DIE BAUTECHNIK

10. Jahrgang BERLIN, 29. April 1932 Heft 19

Der Moorabtrag beim Bau von Schiffahrtkanälen durch Hochmoorgebiete.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Reg.-Baumeister a. D. Dr.-Ing. Zill, Wilhelmshaven.

I.

Bei der Trassierung von Schiffahrtkanälen, die durch Hochmoorgebiete führen, ist stets zu versuchen, die dort angetroffenen Hochmoore für die bestmögliche Kultivierung aufzuschließen. Das Abtorfen des Moores ist dabei derart durchzuführen, daß die Bauzeit des Kanals dadurch nicht ungebührlich verlängert wird.

Ein neueres Verfahren der Moorbeseitigung[1]), das auf der russischen „Spritztorfherstellung" beruht, wurde zunächst 1925 auf einem Teile der oldenburgischen Strecke des Küstenkanals eingeführt. Dieses Verfahren gestattet eine vorübergehende Ablagerung des Moores derart, daß Witterungseinflüsse die abgelagerten Massen nicht beeinflussen können. Auch ist der Wassergehalt infolge der Behandlung durch Hochdruckspritzwasser beim Abbau schon nach kurzer Ablagerungszeit ein bedeutend geringerer als der des Rohmoores. So betrug bei der oldenburgischen Strecke der Wassergehalt des abgespritzten Rohmoores nach $1^1/_2$ Jahren Ablagerung zwei Winter) nur noch 80 % gegen ursprünglich 90 %, d. h. statt 5 % fester Masse für die Einheit waren 20 % feste Teile vorhanden, so daß die Gestehungskosten für die Brenntorferzeugung aus diesen Massen um rd. 300 % gesenkt werden. Die gesamten Selbstkosten vom Lösen bis zur Ablagerung betragen hierbei noch nicht 1 Lohnstunde/m³.

Das Verfahren kennzeichnet sich dadurch, daß das Moor in seiner Lagerungstätte durch kräftige Spritzwasserstrahlen mit in der Regel 10 at Überdruck abgespritzt wird, und zwar in Längspütten (Abbaugräben) von meistens 10 m Breite. Die im Schrifttum angegebenen Drücke beziehen sich häufig auf die erzeugten Drücke an den Hochdruckpumpen; infolge von Druckverlusten in den Rohrleitungen können sie jedoch an den Spritzen bedeutend geringer sein. Im Zweifelfalle ist also Vorsicht bei der Anwendung dieser Zahlen am Platze. Den durch den Zusatz dieses Spritzwassers erzeugten Moorschlamm saugt eine den russischen Erfindern patentierte Pumpe, die an einem Kran angehängt ist, der auf der Mooroberfläche parallel zur Püttenkante dem Fortschreiten des Abspritzens folgend mitbewegt wird, aus der Pütte ab und fördert den Moorschlamm durch Rohrleitungen auf Trockenfelder, wo nach dem Setzen des Torfschlammes und Verdunsten des überschüssigen Wassers später der abgetrocknete Schlamm zu Moorsoden und Brenntorf meistens von Hand verarbeitet wird.

Beim Abspritzen aus der Pütte hat der Spritzwasserstrahl drei Arten von Arbeiten zu leisten:

1. Das Rohmoor ist in einzelnen größeren Stücken von der Püttenkante her zu lösen.
2. Die gelösten Stücke sind fein zu zerkleinern und zu zerfasern sowie zu verschlammen.
3. Der fein zerteilte Schlamm ist in der Pütte dauernd in Bewegung zu halten, damit sich die festen Bestandteile nicht am Boden absetzen, und gleichmäßig an die Saugerturbine heranzutreiben, häufig gegen kleinere Erhebungen des Untergrundes.

Während die Arbeit zu 1. einwandfrei gleichmäßig geleistet wird, ist es nicht möglich, die Arbeitsleistung zu 2. vollkommen durchzuführen, da beim Lösen einerseits einzelne Stücke forttreiben und bei größerer Entfernung mit dem Spritzwasserstrahl nicht mehr wirksam zerteilt werden können, und anderseits Stücke dem Auge des Bedienungsmannes des Spritzwasserstrahls entgehen, weil ein bestimmter Schlammwasserstand (etwa 20 bis 40 cm) in der Pütte gehalten werden muß, damit der Schlamm fließfähig bleibt. Aus diesem Grunde ist es bei dem bestehenden Verfahren erforderlich, diese verhältnismäßig geringen, noch nicht zerkleinerten Beimengungen des Schlammes durch besondere Vorrichtungen mechanisch weiter zu zerkleinern und zu verreiben, damit eine homogene, pumpfähige Masse erzielt wird.

Die Arbeit zu 3. erfordert den größten Aufwand an Arbeitsleistung des Spritzwasserstrahls. Während der Zeit des Beginns des Abspritzens aus der Pütte, wenn die Monitore in nächster Nähe der Pumpe arbeiten, fällt diese Arbeitsleistung fort. Die Leistung des Verfahrens ist daher hier eine gute; eine dicke Brühe wird dann erzeugt und auch leicht durch Kreisel und Rohrleitung gefördert. Mit zunehmender Entfernung des Spritzgerätes von der Absaugevorrichtung nimmt aber die Gesamtarbeitsleistung erheblich ab, da die Arbeit des Herantreibens des Schlammes an die Pumpe einen derartig großen Aufwand an Spritzwasser erfordert, daß das Gerät dann nur wenig Masse und verhältnismäßig viel Wasser fördert.

In Rußland hat man versucht, eine Pumpe zu konstruieren, in der die dem Schlamm beigemischten Stücke so weiter zerkleinert werden, daß die Kreiselpumpe den Schlamm fortdrücken kann. Gewöhnliche Saugrohre kamen nicht in Frage, da infolge Ansaugens der größeren Stücke bei einem Schlammwasserstande von nur 20 bis 40 cm das Rohr dauernd Luft ansaugte. Die Pumpe kann die dem Moorschlamm beigemengten, vom Spritzwasserstrahl nicht erfaßten Stücke so homogenisieren, daß ein einwandfreies Weiterpumpen möglich ist. Die gewöhnliche drei- bis vierflügige Baggerkreiselpumpe hat statt des Saugrohres einen rd. 1 m langen Saugstutzen größeren Durchmessers, der am Boden eine doppelstufige Turbinenpumpe ähnlich den Schraubenschaufiern mit Schneidemessereinrichtung erhält, die die festen Stücke der Torfmasse vor der Anlieferung in den Kreisel weiter zerkleinert und in der Lage ist, der Kreiselpumpe gleichmäßig flüssigen Schlamm zuzuführen.

Der zum Abspritzen erforderliche Bedarf an Hochdruckspritzwasser von 10 at Überdruck beträgt bei der Torfgewinnung, wo die Abbaupütten eine Breite von etwa 10 m haben, im Mittel 100 %. Bei Versuchen beim Kraftwerk Bogorodsk ist dieser Wasserzusatz auf nur 0,5 m³ für 1 m³ Torfmasse gebracht worden[2]). Es ist wohl anzunehmen, daß bei diesen Versuchen die Hochdruckzuleitungen keine großen Verluste aufwiesen. Der Torfschlamm ist bei 95 % Wassergehalt fließ- und pumpfähig. In den nordwestdeutschen Hochmooren beträgt der Wassergehalt bei einiger Vorentwässerung 93 bis 95 %, so daß hier ebenfalls mit einem Zusatz von nur 50 % auszukommen ist, wenn dafür gesorgt wird, daß das Hochdruckwasser nur dazu benutzt wird, die zelligen und faserigen Torf- und Pflanzenteile möglichst weitgehend zu zerstören und durcheinanderzumischen, so daß ein gleichmäßiger Brei entsteht, der eine Fließgeschwindigkeit von etwa 0,7 m/sek bei 0,5 m Druckhöhe hat.

Die Abbaubreite betrug beim Kanalbau zunächst rd. 40 m. Da die Ansaugepumpe in der Mitte lief, betrug also die Abbaupüttenbreite bei Ansetzung der Spritzen auf beiden Seiten rd. 20 m. Hier betrug der Wasserzusatz schon über 125 %. Später wurde die Moorlagerung in einer Breite von etwa 60 m abgespritzt. Hier betrug der mittlere Wasserzusatz etwa 175 %.

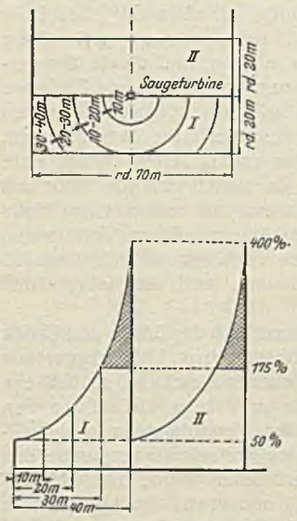


Abb. 1.

Der Wasserzusatz wird nun bei den einzelnen Abbauabschnitten von 15 bis 20 m Länge infolge der zunehmenden Entfernung der Monitore von der Ansaugepumpe, während deren die Absaugevorrichtung feststeht, prozentual immer größer. Während er bei unmittelbarer Nähe der Spritze an der Saugerturbine höchstens 50 % beträgt, beträgt er zum Schluß bei 40 m Entfernung schätzungsweise 400 % und noch mehr, so daß mit einem mittleren Wasserzusatz von 175 bis 200 % bei dieser Abbauweise gerechnet werden muß. Abb. 1 veranschaulicht schematisch den zeitlichen Verlauf dieses Wasserzusatzes in Prozenten. Dieser unverhältnismäßig große Spritzwasserzusatz ist aber in seiner Erzeugung sehr teuer. Außerdem ist es erforderlich, durch die Schlammpumpe eine um so größere Menge Schlamm fortpumpen zu müssen.

Das Wasser der in dem Diagramm schraffierten Spitzen wird vom Moor nicht kapillar aufgenommen und ist, falls Abwasser nicht entstehen soll, durch Verdunsten zu beseitigen. In Deutschland kann man nun mit etwa 700 mm Verdunstung im Jahre rechnen. In den Sommermonaten

[1]) Genauer beschrieben in: Kribitschnikow und Clarsson, Z. d. V d I 1924, Nr. 68 vom 7. Juni; Dr. Birk, Das Hydro-Torfverfahren, eine neue Torfgewinnungsmethode, M. 1921, S. 27 u. f.; Bartel, Torfwerke, 2. Aufl., S. 64 bis 75.

[2]) Vgl. Bartel, Torfwerke, 2. Aufl., 1923, S. 69.

ist sie größer, im Winter kleiner. Die obenerwähnte Ablagerung fand in den Monaten September bis Dezember statt. In dieser Zeit kann man mit einer Verdunstungshöhe von etwa 150 mm rechnen, d. h. bei 1,50 m Spülhöhe verdunsteten 10%. Nimmt man nun den mittleren Wasserzusatz mit 175% an, so sind 150 bis 160% kapillar aufgenommen worden. Mithin beträgt hier die Sättigkeitskapazität $\frac{95 + 150}{250} = 98\%$. Würden also 175% gleichmäßig zugesetzt werden, so wäre allenfalls noch Abwasser zu vermeiden, da aber die nicht unerheblichen Mengen der Spitzen, die prozentual diese Grenze beim Zusatz überschreiten, sich nicht mehr mit der Torfmasse homogenisieren lassen, ist dieses zugesetzte Wasser bis auf den Teil, der verdunstet, wieder abzuleiten.

Ein weiterer Nachteil dieses Verfahrens ist der, daß beim unmittelbaren Abspritzen der Moormasse aus der Lagerungsstätte nicht vermieden werden kann, daß der unterlagerte Sand mit der Moormasse vermischt wird und mit zur Ablagerung gelangt. Der Prozentsatz dieser Sandbeimengung steigt mit der Abnahme der Mächtigkeit der Moorlagerung, da er eine Funktion der abzubauenden Tiefe ist. Diese Sandbeimengungen erhöhen den Aschengehalt und machen den erzeugten Torf wegen der großen Schlackenbildung minderwertig und z. B. für Verfeuerung unter Dampfkesseln ungeeignet.

Mithin ist bei dem Bau von Schiffahrtkanälen durch Hochmoore in technischer wie in landeskultureller Hinsicht zu versuchen, das folgende zu erreichen.

1. Die Moormassen müssen in kürzester Frist auf maschinellem Wege beseitigt werden; dabei müssen die Geräte von der Sandoberfläche aus arbeiten, da die geringe Tragfähigkeit des Moores nur die Verwendung kleiner Geräte gestatten würde.
2. Das Moor ist vorübergehend so zu lagern, daß es der Volkswirtschaft als guter Brenntorf erhalten bleibt und ihr beliebig später zugeführt werden kann, d. h. die Moormasse ist so abzulagern, daß Witterungseinflüsse, wie hauptsächlich Frost, die Qualität nicht zerstören können.
3. Durch eine geeignete Behandlung ist die Moormasse so zu lagern, daß sie mit weniger Wassergehalt zurückbleibt, als vorher vorhanden, damit ein kräftiger Anreiz besteht, diese Moormasse zu verwerten und damit zu beseitigen.
4. Die Moormasse darf nicht mit Sand vermischt werden.
5. Die Lagerung derartiger Moormassen geschieht am besten auf Parallelstreifen zum Kanal in einem Abstande von mindestens 100 m von der Grunderwerbgrenze, nicht aber auf einzelnen Flächen, da die anzusiedelnden Kolonisten das Moor günstig gelegen vorfinden müssen, damit sie es als Brenntorf möglichst schnell verarbeiten und beseitigen können.
6. Ein Verbrauch von Sand zur Beseitigung der Moormassen, wie er z. B. bei Verwendung von 600spurigem Gerät und Lokomotivbetrieb mit 20 bis 30% der zu fördernden Moormasse als Gleisunterlage erforderlich wird, ist zu vermeiden; der Sand soll für die Herstellung der Wirtschaftswege der kommenden Siedlungen vollständig verfügbar bleiben.

II.

Die Tatsache, daß die Erzeugung des Hochdruckspritzwassers in einer Menge von 175% bei 10 at Druck kostspielig ist, etwa 50% bei 10 at Druck an den Spritzdüsen aber genügen, um Hochmoor mit einem Wassergehalt von 93 bis 95% spülfähig zu machen, und dieses dann erreicht wird, wenn das Hochdruckwasser nur zum Zerkleinern und Zerfasern der Torfteilchen benutzt wird, d. h. in möglichst kleinen Räumen und daher stetig zugesetzt wird, hat den Verfasser dazu gebracht, die beiden nun zu beschreibenden Verfahren auszuarbeiten[3]). Das erste ist das einfachere und wirtschaftlichere. Es eignet sich für Moor mit verhältnismäßig wenig Bruchwaldtorfvorkommen mit unzersetzten Holzeinschüssen, während das zweite Verfahren einem solchen Vorkommen größeren Umfanges Rechnung trägt. Dieses Verfahren ist allerdings 20 bis 30% teurer, je nach Umfang der Leistung, weil die Anlage- und Betriebskosten größer sind.

