermünde, Fa. Ph. Holzmann, Hamburg) mit rd. 5000 Pfählen und rd. 20 000 m<sup>2</sup> Spundwandfläche.

Entsprechend dem Bauprogramm waren zunächst im Frühjahr 1928 die Rammarbeiten für die beiden Schleusenhäupter (Abb. 11 u. 12) in Angriff genommen worden. Hierbei wurde die sogenannte Zellenbauweise<sup>\*)</sup> angewendet, d. h. der Grundriß der Schleusenhäupter wurde durch Larsseneisen eingefast und durch Querwände in „Zellen“ aufgeteilt, innerhalb deren dann später die weiteren Aushubarbeiten bis zur künftigen Bauwerksohle ausgeführt werden sollten.

Als dann bald darauf bei den Kajen die Erdarbeiten genügend vorangekommen waren, konnten auch die Rammarbeiten im Außenvorhafen, in der Schleusenkammer und im Verbindungshafen in großem Umfange einsetzen.

Um die Leitung der Arbeiten zu vereinfachen und um gleichzeitig einen reibungslosen Verlauf zu gewährleisten, schlossen sich 1928 die bei der Kajenrammung beschäftigten Firmen zu einer Arbeitsgemeinschaft zusammen.

In den folgenden Monaten wurden dann die Rammarbeiten an acht verschiedenen Stellen zugleich gefördert; hierbei befanden sich bis zu 19 Rammen gleichzeitig in Betrieb. Während dieser Zeit war die Beschaffung und Anbringung der Pfähle und Spundbohlen an die Ramngeräte von wesentlicher Bedeutung. Auf den Feldbahnanlagen konnten die Transporte teilweise durch Benzol-Zugmaschinen mit gutem Erfolge unterstützt werden.

Die erst für 1929 und 1930 vorgesehenen Rammarbeiten erreichten zwar nicht mehr den Umfang wie 1928, waren aber deswegen von besonderer Bedeutung, weil sie teilweise am offenen Weserstrom ausgeführt werden mußten und somit der Sturmflutgefahr ausgesetzt waren (Abb. 13). Aber auch hier gelang es, alle Arbeiten ohne größere Störungen zum Abschluß zu bringen. Die Forderung, bei den Ufermauerkonstruktionen den Schwerpunkt möglichst tief zu legen, war bei den Außen-deichbaublocken der Mole und bei Vorhafen Ost dadurch erfüllt worden, daß der Pfahlrost zunächst ringsum von wasserdichten Spundwänden umschlossen und entsprechend der bei den Schleusenhäuptern bereits angewendeten Bauweise durch Zwischenwände in Zellen aufgelöst wurde, so daß dann die weiteren Arbeiten im Schutze dieser Spundwände und unabhängig von Ebbe und Flut angeschlossen werden konnten (Abb. 14).

#### 2. Ramngeräte.

Zum Rammen wurden Freifallrammen, schnellschlagende Freifallrammen und Dampfhammer benutzt; alle diese Rammsysteme haben sich durchaus bewährt.

Bei der Pfahlrammung sind alle vorbezeichneten Rammsysteme mit Bärgeichten von 2 bis 3 t zur Anwendung gekommen. Die Leistungen waren am größten bei den schnellschlagenden Freifallrammen mit einer Schlag-

<sup>\*)</sup> Vgl. Aufsatz: „Die Gründungsarbeiten der Schleusenhäupter, der Nordmole und der Dockverlängerung“.

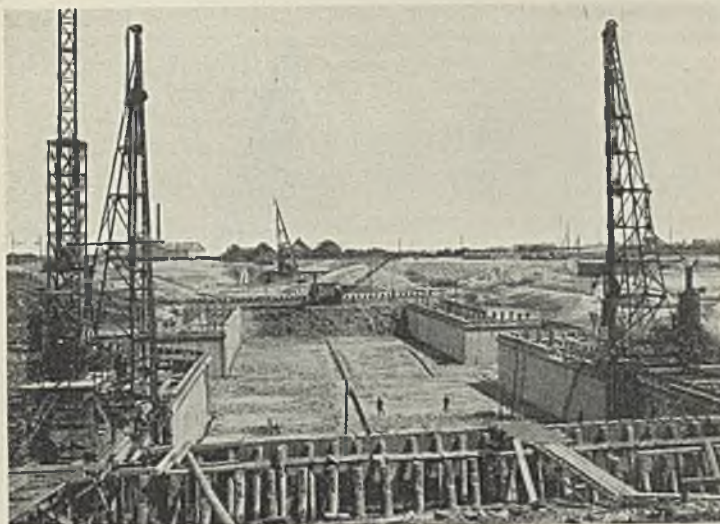


Abb. 11. Rammung der Umfangsspundwände im Binnenhaupt.



Abb. 12. Rammung der Querspundwände im Außenhaupt.

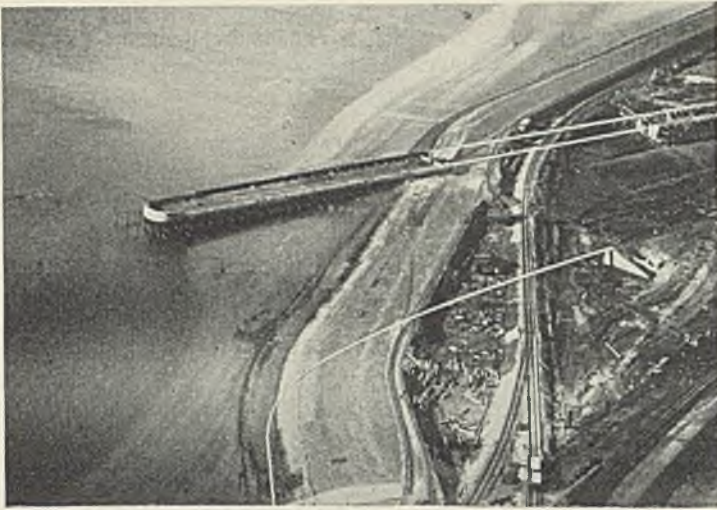


Abb. 13. Geländegestaltung vor Durchbauung des Seedeiches.

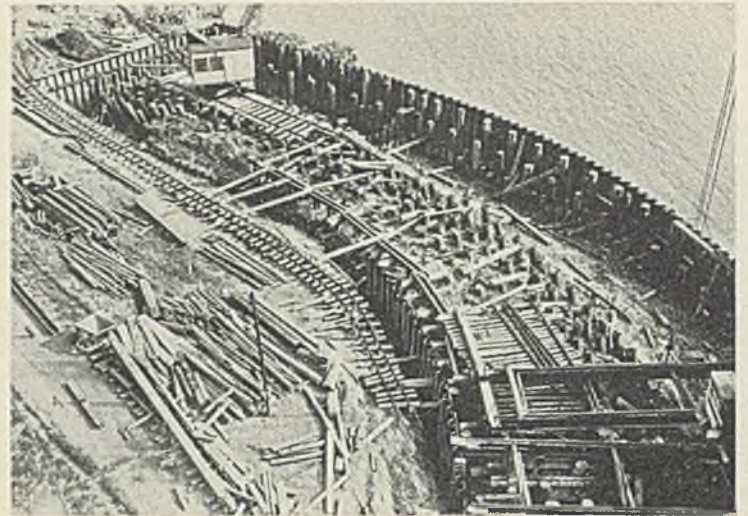


Abb. 14. Vorhafen Ost. Von Spundwänden umschlossener Pfahlrost.

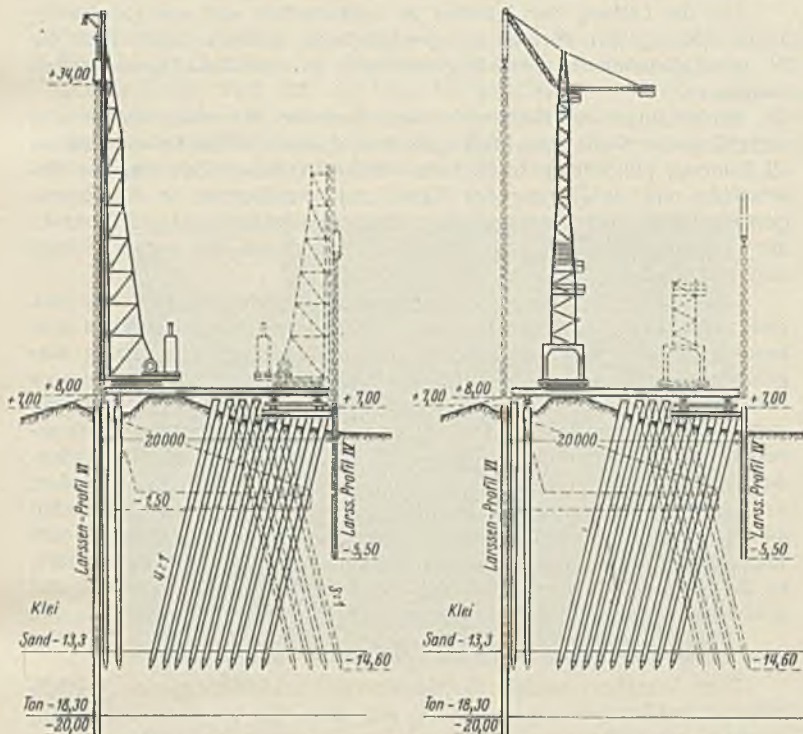


Abb. 15. Spundwandrammung bei Durchbauung des Seedeiches.

geschwindigkeit von rd. 20 Schlag je min; hierbei wurden bei achtstündiger Arbeitszeit und günstigen Untergrundverhältnissen bis zu 20 Pfähle von 22 bis 24 m Länge in einwandfreier Weise in den Boden geschlagen. Auch die normalen Freifallrammen mit Nachlaufkatze brachten es in 8 Stunden auf 10 bis 12 Pfähle von je rd. 20 m Länge.

