

Alle Rechte vorbehalten.

Neuere Kleinbagger und Hilfsgeräte zur Ausführung von Tiefbauten.

Von Dipl.-Ing. Friedrich Riedig, Dresden.

Bei der Bewältigung größerer Massen bei Tiefbauten werden überall in weitgehendem Maße aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und Zeitersparnis anstatt der menschlichen Arbeitskräfte Maschinen verwendet. Ohne Bagger und Transporteinrichtungen ist ein größerer Bau kaum noch denkbar. Die Mechanisierung des ganzen Betriebes zwecks Erhöhung der Wirtschaftlichkeit läßt sich bei größeren Bauausführungen verhältnismäßig leicht ausführen, da sich die Kosten aus Anschaffung und Betrieb bei den meist großen Leistungen der Maschinen auf die Einheit des bewegten Bodens sehr verteilen und gering ausfallen¹⁾. Diese Verteilung wird bei kleinen Bauausführungen ganz anders. Jede Einheit des bewegten Bodens wird weit mehr belastet als bei großen Bauten, bei denen der Ersatz der Handarbeit durch die Maschinen ohne weiteres gegeben ist. Bei kleinen geforderten Leistungen hat eine Verkleinerung der Ausmaße der Maschinen keine entsprechende Senkung der Kosten zur Folge. Die Maschinen sind in der Anschaffung verhältnismäßig teuer, und die Kosten

oder Abtraghöhe rd. 5 m beträgt, zeigt Abb. 1²⁾. Das verringerte Gewicht gegenüber den bisherigen kleinsten Baggertypen und die Spurweite von 1 bis 1,2 m erlauben ein leichtes Baggergleis, das wiederum nur unwesentliche Kosten beim Verrücken verursacht. Angetrieben wird der Bagger durch Elektro- oder Rohölmotor. Beim Antrieb durch Rohölmotor wird das Drehmoment mittels Spannrollenriementrieb auf die im Baggerhaus liegende Vorgelagerrolle übertragen. Die Eimerkette besitzt Eimer von 14 l Inhalt, die, je nach der Kettenteilung, auf jedem 4. oder 6. Kettenglied sitzen. Die an die Eimer angehängten Schaken sind aus Flußstahl gefertigt und in den Bolzenlöchern mit Buchsen aus Hartstahl versehen. Der Antrieb der Leiterhebwinde geschieht maschinell, wobei die Kraft durch ein Wendegetriebe und selbsthemmendes Schneckengetriebe auf die Seiltrommel übertragen wird. Zur Verhütung des betriebsstörenden Herausspringens der Eimerkette aus den Zähnen des Oberturas sind über dem Turas besondere Sicherheitsbügel angebracht, die die

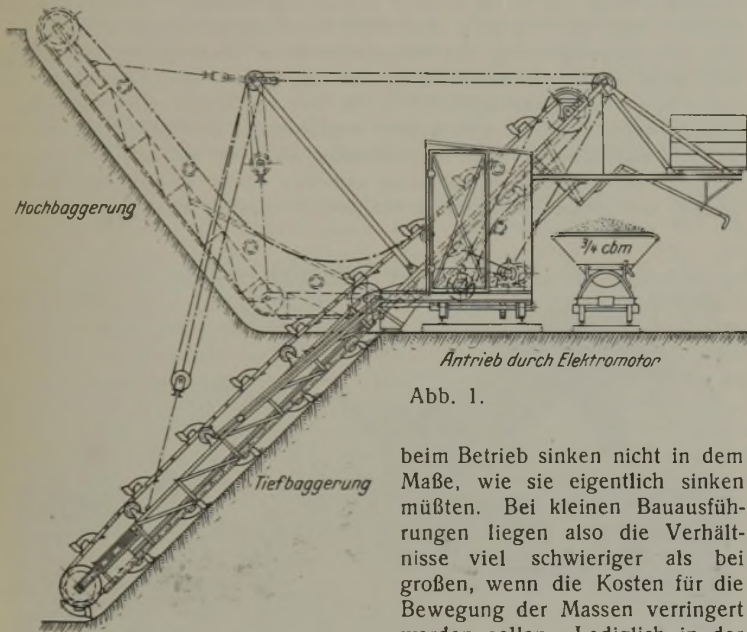


Abb. 1.

beim Betrieb sinken nicht in dem Maße, wie sie eigentlich sinken müßten. Bei kleinen Bauausführungen liegen also die Verhältnisse viel schwieriger als bei großen, wenn die Kosten für die Bewegung der Massen verringert werden sollen. Lediglich in der

Organisation, d. h. in der Ausnutzung der einzelnen Arbeitskräfte, war eine Möglichkeit zur Verbilligung der Kosten gegeben. In den meisten Fällen ließen sich nur wenige Arbeitskräfte durch die Maschine ersetzen.