Beide Verfahren kennzeichnen sich dadurch, daß das Lösen und Laden der Moormassen durch Greif- oder Eimerseilbagger bzw. Löffelbagger von der entwässerten Sandoberfläche aus im Trockenen geschieht, so daß ein Gewinnen der Moormassen, ohne sie mit dem unterlagerten Sand zu vermischen, möglich ist, das Verschlammen und vollständige Zerfasern in dem Umfange, daß eine Kreiselschlammpumpe den erzeugten Schlamm ohne Saughöhe weiterdrücken kann, durch Hochdruckwasserzusatz von nur etwa 50% und etwas darüber, je nach Wassergehalt der Torfmasse, in engen Räumen mit Rechenanordnung geschieht, die einmal fahrbar und das andere Mal ortsfest angeordnet werden.

[3]) Einen ähnlichen Vorschlag machte Bartel schon in seinem Werk, wo er feststellte, daß die Verwendung von Spritzwasser zum Lösen des Moores unwirtschaftlich und besser durch Bagger zu ersetzen sei. (Vgl. 2. Aufl., S. 71.)

Bei der Beschreibung der beiden Verfahren soll der Zweckmäßigkeit halber eine achtstündige Schichtleistung von rd. 2000 m³ zugrunde gelegt werden, um später Vergleiche mit dem russischen Verfahren anstellen zu können. Selbstverständlich können kleinere und größere Aggregate gewählt werden.

A. Verfahren mit fahrbarer Vorrichtung.

Für Moorlagerungen mit verhältnismäßig geringem Vorkommen von unzersetzten Holzeinschüssen.

Der Moorboden wird mittels eines Greif- oder Eimerseilbaggers mit einem Spezialkorb für Moorboden von 3 m³ Inhalt gelöst, während der Korb für normale Bodenbaggerung nur 2 m³ faßt (z. B. Modell VI der Firma Menck & Hambrock, Altona). Die vorgesehene Vergrößerung des Inhaltes des Korbes um 50% ist nicht nur zulässig, sondern nötig, weil das spezifische Gewicht des Moorbodens nur 1,02 beträgt und die Vergrößerung des Eigengewichtes des Korbes von 2 auf 3 m³ kaum 50% ausmacht, so daß das Gewicht des mit Moor beladenen 3-m³-Korbes gleich dem des mit gewöhnlichen Bodenarten gefüllten normalen 2-m³-Korbes ist. Der Greifer arbeitet dabei von der Sandoberfläche aus; zu diesem Zwecke ist bei Beginn des Abtrages ein kurzes Stück (etwa 50 m) des Kanalaushubquerschnittes anderweitig, z. B. von Hand auszuheben. Dieser Greifbagger dient zweckmäßig zugleich dazu, mit einem 2-m³-Korb den Sandboden zu lösen und unmittelbar in die Seitendämme bzw. in Fördergefäße zu laden (vgl. Abb. 2).

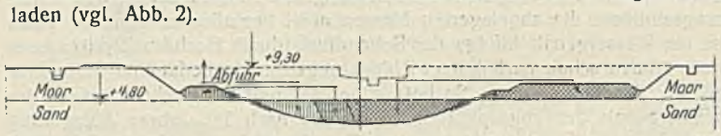


Abb. 2.

Der Moorboden wird in eine besondere Vorrichtung[4]) geladen, in der der Moorboden durch Hochdruckwasserzusatz pumpfähig verschlammt und mittels Kreisel und Rohrleitungen beliebig auf die Spülflächen befördert wird.

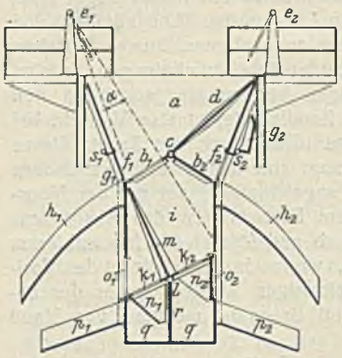


Abb. 3.

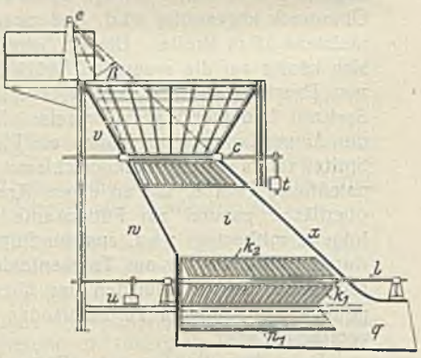


Abb. 4.

Abb. 3 zeigt einen schematischen Querschnitt, Abb. 4 einen Längsschnitt dieser Vorrichtung. In Abb. 4 sind die untere Wechselklappe II und die seitlichen Reinigungsöffnungen fortgelassen.

Der gelöste Boden wird in den Schüttkasten (a) geladen. Der Bodenabschluß dieses Schüttkastens ist satteiförmig und besteht aus zwei festen Grobrosten größerer Maschenweite (b^1 und b^2). In der Mitte trägt der Boden die Lager (c) für die einseitige Wechselklappe I (d).

Durch Zusatz von Hochdruckspritzwasser von 10 at Druck aus Spritzen, die um zwei feste Punkte (e^1 und e^2) drehbar sind und abwechselnd durch einen Mann bedient werden, wird der Boden durch die Maschen der Roste getrieben, während Fremdkörper, die größer als die Maschenweite sind, vor den Rosten festgehalten werden.

Die Wechselklappe wurde angeordnet, um ein ungestörtes Reinigen eines Siebes zu gewährleisten, während der Lade- und Spülbetrieb bei umgelegter Klappe mit Hilfe eines zweiten weitergeht.

Zu beiden Seiten des Bodens werden zum Zwecke des Reinigens der Siebböden in den Seitenwänden trapezförmige Reinigungsöffnungen (f^1 und f^2) und ebensolche Verschlußklappen (g^1 und g^2), die durch Bedienungsstege leicht zugängig sind, und anschließend Rutschen angeordnet (h^1 und h^2). Fremdkörper fallen beim Öffnen der Klappen durch ihr Eigengewicht infolge der schrägen Anordnung der Rostböden heraus und auf die Rutschen, während etwa zwischen den Roststäben eingeklemmte Stücke durch den Bedienungsmann mittels Harke herausgezogen werden können.

Die Richtung der Roststäbe wird radial zu dem dazugehörigen Spritzwasserstrahl des fest angeordneten Spritzgerätes gewählt, damit durch diesen Rost nur möglichst wenig lebendige Kraft des Spritzwasserstrahls vernichtet wird und der durchgetretene Strahl imstande ist, auch auf das

[4]) Vom Verfasser gemeinsam mit der Bauunternehmung H. Möller, Wilhelmshaven, konstruiert.

folgende Feinsieb (k) zu wirken, von dem die durch das Grobsieb hindurchgetriebenen Bodenmassen aufgefangen werden, außerdem quer zur Längsrichtung des Gerätes, damit das Aufreinigen der Roste von eingeklemmten Stücken von dem seitlichen Bedienungssteg aus leicht geschehen kann.

In der an den Boden des Schütt-Trichters anschließenden vollständig abgeschlossenen Spülrinne (i) werden dann die soeben genannten Feinsiebe (k^1 und k^2) vorgesehen, die um die Welle (l) drehbar sind und gleichzeitig mit der Wechselklappe II (m) und den Abschlußblechen (n^1 und n^2) der seitlichen Reinigungsöffnungen (o^1 und o^2) — durch Rippen versteift — fest verbunden sind.

Das Drehen dieser gesamten Vorrichtung um die Welle (l) legt die Wechselklappe II um. Dadurch wird das eine Sieb zum Reinigen in die geneigte Lage gebracht bei gleichzeitigem Öffnen der seitlichen Reinigungsöffnungen, während das vorher gereinigte Sieb in Betriebstellung gebracht wird bei gleichzeitigem Schließen der entsprechenden seitlichen Reinigungsöffnungen.

Die Richtung der Maschen der Feinsiebe wird wieder radial zum dazugehörigen Spritzwasserstrahl angeordnet, damit noch genügend lebendige Kraft des Spritzwasserstrahls übrigbleibt, um das durchgetriebene Gemisch aus Boden und Wasser aus der leicht geneigten Abflußrinne fortzuschieben, und zwar quer zur Längsachse, damit die Siebe vom seitlichen Bedienungssteg aus leicht gereinigt werden können. An die seitlichen Reinigungsöffnungen schließen wieder seitliche Rutschen (p^1 und p^2) an, durch die kleine Fremdkörper abgeschieden werden.

Der Maschenabstand wird derartig eng gewählt, daß die gewünschte Zerkleinerung des Bodens eintritt, daher sind die Siebe für die verschiedenen Bodenarten gegebenenfalls auszuwechseln.

Der mit dem Hochdruckwasser vermischte, spülfähig zerkleinerte und von Fremdkörpern befreite Boden wird unter dem letzten Sieb durch eine geschlossene, geneigte Rinne (q), die in der Längsrichtung durch die Zwischenwand (r) unterteilt ist, damit durch den abfließenden Schlamm und den hierauf wirkenden Spritzwasserstrahl bei Reinigen der unteren Siebe keine Störungen auftreten, in das Spülgefäß, das auf besonderem Wagen anschließt, geleitet.

Hier kann noch Wasser geringen Druckes zugesetzt werden, falls dieses zum Fortpumpen des Bodens erforderlich ist, da Hochdruckspritzwasser nur in solcher Menge zugesetzt wird, um ein genügendes Zerkleinern des Bodens und Abscheiden von Fremdkörpern zu erreichen.

Wie Abb. 4 zeigt, geschieht das gleichzeitige Umlegen der Wechselklappen in entgegengesetzter Richtung. Der Antrieb der Wellen der beiden Wechselklappen wie auch jener der oberen seitlichen Reinigungsklappen (s^1 und s^2) geschieht durch gemeinsamen Antrieb von einer Stelle aus, und zum Zwecke des leichteren Umlegens an den Wellen (c und f) werden Gegengewichte (t und u) angeordnet.

Die rückseitige Abschlußwand des Schütt-Trichters (v) und der Spülrinne (w) sowie die vordere Abschlußwand der Spülrinne (x) sind parallel zu der hier wirkenden Spritzwasserstrahlebene geführt, damit sich kein Boden festsetzen kann und keine Verstopfungen entstehen können, so daß ein ungehindertes Umlegen der beweglichen Teile gewährleistet ist. Der Spritzwasserstrahl braucht nur innerhalb der Winkel α und β gesteuert zu werden.

Diese Vorrichtung wird auf einem Unterwagen befestigt, der durch Räder, die auf Schienen und Schwellenstößen laufen, oder durch Raupenbänder beweglich gemacht wird. An die Abflußrinne schließt ein zweiter Wagen, der den Torfschlamm-Ausgleichbunker von etwa 60 m³ Inhalt trägt, an. Dieser dient dazu, die nicht ganz gleichmäßige Beschickung durch den Greifbagger infolge unregelmäßiger Spiele und verschiedener Füllungsgrade bei gleichbleibendem Wasserzusatz auszugleichen und bei Unterbrechungen Stöße in den Rohrleitungen zu vermeiden. Auf der unteren Rahmenkonstruktion der besonderen Vorrichtung sind die Hochdruck- und Schlammpumpe nebst Antriebmaschinen von 150 und 75 PS montiert. Die gesamte Vorrichtung hat ein Eigengewicht von rd. 50 t.

Die feste Anordnung der Hochdruckwasserspritzen auf der besonderen Vorrichtung und die deshalb nur einige Meter lange Hochdruckwasserleitung ergibt schon gegenüber dem russischen Verfahren eine wesentliche Ersparung bei der Erzeugung des Hochdruckspritzwassers, da hierdurch die Arbeitskraft zur Überwindung der Rohrleitungswiderstände von bis zu 200 m Länge vermieden wird. Weil das Verbreien des Rohtorfes in engbegrenzten Räumen vorgenommen wird, ist es möglich, mit dem geringstmöglichen Wasserzusatz auszukommen, der nötig ist, um den Schlamm pumpfähig zu machen. Die Einführung von Grobrechen aus Rundeisen ermöglicht die mühelose Beseitigung von Einschüssen der Moorlagerung, wie Holz, Baumstubben u. dgl. Durch den Feinrechen, der ebenfalls aus Rundeisenstäben besteht, wird die vollständige Verbreiung und Zerfaserung zu einer homogenen Masse gewährleistet, so daß mechanische Schneidemesservorrichtungen u. dgl. überflüssig sind und Kraftaufwendungen dafür erspart werden. Die Anordnung von runden Roststäben gewährleistet, daß die Roste durch Moorfasern nicht verstopft werden können, da der Spritzstrahl beweglich ist und die einzelnen Stäbe mit wechselnden Angriffsebenen bearbeitet. Durch die getroffene Umschaltmöglichkeit von je zwei Rechen, die in den beiden Betriebstellungen umgewechselt werden, ergeben sich für das Reinigen keine Aufenthalte. Die Anordnung des Torfschlammbunkers mit dem Einlaufstutzen des Schlammkreisels am Boden sowie das Halten einer bestimmten Druckhöhe in diesem Behälter machen eine zusätzliche Einrichtung für das Ansaugen des Moorschlammes überflüssig.

Die Abbaubreite ist gleich der vierfachen Auslegerweite des Greif- oder Eimerseilbaggers. Es kann natürlich nur ein Bagger mit Raupenbandausrüstung Verwendung finden, da bei Schienenbaggern ein Fahren im Kreise unmöglich ist. Bei den 600- bzw. 1000-t-Kanälen beträgt die Abbaubreite rd. 70 m und die Länge eines Arbeitsabschnittes 35 m, wobei ein Greifbagger Modell VI der Firma Menck & Hambrock Verwendung findet. Bei einer mittleren Moormächtigkeit von 3 m werden somit in einem Abschnitt $70 \cdot 35 \cdot 3 = 7300$ m³ geladen und gefördert. Die Zeitdauer des Abbaues eines Abschnittes währt mithin drei bis vier Schichten. Bei dem Verfahren kann im Dreischichtentag gearbeitet werden, was bei dem zweiten Verfahren mit Fahrbetrieb kaum möglich ist. Im Sommer könnte hier höchstens vier Monate lang zweischichtig gearbeitet werden.