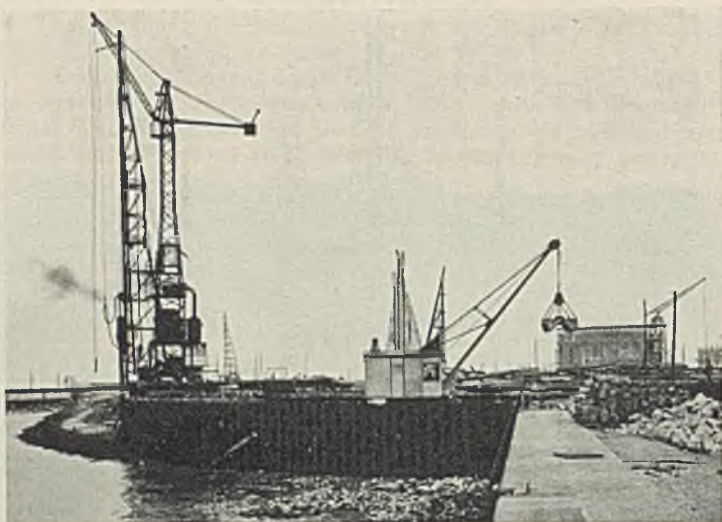


Abb. 16. Rammarbeiten außendeichs. Baugrubenabschluß durch Larssen VI.

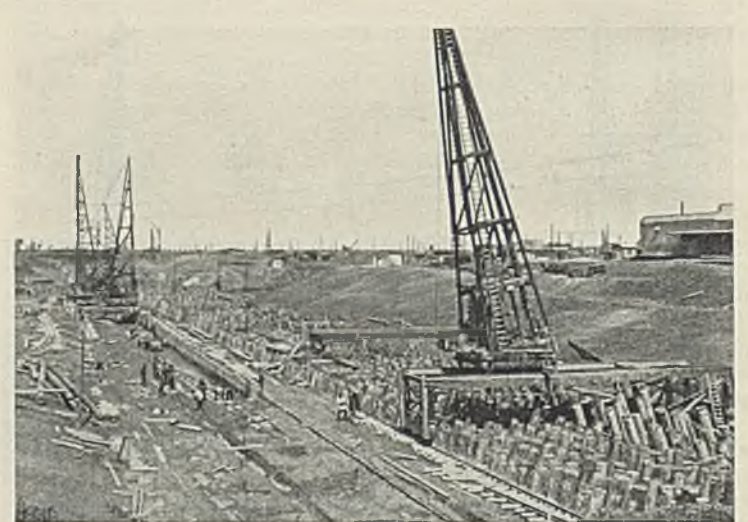


Abb. 17. Rammarbeiten binnendeichs. Pfahlrostherstellung.

Die Leistungen der Dampfhammer standen denen der schnellschlagenden Freifallrammen nicht viel nach; hier hinderte aber beim Aufnehmen der Pfähle sehr oft das Gestänge der Dampfleitungen. Im Winter 1928/29 ergaben sich erhebliche Verzögerungen, da die Dampfleitungen immer wieder einfroren und schließlich der Rammetrieb gänzlich unmöglich wurde.

Bei Anwendung der Dampfhammer ist das Augenmerk ganz besonders darauf zu richten, daß beim Festwerden der Pfähle, also bei den letzten Hitzten der Rammung, das Holz infolge der großen Schlaggeschwindigkeit nicht überanstrengt wird und vor Bruch bewahrt bleibt.

Bei der Spundwandrammung sind nur schnellschlagende Freifallrammen und Universaldrehrammen mit Dampfhammer benutzt worden.

Die Bärgeichte schwankten zwischen 3 und 5 t. Die Rammen erreichten Höhen von 30 m, so daß auf diese Weise 28 m lange Bohlen ohne Schwierigkeiten vor die Ramme gestellt werden konnten.

Mit Rücksicht auf die großen Gewichte der zu verarbeitenden Spundbohlen mußten die Larssenelsen mit äußerster Sorgfalt hochgenommen werden. Durchschnittlich beanspruchte das Rammen einer 28 m langen Doppelbohle von Larssenprofil VI einschließlich aller Nebenarbeiten bei schwierigem Untergrund die Zeit von etwa 3 Stunden.

Konnten jedoch die Bohlen mit Hilfe eines Turmdrehkranes vor die Ramme gesetzt werden (Abb. 15 u. 16), so war es infolge des Zusammenarbeitens dieser beiden Geräte möglich, selbst bei Verarbeitung von Larssenprofil VI Höchstleistungen in 8 Stunden von rd. 120 m<sup>2</sup>, d. h. von etwa fünf Doppelbohlen bei 28 m Einzellänge, zu erzielen!

### 3. Pfahlrammungen.

Das Rammen der Pfähle wurde dadurch wesentlich vereinfacht, daß bei den Kajen die Pfähleigungen hatten vereinheitlicht werden können. Im allgemeinen waren die Querschnittsabmessungen der Kajen so groß, daß etwa zehn Schrägdruckpfähle geschlagen werden mußten. Dann reichte ein durchlaufender Rammunterwagen nicht mehr aus, und die Arbeiten konnten dann durchschnittlich nur in drei Fahrten erledigt werden, da mit Rücksicht auf die Bodenverdrängung vorgeschrieben war, zunächst alle Schrägdruckpfähle, dann die Zugpfähle und zum Schluß die Lotpfähle zu rammen.

Da entsprechend dem Ergebnis der statischen Untersuchungen die wasserseitigen Lotpfähle, die vorderen Schrägdruckpfähle und die rückwärtigen Zuggfähle die größten Lasten aufzunehmen hatten, war es zweckmäßig, für diese Pfahlgruppen die Verwendung besonders starker Holz vorzuschreiben.

Die Abstände der Druckpfahljoche voneinander betragen durchschnittlich  $2 \times 80$  bzw.  $2 \times 84$  cm (Abb. 17), waren also gegenüber den alten Kajen mit  $2 \times 60$  cm erheblich erweitert worden. Bei diesen Abständen wirkte sich die Dicke der Rammfähle, die bei den ersten drei bis vier Schrägdruckpfahlreihen etwa 38 bis 42 cm betrug, sofort aus in Gestalt beträchtlicher Bodenaufraummung. Die Aufraummung erreichte oft 60 cm Höhe, so daß es dauernd nötig war, die Höhenlage der Fahrschienen für die Rammunterwagen nachzuprüfen, um Neigungsunterschiede bei der Rammung auszuschließen.

Die Durchführung der Pfahlrammung wurde genau überwacht; mußte

doch unbedingt eine Zerstörung des Baustoffes verhütet werden. Das Maß der zulässigen lebendigen Arbeit bei der Rammung wurde daher für Pfähle von 32 bis 35 cm Mittendurchmesser zu ungefähr 3000 kgm festgesetzt; entsprechend der größeren Widerstandsfähigkeit dickerer Pfähle wurde für solche von über 40 cm Mittendurchmesser dieses Maß bis auf 4000 kgm erhöht. Im übrigen war bestimmt, die Rammung einzustellen, sobald für die Gesamteindringtiefe während der drei letzten Hitzten das Maß von 20 cm unterschritten wurde.

Auf diese Weise gelang es, die Pfähle ohne Schaden einschließlich Spitze im Durchschnitt 100 bis 150 cm tief in den tragfähigen Sand hineinzutreiben. Ersatzpfähle sind verhältnismäßig wenig nötig gewesen. Um aber auch eine unbedingte Gewähr für die Innehaltung der gegebenen Rammvorschriften zu haben — waren doch zeitweise wöchentlich bis zu 1000 Pfähle zu rammen — wurde gleichlaufend mit den Rammarbeiten jedes einzelne Rammergebnis sofort in Form eines Diagramms aufgezeichnet.  
(Schluß folgt.)

## Der Wesel-Datteln-Kanal

wurde am 1. Juni 1931 endgültig dem Verkehr übergeben, nachdem von Mai 1915 bis zum Frühjahr 1930 an seiner Herstellung gearbeitet und am 2. Juni 1930 der Probetrieb auf ihm zugelassen worden war.

Der Kanal ist ein Teil des Lippe-Seitenkanals, der am Nordrande des Rheinisch-Westfälischen Industriegebiets verläuft und von dem die Strecke von Wesel bis Hamm nunmehr fertiggestellt ist. Bei Datteln kreuzt der Lippe-Seitenkanal den Dortmund-Ems-Kanal. Mit seiner Vollendung würde eine Reihe von Bauausführungen zum Abschluß gebracht sein, die durch das Wasserstraßengesetz vom 1. April 1905 beschlossen worden sind, nämlich außer ihm der Rhein-Herne-Kanal und, als weiterer Teil des Rhein-Elbe-Kanals, der Ems-Weser-Kanal, der bei Bevergern aus dem Dortmund-Ems-Kanal abzweigt und im Hafen Misburg bei Hannover endet.

Die Schifffahrt auf der Lippe ist uralt. Schon vor 2000 Jahren benutzten die Römer, die bei Xanten ihr festes Lager hatten, den Fluß, um ihren Feldbefestigungen bei Ober-Aden und Haltern Nachschub und Verpflegung zuzuführen. Als dann die Schifffahrt in friedliche Bahnen gelenkt wurde, diente sie vorwiegend der Beförderung von Holz, Getreide und Salz, später auch von Kohlen. Im Jahre 1840 erreichte der Verkehr auf dem Fluß mit 1 600 000 Zentnern den Höhepunkt, jedoch bereits 36 Jahre später kam die Schifffahrt infolge Ausbaus der Chausseen und der Eisenbahnen sowie infolge der zu hohen Abgaben völlig zum Erliegen.

Als das Interesse für die Herstellung neuer leistungsfähiger Kanäle wieder erwachte, wurde bei der Aufstellung der Kanalentwürfe auf die Wiederaufnahme der Schifffahrt auf der Lippe keine Rücksicht genommen. Im Gegenteil, der Lippe sollte noch Wasser für die Speisung des Dortmund-Ems-Kanals und des Rhein-Herne-Kanals bei Hamm entnommen und durch einen Seitenkanal in den Dortmund-Ems-Kanal geleitet werden. Durch die Wasserentziehung wäre der Verkehr auf der Lippe endgültig lahmgelegt worden. Die Anlieger des Flusses, besonders die des Unterlaufes, wollten sich jedoch ihr Anrecht auf die Wiederbelebung ihrer viele hundert Jahre alten Schifffahrt nicht nehmen lassen und strebten danach, die Lippe für große Schiffe auszubauen und in das geplante Wasserstraßennetz einzufügen. Nach vielen Kämpfen wurden dann auch die Lippestrecken Wesel—Datteln und Hamm—Lippstadt in die Kanalvorlage aufgenommen, die dann zu dem Wasserstraßengesetz vom 1. April 1905 geführt hat.