Trotz dieser Schwierigkeiten bei der Ausführung kleiner Tiefbauarbeiten ist aber eine Mechanisierung des Betriebes, die eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit, also eine Verbilligung, nach sich zieht, möglich, denn vor nicht zu langer Zeit sind für solche Zwecke eine Reihe von Sonderkonstruktionen von kleinen Baggern und Hilfsgeräten geschaffen worden, die im folgenden erörtert werden sollen.

Bei der Konstruktion kleiner Eimerkettenbagger müssen die im gewissen Sinne voneinander abhängigen Werte Baggertiefe und Leistung in ein bestimmtes Verhältnis zueinander gebracht werden. Je tiefer ein Bagger greift, desto höher muß das Material gehoben werden, desto mehr Energie wird durch das Heben verbraucht, und dementsprechend sinkt die Leistung. Je weniger tief ein Bagger arbeitet, desto mehr Energie wird frei, die zur Erzielung größerer Leistung verwendet werden kann. Bei geringer Baggertiefe kann dann eine schnellere Eimerfolge in der Kette vorliegen als bei größerer Tiefe. Bei kleinen Baggern liegt die Schwierigkeit im geeigneten Ausgleich dieser beiden Werte. Dazu kommt noch, daß die ganze Konstruktion möglichst leicht und einfach sein muß, ohne daß die Standsicherheit und Widerstandsfähigkeit des Baggers gegen den rauen Betrieb und gegen die verschiedenen Bodenarten leidet. Die Schwierigkeiten beim Bau sehr kleiner Bagger sind fast ebenso groß wie die beim Bau sehr großer Bagger.

Den kleinsten Eimerkettenbagger mit einer tatsächlichen Leistung von 4 bis 10 m³/h (theoretisch 9 bis 13,5 m³/h), dessen größte Baggertiefe



Abb. 2.

beiden Zahnkörper im Halbkreis umspannen. Beide Schutzbügel sind innen mit Gleitleisten aus verschleißfestem Stahl ausgefüttert, die leicht ausgewechselt werden können.

Ein weiterer Kleinbagger (Abb. 2²⁾, der auch bei reinem Sommerbetrieb noch wirtschaftlich arbeitet, hat eine theoretische Leistung von 7,5 bis 15 m³/h. Da sein Konstruktionsgewicht 4 bis 5 t und sein Dienstgewicht 5 bis 7 t beträgt, kann der Bagger selbst auf moorigem Wiesenboden aufgestellt werden. Die Bauart und der Werkstoff der Graborgane setzen diesen Kleinbagger in die Lage, selbst in schweren Bodenarten noch effektive Leistungen von 6 bis 15 m³/h zu erreichen. Die drei Hauptbewegungen (Umlauf der Eimerkette, Heben und Senken der Eimerleiter, Verfahren des Baggers) werden vom Bagger selbst ausgeführt, so daß der Baggermeister entlastet wird und daher bei kleineren Leistungen und kurzem Förderweg zusammen mit dem Abfahrer auch den Wagenbetrieb mit bedienen kann. Für den Betrieb an der Baustelle allein genügen daher 2 Mann. Der Energieverbrauch ist infolge der Verwendung von Zahnrädern mit geschnittenen Zähnen an allen Getriebe-teilen gering. Je nach der Bodenart, Baggertiefe (höchstens 8 m) und Leistung schwankt er zwischen 4 und 7 PS. In der Normalausführung ist der Bagger für elektrischen Antrieb vorgesehen. Es kann jedoch auch ein Rohölmotor eingebaut werden. Da der Rohölmotor wenig überlastbar ist und der größten zu erwartenden Spitzenleistung genügen muß, wird der Bagger mit Rohölmotorantrieb etwas unwirtschaftlicher als mit elektrischem Antrieb. Zur Baggerung von sehr klebrigem Gut können zwecks besserer Entleerung der 14-l-Eimer Ausschneidmesser eingesetzt werden. Wie die meisten Eimerkettenbagger kann dieser Bagger ebenso als Hochbagger wie als Tiefbagger arbeiten. Infolge seines geringen Dienstgewichtes und des leichten Gleises kann er schnell und ohne besondere Kosten von

¹⁾ Vgl. Krauth, Die heutige Groß-Erdbautechnik, „Bautechnik“ 1929, Heft 45 u. 47.