Die Leistung des Greifbaggers beträgt rd. 120 Spiele/h beim Laden in Wagen von vierfachem Löffelinhalt, die bei jedem vierten Hub am Bagger vorgeschoben werden müssen und etwa zwölf Pausen von je 5 bis 10 min für das An- und Abstellen der Züge je Schicht erforderlich machen, so daß theoretisch beim Laden in die Vorrichtung 180 Spiele möglich wären. Durchschnittlich soll aber mit nur 90 Spielen gerechnet werden; diese sind vom Verfasser sogar mit älteren Modellen im Dauerbetrieb leicht erreicht worden. Der Füllungsgrad beim Lösen von Moor ist erfahrungsgemäß bei Greifbaggern mit 100 % und bei Sand mit 60 % und der von Eimerseilbaggern beide Male mit 100 % anzunehmen. Mithin ergeben sich folgende Stundenleistungen:

	Greifbagger	Eimerseilbagger
bei Moorboden	$90 \cdot 3 = 270$ m³	$90 \cdot 3 = 270$ m³
bei Sand . .	$90 \cdot 1{,}2 = 108$ „	$90 \cdot 2 = 180$ „

Die Arbeitsweise ist derart gedacht, daß der Greifbagger, nachdem er einen Arbeitsabschnitt von rd. 35 m im Moor erledigt hat, zurückgeht und zumindest einen Teil des Sandes löst und in einen Deich verbaut, um so Vorflut für die Entwässerung der Sandoberfläche zu erhalten, von der aus gearbeitet wird. Bei trockenem Wetter und im Sommer, wenn der Verdunstungsgrad am größten ist, wird nur diese Mindestmenge an Sand ausgehoben und z. B. in einen Seitendeich verbaut; d. h. die Moorbeseitigung wird jetzt beschleunigt, um zum Herbst und bei lang andauernden Regenperioden Reservearbeit an Sand zu haben, während deren dann der Moorbetrieb stillgelegt wird. Eine außerordentliche Anpassungsmöglichkeit an die vorher nicht zu übersehenden Witterungseinflüsse ist mithin bei diesem Verfahren gegeben. Für die Umstellung des Arbeitsbetriebes von Moor auf Sand ist nur das Auswechseln des 3-m³-Korbes gegen einen solchen von 2 m³ Inhalt erforderlich, was in $^1/_2$ Stunde leicht geschehen kann. Während der Sandarbeit, die bei jedem Abschnitt mindestens eine Schicht erfordert, wird der Umbau der Spüleinrichtung einschließlich der Rohrverlegungen vorgenommen, so daß Arbeitspausen bei dem Bagger vermieden werden.

B. Verfahren mit ortsfester Spüleinrichtung.

Für Moorlagerungen mit verhältnismäßig umfangreichen, unzersetzten Holzeinschüssen.

Bei verhältnismäßig starkem Auftreten unzersetzter Holzeinschüsse, hauptsächlich des Bruchwaldtorfes, wie z. B. bei den ostpreußischen oder russischen Mooren, würde vor den Grobrosten der soeben beschriebenen Vorrichtung derart viel von den hier unbequemen Ästen festgehalten und beseitigt werden müssen, daß ein ungehinderter, ununterbrochener Betrieb doch in Frage gestellt wäre. In diesem Falle wäre das nun zu beschreibende Verfahren anzuwenden, allerdings nur dann, wenn das Auftreten von Bruchwaldtorf sehr überwiegt. Kleinere, gelegentliche Vorkommen würden mit ihren Störungen die Gesamtarbeitsleistung ja nicht wesentlich beeinflussen.

Das Lösen und Laden des Moorbodens geschieht (wie beim ersten Verfahren) von der Sandoberfläche aus durch zwei Menck & Hambrock-Löffelbagger, Modell IV, wobei der normale Löffel von 1 m³ Inhalt für allgemeine Bodenbaggerung wieder durch Spezialmoorlöffel von 1,50 m³ Inhalt ersetzt wird. Da bei diesem Verfahren das Moor zu den Spülstellen verfahren wird, um hier das Aussondern der Holzeinschüsse zentral vornehmen zu können, werden die Greif- oder Eimerseilbagger durch die leistungsfähigeren Löffelbagger ersetzt und zwei Bagger von je 1,50 m³ Löffelinhalt gewählt, da diese zusammen mehr leisten als ein 3-m³-Löffel, weil die Dreh- und Arbeitsgeschwindigkeit der Bagger um so größer ist, je kleiner sie sind.

Während der Einrichtungszeit der Baggerbetriebe wird auf einer Strecke von etwa 300 m das Moor des halben Querschnitts der Abtragfläche z. B. von Hand mittels Patentgleisbetrieb beseitigt, damit das Baggeransetzen und Vorstrecken der Gleise von der Sandoberfläche aus geschehen kann.

Das Fortschaffen zu den Ablagerungsflächen geschieht durch zwei Züge von Selbstkippern 900 mm Spur. Es werden neuzeitliche eiserne Kastenselbstkipper von normal 5,3 m³ Inhalt vorgesehen. Die Kasten der Wagen erhalten Aufsatzkasten, so daß sie in der Lage sind, 10 m³ aufzunehmen. Die von jedem Wagen zu befördernde Last entspricht dann dem normalen Gewicht gewöhnlicher Erdmassen = 10 t. Jeder Zug besteht aus 20 Wagen. Es müssen daher für eine Durchschnittsleistung von 200 m³ in achtstündiger Schicht 200 Wageninhalte erzielt werden. Mithin müssen in jeder Schicht 10 Züge geleistet werden; somit stehen für jeden Zug $\frac{8 \cdot 60}{10} = 48$ min zur Verfügung. Es können aber bei einer durchschnittlichen Fahrweite von 1 km leicht in jeder Schicht 16 Züge und noch mehr fahrtechnisch erzielt werden.

Das Beladen der Züge geschieht nun folgendermaßen: Jeder Löffelbagger nimmt einen Streifen von etwa $^1/_4$ der Moorabtragbreite in Angriff. Jedem Löffelbagger wird durch je eine leichte Lokomotive von 100 PS und 900 mm Spur ein Halbzug von zehn Wagen zugestellt und durch diese Lokomotive am Bagger verfahren, nachdem der ganze Zug in dem hinter beiden Baggerstellen liegenden Wechsel getrennt worden ist. Nach dem Beladen werden die beiden Halbzüge in diesem Wechsel zu einem Transportzug von 20 Wagen zusammengestellt und mittels einer schweren Lokomotive von 180 PS und 900 mm Spur zur Spülfläche gefahren.

Bei den vorgesehenen großen Transportwagen (sechsfacher Löffelinhalt) kann für den leichten Moorboden bei dem gewählten Gerät M IV mit drei Spielen/min im Dauerbetrieb gerechnet werden, so daß bei Annahme eines Füllungsgrades des Löffels von 100 % durch beide Bagger zusammen 9 m³/min geleistet werden können, d. h. die Ladezeit betrüge dann 22 min. Rechnet man nun noch 8 min für die Verschiebearbeit der beiden Halbzüge in den Wechsel, so ist ersichtlich, daß auch baggertechnisch 16 Züge geleistet werden können.

Das Zeitprogramm für das Verfahren des Bodens zu den Spülflächen sieht bei einer mittleren Fahrlänge von 1 km wie folgt aus.

Nach dem Beladen bis zum Zustellen der beiden Halbleerzüge an die Bagger sind erforderlich:

vom Bagger den Wechsel	2 min
Fahrt vom Wechsel zur Spülstelle	8 „
Kippen in den Bunker	4 „
Umsetzen der Lokomotive in Ziehstellung . . .	2 „
Leerzug in den Wechsel	6 „
zwei Halbleerzüge zum Bagger	2 „
	24 min.

Es genügt für gewöhnlich eine Transportlokomotive, da diese nur 20 min für jede Halbstunde fährt und somit genügend Zeit zur Ergänzung von Kesselspeisewasser, Kohlen usw. verbleibt. Als Reserve und zum Drücken auf die Kippe, sowie für etwaige lange Transporte ist außerdem eine zweite (bzw. dritte) schwere Lokomotive vorzusehen.

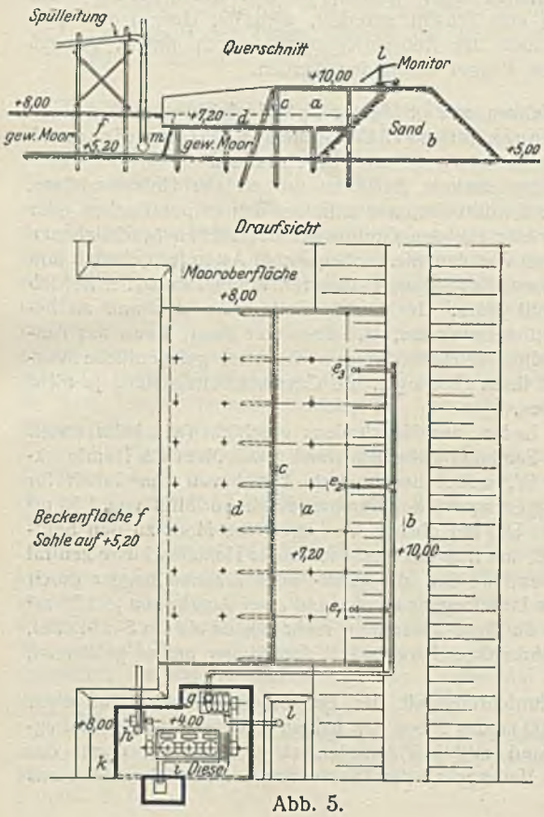


Abb. 5.

Vor jeder Ablagerungsfläche sind stationäre Spüleinrichtungen herzustellen gemäß Abb. 5.

Wie daraus ersichtlich, wird der beladene Zug von dem Sanddamm mit einer Krönenhöhe, die rd. 5 m über der Moorunterkante liegt, in den aus hölzerner Schalung, Pfahlrosten mit Verankerung usw. hergestellten 25 m langen Bunker (*a*) gekippt. Der Sanddamm (*b*) wird über dem einen Kanaldeich mit der erforderlichen Überhöhung (2 bis 3 m) behelfmäßig hergestellt und später wieder beseitigt. Die Sohle des Spritzbunkers liegt 2,80 m tiefer, er erhält einen Querschnitt von 12 m² und soll mit durchschnittlich 8 m³/lfd. m gefüllt werden. Mithin nimmt dieser Bunker einen ganzen Zuginhalt von 200 m³ auf. Dieser Bunker wird in der Längsrichtung durch eine senkrechte Pfahlwand (*c*) mit Zwischenräumen abgeschlossen. Die Größe der Zwischenräume ist gegebenenfalls durch Versetzen eiserner Gitter entsprechender Maschenweite so zu regeln, daß nur pumpfähiger Schlamm hindurchkann. Daran schließt sich eine Abflußführung (*d*) aus Holztafeln in voller Längenausdehnung des Bunkers an. Die vorgesehenen drei Monitore (e_1, e_2, e_3) sind fest montiert; sie werden nach Beschickung des Bunkers der Reihe nach einander abwechselnd in Betrieb gesetzt, und nach dem Abspritzen der Reichweite eines Monitors werden die dort liegengebliebenen größeren Holzeinschüsse beseitigt, gegebenenfalls durch besonderen Greifer. Das Verschlammen der 200 m³ bis zur Pumpfähigkeit soll im Höchstfalle 10 min in Anspruch nehmen; die Hochdruckpumpe wird zur Erzeugung des nötigen Spritzwassers entsprechend bemessen, d. h. es sind 100 bis 120 m³ Spritzwasser innerhalb 10 min = 160 bis 180 l/sek zuzusetzen. Der Druck an den Düsen der Monitore soll 10 at betragen. Der erzeugte Schlamm fließt in ein im anstehenden Moor ausgehobenes Vorratsbecken (*f*) von rd. 4000 m³ Fassungsvermögen (Grundfläche = 2000 m²) mit der Moorsohle auf 0,30 m über der Sandsohle, so daß eine Vermischung mit dem Sande der Unterlagerung vermieden wird. Das Fassungsvermögen entspricht einer Schichtleistung von acht Stunden, damit bei irgendwelchen Störungen im Pumpbetrieb der Kipp- und Spritzbetrieb weitergehen kann. Nach der Verschlammung wird mittels Schlammkreisels 450/350 von 1800 mm Durchm. und 180 mm Flügelbreite, dessen Einlaufstutzen (*m*) am Boden liegt, in etwa 15 min der hergestellte Moorschlamm auf die Spülfläche gepumpt, die unmittelbar anschließt.

Hochdruckpumpe (*g*), Schlammpumpe (*h*) sowie die gemeinsame, abwechselnd zu kuppelnde Antriebmaschine (*i*) (Dieselmotor) sind in der aus Beton hergestellten Maschinenkammer (*k*) aufgestellt, deren Sohle 1 m unter Moorunterkante liegt.

Neben der Maschinenkammer liegt der Vorratsbehälter für das Spritzwasser (*l*), der das Wasser mittels Kreiselpumpe von 200 bis 250 mm Durchm. aus der Wasserhaltung des Sandaushubes des Kanals erhält.

Bei dem geringen Querschnitt des Spritzbunkers gegenüber dem einer 10 m breiten Abbaupütte (8 bis 10 : 30) ist ein Auskommen mit dem technisch geringst möglichen Wasserzusatz gewährleistet.

Die Schlammrohrleitung wird hier zunächst mittels Standrohrs bis zum höchsten Punkte der Rohrleitung hochgeführt und mit Schnüffelventilen ausgestattet, die in Abständen von 300 bis 400 m angeordnet werden müssen, damit in der Rohrleitung kein Unterdruck entstehen kann.

Die Abmessungen der Rohrleitungen sind ähnliche wie beim oben beschriebenen russischen Spritztorfverfahren. Bei der Bemessung wird die Fließgeschwindigkeit zu 1 m/sek angenommen. Die Wandstärke genügt mit 2 bis 3 mm, da z. B. bei einer Rohrlänge von 1000 m der größte Druck nur etwa 2 at beträgt und ein nennenswerter Verschleiß nicht wie beim Spülen von Mineralböden, sondern allenfalls durch Rost entsteht.

C. Die Spülflächen.

Die Ablagerungsflächen für die Moormasse werden von Spüldeichen umgeben, die eine Höhe von etwa 2 m erhalten, da die Flächen am besten mit höchstens 3 m Stärke im Mittel belegt werden, d. h. in der Mitte 4 m und an den Deichen 2 m (Gefälle 1 : 100). Die Spüldeiche werden zweckmäßig aus Bunkererdesoden hergestellt und erhalten bei 2 m Höhe eine Fußbreite von 4 m und eine Kronenbreite von rd. 2 m. Die Bunkererde gibt den standfestesten Deich, da die Moose noch leben und daher der Zusammenhalt der einzelnen Soden, die im Verband verlegt werden, gegenüber dem toten Torf bedeutend größer ist. Die Spülrohre werden hier auf Spülgerüsten verlegt, deren Querholm 4 m hoch über der Mooroberfläche liegt. Das Belegen der Spülflächen mit dem Brei geschieht von diesen Gerüsten von der Mitte aus, fortschreitend zu den Deichen hin, und da ein verhältnismäßig dicker Brei gefördert wird, stellt sich allmählich ein Gefälle der Spülflächen nach den Deichen zu ein, so daß ein langsames Fließen der aufgegebenen Torfbreimengen in Gerinnseln gewährleistet ist. Hierdurch wird die Verdunstung des zugesetzten Wassers sehr gefördert. Da aber nur 50 % Spritzwasser zugesetzt wird, die Ansaugekapazität des Rohmoores bedeutend größer ist (175 %), entsteht allein schon aus diesem Grunde kein Abwasser. Außerdem kommt noch die Verdunstung hinzu, die jährlich etwa 700 mm beträgt. Diese würde allein bei bis zu 100 % Wasserzusatz genügen, das Abwasser zu beseitigen, zumal die Zahl für stehende Gewässer gilt und bei den kleinen Gerinnseln eine viel größere Zahl zugrunde zu legen ist. Es empfiehlt sich, außerhalb der Spüldeiche einen kleinen Entwässerungsgraben anzulegen, der Gefälle nach der Aufgabestelle der Spülflächen hin hat, um gegebenenfalls wider Erwarten entstehendes Spülwasser zurückführen und gegebenenfalls nochmals über die Spülflächen leiten zu können, damit das Wasser, das weder verdunstet noch kapillar aufgenommen werden konnte, bei der zweiten Beschickung verdunstet. Die parallel zueinander angeordneten Gerüste erhalten eine

gegenseitige Entfernung von 200 m, falls die Spülflächen ein Vielfaches dieser an Ausdehnung haben sollten. Bei dem russischen Spritzverfahren wird die Spülfläche von den Spüldeichen aus, also von außen her beschickt, weil bei diesem Verfahren die Anordnung eines Spülgerüstes zwecklos wäre, da dauernd Wasser auf die Spülfläche gegeben wird, das weder verdunstet noch kapillar aufgenommen wird, und daher eine Gefälleerzeugung auf der Spülfläche selbst unmöglich ist

D. Kosten der Verfahren.

Es soll das erste Verfahren mit der fahrbaren Spülvorrichtung betrachtet werden.