Die Frage, ob die Lippe selbst kanalisiert oder ob ein Seitenkanal angelegt werden sollte, war in dem genannten Gesetze offengelassen. Da eine Kanalisierung mit ihrer großen Zahl von Staustufen und Schleusen, von Flußverlegungen und Durchstichen den Lippelauf von Grund auf geändert hätte, und da die auch an die Lippe vordringende Industrie eine immer größer werdende Verschmutzung des Flusses befürchten ließ, entschied man sich, den neuen Schifffahrtsweg nicht in die Lippe zu legen, sondern trotz erhöhter Baukosten einen Lippe-Seitenkanal zu bauen.

Der 60 km lange Wesel-Datteln-Kanal verläuft südlich des Flusses meist im Lippetal selbst, den Fluß sogar an zwei Stellen zwingend, ihm Platz zu machen. Seine Abzweigung aus dem Dortmund-Ems-Kanal bei Datteln ist so gewählt, daß hierbei nicht die hohen Dammstrecken berührt werden, während seine Einmündung in den Rhein bei Wesel etwa 300 m oberhalb der Straßenbrücke, die von Wesel über den Rhein nach Büderich führt, so gelegt wurde, daß sie in einem spitzen Winkel die ausbuchtende Krümmung des Flusses trifft. Bei der Stadt Dorsten mußte die Lippe nördlich der Stadt auf 3,6 km Länge nach Norden verschoben und der Kanal zwischen Stadt und Fluß in das alte Lippetal gelegt werden.

Da der Wesel-Datteln-Kanal den Höhenunterschied zwischen der Scheitelhaltung des Dortmund-Ems-Kanals und dem Rhein bei Wesel überwinden muß, besteht ein Höchstgefälle von 41 m, zu dessen Bezwingung sechs Schleusen angeordnet sind. Das größte Schleusengefälle beträgt 9 m, das kleinste 4 m. Für die Ausbildung des Kanalquerschnittes galten die gleichen Bedingungen, die die Abmessungen des Rhein-Herne-Kanals bestimmt haben und für die das 1000-t-Schiff grundlegend gewesen ist. So wurde der Kanalquerschnitt muldenförmig ausgebildet, und er erhielt eine Spiegelbreite von 34,5 m, eine Sohlenbreite von 15 m und eine Wassertiefe von 3,5 m. Einige Strecken wurden aus technischen Gründen sogar dreischiffig ausgebaut. Diese Abmessungen reichen jedoch nicht nur für das 1000-t-Schiff aus, sondern ermöglichen es auch, Schiffe von 1350 t

Tragfähigkeit zuzulassen, d. s. Fahrzeuge innerhalb der Grenze von 9,2 m Breite und 80 m Länge und 2,5 m Tiefgang. Schiffe mit diesen Abmessungen bilden einen verhältnismäßig großen Teil der Rheinflotte, so daß dem Interesse der Reeder und Verfrachter auf dem neuen Kanal genügend Rechnung getragen ist. Die lichten Durchfahrthöhen unter den Kanalbrücken sind mit Rücksicht auf deren späteres Absinken infolge des Bergbaues auf 5 und 5,5 m bemessen worden.

Die Schleusen erhielten die jetzt allgemein für wichtige Wasserstraßen üblichen Maße von 225 m für die nutzbare Länge und 12 m für die nutzbare Breite, sie reichen damit für das gleichzeitige Unterbringen eines ganzen Schlepptuges, bestehend aus dem Schleppschiff und zwei je 80 m langen oder drei je 67 m langen Kähnen aus. Da der Wesel-Datteln-Kanal zunächst nur mit einer Schleuse für jede Stufe ausgerüstet ist, ist die reichliche Bemessung der Schleusenlängen und -breiten für eine reibungslose Abwicklung des Verkehrs eine der wichtigsten Bedingungen.

Der Kanal kreuzt bei seiner Länge von 60 km eine Reihe von Provinzial- und Kreisstraßen, sowie zahlreiche Land- und Feldwege. Dazu waren noch die Reichsbahnhauptstrecken Oberhausen—Emmerich bei Wesel, Wanne—Bremen bei Haltern, Oberhausen—Coesfeld und Wanne—Wintersvyk bei Dorsten sowie zwei Reichsbahnnebenstrecken zu überführen. Für alle diese Kreuzungen mußten 39 Straßenbrücken und 15 eingleisige Eisenbahnbrücken gebaut werden. Ferner war noch eine Straßenbrücke und eine Eisenbahnbrücke mit vier Überbauten zur Kreuzung der verlegten Lippe bei Dorsten zu erbauen. Da der Kanal auf seiner ganzen Länge auf der Südseite der Lippe verläuft, schneidet er alle von Süden her dem Fluß zufließenden Wasserläufe ab. In den Kanal durften diese Wasserläufe nicht eingeleitet werden, weil hierdurch eine für die Schifffahrt hinderliche Strömung entstanden wäre, und weil ihn die aufgenommenen Bäche bald versandet und verschmutzt haben würden. Die Wasserläufe mußten daher sämtlich unter den Kanal durch Düker hergeleitet werden. Es sind 33 solcher Düker gebaut worden, und zwar 32 für bestehende Wasserläufe und einer für eine im Entstehen begriffene Siedlung bei Friedrichsfeld.

Der Kanal mit allen seinen Kunstbauten wurde so eingerichtet, daß er den schädlichen Einwirkungen des Bergbaues, die sich in der Hauptsache durch Bergsenkungen bemerkbar machen werden, Widerstand leisten kann. Dämme, Schleusen und Brücken können bei etwaigem Absinken des Geländes und der Bauten wieder gehoben und aufgestockt werden. Bei den Dükern kann der Einlauf abgetragen werden, wenn der Bachlauf tiefer sinkt als der Düker selbst. Die Schleusen haben Hubtore erhalten, die auch bei Schiefstellung der Schleusenhäupter noch dicht schließen. Für das Füllen und Leeren der Schleusen sind Schützen in die Tore selbst eingebaut, wodurch Umläufe im Mauerwerk der Häupter vermieden werden. Derartige Umläufe würden den Querschnitt der Mauern schwächen und sie weniger widerstandsfähig gegen Bergsenkungen machen.

Die Versorgung des Wesel-Datteln-Kanals mit Speisungswasser, das als Ersatz des durch die Schleusen sowie durch Verdunstung und Versickerung verlorengehenden Wassers herbeigeschafft werden muß, geschieht im Zusammenhang mit der Speisung des Dortmund-Ems-Kanals und des Rhein-Herne-Kanals durch Entnahme aus der Lippe bei Hamm und Weiterleitung durch die bereits erwähnte Strecke Datteln—Hamm des Lippe-Seitenkanals. Obwohl diese Speisung noch durch Pumpwerke, die am Dortmund-Ems-Kanal errichtet sind, unterstützt werden kann, war es nicht ausgeschlossen, daß in trockenen Zeiten das verfügbare Lippewasser nicht ausreichen würde, zumal sich der Bedarf nach Hinzukommen des Wesel-Datteln-Kanals vergrößert hatte. Es wurde daher an jeder der sechs Schleusen des Wesel-Datteln-Kanals ein Pumpwerk errichtet, durch die das Rheinwasser von Haltung zu Haltung in die obere Strecke des Dortmund-Ems-Kanals heraufgepumpt werden kann, von wo es sich nach Bedarf in die verschiedenen Kanäle verteilt.

Bisher sind drei Zechenumschlaghäfen und ein Kommunalhafen sowie ein Anlegehafen für eine Speditionsfirma am Kanal hergestellt worden. Auch ein größeres Unternehmen, das Sand neben dem Kanal entnimmt und in großen Massen zu Schiff nach den Zechen des Dortmund-Ems-Kanals und Rhein-Herne-Kanals liefert, wo er zur Ausführung der Hohlräume in den abgebauten Kohlenflözen dienen soll, beutet eine zunächst etwa 80 ha große Ödfläche aus. Der Verkehr auf dem Kanal hat bereits eine Höhe von annähernd 100 000 t im Monat erreicht.

Es besteht die Hoffnung, daß die neue Wasserstraße sich zu einem segensreichen Verkehrsinstrument für das in der Entwicklung begriffene neue Industriegebiet an der Lippe entwickeln wird.

Die Erdarbeiten wurden von der Philipp Holzmann AG, Zweigbüro Düsseldorf, der AG. für Hoch- und Tiefbau vorm. Gebr. Helfmann in Essen, der Firmen Kallenbach in Hamm und Wix & Weglehner in Dortmund ausgeführt. Holzmann, Butzer, Peter Bauwens, Gebr. Rank, Häser & Co. bauten die Schleusen, wobei die Spundwände von den Vereinigten Stahlwerken Abt. Dortmunder Union bezogen wurden, die auch die Konstruktionen für die eisernen Kammerwände zweier Schleusen lieferten. Die Hubtore wurden von der Gutehoffnungshütte in Oberhausen hergestellt und eingebaut, die ihrerseits die Maschinenanlage und Rollkeilschütze an die MAN in Mainz-Gustavsburg und die elektrischen Anlagen an die Siemens-Schuckertwerke weiter vergeben hatte. Transformator lieferten Pöge & Co. in Chemnitz und die Sachsenwerke bei Dresden, Hochspannungsschaltanlagen die Bergmann-Werke und die Siemens-Schuckertwerke. Die Pumpen wurden von der Firma Bestenbostel & Sohn in Bremen und von den Maffei-Schwartzkopf-Werken in Berlin, die zugehörigen Getriebe von der AG. Weser und den Deutschen Werken in Kiel, die Motoren von der A. E. G. und von Garbe-Lahmeyer & Co. in Aachen bezogen. Für die Pumpwerke lieferten die Werke Thyssen in Mülheim-Ruhr und die Mannesmann-Röhren-Werke die Druckrohre. Von Schiess de Fries in Düsseldorf sind Krananlagen, von Friedr. A. Seebeck in Wesermünde-Lehe die Rechenanlagen vor den Einlaufkanälen zu den Pumpwerken und von Voith-Heidenheim die Drehklappen an den Auslaufbauwerken. Eiserner Überbauten für die Brücken lieferten und stellten auf die Fried. Krupp AG., Aug. Klönne in Dortmund, die Dortmunder Union, Harkort in Duisburg, Hein, Lehmann & Co. in Düsseldorf,

Steffens & Nölle in Berlin-Tempelhof und Gebr. Storb in Essen, sowie die Gutehoffnungshütte in Oberhausen. Die Bindemittel wurden durch den Hütten-Zement-Verband in Düsseldorf und den Westdeutschen Zement-Verband in Bochum, wie den Deutschen Traß-Bund in Andernach bezogen. Der Kies und Sand stammt zum großen Teil aus den Baggereien der Firma Hülskens & Cie. in Wesel. Alle Firmen und Unternehmungen zu nennen, die ihr Bestes beim Bau des Kanals getan haben, würde zu weit führen. Besonders sei des Architekten Dipl.-Ing. Lyonel Wehner in Düsseldorf gedacht, von dem die anerkanntswerten Architektorentwürfe für die Hochbauten auf den Schleusen herrühren.