²⁾ Nach Orenstein & Koppel AG.



Abb. 3.

einer Arbeitsstelle nach einer anderen gebracht werden. Bei größeren Entfernungen wird der Bagger zerlegt und auf einem Lastauto mit Anhänger weggefahren.

Daß das Arbeiten mit einem dieser Kleinbagger viel wirtschaftlicher ist als der Handbetrieb, der bei kleineren Erdarbeiten oft angewendet wird, ergibt die folgende Wirtschaftlichkeitsaufstellung.

Unter der Voraussetzung, daß der Bagger in allen Teilen für die besonderen Verhältnisse eines kleinen Baues ausgeführt und betriebssicher ist und sparsam arbeitet, soll angenommen werden,

daß in rund 150 Arbeitstagen in einem Jahre 7500 m³ schwerer Boden oder 9000 m³ leichterer Boden zu bewältigen sind. Die Tagesleistung ist dann 50 bzw. 60 m³ Boden. Für den Hackbetrieb in der Baustelle müssen bei etwa 6 m Abtraghöhe und hartem Boden einschl. Fahrern etwa 8 Mann beschäftigt werden. Der gewachsene m³ kostet im Handbetrieb bis zum Aufzug oder Förderband rd. 1 R.-M. Im Handbetrieb sind also die Tageskosten rund 50 R.-M., wobei der Bedarf und die Instandsetzung der Werkzeuge nicht mitgerechnet sind. Ein Bagger mit elektrischem Antrieb kostet für diese Verhältnisse etwa 10 000 R.-M. Der Strompreis soll mit 0,15 R.-M./kWh angenommen werden. Bei 16% Tilgung und Verzinsung des Anlagekapitals ergeben sich folgende Kosten für 1 Arbeitstag:

Abschreibung	10,60 R.-M.
Stromverbrauch 30 kWh	4,50 "
Lohn für 1 Baggerführer	6,00 "
Löhne für 2 Fahrer	8,00 "
Reparaturen und Ölverbrauch	1,90 "
Löhne für Gleisrückarbeiten (in 1 Woche für 1/2 Tag mit 5 Mann)	2,00 "
Baggerbetriebskosten in 1 Tag	33,00 R.-M.

1 m³ gewachsenen Boden lösen und bis zum Aufzug fördern kostet also $\frac{32}{50} = 0,66$ R.-M.

Gegenüber der Handarbeit werden 17 R.-M./Tag oder 2500 R.-M. in 150 Tagen erspart. Für den Baggerbetrieb ist nicht besonders günstig gerechnet worden, denn vielfach wird der Strompreis niedriger sein. In manchen Fällen wird auch nur 1 Fahrer genügen, oder die Tagesleistung wächst bei 2 Fahrern entsprechend, so daß die Kosten für 1 m³ weiter sinken.

Beim Arbeiten mit einem größeren Bagger ergeben sich ungefähr die gleichen Kosten. Als Beispiel möge ein Schleppebaugrubenbagger (Abb. 3²) dienen, der je nach Ausführung und Antriebsart 35 000 bis 45 000 R.-M. kostet und eine tatsächliche Durchschnittsleistung von 30 bis 40 m³/h ergibt. (Über die Leistungen der Eimerseilbagger liegen nur wenige Angaben vor, da sie in Europa noch verhältnismäßig neu sind. Außerdem sind die Leistungen nicht allein von den Bodenverhältnissen abhängig, sondern auch von der Geschicklichkeit des Baggerführers. Die genannte Zahl ist daher nur ein Mittelwert und kann auch ganz anders ausfallen. In demselben Maße sind natürlich auch die Zahlen über Betriebsstoffverbrauch, Arbeitszeit usw. Schwankungen unterworfen.) Zum Antrieb des Baggers möge ein Dieselmotor dienen (50-PS-Doppelkolbenmotor), der sich für Baggerbetrieb in jeder Hinsicht gut bewährt hat und in 1 h an Betriebsstoff 3 bis 4 kg Rohöl verbraucht. Die Leistung der Antriebsmaschine erscheint zunächst sehr groß und der Kraftstoffverbrauch im Verhältnis überaus klein. Der Motor hat zwar 50 PS eff. Dauerleistung, wird aber normalerweise beim Baggern nur mit 20 bis 25 PS belastet sein, die wiederum auch nicht dauernd abzugeben sind. Die Beanspruchungen des Motors, der die verschiedenen Bewegungen der Schleppebaugruben während eines Spieles bewirkt, ändern sich von Sekunde zu Sekunde. Da ein Dieselmotor bekanntlich nur verhältnismäßig wenig überlastbar ist, muß ein Motor eingebaut sein, der den höchsten im Bereiche der Möglichkeit liegenden Spitzenbeanspruchungen mit Sicherheit gewachsen ist (lange Steigungen beim Verfahren usw.). Bei einem ebensolchen Bagger mit elektrischem Antrieb genügt z. B. ein 30-PS-Motor, der für kurze Zeit um 100% überlastbar ist. Die Hauptabmessungen dieses Schleppebaugrubenbaggers sind folgende:

Schaufelinhalt	0,5 m ³
Reichweite (ohne Ausschwingen) bei 25° Auslegerneigung	13,0 m
größte Ausschütthöhe bei 55° Auslegerneigung	8,7 m
Ausschüttweite bei 55° Auslegerneigung	8,6 m
Konstruktionsgewicht einschließlich Raupenband	22,2 t
Dienstgewicht	27,5 t.

Zur Steuerung des Baggers soll 1 Mann genügen mit einem Stundenlohn von 1,24 R.-M.³). Zu Nebenarbeiten auf dem Planum wird sich noch 1 Hilfskraft nötig machen (Stundenlohn 0,40 R.-M.). Die Betriebszeit des Baggers beträgt 150 Arbeitstage in 1 Jahre. Tilgung und Verzinsung 16%. Die Betriebskosten an 1 Tage sind dann:

Abschreibung	48,0 R.-M.
Energieverbrauch: 50 PS; in 1 h 4 kg Rohöl zu 0,54 R.-M.	5,4 "
Schmierölverbrauch: 150 g/h, 1 kg zu 1,80 R.-M.	2,7 "
Wartung	4,0 "
Instandsetzung	10,0 "
Bedienung: 1 Führer	12,4 "
1 Hilfskraft	4,0 "
86,5 R.-M.	

Bei einer Leistung von 15 m³/h ergeben sich für 1 m³ an Kosten rd. 0,58 R.-M. Die Leistung von 15 m³/h würde, wenn der Bagger in schwerem Boden arbeitet, nur unwesentlich überschritten werden. Bei dem kleinen Eimerkettenbagger ist die normale Leistung etwa 10 m³/h, die aber auch nur zur Hälfte (mit 5 m³/h) in der Wirtschaftlichkeitsrechnung eingesetzt ist. Von dem Schleppebaugrubenbagger war die Durchschnittsleistung mit 30 bis 40 m³/h angegeben worden. 15 m³/h Leistung würden also der Leistung des Eimerkettenbaggers entsprechend sein. Bei der Lohnaufstellung des Baggerführers ist noch zu berücksichtigen, daß wohl in den meisten Fällen für das ganze Jahr (300 Tage) der Lohn zu zahlen ist und nicht nur für die 150 Arbeitstage, denn die Baggerführer werden nicht so nach Bedarf angenommen und gekündigt wie ungelernete Hilfsarbeiter. Die Aushubkosten für 1 m³ würden sich dadurch ändern, eine Verhältnisschiebung zwischen einem kleinen Eimerkettenbagger und einem leistungsfähigeren anderen Bagger aber nicht eintreten.



Abb. 4.

Selbst bei den großen Eimerkettenbaggern mit Leistungen von 300 m³/h und mehr sind die Baggerkosten für 1 m³ nicht wesentlich anders als bei den besprochenen kleinen Baggern, wenn die Kostenaufstellung in demselben Sinne geschieht.