Während die Geräte- und Einrichtungskosten bei dem russischen Verfahren und dem des Verfassers ziemlich gleich sein werden, ebenso die Lohnkosten (die Belegschaft ist bei dem letzteren Verfahren um einige Köpfe geringer), die auch schon an und für sich sehr gering sind (bei 12 bis 16 Köpfen 7 bis 10 Pfg./m³), interessiert hauptsächlich der Nachweis der Betriebskosten für die Antriebmaschinen. Es sollen zwei Spülentfernungen angenommen werden, und zwar 1000 m und 2000 m. Eine Schlammpumpe soll bis zu 1000 m leisten, dann folgt eine zweite für die nächsten 1000 m usw. Beim Verfahren des Verfassers soll mit einer Zusatzwassermenge von 60 % und bei dem russischen Verfahren mit 175 % gerechnet werden. Es ergeben sich dann nebenstehende Antriebkräfte.

Auf Genauigkeit in den Einzelheiten will diese Berechnung keinen Anspruch erheben, kleine Verschiebungen innerhalb des Gesamtergebnisses sind möglich, da genaue wissenschaftliche Beobachtungen dem Verfasser nicht zur Verfügung stehen; doch dürfte sie im wesentlichen wohl zutreffen, da das Rechnungsergebnis sich angenähert mit dem tatsächlichen Stromverbrauch deckt.

Hieraus ist zu ersehen, daß bei 1000 m Spüllänge die Pumparbeit beim Verfahren des Verfassers rd. 1 kW/m³ beträgt und für jede Vermehrung der Spüllänge um 1000 m 0,15 kW mehr, während diese Zahlen bei dem russischen Verfahren ungefähr das Doppelte ausmachen; bei einer Spüllänge von 1000 m ist hier eine Antriebenergie von 2,10 kW erforderlich, die für je 1000 m Förderlänge mehr um 0,3 kW steigt.

Es ergibt sich daher, daß das Verfahren des Verfassers in den Betriebskosten der Maschinen um rd. 50 % und in den gesamten Selbstkosten, Lizenzen für Patente nicht mitberechnet, um rd. 20 % billiger ist.

Bei dem zweiten Verfahren des Verfassers, bei dem das Moor erst verfahren, dann vor der Spülfläche spülfähig gemacht und dann gespült wird, sind die Kosten naturgemäß erheblich höher; diese müssen von Fall zu Fall gemäß den zu verwendenden Geräten berechnet werden. Bei einer Leistung von 2000 m³/Schicht und einer mittleren Transportweite von 1,5 km betragen die Mehrkosten der gesamten Selbstkosten etwa 30 %. Schätzungsweise dürften sie je nach Umfang der Arbeit wegen der verschiedenen Belastungen durch die gleichbleibenden Einrichtungskosten 20 bis 30 % ausmachen.

Die vorstehende Untersuchung hat ergeben, daß das Verfahren des Verfassers den zum Schluß des I. Abschnitts gestellten Forderungen in technischer und landeskultureller Beziehung entspricht und wirtschaftlicher als andere ist.

Die Moorablagerungsflächen brauchen nur vorübergehend mit dem sandfreien Torfbrei belegt zu werden, der nach kurzer Zeit mit weniger Wassergehalt zurückbleibt, als er als Hochmoor hatte, und daher für eine beliebige spätere Beseitigung den wirtschaftlichen Anreiz gibt.

Abwässer werden vollständig vermieden, so daß eine Verunreinigung von Vorflutern nicht entsteht.

Gegen das Verfahren des Verfassers wurde geltend gemacht, daß eine gewöhnliche Baggerkreiselpumpe nicht in der Lage sei, Torfschlamm zu fördern, da sie sich dauernd verstopfen würde. Wie schon nachgewiesen, wird der Torfschlamm bei dem russischen Verfahren ebenfalls durch gewöhnliche dreiflüglige Kreiselpumpen mit achsialem Einlauf gefördert, nachdem vorher geringe Teile größerer fester Beimengungen des Schlammes durch eine zusätzliche Turbinenpumpe zerrissen worden sind, und durch diese die Förderung im Ansaugestutzen geleistet wird.

Verfahren des Verfassers. bei	1000 m Spüll.	2000 m Spüll.
200 m³/h Rohmoormasse = 0,056 m³/sek		
60 % Hochdruckwasserzusatz = 0,034 „		
zu fördernde Schlammasse = 0,090 m³/sek		
a) Greiferantriebkraft nach Erfahrung	0,400 kW	0,400 kW
b) Erzeugung von Hochdruckwasser:		
Bei 10 at Überdruck an den Spritzdüsen sind 11 at an der Hochdruckpumpe zu erzeugen, um den Rohrleitungswiderstand von 5 bis 10 m Länge zu überwinden $N = \frac{\gamma Q H \cdot 1000}{\eta_p \eta_m \cdot 75}$		
worin γ = spez. Gewicht; Q = Wassermenge m³/sek; H = Druckhöhe in m; η_p = Wirkungsgrad der Pumpe (mit 60 % sehr vorsichtig angenommen); η_m = Wirkungsgrad der Antriebmaschine		
mithin $N_i = \frac{1{,}0 \cdot 0{,}034 \cdot 110 \cdot 1000}{0{,}6 \cdot 0{,}82 \cdot 75}$ = 120 PS	0,375 kW	0,375 kW
c) Schlammkreisel:		
Erforderliche Druckhöhe gem. Paulmann u. Blaum, 2. Aufl., Die Naßbagger $H = h_d + \frac{1}{100} p \cdot 10$		
p = 0,13 (für leichten Boden)		
Steigrohr am Spülgerät 6,00 m		
mithin $H = 6{,}00 + 10 \cdot 0{,}13 \cdot 10 = 19{,}0$ m		
mithin $N_i = \frac{\gamma Q H \cdot 1000}{0{,}6 \cdot 0{,}82 \cdot 75}$		
$= \frac{1{,}02 \cdot 0{,}090 \cdot 19 \cdot 1000}{0{,}6 \cdot 0{,}82 \cdot 75} = 47$ PS	0,175 kW	
$N_i = 2 \cdot 47 = 94$ PS		0,350 kW
	0,950 kW	**1,125 kW**
Russisches Spritztorfverfahren.		
200 m³/h Rohmoormasse = 0,056 m³/sek		
175 % Hochdruckwasser = 0,098 „		
zu fördernde Schlammasse = 0,154 m³/sek		
a) Hochdruckwassererzeugung:		
Erfahrungsgemäß Rohrleitungsverluste etwa 50 %		
mithin $N_i = \frac{1{,}0 \cdot 0{,}098 \cdot 150 \cdot 100}{0{,}6 \cdot 0{,}82 \cdot 75}$ = 400 PS	1,500 kW	1,500 kW
b) Schlammkreisel:		
$N_i = \frac{1{,}02 \cdot 0{,}154 \cdot 19 \cdot 1000}{0{,}6 \cdot 0{,}82 \cdot 75}$		
$= 81$ PS $= \frac{60}{200}$	0,300 kW	0,600 kW
c) Turbinenpumpe zum Ansaugen und mechanischen Weiterzerkleinern geschätzt auf	0,300 kW	0,300 kW
	2,100 kW	**2,400 kW**

Durch Anordnung von Rechen und Vermeiden des Ansaugens kann das Verfahren des Verfassers auf derartige mechanische Schneidevorrichtungen vollständig verzichten, zumal ein 10-at-Wasserstrahl viel besser den Torf verbreit und zerfasert als jede mechanische Schneidevorrichtung. Spülerfachleuten kann dieser Einwand überhaupt nicht gemacht werden. Die Fasern der Sphagnumarten können eine Kreiselpumpe von über 1 m Durchm. nicht so verstopfen, daß ein ununterbrochener Pumpbetrieb in Frage gestellt wäre.

Alle Rechte vorbehalten.

Die Ingenieurbauwerke beim Umbau des Bahnhofes Beuthen O.-S.

Von Reichsbahnoberrat Max Roloff in Oppeln.

(Schluß aus Heft 17.)

Der Post- und Eilguttunnel (Abb. 11) wurde wegen des hohen Dammes als geschlossener Querschnitt ausgebildet und auf Sand, sandigem Lehm oder lehmigem Bauschutt gegründet. Die Eisenbetonwände der Aufzugschächte sollten von den anschließenden Gewölbemauern unbeeinflußt bleiben und sind deshalb von ihnen durch Fugen getrennt, die durch Asphalterzeugnisse geschlossen sind. Über jeder Einfahrt zum Schacht ist ein Eisenbetonbalken verlegt, der das dort einhüftige Gewölbe abfängt und an seinen Auflagern in die vollen Gewölbeteile links und rechts vom Aufzug eingebunden ist. Ursprünglich war beabsichtigt, das Gewölbe selbst in den Umrissen des Querschnittes *I—K* der Abb. 11 in unbewehrtem Beton herzustellen und nur die Sohle zu bewehren. In dieser Weise wurden auch die südlichen 20,5 m zunächst ausgeführt. Da stellten sich Bedenken gegen das unbewehrte Gewölbe ein. Nach dem Vorschlag der Nast-Bau-AG. in Gleiwitz, die den Tunnel baute, wurde dieser Teil in folgender Weise verstärkt: Es wurden in die Tunnelwände Schlitze von etwas mehr als 60 cm Breite und von etwa 2,85 m Höhe an den Stellen *a*, *b*, *c*, *d* und *e* gestemmt und in diese die Rahmenfüße gemäß Schnitt *L—M* hineinbetoniert. Diese Rahmenfüße fingen die bereits fertigen Eisenbetonbalken über den Schachtöffnungen ab. Zwischen den Rahmen *a* und *b*, *c* und *d* und *e* wurde oben eine Eisenbetonplatte gespannt, die den

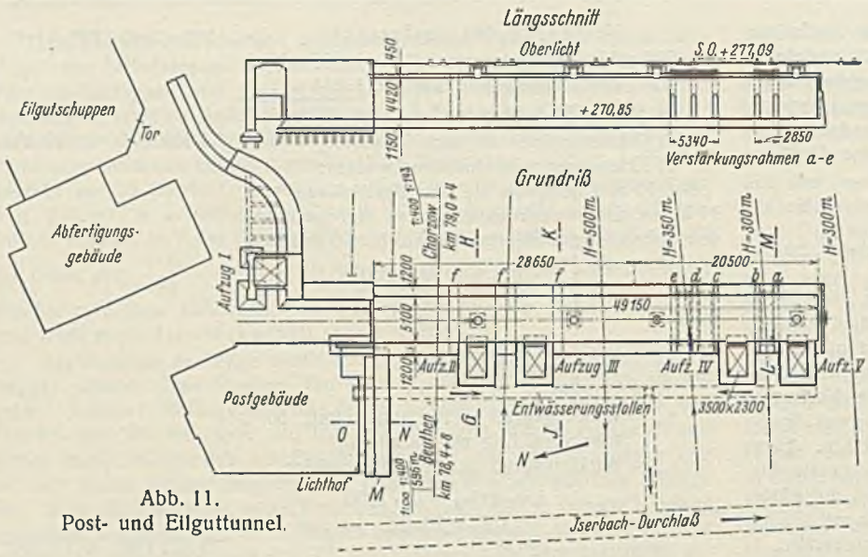
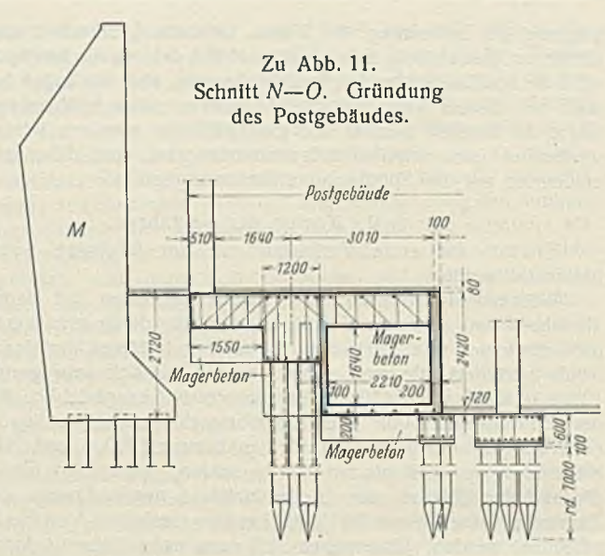
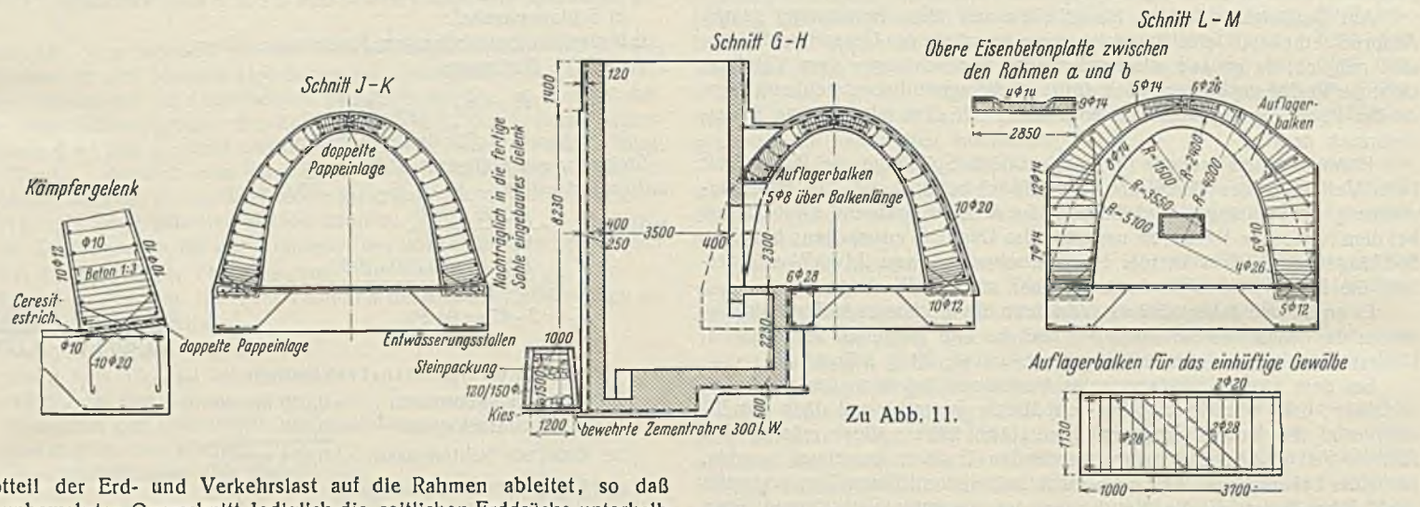


Abb. 11.
Post- und Eilguttunnel.