In der „Bautechnik“ sind über die Bauten am Wesel-Datteln-Kanal folgende Aufsätze erschienen:

1928, Heft 4, S. 47; 1929, Heft 6 u. 8, S. 86 u. 112; 1930, Heft 10, S. 79; 1931, Heft 7, S. 89. Die Arbeiten der Reichswasserstraßenverwaltung.

1928, Heft 12, S. 158: Wasserberuhigungseinrichtungen der umlaufenden Schiffschleusen des Wesel-Datteln-Kanals.

1929, Heft 17 u. 19, S. 251 u. 279: Eisernen Spundbohlen bei Herstellung der Kammerwände für die Schleusen Friedrichsfeld und Hünxe.

1930, Heft 53/54, S. 795: Die Hubtore der Schleusen des Wesel-Datteln-Kanals und ihre Notverschlüsse.

1931, Heft 25, S. 375: Gründung des Unterhauptes der Schleuse Friedrichsfeld.

1927, Heft 15, S. 226: Hebung und Wiederherstellung einer durch Hochwasser beschädigten Brücke bei Wesel.

1928, Heft 35, S. 495: Die Brückenbauten am Kanal Wesel—Datteln.

## Instandsetzungs- und Verstärkungsarbeiten an der Rheinbrücke Ruhrort-Homberg.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Dr.-Ing. H. Sievers und Dipl.-Ing. G. Harler, Duisburg.

(Schluß aus Heft 27.)

b) Umleitung der Stützkraft des Einhängeträgers in die Hilfskonstruktion. Nach dem Einbau der Hilfskonstruktion wurden die für das Anheben des Mittelträgers notwendigen vier Stück 500-t-Druckwasserpressen auf die festen Konsolen aufgebracht und die zugehörigen Pumpenanlagen auf einem auf dem waagerechten Verband verlegten Gerüst installiert (Abb. 18). Die für jede Tragwand vorgesehenen zwei Pressen wurden von einer Pumpe aus bedient, um ein gleichmäßiges Arbeiten der Pressen zu gewährleisten. Da der Gelenkpfosten zwischen dem oberen Querriegel und dem festen Konsol durchgeschnitten war, konnte der Einhängeträger zwanglos angehoben werden.

Die über den Pressen liegenden Balken B wurden in einzelnen Hubstufen von jeweils 5 bis 10 mm hochgedrückt und mit bereitgehaltenen Ausgleichblechen unterlegt. Die Hilfslager waren schon vorher aufgebracht worden. Das Anheben beider Tragwände geschah gleichzeitig und in gleichen Absätzen. Am unteren Teil 8—22 der Diagonale des Kragfeldes waren Leunersche Spannungsmesser befestigt. Die an den Instrumenten vorgenommenen Ablesungen wurden während des Anhebens ausgewertet und die errechneten Kräfte mit den von den Pumpenmanometern angezeigten Drücken verglichen<sup>3)</sup>. Jedem Spannungszuwachs in der Aufhängung mußte eine gewisse Spannungsverminderung in der Diagonale entsprechen.

Nach einer Hubhöhe von 34 mm war die Stützkraft des Einhängeträgers von den Pressen aufgenommen worden. Mithin hatte sich die Kraftüberleitung in der Weise vollzogen, daß die neuen Zugbänder und die Hilfsstäbe die dem Auflagerdruck des Mittelträgers entsprechenden Kräfte aufwiesen, während die alten Hängependel, der untere, früher auf Druck beanspruchte Teil des Gelenkpfostens, die Diagonalen 8—22 und die Untergurtstäbe 7—22 annähernd spannungslos waren. Die den einzelnen Pressenwegen (Hubhöhen) zugeordneten Belastungen der Zugbänder waren vorher unter Berücksichtigung der elastischen Formänderungen der in Frage kommenden Konstruktionsglieder sorgfältig berechnet worden. Es konnten daher während des Anhebens gleichwertige Kontrollen zwischen Pressenweg, Belastung, Manometerdruck und Ablesung am Spannungsmesser gemacht werden. Die Beobachtungen zeigten durchweg gute Übereinstimmung mit den Rechnungsergebnissen. So entsprach dem Gesamthub von 34 mm ein rechnerisch gefundener Auflagerdruck von 755 t, während die ausgewertete Ablesung des Manometerdruckes an den Pressen 766 t ergab. Weitere, während des Anhebens vorgenommene Messungen über die gegenseitigen senkrechten und waagerechten Verschiebungen zweier einander entsprechender Punkte an den unteren Knotenblechen beider Träger stimmten ebenfalls gut mit den errechneten Werten überein.

Eingehende Untersuchungen wurden auch über die Nebenspannungen angestellt, die in den einzelnen, verhältnismäßig steifen Stäben des letzten Kragträgerfeldes infolge der durch das Anheben hervorgerufenen Längenänderungen auftreten mußten. Die Berechnungen wurden für drei Fälle

<sup>3)</sup> Die Messungen wurden vom Brückenbaubüro der RBD. Essen durchgeführt.

durchgeführt, in denen einmal die Pressen im Stabe 7—22, das zweite Mal im Stabe 8—XXII und das dritte Mal im Pfosten Vo wirkend gedacht waren. Die letzte Anordnung zeigte die günstigsten Ergebnisse; die Nebenspannungen blieben innerhalb der zulässigen Grenzen, weshalb man sich nebst Gründen konstruktiver Natur auch durch diesen Umstand für das Anbringen der Pressen im Gelenkpfosten entschied.

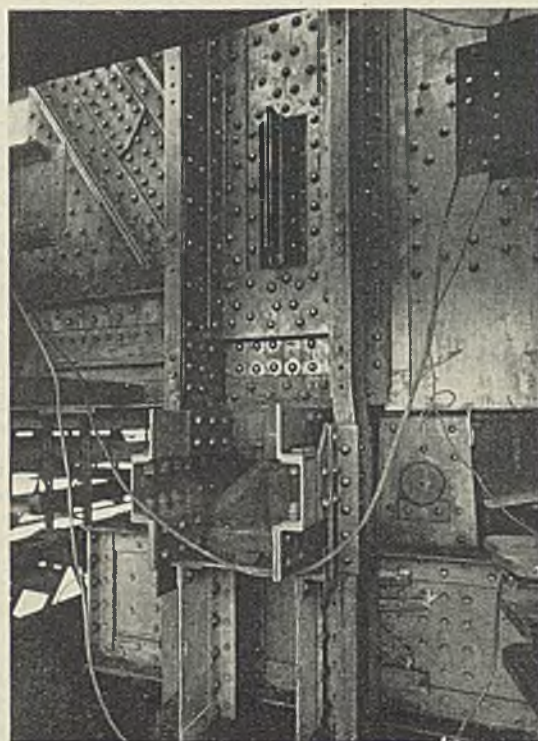


Abb. 20. Unterer Teil des Knotenpunktes 22 mit den Hilfsrahmen.

Der Mittelträger wurde in der Folge noch um ein geringes Maß mehr als 34 mm hochgedrückt und hierauf nach Einlegen der letzten Ausgleichbleche auf diese bzw. die darunter befindlichen Hilfslager aufgesetzt. Dieses Überheben war notwendig, um den Hubhöhenverlust ungefähr auszugleichen, der sich nach dem Absetzen durch die Zusammenpressung der lose aufeinanderliegenden Ausgleichbleche ergeben mußte. Nunmehr konnten Diagonale und Untergurt an vorher genau bezeichneten Stellen autogen durchgebrannt und mit der schrittweisen Freilegung des Knotenpunktes 0 begonnen werden. Beim Durchbrennen der beiden Kragträgerstäbe trat an den Schnittstellen kein Stoß auf, ein Beweis, daß



diese Stäbe annähernd spannungslos waren und die Kraftüberleitung in der gewünschten Weise stattgefunden hatte.

c) Umbau der alten Konstruktion und Einbau des Druckpendelgelenkes. Nachdem der Endknotenpunkt des Kragträgers außer Spannung gesetzt war, strömte die Stützkraft des Querträgers vom unteren Pfostenteil durch den oberen Bolzen in die Zuggendel und von diesen durch den unteren Bolzen in die Knotenbleche des Einhängeträgers. Die Pendel wurden also vorübergehend auf Druck beansprucht und mußten durch Holzfutter gegeneinander und gegen die Pfostenwände ausgesteift werden. Bevor man daher an den Ausbau von Pfosten und Pendel schreiten konnte, war es zur vollständigen Entlastung dieser Teile notwendig, den Auflagerdruck des Querträgers durch seine Aufhängung in den oberen Pfostenstumpf zu leiten. Hierzu mußte der Querriegel 5—5' an diesen Stab angeschlossen, seine bisherige Verbindung mit dem unteren Pfostenteil gelöst, und schließlich mußten die Querträgerenden durchgebrannt werden.

Der Ausbau des Untergurtstabes 7—22 und der Diagonale 8—22 mit den außerhalb des Pfostens befindlichen Teilen der Kragträgerknotenbleche ging verhältnismäßig einfach vor sich; weit umständlicher war dagegen die im eigentlichen Knotenpunktbereich vorzunehmende Arbeit. Ihre besondere Schwierigkeit lag darin, daß man sämtliche Aussteifungen innerhalb der unter Spannung stehenden Knotenbleche des Einhängeträgers ausbauen mußte, um den neuen Endknotenpunkt des Kragträgers montieren zu können. Zu diesem Zwecke wurde vorerst von den alten Pfosten und Kragträgerknotenblechen so viel entfernt, daß die in Abb. 11 gezeichneten Winkel 200·150·16 bzw. 200·110·16 mit den daran genieteten Flacheisen 430·12 auf die Einhängeträgerbleche aufgebracht und mit diesen behelfsmäßig verschraubt werden konnten. Die über den abstehenden Winkelschenkeln um 230 mm vorkragenden Flacheisen wurden mit kräftigen C-Eisen gesäumt, deren obere Enden durch ein Blech verbunden und mittels schräger C-Eisen an dem Querriegel 5—5' angeschlossen waren (Abb. 17). Unterhalb der Einhängeträgerbleche wurden die lotrechten Eisen gegen die Lager L der Aufhängung abgestützt (Abb. 20). Das Bild stellt einen späteren Bauzustand dar, bei dem der neue Knotenpunkt bereits vollständig eingebaut ist. Lediglich das Fußwegkonsol ist noch nicht an die in der Abbildung ebenfalls sichtbare Querträgerdurchbindung angeschlossen. Durch Anbringen dieser Hilfsrahmen war also dafür Sorge getragen, daß die Knotenbleche weder ausknicken noch als Ganzes an ihrem oberen Ende ausweichen konnten. Da der Querriegel zum Kragträger, die C-Eisen-Aussteifung jedoch zum Mittelträger gehörte, mußte einstweilen die Temperaturverschiebung durch Verbiegung der oberen schrägen, in Brückenlängsrichtung genügend weichen C-Eisen ausgeglichen werden.