Der Kleinbagger nach Abb. 4⁴) hat bei einem Eimerinhalt von 25 l und einer Schüttungszahl von 25 in 1 min eine Leistung von 37 m³/h. Da die untere Eimerleiter einen Knickpunkt hat und in zwei Winden aufgehängt ist, kann von der Tiefbaggerung zur Hochbaggerung ohne Umbauarbeiten übergegangen werden. Die obere Eimerleiter mit Rinne ist drehbar angeordnet und hängt ebenfalls in einer Winde, so daß man die Leiter auf jedes gewünschte Planum einstellen kann. Der Bagger fährt auf zwei Einzelraupen, deren Auflagerflächen so groß sind, daß der spezifische Bodendruck 0,5 kg/cm² nicht übersteigt. Als Antrieb ist entweder ein Elektromotor oder ein Dieselmotor von rd. 18 PS Leistung eingebaut. Beim Betrieb mit Dieselmotor beträgt der Brennstoffverbrauch bei achtstündiger Arbeitszeit 25 bis 30 kg Rohöl und etwa 1,5 kg Öl und Fett.

Das gebaggerte Material wird in Muldenkipper von 1 m³ Fassungsvermögen verladen. Es kann aber auch zwecks Durchwintern hinter dem Bagger abgeworfen werden.

³) Gegenüber dem Lohn eines Baggerführers eines kleinen Eimerkettenbaggers erscheint dieser Lohn sehr hoch. Jedoch ist zu bedenken, daß zur Bedienung eines kleinen Eimerkettenbaggers ein angelernter Arbeiter genügt und die Ausnutzung des Baggers längst nicht in dem Maße von der Geschicklichkeit des Führers abhängt wie bei einem Schleppebaugrubenbagger.

⁴) Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft.

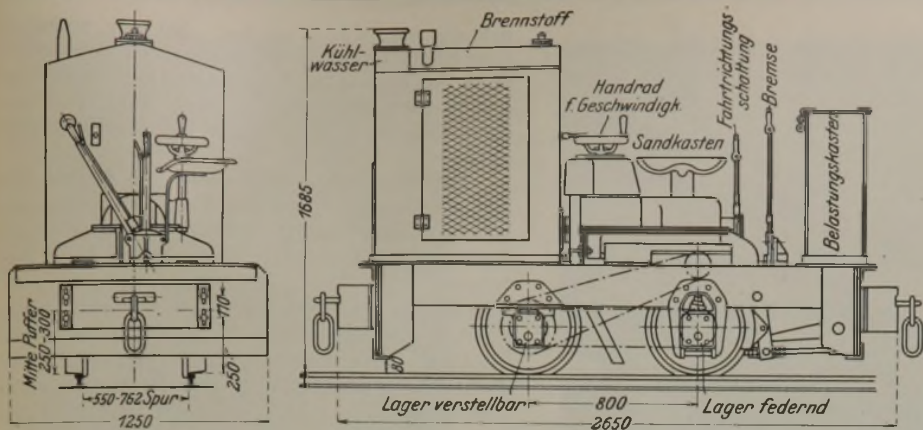


Abb. 5.

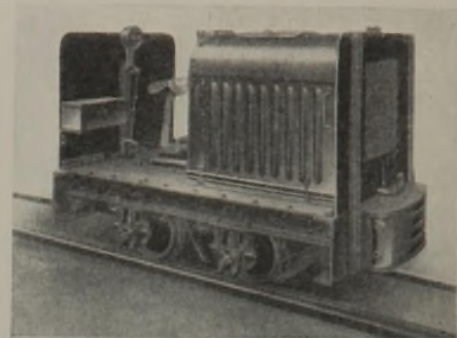


Abb. 6.

Zur Bedienung des Baggers genügen 2 Mann (1 Baggermeister und 1 Klappenschläger). Würde der Abbau im Handbetrieb vorgenommen, so müßten an Stelle der 2 Mann zur Bedienung des Baggers 9 Mann eingesetzt werden, um die gleiche Leistung zu erzielen.

Der Abtransport der gelösten Massen in Förderwagen kann durch Lokomotiven mit Antrieb durch Dampf, Benzin oder Rohöl geschehen. Der elektrische Betrieb scheidet bei kleinen Bauausführungen wegen der Kostspieligkeit im allgemeinen aus. Der Bau von Oberleitungen zur Stromzuführung verteuert die Förderkosten. Akkumulatoren-Lokomotiven sind meistens ebenso unwirtschaftlich, da sie zu hohe Unterhaltungskosten erfordern und für das schwache Gleis zu schwer sind. Dampflokomotiven mit Leistungen unter 30 PS sind zur Förderung ungeeignet, da für diese kleinen Leistungen der Dampftrieb nur selten wirtschaftlich ist. Daher findet man bei Lokomotivleistungen bis zu 30 PS überwiegend die Motorlokomotive.