Zu Abb. 11.
Schnitt *N—O*. Gründung des Postgebäudes.



Zu Abb. 11.

Hauptteil der Erd- und Verkehrslast auf die Rahmen ableitet, so daß dem unbewehrten Querschnitt lediglich die seitlichen Erddrücke unterhalb der oberen Eisenbetonkappen verbleiben. Außerhalb dieser Verstärkung sind in der 20,5-m-Zone nur Karrwege und ihre Lasten aufzunehmen, so daß das unbewehrte Gewölbe hier genügt. In dem nördlichen 28,65 m langen Teil wurde der Tunnel nach Querschnitt *I—K* ausgeführt, und zwar in den Streifen *f*, in die die Auflagerkräfte der Unterzüge geleitet werden, mit vermehrten Eiseneinlagen. Die Südfläche wurde durch eine Eisenbetonwand geschlossen.

Bei den Bohrungen bis 7 m unter der Bauwerksohle war Grundwasser nicht gefunden worden. Gleichwohl zeigte sich Wasser, und zwar mit betonzerstörenden Eigenschaften, beim Bau der Maschinenkammern für die Aufzüge. Sie wurden in üblicher Weise in eine dreifache von Mauerwerk geschützte Asphaltpappschicht gesetzt. Als sich dann später doch noch Wasser in den Schachtgruben zeigte — die Dichtung war wohl durch unvorsichtiges Betonieren an einigen Stellen zerstört —, blieb nichts übrig, als für 11 300 RM bergmännisch einen Stollen hinter den Aufzügen

Abb. 12. Die einstielige hölzerne Bedachung des Post- und Eilgutbahnsteigs. Aufnahme von Osten mit Blick auf die Bahnsteighalle.

(Schnitt *G—H*) durchzutreiben, der das Wasser dem Durchlaß des Iserbaches unter dem Bahnkörper zuführt.

Die im Süden an den Tunnel anschließenden Mauern stehen auf 201 Betonpfählen, die bis zu 9,6 m in den Boden getrieben werden mußten. Da das Grundwasser einen hohen Gehalt an schwefelsauren Salzen aufwies, wurden nach Patent Mast Blechhülsen mit Holzspitzen durch eine Jungfer gerammt, innen mit Asphalt gestrichen und danach mit Beton gefüllt. An einigen Stellen zerdrückte das Steingeröll, durch das gerammt werden mußte, die Blechhülsen, so daß die Jungfer nicht herausgezogen werden konnte. Hier mußte dann zu außen ungeschützten quadratischen Eisenbetonpfählen gegriffen werden.

Die Rücksicht auf das Unterbringen der Betriebsgleise führte beim Bau des Tunnels zu drei Abschnitten. Mit der Errichtung des Eilgutschuppens und seines Abfertigungsgebäudes wurde im Sommer 1924 begonnen. Er, der Post- und Eilgutbahnsteig mit seiner einstieligen hölzernen Bedachung (Abb. 12) und der Post- und Eilguttunnel wurden am 18 Juni 1927 dem Verkehr übergeben. Der Eilgutschuppen am Westende des alten Empfangsgebäudes war am 31. August 1927 abgebrochen, so daß von da ab für das neue Empfangsgebäude ein Teil des Bauplatzes zur Verfügung stand.

Der Entwurf des dreistöckigen Postgebäudes hat manche Wandlung erfahren. Abb. 11, Schnitt *N—O* zeigt, daß schließlich zu einer Kragvorrichtung aus Eisenbeton mit einem Gegengewicht aus Magerbeton gegriffen werden mußte, um die Außenwand am Lichthof gegenüber der Mauer *M* zu stützen. Es bestanden nämlich große Bedenken, hart an ihr durch das Geröll neue Pfähle zu rammen, weil sie die alten unter ihr voraussichtlich in Mitleidenschaft gezogen hätten.

Die Pfeilerstellung der zweigleisigen Überführung der ROU-Bahn in km 78,2 + 18 mit sechs Öffnungen und eingleisigen Blechbalken vertrug sich nicht mit der neuen Gleislage. Der Entwurf für das Ersatzbauwerk begnügte sich mit einem einzigen Hauptgleis oben, weil die ROU-Bahn, die nach der Grenzziehung bereits 4,93 km nördlich der Brücke deutsches Gebiet verläßt, bei den veränderten Verhältnissen nur noch einen schwachen Verkehr aufwies. 1925 wurde der Platz für die neue Brücke freigemacht, indem die Blechbalken im Zuge des einen Brückengleises ausgebaut und die Pfeiler auf halbe Breite niedergerissen wurden. Zum Bau der Ersatzbrücke kam es aber nicht mehr. Es sickerte durch, daß

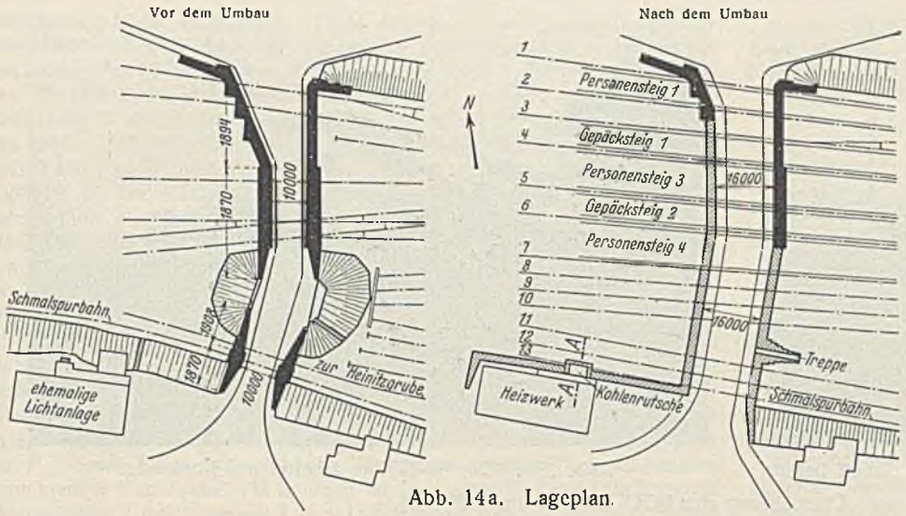


Abb. 14a. Lageplan.

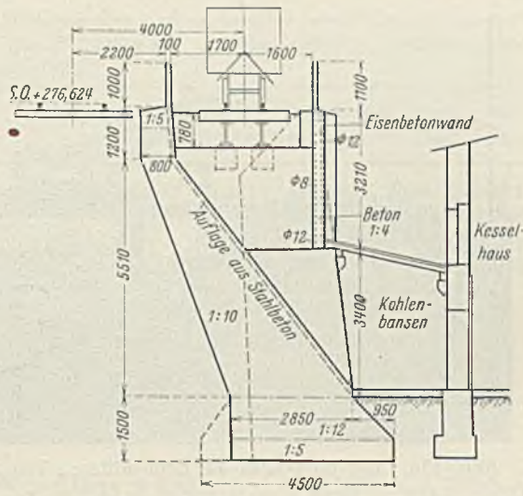


Abb. 14d. Querschnitt *A—A* durch die Kohlenrutsche.

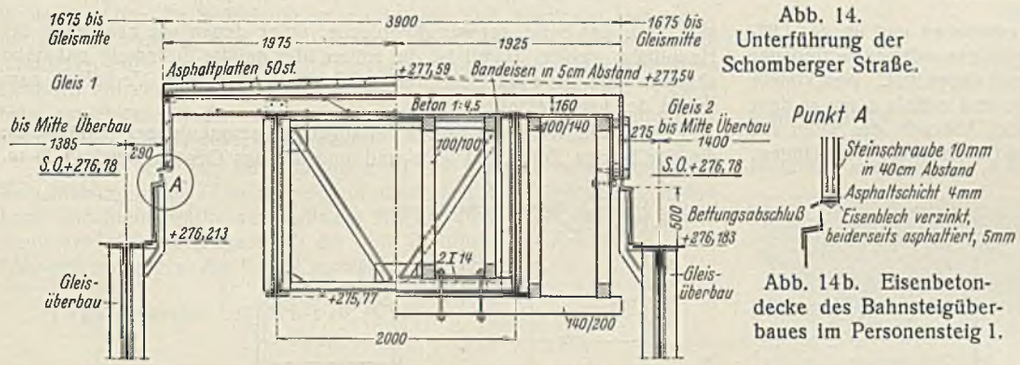
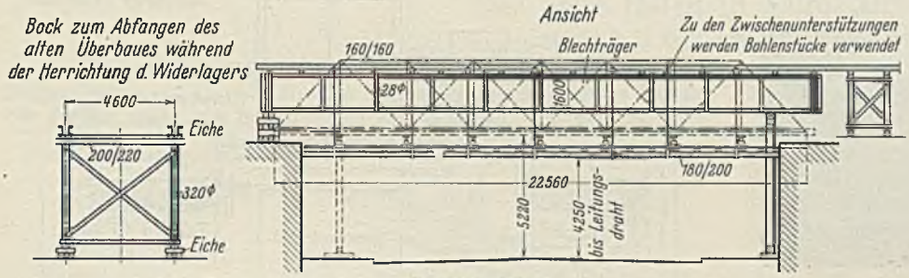


Abb. 14. Unterführung der Schomberger Straße.

Abb. 14b. Eisenbetondecke des Bahnsteigüberbaues im Personensteig 1.



Zu Abb. 14c.

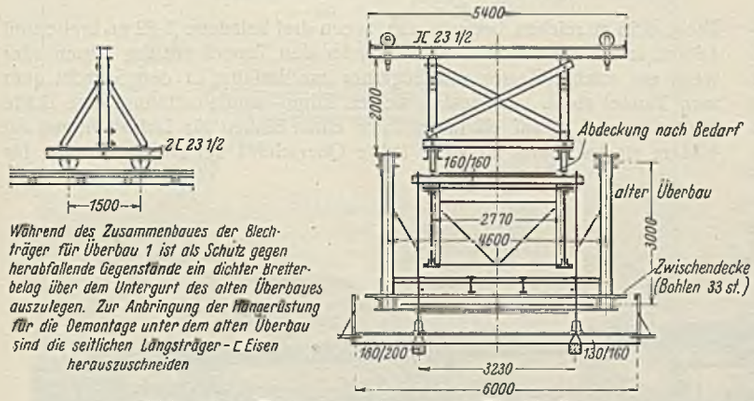


Abb. 14c. Einbringen des neuen Blechbalkens und Zerlegen des alten Fachwerküberbaues für Gleis 1 und 2.

Abb. 14e. Aufnahme von Süden.

Polen eine Umgehungsbahn Chorzow—Scharley baute, um keine Züge mehr durch den deutschen Korridor fahren zu müssen. Das Deutsche Reich hat dann jahrelang mit Polen wegen Abbruches der ROU-Bahn auf deutschem Gebiet, deren Fortbestehen im Genfer Abkommen verankert war, verhandelt. 1930 schritt die RBD zum Abbruch der Brücke. Wir sehen in Abb. 13a noch den mittleren Teil von ihr mit dem zum Abheben der Überbauten bereiten 60-t-Kran. In Abb. 13b ist dieser Kran dabei, einen Überbau des Nordendes der Unterführung, das der Zufahrt zum Güterbahnhof diente, wegzunehmen.

Die Unterführung der Schomberger Straße, wie sie vor Beginn des Bahnhofumbaues bestand, zugleich mit den Jahren ihrer Entstehung zeigt Abb. 14a. Die beiden nördlichen Gleise lagen je auf einem Fachwerküberbau, dessen größter 22,56 m Stützweite hatte, das Zufuhrgleis der Heinitzgrube auf einem Blechbalken. Den mittleren und den südlichen Teil des Bauwerks bildeten Gewölbe von 10 m l. W. Diese Unterführung, durch die auch die Straßenbahn geht, ist die verkehrsreichste im Stadtgebiet. Ihr Querschnitt reichte nicht mehr aus. Nach ihrem Umbau zeigt sie durchweg ≧ 16 m l. W. bei mindestens 4,4 m l. H. Zur Verbreiterung des nördlichen Teiles hatte die Stadt einen Zuschuß zu zahlen. Wir sehen auf dem Bauwerk zwölf eingleisige Gleisüberbauten der Hauptbahn mit Fahrbahn oben, durchgehendem Schotterbett und Stützweiten zwischen 23 und 18 m, einen ebenso ausgebildeten Überbau des Schmalspurgleises und fünf stählerne Bahnsteigüberbauten. Letztere sind mit Eisenbeton abgedeckt. Einzelheiten dazu gibt Abb. 14b, die auch zeigt, wie die Schalung für den Eisenbeton gestützt wurde. Durch Oberlichter mit Luxfer-Prismen wird tunlichst viel Tageslicht in die Unterführung gebracht. Der Gedanke, die Bahnsteigüberbauten ganz aus Eisenbeton herzustellen, wurde aufgegeben; sie an Ort und Stelle zu betonieren, verboten die hohen Kosten für das Abstützen der Schalung. Sie anderswo herzustellen und mit Kranen einzusetzen, erschien bedenklich. Die beiden nördlichen Fachwerküberbauten mußten Blechbalken weichen, weil sie die Durchführung des Bahnsteiges 1 hinderten. Der Arbeitsvorgang hierbei, wie ihn Beuchelt & Co. durchführten, ist aus Abb. 14c ersichtlich. Nachdem Schienen, Schwellen und Schotter entfernt waren, wurde der alte Überbau auf der Ostseite gehoben und bei Knotenpunkt 1 durch einen Bock auf dem Bürgersteig unterstützt. Danach nahm man die Lager heraus, richtete die neuen Auflagerbänke her, brachte über den Untergurten eine Abdeckung gegen herabfallende Niete an und entnietete Buckel- und Abschlußbleche. Inzwischen wurde der neue Überbau auf dem Bahnkörper in der

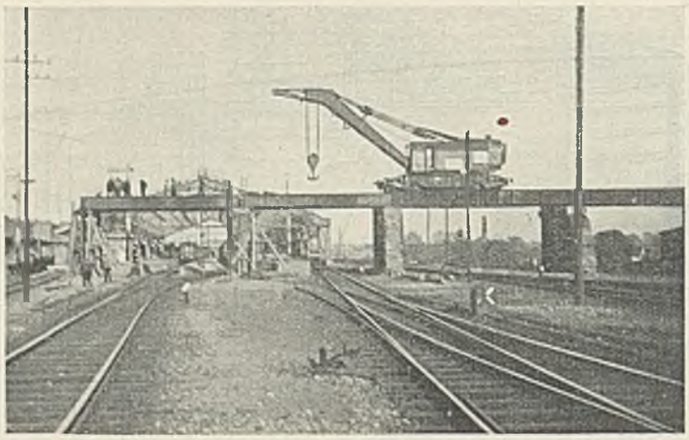


Abb. 13a. Der 60-t-Kran auf dem mitteren Teil zur Arbeit bereit.