Mit dem nun folgenden, in mühsamer Arbeit durchgeführten schrittweisen Ausbau der alten Pfosten, Zuggendel, Bolzen und Aussteifungen zwischen den Einhängeträgerblechen ging der Einbau der neuen Pfosten- teile Hand in Hand. Besonders schwierig war bei den sehr beschränkten Raumverhältnissen das Schlagen der Versenkniete für die Pfostenanschlüsse und das Aufbringen der Messingbleche. Bei allen Arbeiten an den hoch beanspruchten Knotenblechen mußte mit großer Vorsicht verfahren werden. So wurden z. B. die Fenster für die Querträgerdurchbindung (s. oben) nicht durch Brennen erweitert, sondern durch Dicht-an-dicht- Bohren von Löchern.

Nach sorgfältiger Bearbeitung der Enden der Stegbleche, Winkel und Deckplatten der Stabstümpfe von Diagonale und Untergurt konnten die Kragträgerknotenbleche und die Stabteile 7—22 und 8—22 eingebaut werden. Anschließend daran wurden die Druckpendel und Lager montiert. Der Querträger und die Fußwegkonsolen wurden an den Kragarm angeschlossen und die Querträgeraufhängung durchgeschnitten. Die Lucke zwischen oberem und unterem Pfostenteil blieb vorläufig offen, um den beim Wiederabsetzen des Einhängeträgers zu erwartenden Formänderungen Rechnung zu tragen. Die Abstützung des oberen Pendellagers in Brücken- querrichtung mußte daher der Querriegel übernehmen, der zu diesem Zwecke wieder an dem unteren Pfostenteil angeschlossen wurde. Gegen ein Ausweichen des Pendels in Brückenlängsrichtung war genügende Sicherheit infolge der Einspannung des neuen Pfostens im Gelenkknoten- punkt vorhanden.

d) Absetzen des Einhängeträgers auf die Druckpendel und Vollendungsarbeiten. Nach dem Einbau der Druckpendelkonstruktion wurde der Mittelträger mit Hilfe der Pressen so weit angehoben, daß man Ausgleichbleche und Stahlgußteile der behelfsmäßigen Lagerung ausbauen konnte. Hierauf wurde er durch Ablassen der Pressen auf die Pendel abgesetzt. Es vollzog sich jetzt der umgekehrte Vorgang wie beim Anheben. Aufhängung und Hilfssystem wurden spannungslos, während die Stäbe des Kragfeldes wieder die ursprünglich in ihnen vorhanden gewesenen Kräfte erhielten. Die beim Absetzen angestellten Kraft- und Verschiebungsmessungen ergaben wie beim Anheben recht gute Übereinstimmung mit den rechnerisch ermittelten Werten.

Der Ausbau der Hilfskonstruktion ging nun in der Weise vor sich, daß als erstes die Diagonale 8—XXII und die im oberen Teil des

Gelenkkpfostens befindlichen Elemente der Aufhängung entfernt wurden. Nun konnte die über dem Querriegel vorhandene Trennungsfuge des Pfostens verlascht und der obere Pfostenteil fertiggestellt werden. Der geschlossene Pfosten übernahm wieder die Abstützung des oberen

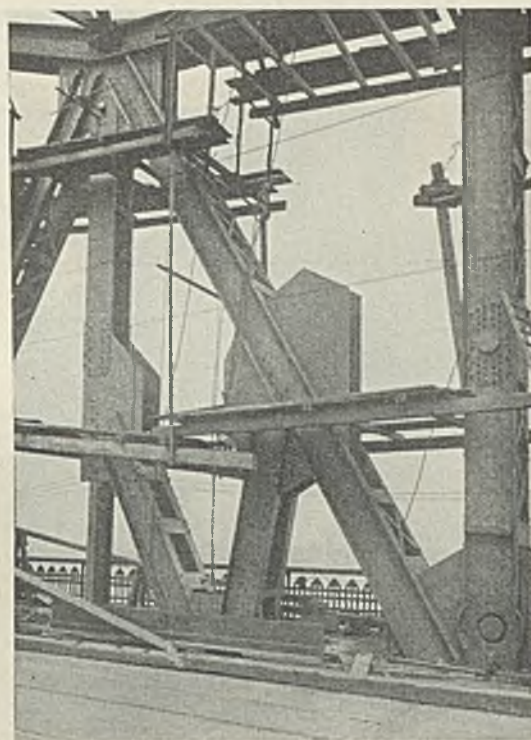


Abb. 21a. Gelenkknotenpunkt und Pfosten Vo vor dem Umbau. Montage des Hilfssystems.

Pendellagers, so daß der weiteren Demontage des waagerechten Verbandes und der restlichen Hilfsstäbe nichts mehr im Wege stand.

Der Umbau der beweglichen Längsträgeranschlüsse am Gelenk- querträger bot keine Schwierigkeiten. Die Arbeiten waren vor dem Ab-

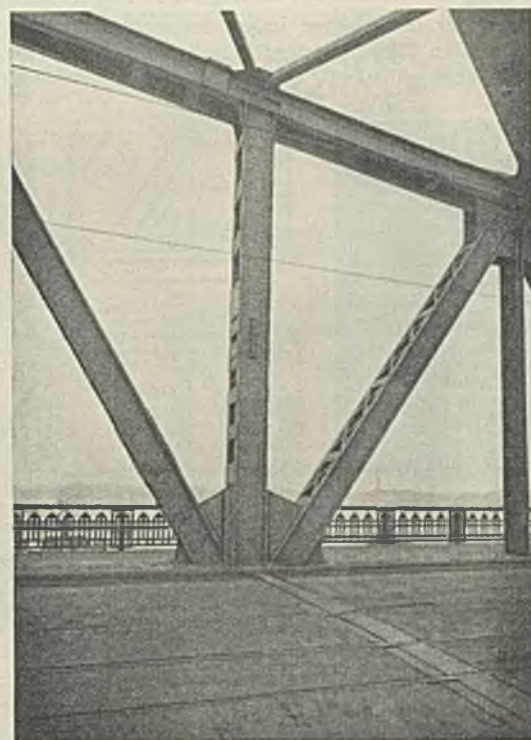


Abb. 21b. Ansicht des Gelenkknotenpunktes und des Pfostens Vo nach dem Umbau.

setzen des Mittelträgers erledigt, während die Verlegung der Obergurt- und Windverbanddehnungsfugen vom letzten Felde des Einhängeträgers in das erste Feld des Kragarmes im Zusammenhang mit dem Ausbau des Hilfssystems vorgenommen wurden. Abb. 21 zeigt den Gelenkknoten- punkt mit dem Pfosten Vo und dem Druckpendel nach Fertigstellung.

**G. Festsetzung der Pendelgelenke an der Ruhrorter Seite.**

Wie bereits auf S. 372 erwähnt, wurde an dem Zustande dieser beiden vollkommen fest sitzenden Gelenke nichts geändert. Es mußte lediglich Vorsorge getroffen werden, um möglicherweise doch eintretende Verschiebungen in Brückenlängsrichtung zu verhindern. Zu diesem Zwecke wurden die unteren Bolzen der Zugpendel mit entsprechend ausgenommenen, genau eingepaßten Segmenten aus geschmiedetem Stahl verkeilt. Abb. 22 zeigt die ausgeführte Konstruktion.

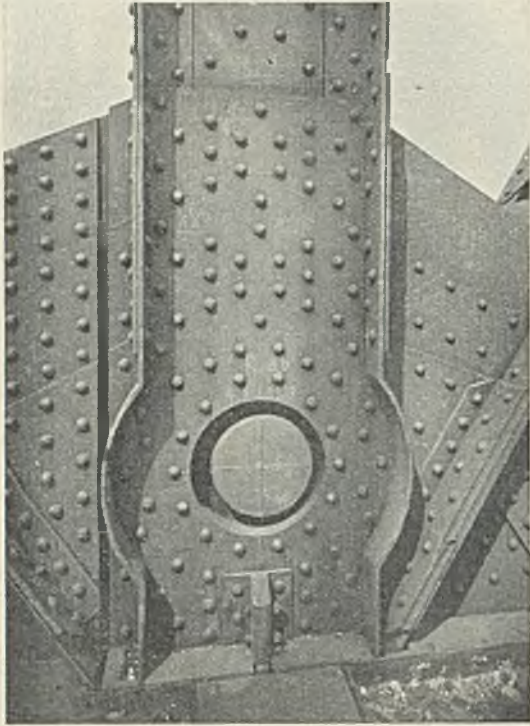


Abb. 22. Gelenkknotenpunkt des stromabsseitigen Hauptträgers an der Ruhrorter Seite.  
a) Unterer Bolzen der Hängependel im alten Zustande.

**H. Aufrichtung der Stelzen der beweglichen Lager auf Pfeiler V.**

Die Stelzen der beweglichen Lager des rechten Kragträgers waren so stark gegen den Einhängeträger hin geneigt, daß sie bei tiefen Temperaturen nahezu vollständig aneinanderlagen. Die Gründe für diese



Zu Abb. 22.  
b) Unterer Bolzen der Hängependel nach Einbau der Stahlsegmente.

ungewöhnliche Schrägstellung dürften wohl in dem Festsitzen der Gelenke der Mittelöffnung und den dadurch hervorgerufenen Pfeilerbewegungen zu suchen gewesen sein. Bei steigender Temperatur konnte zwar eine geringfügige Bewegung beobachtet werden, doch entsprach diese bei weitem nicht der eingetretenen Wärmeänderung.