Die Wahl zwischen Lokomotiven mit Vergasermotoren (Benzin, Benzol usw.) oder mit Rohölmotoren wird durch die Werbung für den Rohölbetrieb erschwert. Vergleicht man rein sachlich die Güte und Leistung der beiden Lokomotivarten, so sind die Anschaffungskosten der Rohöl-Lokomotive höher als die der Vergaser-Lokomotive. Vergleicht man die Betriebskosten, so hat man bei etwa gleichem PSh-Verbrauch (rd. 240 g Betriebsstoff) den Preisunterschied zwischen Benzin und Rohöl zu berücksichtigen, also einen Unterschied von 0,30 bis 0,35 R.-M./kg für Benzin und 0,12 bis 0,18 R.-M./kg für Rohöl. Es ist also eine reine Kalkulationsfrage, ob man die in der Anschaffung teure, aber im Betrieb billige Rohölmachine oder die in der Anschaffung billige, aber im Betrieb teure Vergasermachine vorziehen soll. Wenn die Maschine das ganze Jahr oder wenigstens den weitaus größten Teil eines Jahres ausgenutzt werden kann, fällt die Wirtschaftlichkeitsberechnung zugunsten der Rohölmachine aus. Ist dagegen die Maschine nur wenige Monate im Jahre in Betrieb, arbeitet die Vergasermachine günstiger.

Im folgenden sollen nun einige neuere Typen von Motorlokomotiven kleinerer Leistung (bis 10 PS) besprochen werden.

Eine kleine Lokomotive mit Vergasermotor zeigt Abb. 5²⁾. Die Lokomotive, deren Motor von normal 7,5 PS Leistung mit Benzin, Benzol usw. betrieben werden kann, entwickelt auf gerader, waagerechter Strecke am Zughaken eine Zugkraft von 382 kg bei 4 km/h Geschwindigkeit, entsprechend einer Bruttoanhängelast von 38 t auf gerader Steigung 1:∞ oder 7,5 t auf Steigungen 1:30 bei 8 kg Bahnwiderstand. Sie ist mit einem stehenden Einzylindermotor ausgerüstet und trotz kräftiger Konstruktion aller Einzelteile mit ihrer äußersten Einfachheit der Bauart für leichte Feldbahngleise geeignet. Infolge der Verwendung einer Konus-Reibungskupplung ist das Anfahren sehr sanft. Der Motor ist mit dem Getriebe für zwei Geschwindigkeiten (4 und 8 km/h) zu einem Block vereinigt und auf dem starren Rahmen unverrückbar befestigt, so daß das Lokomotivprinzip vollständig gewahrt ist. Der Radsatz ist für eine Verstellung der Spurweite zwischen 500 und 762 mm eingerichtet.

Die kleinste Lokomotive mit Dieselmotor derselben Firma ist ganz ähnlich gebaut. Äußerlich ist sie fast kaum von der erwähnten Lokomotive mit Vergasermotor zu unterscheiden. Die hauptsächlichsten Zahlen über Geschwindigkeit und Kraftstoffverbrauch der beiden Lokomotiven enthält die folgende Übersicht:

Lokomotive mit	Normalleistung des Motors PS eff.	Geschwindigkeiten km/h	Mittlere Geschwindigkeiten km/h	Brennstoffverbrauch je 1 PS und 1 h kg	Tatsächlicher Verbrauch in 1 h kg	Verbrauch je 1 tkm kg
Vergasermotor	7,5	4 und 8	6	0,24	1,80	0,03
Dieselmotor	10	4,5 und 9	6,75	0,22	1,15	0,029

Der kompressorlose Dieselmotor ist im Gegensatz zu den im Automobilbau verwendeten leichten Motoren mit hoher Drehzahl sehr

kräftig und fest gebaut. Die Drehzahl, die durch einen Regler begrenzt ist, beträgt 1200 Umdr./min. Ein außerordentlich schweres Schwungrad gestattet eine allmähliche Beschleunigung selbst größerer Anhängelasten und trägt wesentlich zum ruhigen Lauf des Motors bei. Vom Getriebe arbeiten zwei Antriebsketten auf die Vorderachse, die durch eine Kuppelkette mit der Hinterachse verbunden ist. Die Handhebelbremse bremsst alle vier Räder. Der Führer sitzt quer zur Fahrtrichtung und kann daher die Strecke bei Vorwärts- und Rückwärtsfahrt gleich gut übersehen. Das Handrad zum Schalten der Geschwindigkeiten liegt rechts, der Hebel für Vorwärts- oder Rückwärtsfahrt links. Mit der linken Hand wird auch die Bremse bedient.