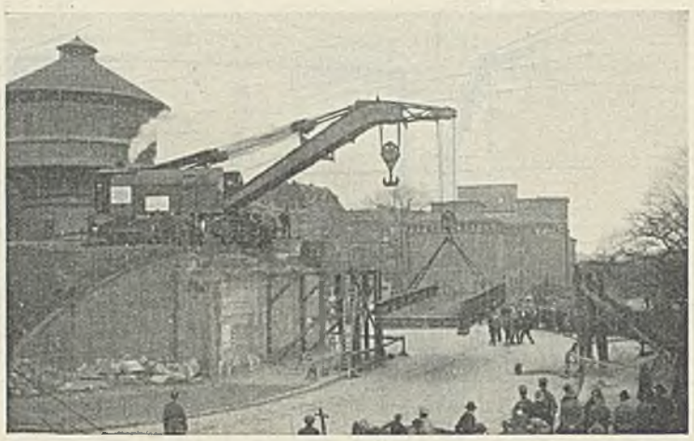


Abb. 13b. Der 60-t-Kran arbeitet am Nordende.

Abb. 13. Die frühere Überführung der ROU-Bahn in km 78,2 + 18.

Achse des alten zusammengebaut, in diesen geschoben und an der Ostseite durch Klotzlager auf dem inzwischen fertig gewordenen Widerlager und an der Westseite auf einem besonderen Bock abgestützt. Nun konnte gleichzeitig die Herrichtung des Westwiderlagers und mittels einer an dem neuen Überbau angebrachten Hängerüstung der Abbruch des alten vor sich gehen. Im Südwesten schließt sich an die Unterführung eine längere

Abb. 15. Die Umschlagstelle.

Futtermauer, die die in ein Heizwerk umgewandelte ehemalige Lichtanlage vom Bahnkörper trennt. In die Futtermauer ist eine Kohlenrutsche eingebaut (Abb. 14d u. a), über der Schmalspurwagen die Kohlen für das Heizwerk entleeren. Abb. 14e gibt einen umfassenden Blick auf das Bauwerk von Süden. Wir erkennen links auch eine Treppe, die vom Heizwerk zum Bahnkörper hinaufführt, und rechts den Eingang zu einer Treppe im Ostwiderlager für Bedienstete der Abstellgruppe. Der Umbau forderte mehrere Bauabschnitte und dauerte von 1925 bis 1928.

Zwei Überbauten von 10,8 und 13 m Stützweite der Überführung der ROU-Bahn fanden 1926 beim

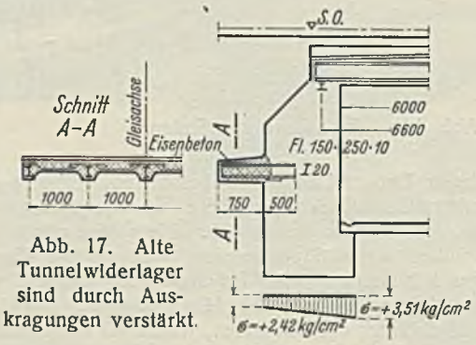


Abb. 17. Alte Tunnelwiderlager sind durch Auskragungen verstärkt.

Bau der Umschlagstelle[4]), die dem Überladen von Schmal- auf Regelspur dient, eine gute Verwendung (Abb. 15). Die Schmalspurwagen entleeren sich nach der Seite auf Abrutschbleche, unter denen die Fahrzeuge der Hauptbahn stehen. Damit ist die früher hier geübte Entladung mit Hand abgetan. Sie hatte zu Gebühren geführt, die in keinem Verhältnis zum Werte der Güter standen.

Die lichte Weite der beiden verlängerten Personentunnel beträgt 6 m, die der beiden Zolltunnel 5 m und und die des Gepäcktunnels 4,25 m.

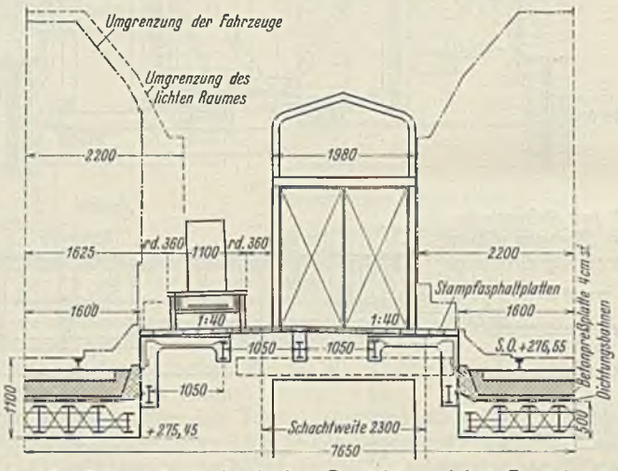


Abb. 16. Längsschnitt durch den Gepäcktunnel bei Gepäcksteig 2.

Diese 4,25 m reichen bequem aus, wenn drei beladene 1,22 m breite und 1,99 m lange Handkarren nebeneinander den Tunnel entlang fahren oder wenn ein solcher Karren mit Begleiter zur Einfahrt in den Schacht quer zum Tunnel steht. In Breslau weisen Eilgut- und Posttunnel eine lichte Weite von 4,5 m auf, die aber durch einen Einbau für Lichtleitungen auf 4,34 m eingeschränkt ist. Der lichte Querschnitt der Aufzugschächte für

Abb. 18. Die Lauf- und Signalbrücke im Außenbahnhof wird verschoben.

Gepäck ist bei uns auf 2,3 × 3,5 m, die Fahrkorbplatte auf 1,7 × 3 m bemessen. Um Rissebildungen vorzubeugen, sind nach Abb. 16 die Gleisfahrbahnen auf Tunnelbreite von den Bahnsteigmauern durch Fugen getrennt. Diese sind lediglich durch die Dichtungsbahnen überdeckt. Die

[4]) Nach Einzelentwürfen des Reichsbahnrats Werner in Oppeln.

Bewährung bleibt abzuwarten. Diese Anordnung setzt voraus, daß erst die Fahrbahn und dann die Mauern — oder umgekehrt — hergestellt werden. Die beibehaltenen Widerlager der alten Personentunnel haben an der Rückseite entlastende Auskragungen erhalten, um auch beim Lastenzug N die Bodenpressungen in den zu verantwortenden Grenzen zu halten (Abb. 17). Der Aufsatz unter [2]) enthält noch einige Einzelheiten der Tunnel in Verbindung mit einer Beschreibung der großen Bahnsteighalle[5]), die die Mehrzahl der Bahnsteige überwölbt. Es ist vielleicht nicht ohne Wert, wenn darauf hingewiesen wird, daß die Gleisentfernung bei zweiseitig benutzten Gepäcksteigen nicht in allen Fällen über 7,65 m zu sein braucht. Dieses Maß ergibt sich aus der Überlegung, daß (Abb. 16) zwischen dem Aufzughäuschen und dem Eisenbahnfahrzeug ein beladen etwa 1,35 m breiter Karren hindurchfahren muß und daß sich zwei Karren zwischen beiden besetzten Gleisen begegnen müssen. Gewiß, beides wird zweckmäßig unterlassen, solange die Züge in Bewegung sind, weil eine offene Tür Unheil anrichten kann. Das wird sich aber meist unschwer durchführen lassen. Das Aufzughäuschen ist der breiteste Einbau auf dem Gepäcksteig. Nottreppen zu den Gepäcktunneln, die für sperrige Güter (z. B. lebende Bäumchen) und beim Versagen der Aufzüge benutzt werden, genügen in 1 m Breite. In Beuthen ist denn auch der zweiseitig benutzte Gepäcksteig 2 durchweg mit 7,65 m Gleisabstand angelegt worden. Sobald Binderstiele für die Bedachung unterzubringen sind, reicht das Maß weder bei zwei Ladekanten, noch bei einer aus. Bei Gepäcksteig 1, aus dem die nördlichen Füße der großen Halle herauswachsen, ergab sich aus örtlichen Gründen ein Gleisabstand von 9 m beim westlichsten und von 7,99 m beim östlichsten Binder. Dessen Stiel wurde dann, da hier einseitige Benutzung vorliegt, außermittig gesetzt.

Von den Arbeiten im Außenbahnhof ist lediglich zu erwähnen die Verschiebung einer 77 m langen, auf stählernen Pendelböcken ruhenden Lauf- und Signalbrücke am Stellwerk Bst um 16 m (Abb. 18). Sie wurde dazu auf Holzböcke gesetzt, die auf Plattformwagen standen. Vier Lokomotiven zogen das Ganze vorwärts.

[5]) Vgl. Bautechn. 1931, Heft 10, S. 125.

Ende Oktober 1930 war der Umbau in allen wesentlichen Teilen zu Ende geführt. — Die Firmen, die die Hauptarbeiten leisteten, sind hierunter zusammengestellt:

	Beton-, Eisenbeton- und Maurerarbeiten	Stählerne Überbauten bzw. hölzerne Dachbinder
Unterführung der Königshütter Chaussee	Ernst Isaak, Breslau	V. O. H., Werk Donnersmarckhütte, Hindenburg
Redensblick - Unterführung		V. O. H., Werk Donnersmarckhütte, Hindenburg
Futtermauer gegenüber km 78,8	Behate, Gleiwitz (besteht nicht mehr)	
Neuer Eilgutschuppen	Niethardt & Fischer, Beuthen	Christoph & Unmack, Niesky
Post- und Eilguttunnel	Nast-Bau-AG., Gleiwitz	
Bedachung des Post- und Eilgutbahnsteigs		H. Niedermeier, Ohlau
Unterführung der Schomberger Straße	Grün & Bilfinger, Mannheim	Beuchelt & Co., Grünberg
	Niethardt & Fischer, Beuthen	Carlshütte Waldenburg
	Schlesische Bau-AG., Beuthen	V. O. H., Werk Donnersmarckhütte, Hindenburg
Umschlagstelle	Wakkan & Co., Beuthen	
Bahnsteigtunnel	Philipp Holzmann AG., Zweigstelle Gleiwitz	
	Niethardt & Fischer, Beuthen	

Die örtliche Bauleitung besorgten nacheinander die Reichsbahnräte Deutschkron, Meth, Achtelik und Kretschmar.

Alle Rechte vorbehalten.

Der neue Hafen in Salto (Uruguay).

Von Reg.-Baumeister a. D. Dipl.-Ing. Wilh. Lohrmann, Buenos Aires.

Die Republik Uruguay ist bekanntlich im Westen von dem Flusse Uruguay begrenzt, der weit entfernt in Brasilien seinen Ursprung hat und von dorther schon ein beträchtliches Einzugsgebiet umfaßt. Kurz ober-

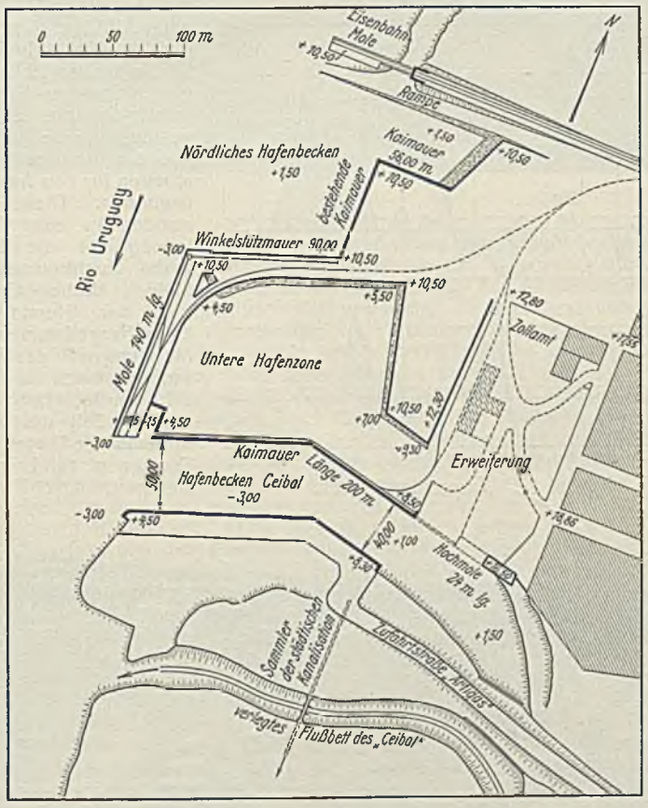


Abb. 1. Lageplan des Hafens Salto.

halb der Stadt Salto (mit etwa 30 000 Einwohnern) fließt der Strom an zwei Felsbarren vorbei und bildet die Wasserfälle des großen und kleinen Saltos. Unterhalb davon ist das Flußbett mit Ausnahme einiger kleiner Barren, an deren Beseitigung gearbeitet wird, ziemlich regelmäßig und gestattet daher die Schiffahrt vom La Plata-Strom her bis kurz unterhalb der oben bezeichneten Wasserfälle. Die Strombehörden der beiden angrenzenden Länder sind daran, eine schiffbare Niederwasserrinne bis 3 m unter Null herauf bis zum Hafen der Stadt Salto herzustellen, so daß dieser als Endhafen dieses Flusses gelten kann. Das Einflußgebiet dieses Hafens umfaßt den nordwestlichen Teil von Uruguay.

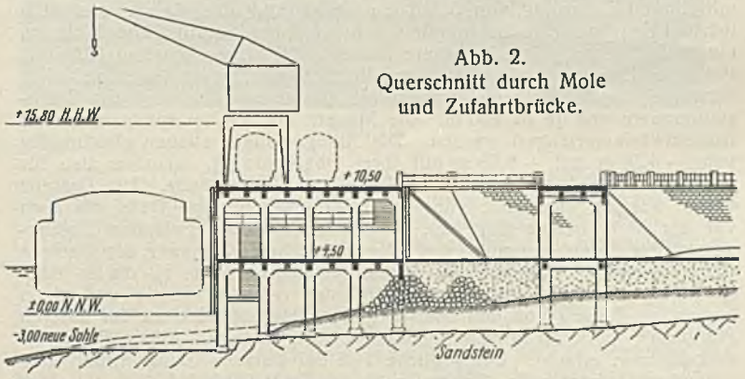


Abb. 2. Querschnitt durch Mole und Zufahrtbrücke.