Die Stelzen mußten daher aufgerichtet werden. Zu diesem Zwecke wurden die an der unteren Lagerplatte befindlichen Nasen abgemeißelt und die neuen aus Schmiedestahl angefertigten Knaggen in vorher ausgenommenen schwalbenschwanzförmigen Nuten gelagert. Nach diesen

Vorarbeiten konnte der Überbau angehoben, die schief liegenden Stelzen konnten in die der herrschenden Temperatur entsprechende Lage gebracht und die Knaggen mit Keilen gegen die Lagerplatte festgelegt werden. Nach Wiederablassen der Pressen wurden noch alle zugänglichen Fugen zwischen Lagerplatte und Knaggen elektrisch verschweißt. Abb. 23 zeigt die für das Anheben jeder Tragwand zur Verwendung gelangte Hilfskonstruktion. Der Pfeilerkopf ist durch einen aus C-Eisen bestehenden Rahmen gesichert. Die auf Trägerrosten lagernden Pressen tragen Stahlgußkörper, auf denen die Hilfspendel aufstehen. Diese stützen sich mittels einer oberen Lagerplatte gegen die Schotte der zum Anheben eingerichteten Querträger. An beiden Seiten jeder Presse sind aus genieteten Profilen zusammengesetzte Hilfslager angeordnet, die mit dem oberen Stahlgußblock in Verbindung stehen und daher beim Hochdrücken der Pressen mitgenommen werden. Die Ausgleichbleche werden zwischen den Fußplatten der Hilfslager und dem Trägerrost eingelegt.

Das Anheben der beiden Tragwände wurde hintereinander ausgeführt, um die Überleitung der Windkräfte in einwandfreier Weise zu ermöglichen. Für das Aufrichten der Stelzen genügte eine Hubhöhe von 12 mm. Die Pressen waren hierbei mit rd. 925 t belastet.

**III. Einzelheiten der Baustellenarbeit. Bauzeit und Baukosten.**

Wie bei allen Instandsetzungen und Verstärkungen gingen auch hier der Werkstattarbeit umfangreiche Aufmessungen an der Baustelle voran. Die Konstruktionsteile wurden im Werke nur so weit fertiggestellt, als dies mit Rücksicht auf den stellenweise schwierigen Einbau und die vorliegenden örtlichen Verhältnisse möglich war. Alle Stabanschlüsse, für die die Benutzung der in der alten Konstruktion vorhandenen Nietlöcher in Frage kam, mußten an Ort und Stelle gebohrt werden, um ein einwandfreies Passen zu gewährleisten. Infolgedessen war die an den fünf Überbauten auszuführende Bohr- und Nietarbeit im Verhältnis zu den Gewichten der einzubauenden Konstruktionen ungewöhnlich groß. Zu ihrer Bewältigung war die Baustelle zeitweilig mit nicht weniger als zwei ortsfesten Wandbohrmaschinen, 15 elektrischen Handbohr- und fünf durch Preßluft angetriebenen Eckbohrmaschinen ausgerüstet. Die umfangreiche Nietarbeit konnte nur durch das Einsetzen einer entsprechenden Anzahl von Nietkolonnen, von denen manchmal neun gleichzeitig tätig waren, geleistet werden.

Die im Zuge der Instandsetzungsarbeiten vorgenommene Untersuchung sämtlicher Kraft- und Heftniete ergab die Notwendigkeit, rund 18 000 schadhafte Niete auszuwechseln. Der größte Teil hiervon war stark verrostet und die Zerstörung manchmal so weit vorgeschritten, daß die Köpfe ganz fehlten. Lose Niete dagegen konnten nur in sehr geringer Zahl festgestellt werden. Zwecks Säuberung der alten Nietlöcher wurden diese um 1 mm aufgerieben, so daß die neu eingezogenen Niete einen um das gleiche Maß größeren Durchmesser als die seinerzeit beim Bau

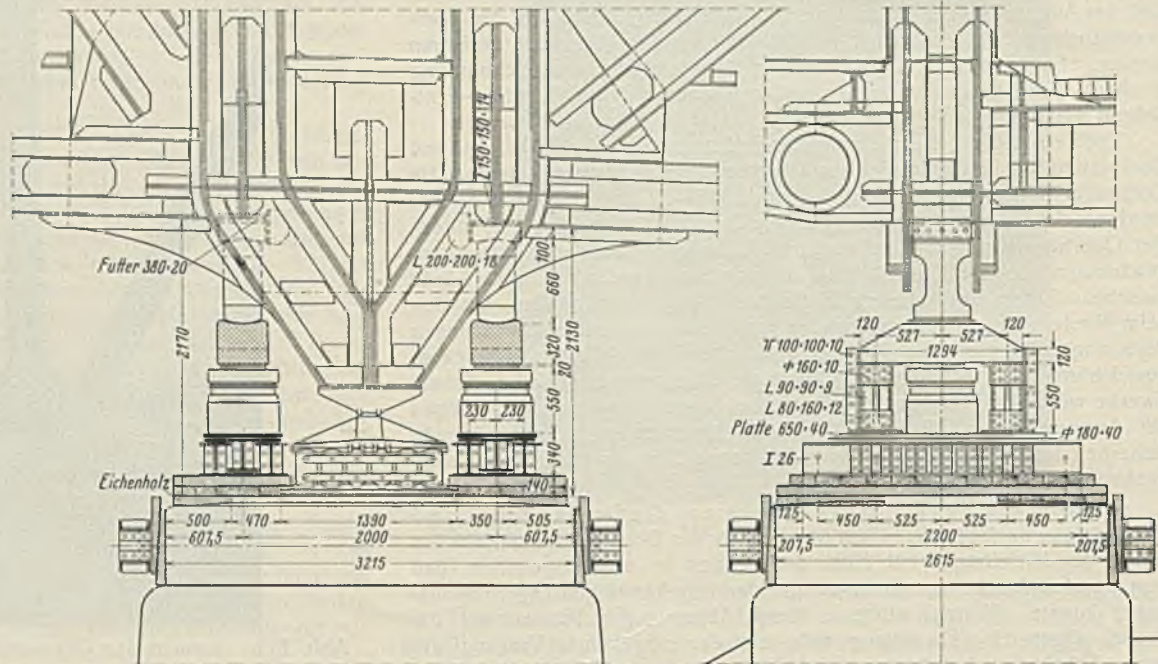


Abb. 23. Anhebevorrichtung auf Pfeiler V.

geschlagenen aufweisen. Die größten zur Verwendung gelangten Niete sind solche von 25 und 28 mm Durchm. Der weitaus überwiegende Teil der schadhafte Niete fand sich an den Knotenpunkten und Stößen der Untergurte sowie an den Anschlüssen der unteren Windverbandstäbe.

Für die Arbeiten über der Fahrbahn wurden leichte Hängerüstungen aus Winkeleisen benutzt, die an den Obergurten befestigt und durch Holzbalken miteinander verbunden waren. Die großen Pylonen wurden mit Hilfe von fahrbaren Aufzügen verstärkt, während für den Einbau des oberen Windverbandes ein auf den Gurten laufender Montagewagen benutzt wurde. Die Vergitterung der Untergurte und die Auswechslung der Streben des unteren Windverbandes konnte zum Teil von den vorhandenen Besichtigungswagen aus durchgeführt werden. Außerdem wurden für diese sowie für alle anderen noch unter der Brücke zu erledigenden Arbeiten zwei eigens gebaute breite Hilfswagen aufgebracht.

Die Einrüstung und Instandsetzung der einzelnen Überbauten geschah nacheinander. Begonnen wurde hierbei mit der Mittelöffnung, um nach Durchführung der verschiedenen Verstärkungen und Auswechslungen an diesem Träger sogleich an den überaus zeitraubenden Gelenkumbau schreiten zu können. Während der ganzen Bauzeit vom November 1928 bis März 1930 durfte der Verkehr auf der Fahrbahn und dem stromauf-

seitigen Fußweg in keiner Weise gestört werden. — Einen Maßstab für den großen Umfang der geleisteten Arbeiten bildet nicht nur die lange Bauzeit, sondern auch die Höhe der eingestellten Belegschaft. Im Durchschnitt war die Baustelle von rd. 100 Arbeitern bezogen, die zum Teil erst für die schwierigen Arbeiten entsprechend geschult werden mußten. Die Belegschaft sank nie unter 40 Mann, stieg dagegen zeitweilig sogar auf 120 Arbeiter.

Insgesamt wurden an Neukonstruktionen 365 t eingebaut, während das Gewicht der vorübergehend montierten und wieder entfernten Hilfs- und Sicherungselemente 216 t betrug. Hiervon entfallen allein auf den Gelenkumbau 78 bzw. 143 t. Die Baukosten für die ganze Instandsetzung belaufen sich auf 844 000 RM, wovon für die Gelenke 199 000 RM in Rechnung zu stellen sind.

Die Entwurfsverfassung und Ausführung geschah in enger Zusammenarbeit zwischen der Gesellschaft Harkort und der Stadtverwaltung Duisburg, bei der die Bearbeitung in den Händen von Herrn Stadtbaurat Beigeordneten Holke und des erstgenannten Verfassers lag.

### Vermischtes.

**Technische Hochschule Karlsruhe.** Die Würde eines Ehrenbürgers ist verliehen worden Herrn Prof. Dr.-Ing. e.h.r. Conrad Matschoß, Direktor des Vereines deutscher Ingenieure in Berlin, in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Ausbildung der deutschen Ingenieure, sowie das Ansehen des deutschen Ingenieurs im In- und Auslande.

Die Würde eines Ehrendoktors ist verliehen worden Herrn Dr.-Ing. Otto Blum, o. Professor für Eisenbahnwesen, Verkehrspolitik und Städtebau an der Technischen Hochschule Hannover, wegen seiner Verdienste um die Pflege der allgemeinen Verkehrswissenschaften, um die theoretische und praktische Förderung des Eisenbahnwesens und die Entwicklung des neuzeitlichen Städtebaues.

**Vorschriften für geschweißte Stahlbauten, Ausgabe 1931.** 11 S. mit 12 Textabb. Berlin 1931. Verlag von Wilh. Ernst & Sohn. Einzelpreis 0,80 RM.