Bei einer weiteren kleinen Motorlokomotive (Abb. 6³⁾) dient als Antriebskraft auch ein kompressorloser Dieselmotor in stehender Einzylinderebauart. Der Motor leistet normal 8 bis 9 PS bei 750 Umdr./min. Mittels einer Regelvorrichtung kann die Drehzahl bis zu 350 Umdr./min verändert werden, ohne daß sich dadurch das Drehmoment und infolgedessen die Hakenzugkraft auch verändern. Die hauptsächlichsten Angaben über diese Lokomotive sind folgende:

Dienstgewicht	2,2 t	Hakenzugkraft auf gerader, } bei 3,7 km/h 480 kg waagerechter } „ 8,1 „ 200 „ Strecke
Leergewicht	2,1 t	
Geschwindigkeiten 3,7 u. 8,1 km/h		
Länge	2340 mm	
Breite	1210 „	
Höhe	1352 „	
Achsabstand	700 „	
kleinster Kurvenhalbmesser bei der üblichen Spurerweiterung 5 m		
kleinste Spurweite	500 mm	
Gleise	5-kg-Schiene mit 60 mm Schienenhöhe bei 800 mm Schwellenentfernung	
	6-kg-Schiene mit 65 mm Schienenhöhe bei 1000 mm Schwellenentfernung	
	Hakenzugkraft an Rohöl	1,2 kg
	an Schmieröl	100 g
größte Brutto-Anhängelast auf gerader, waagerechter Strecke	40 t	

Die zwei Geschwindigkeiten werden durch Verschieben zweier mit Klauen versehener Kuppelstücke geschaltet. Als Verbindung zwischen Motor und Getriebe dient eine Einscheiben-Reibungskupplung mit Fußbetätigung. Vom Getriebe wird die Kraft auf die vordere Treibachse mittels nachstellbarer Rollenketten übertragen. Die Treibachsen, die durch Rollenketten gekuppelt sind, sind durch Konusfedern abgedeutet, so daß das Fahren selbst auf schlechtem Gleise stoßfrei wird. Die Lokomotive besitzt eine Wurfhebel-Backenbremse und eine Sandstreuvorrichtung mit Handhebelbedienung. Die Brutto-Anhängelasten (in t) auf Steigungen und in Kurven bis 600 mm Spur und 700 mm Achsabstand enthält folgende Tabelle:

Steigungen	Gerade Strecke	Krümmungshalbmesser der Kurven in m					Gerade Strecke	Krümmungshalbmesser der Kurven in m				
		50	30	15	10	6		50	30	15	10	6
1:∞	40	33,5	29,3	20,8	15,8	10,4	16,6	13,8	11,9	8	5,8	3,4
1:400 (2,5 % ₀₀)	32,5	28	25	18,5	14,4	9,7	13,4	11,3	10	7	5,2	3
1:200 (5 % ₀₀)	27,5	24	21,8	16,6	13	9	11	9,5	8,6	6,2	4,6	2,8
1:100 (10 % ₀₀)	21	18,5	17,2	13,6	11,1	7,8	8	7,1	6,5	4,8	3,7	2,3
1:50 (20 % ₀₀)	13,6	12,5	11,8	9,8	8,3	6,2	4,8	4,4	4,1	3,2	2,5	1,5
1:30 (33 1/3 % ₀₀)	9	8,5	8	7	6	4,7	2,8	2,5	2,3	1,9	1,5	0,8
1:25 (40 % ₀₀)	7,5	7	6,8	6	5,2	4,1	2,1	1,9	1,8	1,4	1,1	0,6
1:20 (50 % ₀₀)	6	5,6	5,5	4,8	4,3	3,4	1,4	1,3	1,2	0,9	0,7	0,3
1:15 (66 2/3 % ₀₀)	4,2	4,1	3,9	3,5	3,1	2,5	0,6	0,5	0,4	0,3	—	—
Anfahrwiderstand 12 kg/t		Fahrgeschwindigkeit 3,7 km/h						Fahrgeschwindigkeit 8,1 km/h				

⁵⁾ Motorenfabrik Deutz AG.