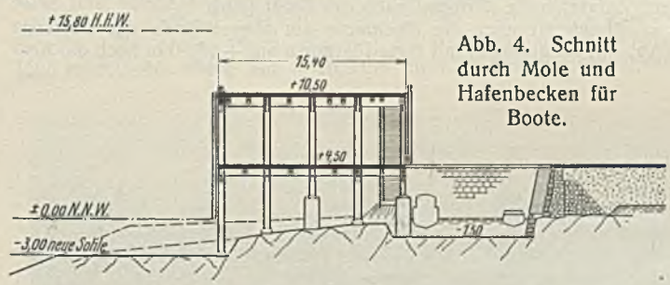


Abb. 4. Schnitt durch Mole und Hafenbecken für Boote.

Die Staatsregierung von Uruguay hatte im Jahre 1926 ein ausgedehntes Programm für den Ausbau der verschiedenen Hafenanlagen am Uruguay vorliegen. Unter anderem wurde auch zum Wettbewerb für die Erweiterung des Hafens in Salto aufgerufen. Die Firma Dyckerhoff & Widmann erhielt dabei auf Grund ihres günstigen Angebotes den Zuschlag für die Ausführung des neuen Hafens. Die Gesamtsumme für die ausgeführten Arbeiten betrug rd. 787 000 o$u.

Die Art der Hafenanlagen war bestimmt durch die Eigenart des Flusses, dessen Wasserführung außerordentlich unregelmäßig ist. Der

Abb. 3. Waagerechter Schnitt durch die Mole.

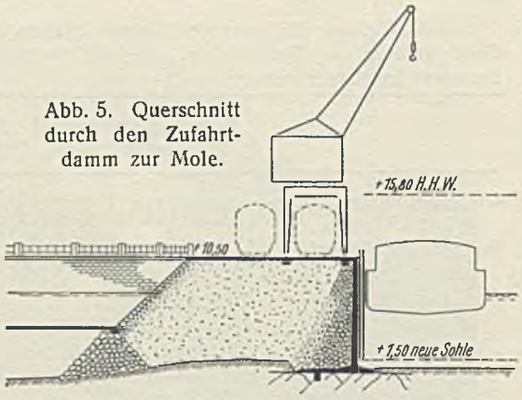


Abb. 5. Querschnitt durch den Zufahrtdamm zur Mole.

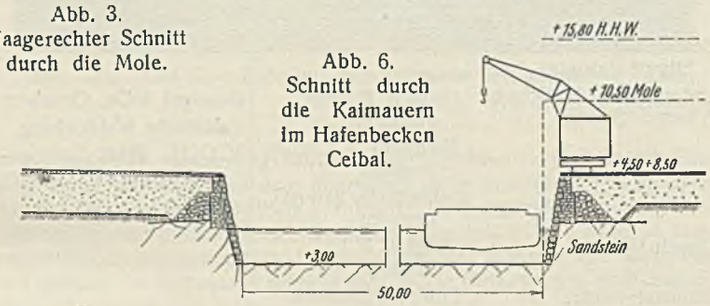


Abb. 6. Schnitt durch die Kaimauern im Hafenbecken Ceibal.

Flußspiegel schwankt etwa innerhalb 16 m vom NNW in den Sommermonaten bis zu dem HHW in den Wintermonaten, wobei Sommerhochwasserspitzen über 5 m vom NNW sehr häufig eintreten.

Diesen weitgehenden und häufigen Wasserspiegelschwankungen wurde im Entwurf Rechnung getragen durch Anordnung von zahlreichen Anlegestellen mit verschiedenen Kaihöhen.

Das Bauprogramm umfaßt folgende Anlagen (s. Lageplan Abb. 1):

Als Ersatz einer alten bestehenden kleinen Holzmole die Erbauung einer Anlagemole in Eisenbeton von 140 m Länge, parallel zum Stromstrich (Abb. 2 bis 4) mit Plattformen auf + 4,50 m und + 10,50 m und mit landseitiger Verbindung durch einen Damm, dessen Krone auf + 10,50 m liegt und der flußauf durch eine Winkelstützmauer von 90 m Länge begrenzt, in der Böschung flußab mit Mörtelpflaster versehen und ebenso in der Krone mit Eisenbetonpflaster befestigt ist (Abb. 5). Diese Zunge war bestimmt, den Verkehr von der Mole mit den rückwärtigen Verbindungsstraßen zur Stadt und mit den Zollgebäuden zu vermitteln. Gleichzeitig erlaubt sie die Einführung von Eisenbahngleisen auf die oberste Plattform der Mole. Ein Hafenkran gestattet alsdann den unmittelbaren Umschlag von Schiff auf Bahn und umgekehrt. Am südlichsten Ende der Eisenbetonmole war in annähernd westöstlicher Richtung ein Hafenbecken, die sogenannte Darsena Ceibal, zu schaffen (Abb. 6). Bei einer Eingangsbreite von 50 m, die sich weiter nach innen auf 40 m verringert, besitzt sie eine beiderseitige ausnutzbare Kailänge aus Bruchsteinmauern von je rd. 200 m. Die Mauern können bei späterem Bedarf landeinwärts verlängert werden. Die Anlegemauern steigen gleichmäßig von + 4,50 m auf + 8,50 m mit ihrer Oberkante an, erlauben also für die Schiffe ein Anpassen an die jeweiligen Wasserstände. Die Darsena Ceibal war auf eine Tiefe von — 3 m zu bringen, eine Tiefe, die auch vor der Mole herzustellen war. Zwischen dem obenerwähnten Zugangdamm der Eisenbetonmole und der nördlichen Kaimauer der Darsena Ceibal erstreckt sich nun die untere Hafenzone (Abb. 1), die in ihrer ganzen Ausdehnung mit Eisenbetonpflaster versehen wurde und einen bequemen Zugang von den oben liegenden Hafenstraßen zu der unteren Plattform (+ 4,50 m) der Eisenbetonmole für Fuhrwerke, Autos, Personenverkehr usw. erlaubt. Der südliche Teil der Darsena Ceibal erhielt eine besondere Zufahrtstraße (Artigas) nach der Stadt (Abb. 1).

Zu erwähnen ist noch die Hochmole am oberen Ende der Darsena Ceibal (Abb. 7); sie gestattet mit ihrer Plattform auf + 16,50 m noch ein Anlegen der Schiffe bei HHW. Ferner die Anlage eines kleinen Bootshafens am südwestlichen Ende des unteren Hafenzone. Schließlich schloß das Bauprogramm noch Verbesserungen des nördlichen Hafenbeckens ein. Diese Darsena soll hauptsächlich benutzt werden bei hohen Wasserständen bis + 10,50 m. Die Hafensohle war hier auf eine Höhe von + 1,50 m zu bringen.

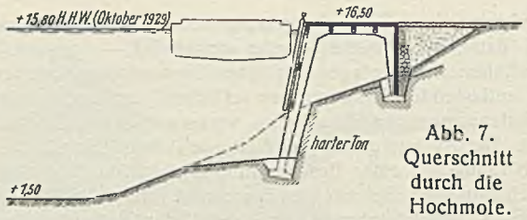


Abb. 7. Querschnitt durch die Hochmole.

Als Neuanlage war hier zu schaffen eine Kaimauer von 65 m Länge. Außerdem waren die Böschungen der Nord- und Ostseite mit Bruchsteinmauerwerk abzupflastern. — Zur Durchführung dieses Bauprogramms waren folgende Leistungen nötig:

Ausbrechen von Fels in den Darsenas	18 800 m³
Erdaushub in den Darsenas	82 100 m³
Auffüllung für die untere Hafenzone und den Zugangdamm zur Mole	101 300 m³
Steinböschungen	3 800 m³
Bruchsteinmauerwerk	4 600 m³
Abdeckplatten	600 lfd. m
Eisenbetonmolen und Stützmauern	3 000 m³
Eisenbetonpflaster	30 000 m²

ferner 500 lfd. m Eisenbahngleise und 670 lfd. m Krangleise;

schließlich Ausrüstung der Molen mit Reibehölzern, Pollern, Ringen und Treppen.

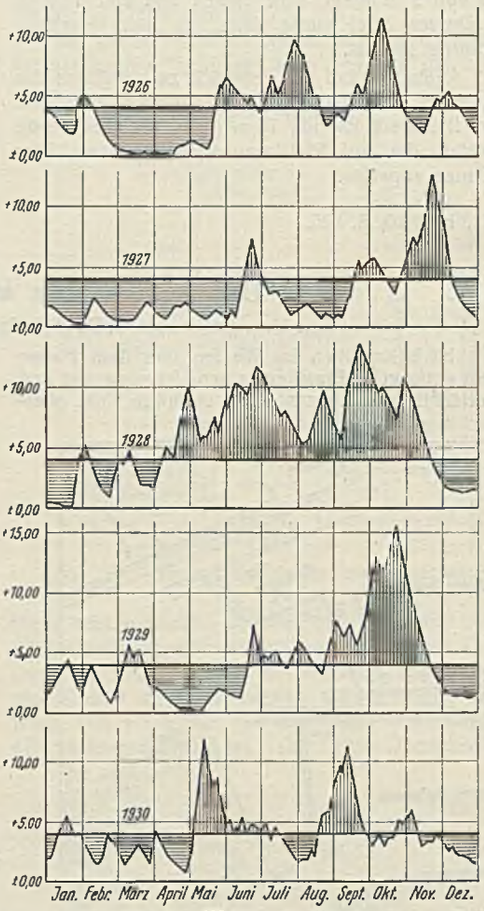


Abb. 8. Wasserstandkurven.

Im folgenden sei die Durchführung der wichtigsten Arbeiten beschrieben:

Die Erd- und Felsarbeiten, die mehr als den dritten Teil der Abrechnungssumme umfaßten, benötigten für ihre Durchführung niedrige Flußwasserstände, zumal der größte Teil unter NW lag. Um die dem Vertragsabschluß im November 1926 folgende Sommer-Niederwasser-Periode auszunutzen, wurde sofort mit den Vorbereitungsarbeiten für den Aushub begonnen. Diese bestanden in einer Verlegung des die Baugrube durchkreuzenden kleinen Baches Ceibal und der Herstellung eines Fangedammes im Mündungsteil der Darsena, wodurch es möglich wurde, fast den größten Teil des Aushubes für die Darsena im Trockenen zu bewerkstelligen. Der Fange-

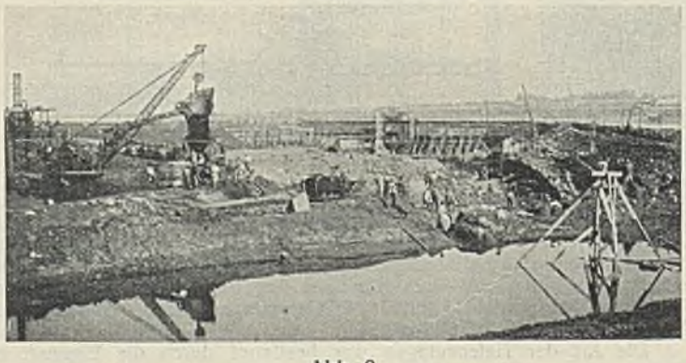


Abb. 9.

Abb. 10.

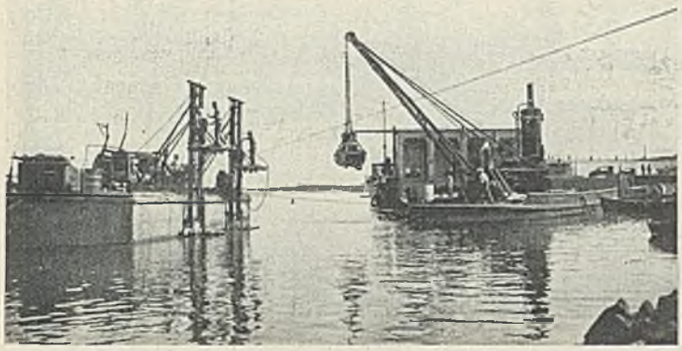


Abb. 11.

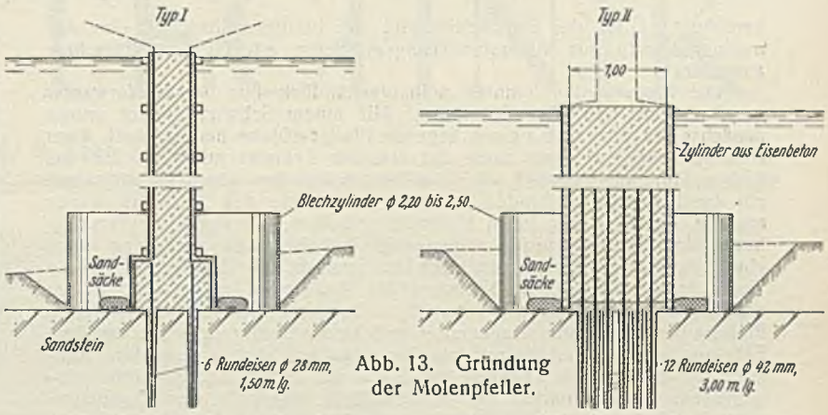


Abb. 13. Gründung der Molenpfeiler.

damm hat eine Länge von 90 m mit Oberkante auf + 5 m und war als Kastenfangedamm von 5 m Breite gebaut, wobei der zwischen den Stulpwänden eingebrachte tonhaltige Boden bis auf den gesäuberten Fels herabreichte. Die notwendige Stabilität erhielt der Fangedamm durch im Fluß verankerte eiserne Böcke mit Abständen von je 2 m. Um ein Überströmen der Krone zu verhüten, wurden Schieber eingebaut, die rechtzeitig bei stark steigendem Wasser geöffnet wurden. Im allgemeinen konnte bis zu einem Wasserstande von + 4 m gearbeitet werden. Die entsprechende Höhe ist in den Wasserstandkurven (Abb. 8) eingetragen. Während im Jahre 1927 Wasserstände von weniger als 4 m rund drei Viertel des Jahres vorhanden waren, standen solche in den folgenden Jahren 1928 und 1929 nur während knapp eines Drittels des

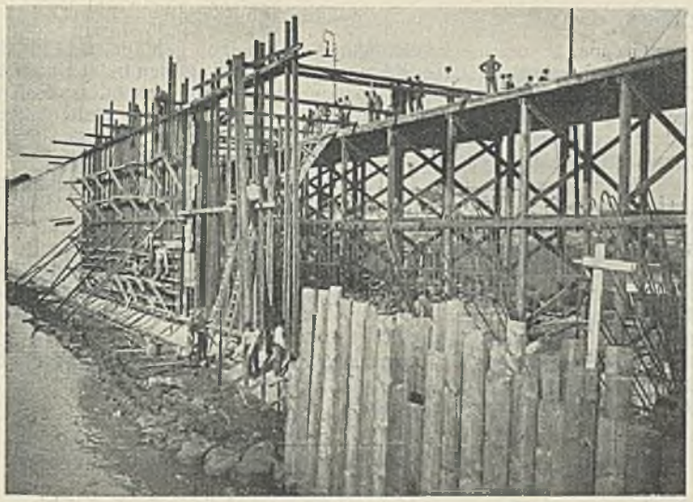


Abb. 12.