Nachdem der Entwurf der Vorschriften mit einem von Geheimrat Dr. Schaper verfaßten Vorwort in der Bautechn. 1931, Heft 17, S. 239, zuerst veröffentlicht wurde, liegen nunmehr die Vorschriften selbst in endgültiger Fassung vor. Hinsichtlich der Entstehung und des Inhaltes der Vorschriften sei auf das genannte Heft der Bautechn. verwiesen. Der Preußische Minister für Volkswohlfahrt hat die neuen Vorschriften durch Erlaß II. 6200 h vom 10. Mai 1931 an Stelle der „Richtlinien“ vom Juli 1930 eingeführt, ebenso die Deutsche Reichsbahn durch Verfügung der Hauptverwaltung 82 Ibsch 34. Als einheitliche Baupolizeivorschriften im ganzen Reiche sollen die Vorschriften zur Einführung gelangen.<sup>1)</sup> Ls.

**Baha'i-Tempel in Wilmette, Ill.** In Eng. News-Rec. 1930 vom 14. August (Bd. 105, Nr. 7, S. 269) und 1931 vom 8. Januar (Bd. 106, Nr. 2, S. 73) wird über den Bau des Baha'i-Tempels in Wilmette, Ill., berichtet, der in architektonischer und konstruktiver Hinsicht bemerkenswert erscheint.

Der Tempel ist ein Entwurf des Architekten Louis Bourgeois aus Wilmette, während der konstruktive Teil von Benjamin B. Shapiro, Chicago, bearbeitet worden ist. Derselbe Ingenieur hat auch die bereits vor einigen Jahren fertiggestellte Gründung des Bauwerks unter Mitberatung von H. I. Burt entworfen, worüber in Eng. News-Rec. vom 22. November 1923, S. 842 berichtet wurde. Die vertragliche Bauausführung liegt in Händen der George Fuller Co., New York.

Die Grundrißform des Tempels ist ein Neuneck. Das Tragwerk besteht aus Stahl- und Betonkonstruktionen. Im Erdgeschoß befindet sich ein runder Versammlungsraum, der von einer elliptischen Eisenbetonkuppel überdeckt ist. Das Betongewölbe ist im Scheitel etwa 30,5 cm stark. Es ruht mit seinem Basising auf den inneren neun Hauptpfeilern des Bauwerkes (Abb. 1).

Über diesem Versammlungsraum ist der eigentliche Dom- oder Tempelraum; dieser hat einen Durchmesser von rd. 21,8 m bei einer lichten Höhe von rd. 42 m über der Decke des Erdgeschosses. In seinem unteren Teile bis zu einer Höhe von 10,9 m wird der Tempel von neun Nebenräumen umgrenzt, die zwischen den neun Hauptsäulen

des Baues ringförmig liegen. Ihr Außendurchmesser ist 45,6 m; jeder von ihnen hat einen besonderen Zugang. Über diesen Nebenräumen liegt ringförmig die erste Galerie, die eine Höhe von 14,3 m und einen Außendurchmesser von 44,3 m hat. Darüber befindet sich noch eine zweite Galerie von etwa 6,1 m Höhe, auf die sich das aus zwei Glaskuppeln mit für sich getrennten Tragwerken bestehende Dach aufsetzt.

Die neun Hauptpfeiler des inneren Kuppelbaues bestehen je aus einer Gruppe von durchlaufenden, vergitterten Stahlsäulen aus H-Profilen. Diese sind in Abb. 2 mit A, B, C und D bezeichnet. Entsprechend dem neuneckigen Grundriß stehen diesen Hauptsäulen außen für die Unterstützung der ersten Galerie die Stahlsäulen E, F, G, H und schließlich die äußeren Betonpfeiler zur Unterstützung des Daches der Nebenräume gegenüber (Abb. 1). In Höhe der ersten und zweiten Galerie sind die Stahlsäulen durch rund herumlaufende Versteifungsringe zusammengefaßt. Die Galeriedecken bestehen aus Eisenbetonplatten von etwa 15 cm Stärke. Diese Versteifungsringe sind in ihrer konstruktiven Ausbildung in Abb. 2 wiedergegeben.

Bemerkenswert ist die konstruktive Ausbildung der Domkuppel, die sich aus zwei konzentrischen Tragwerken zusammensetzt mit Stahlrippen aus I-Profilen und Gitterpfetten. Die äußere Kuppel hat einen Halbmesser von 13,6 m, die innere einen Halbmesser von 11,67 m. Die beiden Tragwerke sind ganz voneinander getrennt, so daß sie sich bei ungleichmäßigen Verformungen nicht beeinflussen können. Die statische Berechnung dieser Kuppeln wurde durchgeführt nach einem Verfahren, das von E. Schmitt unter dem Titel „Spherical and Framed Domes“ in Transactions, American Society of Civil

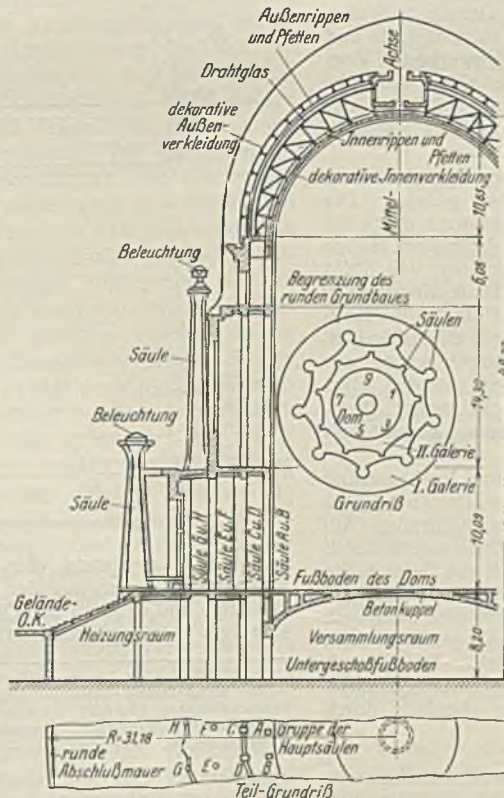


Abb. 1.

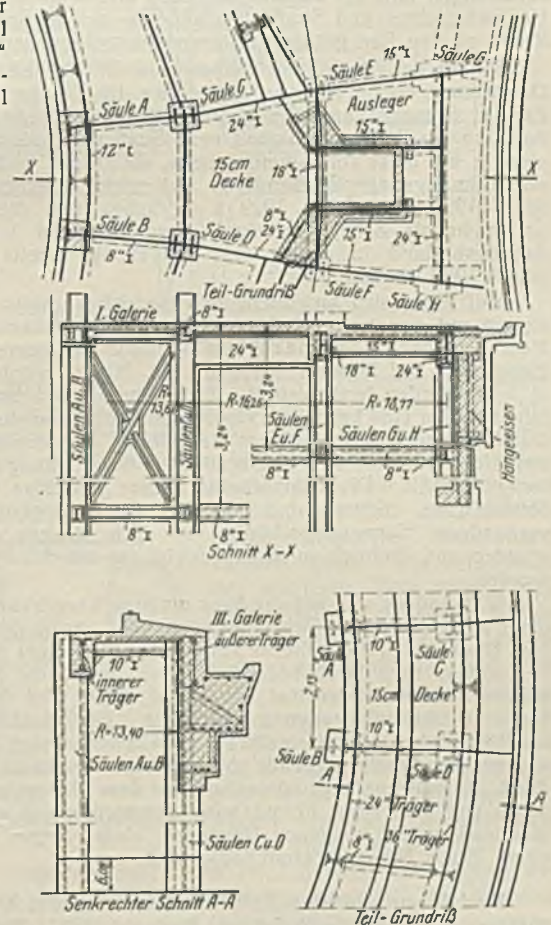


Abb. 2. Einzelheiten der Galeriekonstruktion.

<sup>1)</sup> Hierzu sind im Verlage von Wilh. Ernst & Sohn, Berlin, „Erläuterungen mit Beispielen für die Berechnung und bauliche Durchbildung“, ausgearbeitet von Dr.-Ing. Kommereil, Direktor bei der Reichsbahn, erschienen.

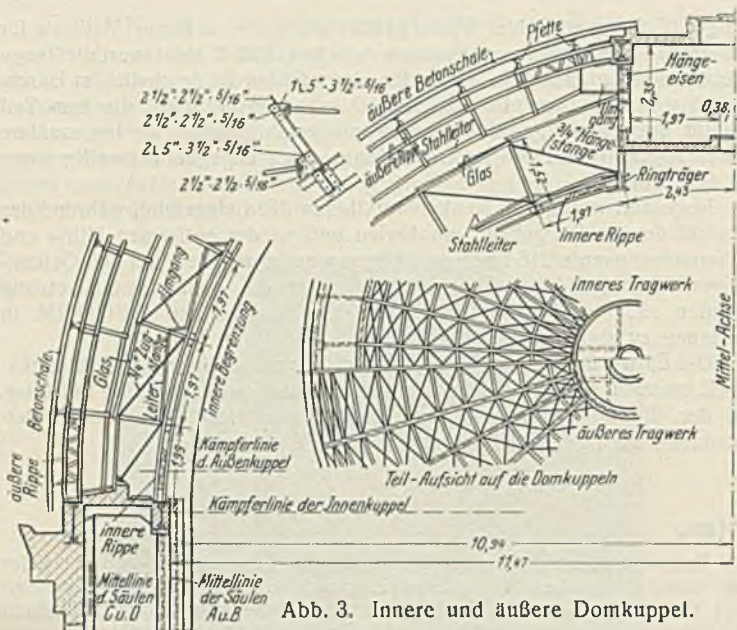


Abb. 3. Innere und äußere Domkuppel.

Engineers, Bd. 52, 1904, veröffentlicht ist. — Einige Konstruktionseinzelheiten des Kuppelbaues sind aus Abb. 3 ersichtlich.

Die bereits vor einigen Jahren ausgeführte Gründung des Tempels umfaßt einen runden Unterbau von 62 m Durchm. und rd. 8,2 m Höhe. Neun Grundpfeiler von 1,8 m Durchm. mußten bis zu einer Tiefe von 37,6 m abgesenkt werden, um bis auf den gewachsenen Felsen zu gelangen. Diese Betonpfeiler sind oben verbreitert und dienen als Unterstützung für die durchlaufenden neun Stahlsäulengruppen für die Galerien und den Kuppelbau. Die gesamte Gruppenlast von etwa 700 t ist durch einen Stahlträgerrost zusammengefaßt und auf je einen der darunterstehenden Grundpfeiler übertragen.