Jahres zur Verfügung, wobei die Unterbrechung durch Sommerwasserspitzen über 4 m häufig war. Man erkennt hieraus, wie wenig günstig der Ablauf des Wassers während der Ausführung der Ausschachtungsarbeiten nach dem ersten Baujahre sich gestaltete. Da die obenerwähnten vorbereitenden Arbeiten sich bis April 1927 hinzogen, war es nicht mehr möglich, die Erd- und Felsarbeiten von rd. 100 000 m³ im zweiten Baujahre 1928 abzuschließen, trotz dreischichtigen Betriebes und der Verwendung eines Löffelbaggers für den Abtrag des weichen Bodens. Die laufende Wasserhaltung für die etwa 12 500 m² große Fläche war gering und wurde mit einer 6"-Zentrifugalpumpe bewerkstelligt, die jedoch täglich nur wenige Stunden zu arbeiten hatte. Insgesamt waren an Zentrifugalpumpen aufgestellt je eine von 6", 8" und 10", die bei wassergefüllter Baugrube bei einer mittleren Tiefe von 7 m etwa 87 500 m³ abzupumpen hatten, was rd. 5 Tage in Anspruch nahm. Abb. 9 u. 10 geben ein Bild von den Baugruben und dem Fangedamm. Die Aushubmassen wurden in der Hauptsache für die Auffüllung der unteren Hafenzone und des Zufahrtdammes verwendet, das Felsmaterial zur Herstellung von Steinwürfen, Steinböschungen und Hinterschüttung der Bruchsteinmauern. Da der ausgebrochene Fels zum Teil Verwitterungserscheinungen zeigte, mußte für die Bruchsteinmauern völlig einwandfreies und gesundes Steinmaterial aus auswärtigen Brüchen geliefert werden.

Die Kaimauern von Darsena Ceibal wurden ebenfalls im Schutze des Fangedammes ausgeführt, und die Beseitigung der stehengebliebenen Felsbarre bis — 3 m an der Mündung der Darsena Ceibal konnte erst während der Niederwasser-Perioden 1930 und 1931 erledigt werden. Insbesondere die Sprengungen unter Wasser litten erheblich unter dem steten Wechsel des Wasserspiegels (Abb. 11.)

Die Eisenbetonkonstruktionen mußten ebenfalls unter möglichster Ausnutzung der Niederwasserstände ausgeführt werden. Die an die Mole anschließende 90 m lange Winkelstützmauer war unmittelbar auf Fels gegründet und konnte während der günstigen Sommerwasser-Periode 1927 im Trockenen unter Abdämmung der Baugrube vollendet werden (Abb. 12).

Mit der großen Eisenbetonmole konnte leider erst in der zweiten Hälfte des günstigen Jahres 1927 begonnen werden, da die Verhandlungen mit den Behörden über deren endgültige Lage außerordentlich viel Zeit in Anspruch nahmen und die ursprünglichen Pläne durch die Firma Dyckerhoff & Widmann erst vollständig umgearbeitet werden mußten, da der harte Fels die von der Behörde vorgesehene Pfahlrammung nicht zuließ. Bei der Neuplanung wurden von der Firma Dyckerhoff & Widmann noch die von der Behörde vorgesehenen Diagonalen in Längs- und Querrichtung der Mole ersetzt durch solide Rahmenkonstruktionen, die den Raum über der untersten Plattform für den Verkehr vollständig frei lassen. Die Gesamtlänge der Mole von 140 m ist durch zwei durchgehende Querfugen in drei nahezu gleiche Teile unterteilt. Die Breite der Mole

Abb. 14.

beträgt 15,4 m. An Stelle der Rammpfähle wurden unmittelbar auf den Fels aufbetonierte Pfeiler vorgesehen, und zwar insgesamt 150 Stück mit einem gegenseitigen Abstande von 5 m in der Längsrichtung und 3,75 m in der Querrichtung der Mole, wobei jede zweite Pfahlreihe zu einem kräftigen fünfstieligen Querrahmen zusammengefaßt ist und für die Aufnahme der Stöße der anlegenden Schiffe berechnet wurde. Diese Querrahmen werden durch Längsrahmen gekreuzt, deren Stiele durch die zwischen den vorbezeichneten Querrahmen liegenden Säulen gebildet sind. Die letzteren haben einen verstärkten Querschnitt in der Längsrichtung der Mole und bilden mit den entsprechenden Balken der Plattformen Längsrahmen, die befähigt sind, die längs der Mole wirkenden Kräfte aufzunehmen. Die untere Plattform auf + 4,5 m wurde für eine Nutzlast von 1500 kg/m², die obere auf + 10,50 m für eine Nutzlast von 2500 kg/m²

Abb. 15.

berechnet. Über der Eisenbetonplatte der Plattform ist noch eine Abnutzungsschicht aus widerstandsfähigem Beton mit Granitsplittzuschlag ausgeführt.

Die Molenpfeiler konnten selbstverständlich nur bei Niederwasser gegründet werden (Abb. 13 bis 15). Mit einem Schwimmgreifer wurde zunächst das über dem Felsen liegende Flußgeschiebe herausgeholt, dann zentrisch zur jeweiligen Säule ein eiserner Zylinder mit etwa 2,20 bis 2,50 m Durchm. versenkt, der ein Nachsacken des losen Materials und ein Zuschlammen verhindern sollte. Im Schutze des Zylinders wurde alsdann der Rest des losen Materials gegriffen, etwaige Unregelmäßigkeiten des Felsens wurden abgesprengt und die letzte Säuberung durch einen Taucher vorgenommen. Alsdann wurden die Bohrlöcher für die Verankerung hergestellt. Nachdem die Ankereisen eingesteckt waren, wurden die Eisenbetonrohre von 1 m Durchm. bzw. bei den dünnen Pfeilern die Schalkasten eingerichtet und an der Berührungsstelle mit dem Fels am äußeren Umfang mit von Ton gefüllten Säcken gedichtet. Nunmehr wurden mittels Trichters die Eisen mit fettem Zementmörtel eingegossen. Nach Erhärten der Mörtelschicht innerhalb der Eisenbetonrohre konnte ausgepumpt und im Trockenen hochbetoniert werden, während die dünnen Säulen in gut gedichteter Schalung mit fetter Schüttbetonmischung hochgebracht wurden. Sämtliche Pfeiler wurden nach dem Entschalen durch Taucher sorgfältig untersucht. Es haben sich irgendwelche Fehler nicht feststellen lassen. Für die vordere Pfahlreihe war außerdem vorausgehend eine Sohlenvertiefung durch Unterwassersprengung bis auf —3 m vorzunehmen. — Die Bauzeit zog sich infolge der Behinderung durch die alte Holzmole, die spätere Umlegung des Hafenverkehrs und die kurzen Niederwasser-Perioden unerwünscht bis zu Beginn des Jahres 1930 in die Länge.

Zu erwähnen ist schließlich noch die Hochmole, als normale Eisenbetonkonstruktion (Abb. 7), deren Ausführung jedoch keinerlei Behinderung durch die Wasserstände erfuhr. Einen Überblick über den fertigen Hafen von der Hochmole aus zeigt Abb. 16.

Abb. 16.

Die Ausführung der gesamten Arbeiten vollzog sich infolge der außergewöhnlichen Hochwasser-Jahre 1928/29 unter den denkbar ungünstigsten Voraussetzungen. Selten findet man einen Fluß, der wie der Uruguay in seiner Wasserführung so wenig gesetzmäßigen Verlauf zeigt, sich jeder Berechnung entzieht und dadurch jedes Programm für den in seinem Bereiche auszuführenden Ingenieurbau über den Haufen wirft. Zu diesen aus den Hochwasserverhältnissen entspringenden Risiken tritt für den Unternehmer noch das Leistungsrisiko, da für die zum Teil recht schwierigen Ausführungen die an Ort und Stelle eingestellten Arbeiter sich den Anforderungen vielfach nicht gewachsen zeigten.

Vermischtes.

Technische Hochschule Hannover. Der Direktor der Hochtief-AG für Hoch- und Tiefbauten vorm. Gebr. Helfmann, Niederlassung Berlin, Regierungsbaurat a. D. Dr.-Ing. Kurt Gaede in Nikolassee ist zum ord. Professor in der Fakultät für Bauwesen ernannt und ihm die durch das Ausscheiden des Geh. Reg.-Rats Prof. Dr.-Ing. ehr. Otzen freigewordene Professur für Massivbau verliehen worden.

Prof. Dr.-Ing. Gaede, der zugleich zum Vorsteher des Instituts für Bauingenieurwesen ernannt worden ist, wird im Sommersemester 1932 den Unterricht aufnehmen.

Auszeichnung. Das American Concrete Institute hat den Oberbaurat Dr. techn. ehr. Fritz von Emperger, Wien, in Anerkennung seiner langjährigen richtunggebenden Leistungen auf dem Gebiete des Betons und Eisenbetons in den Vereinigten Staaten und im Auslande zu seinem Ehrenmitgliede ernannt.

Die neuen Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton 1932. Anfang 1931 ist als Anlage zu Heft 1 und 5 der Zeitschrift Beton u. Eisen der Entwurf für die Neubearbeitung der Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton zur öffentlichen Kritik gestellt worden[1]). Zu diesem Entwurf gingen zahlreiche und beachtliche Anregungen ein, die eingehend beraten und, soweit möglich, berücksichtigt worden sind. Am 1. April d. J. hat der Deutsche Ausschuß die neuen Bestimmungen endgültig verabschiedet; sie sollen nunmehr den zuständigen Reichs- und Länderbehörden zur amtlichen Einführung übermittelt werden und sind inzwischen im Buchhandel erschienen[2]).

Gegenüber den Bestimmungen von 1925 ist die Stoffeinteilung wesentlich geändert und übersichtlicher gestaltet.

Die neuen Bestimmungen unterscheiden schärfer als die Bestimmungen von 1925 landläufige Ausführungen, bei denen mit festen, niedrigeren Spannungswerten zu rechnen ist, und Qualitätsausführungen, bei denen einerseits hohe Anforderungen an die Güte des Entwurfs, der Ausführung und des Betons gestellt werden, anderseits aber z. B. auch entsprechend höhere Spannungen zugelassen werden. Man hat also den Grundsatz verfolgt, für gute Arbeit höhere zulässige Spannungen und sonstige Erleichterungen, z. B. Verminderung des Zementgehaltes, festzusetzen.

Die neuen Bestimmungen betonen die Wichtigkeit der Bauüberwachung und der zweckmäßigen Kornzusammensetzung, sie berücksichtigen auch die neueren Erkenntnisse und Bestimmungen auf dem Gebiete des Schweißens.

Die Festsetzungen über die Schubsicherung decken sich sachlich im wesentlichen mit den Bestimmungen von 1925, die Vorschriften über die kreuzweise bewehrten Platten sind unter Berücksichtigung der neuen Plattenversuche umgearbeitet. Ebenso sind auf Grund neuer Säulenversuche die Höchstgrenzen für den Querschnitt der Längsbewehrung heraufgesetzt. Durch neue Berechnungsgleichungen ist die Möglichkeit gegeben, die höhere Festigkeit hochwertigen Stahls bei der Bemessung der Säulen zu berücksichtigen. Beides gibt die Möglichkeit, stark belastete Säulen, wenn nötig, dünner als bisher auszuführen.

Bei der zulässigen Betonspannung unterscheiden die neuen Bestimmungen je nach der Druckfestigkeit des Betons drei Gruppen. Für die erste Gruppe, zu der die landläufigen Ausführungen gehören, sind für die zulässigen Spannungen feste Werte vorgeschrieben, in den beiden anderen Gruppen hängen die zulässigen Spannungen von der besonders nachzuweisenden höheren Würfelfestigkeit ab. Auch bei Balken, Plattenbalken und Rippendecken darf jetzt die höhere Festigkeit hochwertigen Stahls ausgenutzt werden, wenn besonders guter Beton verwendet wird.

Die Bestimmungen über Steineisendecken (Teil B) sind wesentlich umgestaltet und vertieft worden. Bemerkenswert ist besonders, daß bei hohen Steinen und geringen Wanddicken etwaige Hohlräume bei der Berechnung abgezogen werden sollen und daß Decken zwischen Stahlträgern als Balken auf zwei Stützen zu rechnen sind, wenn sie nicht über mehrere Träger durchlaufen. Zum Ausgleich sind außer Änderung der Bestimmungen über die Stützweite und über die Mindestnutzhöhe die zulässigen Spannungen wesentlich erhöht.

Die Bestimmungen für unbewehrten Beton (Teil C) berücksichtigen die neuesten Erfahrungen über das Betonieren unter Wasser. Im Teil D ist die Steifeprüfung aufgenommen[3]).

[1]) Vgl. hierzu auch Bautechn. 1931, Heft 2, 5 u. 10.

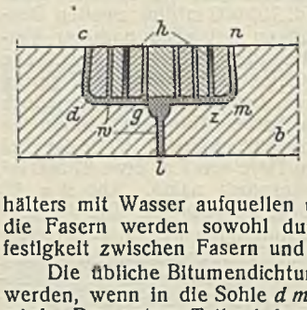
[2]) Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin. Preis geh. 2 RM, als Taschenausgabe geh. 1,20 RM.

[3]) Vgl. hierzu Bautechn. 1932, Heft 20, S. 262.

Patentschau.

Dichtung von Mauerwerk von Flüssigkeitsbehältern. (Kl. 37f), Nr. 509 741 vom 7. 5. 1929 von Dipl.-Ing. Hans Lenz in Schweinfurt a. M.

Um eine bessere Dichtung der Bewegungsfugen für Mauerwerk von Flüssigkeitsbehältern zu erreichen, wird die Fuge in mehrere Zwischenfugen unterteilt, indem in der Fuge eine Anzahl von Schichten aneinandergereiht werden, die abwechselnd aus quellendem, nachgiebigem Stoff, Holz, und aus zusammendrückbarem, dehnbarem Dichtungsstoff, z. B. Fasern, bestehen. Die Dehnungsfuge *g l* im Mauerwerk *b* wird im oberen Teile kastenförmig erweitert, so daß eine Rinne *c d m n* entsteht, die mit Planzenfasern, am besten Filz *w*, ausgelegt wird. Dann werden die Holzstücke *h* eingesetzt und die Zwischenräume zwischen den Holzstücken mit Fasern ausgefüllt. Das trocken eingelegte Holz wird nach Füllung des Behälters mit Wasser aufquellen und auf die Fasern einen Druck ausüben; die Fasern werden sowohl durch den Druck als auch durch die Haftfestigkeit zwischen Fasern und Holz festgehalten.



Die übliche Bitumendichtung und die Holzdichtung können vereinigt werden, wenn in die Sohle *d m* der Rinne eine Asphaltschicht eingebettet wird. Der untere Teil *g l* der Fuge wird wie üblich gedichtet und der Übergang *k* mit einem Strick verstopft, der mit einem Blechstreifen *z* abgedeckt werden kann.

INHALT: Der Moorabtrag beim Bau von Schiffahrtkanälen durch Hochmoorgebiete — Die Ingenieurbauwerke beim Umbau des Bahnhofes Beuthen O.-S. (Schluß.) — Der neue Hafen in Salto (Uruguay) — Vermischtes: Technische Hochschule Hannover — Auszeichnung. — Neue Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton 1932. — Patentschau.

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