**Fortschritte im Betonstraßenbau.** Im Anschluß an die 7. Hauptversammlung der Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau hielt deren Ausschuß „Betonstraßen“ am 2. Juni in Berlin eine öffentliche Tagung ab. U. a. berichtete Maglstratsoberbaurat Orthaus, Hannover, über „Erfahrungen in Bau und Unterhaltung von neueren deutschen Betonstraßen“. Er kam zu dem Ergebnis, daß wir heute beim Betonstraßenbau aus dem Stadium der Versuche infolge der bisher gesammelten Erfahrungen und der wissenschaftlichen und baupraktischen Arbeit unserer Hochschullehrer und Straßenbaufachleute heraus sind und deshalb ohne Risiko an den Bau größerer Betonstraßenstrecken herangehen können.

Ferner gab Regierungsbaumeister a. D. Schneevogt, Berlin, eine Darstellung vom „Betonstraßenbau in Berlin und Umgebung“. Es gibt Betonstraßen hauptsächlich in den Außenbezirken Berlins, also dort, wo die Siedlungstätigkeit neue Straßen erfordert. Gerade in Wohnvierteln hat diese vollkommen ebene, staubfreie, leicht zu reinigende und erschütterungsfreie Straßendecke sich viele Anhänger erworben. Vom Jahre 1928 zum Jahre 1929 z. B. haben sich die erteilten Aufträge um mehr als 350 % gesteigert, und bis zum 1. Juni 1931 hat der Auftragsbestand in Berlin und Umgebung bereits den des Gesamtjahres 1930 erreicht.

Auf einer sich anschließenden Besichtigungsfahrt wurden zwei Baustellen mit neuesten Misch- und Verarbeitungsmaschinen gezeigt. Die Neubaustrecke auf der Avus ist besonders bemerkenswert durch die Einrichtung auf Massenleistungen. Rd. 700 m<sup>2</sup> werden jetzt dort täglich in acht Stunden fertiggestellt. Zwei fahrbare Mischmaschinen von 500 l Inhalt, denen eine besondere eingleisige Hängebahn (der „Baukraftverkehr“) das Mischgut zuführt, liefern den Beton, der zunächst durch Preßluftstamper verdichtet wird und seine Schlußbearbeitung durch einen Straßenfertiger erhält. Die Stampfbohle dieser Maschine stampft schräg zur Straßenachse. Schräg sind auch die Fugen angeordnet, so daß etwa vorhandene Höhenunterschiede von den Rädern nacheinander überwunden und dadurch in ihrer Auswirkung auf das Fahrzeug abgedämpft werden.

Während es sich auf der Avus um eine Verstärkung und Verbesserung einer vorhandenen Straßendecke handelt, zeigt die zweite Baustelle bei Brusendorf im Kreise Teltow den Bau einer neuen Straße. Auf der festen, alten Straßendecke der Avus macht die Materialanfuhr keine Schwierigkeiten; anders bei Brusendorf. Dort wird durch die Betondecke erst eine Straßenbefestigung geschaffen. Die Baustoffe sind deshalb auf Feldbahngleisen seitlich der Straße verteilt und werden durch eine motorisch angetriebene, selbstfahrende Mischanlage aufgenommen, gemischt und durch ein schwenkbares Förderband auf dem Planum verteilt. Die Stampfarbeit und endgültige Formgebung geschieht durch eine Hammerstampfmaschine mit 16 einzelnen Hämmern, hinter denen die ebenfalls durch einen Motor bewegte Stampfbohle läuft.

**Berichtigung.** In dem Aufsatz: „Gesichtspunkte für das Entwerfen weitgespannter Kastenträgerbrücken“, Bautechn. 1931, Heft 14, S. 203 u. 204, ist bei Berechnung der zulässigen Durchbiegung nach DIN 1073 und B E

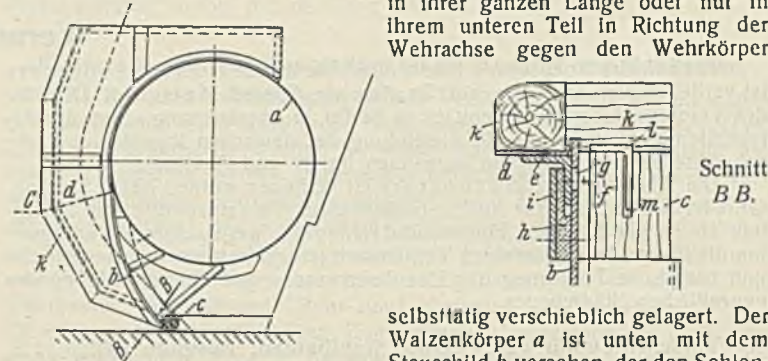
das Moment  $M_p$  für Verkehrslast ohne Stoßzahl  $\varphi$  einzusetzen; die Grundformel für die Bestimmung der Trägerhöhe  $h$  lautet in diesem Falle:

$$h \cong \frac{5,5}{24} \cdot \frac{l}{E} \cdot \frac{1}{\varphi} \cdot \frac{1}{f} \cdot \frac{\varphi p}{\varphi p + g} \cdot \sigma_{zul}$$

Die kleinste zulässige Trägerhöhe gemäß den genannten Vorschriften ergibt sich, wenn man in den dort angegebenen Formeln für  $h$  die Stoßzahl  $\varphi$  als Faktor im Nenner ergänzend einfügt. Für Straßenbrücken mit  $\sigma_{zul} = 2100$  erhält man also  $h \cong \frac{l}{\varphi \cdot 21,5}$  usw. A. Schäfer.

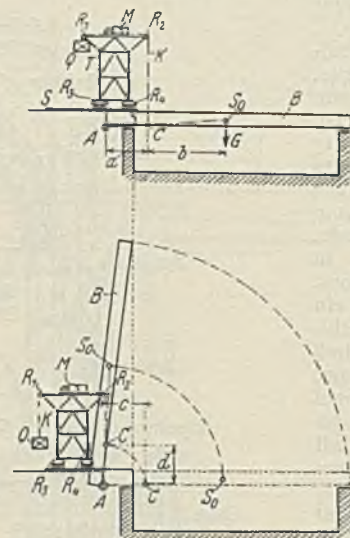
**Patentschau.**

**Seitendichtung für Wehrverschlüsse.** (KI. 84a, Nr. 504 298 vom 6. 8. 1927 von Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG. in Nürnberg.) Um einerseits die Spaltbildungen zu vermeiden, die bei großen Temperaturunterschieden und entsprechenden Längendehnungen des Verschlusskörpers zwischen den am Verschlusskörper festen Wälzstellen und dem Mauerwerk auftreten, und um andererseits die Übertragung der seitlichen Massenkräfte auf den Wehrkörper zu verhindern, werden die Seitendichtungsbleche in ihrer ganzen Länge oder nur in ihrem unteren Teil in Richtung der Wehrachse gegen den Wehrkörper



selbsttätig verschieblich gelagert. Der Walzenkörper  $a$  ist unten mit dem Stauschild  $b$  versehen, der den Sohlendichtungsbalken  $c$  trägt. Die Winkel  $e$  zur Verbindung der Seitendichtungsbleche  $d$  mit dem Stauschild  $b$  des Verschlusskörpers sind an diesen mittels Schraubenbolzen  $f$  befestigt, die in Langlöchern  $g$  des Schildes bzw. des Verschlusskörperbleches gleiten. Zwischen Stauschild und Anschlagwinkel ist eine Einlage  $h$  aus elastischem Stoff vorgesehen, die durch eine Lasche  $i$  gehalten wird. Um zu vermeiden, daß zwischen dem Dichtungsbalken  $k$  der Seitendichtung und dem Balken  $c$  ein Spalt entsteht, ist am Balken  $k$  an der Stoßstelle ein Winkel  $l$  vorgesehen, der in einer Nut  $m$  des Balkens  $c$  gleitet und beim Auseinandergehen der Balken den dichten Abschluß aufrechterhält.

**Klappbrücke.** (KI. 19d, Nr. 519 549 vom 9. 2. 1930 von Wilhelm Biel in Dortmund.) Um in jedem Augenblick der Bewegung Gleichgewicht zwischen dem Gegengewicht und der ständigen Last herzustellen, wird das mit dem Gegengewicht  $Q$  versehene, an der Klappe  $B$  angreifende Hubmittel auf einem bei der Bewegung der Klappe  $B$  waagrecht verschiebbaren Gerüst  $T$  gelagert. Die Brücke mit dem Schwerpunkt in  $S_0$  ist in  $A$  drehbar gelagert. Im Punkt  $C$  greift das Hubmittel  $K$  an, das über die Rollen  $R_1$  und  $R_2$  läuft und am anderen Ende das Gegengewicht  $Q$  trägt. Die Kraft in dem Hubmittel ist gleich dem Gewicht des Gegengewichts, also gleich  $Q$ . Da Gleichgewicht besteht, muß sein:  $Q a = G (a + b)$ . Beim Öffnen der Klappe dreht sich der Punkt  $C$  um  $A$ ; damit nun auch jetzt noch Gleichgewicht herrscht, muß das Gewicht  $Q$  samt dem Gerüst  $T$  waagrecht verschoben werden, und zwar auf Rädern  $R_3$  und  $R_4$ , die auf den Schienen  $S$  laufen. Außer dem Antrieb  $M$  ist eine Kupplung vorgesehen, die die Klappe und das Gerüst zwangsläufig bewegt derart, daß bei Drehung der Klappe  $B$  um  $A$  das Gerüst  $T$  einen Weg auf den Schienen  $S$  zurücklegt, der der waagerechten Projektion  $c$  des Weges entspricht, den der Punkt  $C$  beschreibt. Hierdurch wird während der Bewegung der Klappe die Rolle  $R_2$  stets senkrecht über  $C$  gehalten und dadurch das Gleichgewicht zwischen Gegengewicht und der ständigen Last aufrechterhalten.



**INHALT:** Der Bau der Nordschleusenanlage in Bremerhaven. Die Erd- und Rammarbeiten. — Der Wesel-Datteln-Kanal. — Instandsetzungs- und Verstärkungsarbeiten an der Rhielbrücke Ruhrort-Homburg. (Schluß) — Vermischtes: Technische Hochschule Karlsruhe. — Vorschriften für geschweißte Stahlbauten, Ausgabe 1931. — Bahal-Tempel in Wilmette. — Fortschritte im Betonstraßenbau. — Berichtigung. — Patentschau.