Eine Motorlokomotive mit einem kompressorlosen Diesel oder einem Vergasermotor von etwa 10 PS Leistung zeigt auch Abb 7⁶⁾. Beide Motorarten sind den besonderen Verhältnissen des Lokomotivbetriebes entsprechend gebaut. Falls der Motor nicht mit Sicherheit beim An-

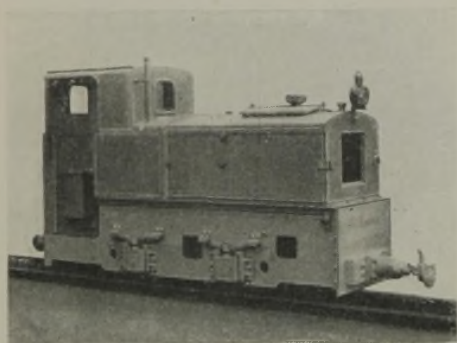


Abb. 7.

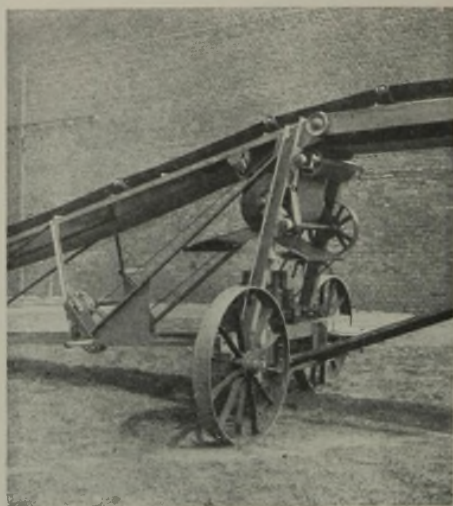


Abb. 8.

drehen von Hand anspringt, kann eine elektrische Anlaßvorrichtung zu Hilfe genommen werden, die im allgemeinen mit einer Lichtanlage vereinigt ist. Mit Rücksicht auf die naturgemäß schlechte Verlegung der Feldbahngleise ist auf eine besonders gute Abfederung Wert gelegt. Der kräftige Stahlplattenrahmen stützt sich mittels Blattfedern auf die Achslager der Radsätze. Die Bremse ist als vollkommen ausgeglichene Vierklotzbremse durchgebildet und wird durch einen Fußhebel im Führerstande betätigt. Die Zug- und Stoßvorrichtung wird der Bauart der jeweils verwendeten Wagen entsprechend federnd ausgeführt und von den als Träger ausgebildeten Stirnwänden des Rahmens aufgenommen.

Unterwagen wird an der Räderachse des Förderbandes durch eine Schelle befestigt, die durch Flügelschrauben gehalten wird. Als Fahrbahn des Unterwagens dienen zur Verminderung des Fahrwiderstandes auf dem meist unebenen Boden Feldbahngleise, wie sie auf Baustellen üblich sind. Die Befestigungsschelle sitzt auf einem Drehzapfen, so daß das Band außer dem Querverfahren bei feststehendem Drehpunkt um 360° geschwenkt und die Abwurfstelle genau und leicht eingestellt werden kann. Diese Art des Querverfahrens hat sich überall sehr gut bewährt, denn die Einrichtung ist einfach und kann bei jedem Förderband angewendet werden.

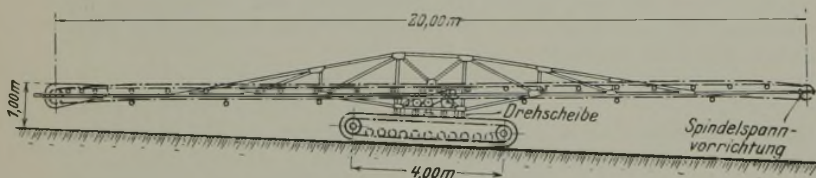


Abb. 9.

Mit wachsender Länge des Bandes nimmt das Gewicht der ganzen Einrichtung zu, so daß bei Räderfahrwerken der Flächendruck auf den Boden zu groß ausfallen kann oder Bodenunebenheiten schlecht überwindbar werden. In letzter Zeit wurden fahrbare Förderbänder mit 25 m Förderlänge gebaut, die infolge ihres ziemlich hohen Gewichtes mit mechanisch angetriebenen Raupenbandfahrwerken ausgerüstet wurden. Die Trägerkonstruktion ist meist knickbar. Auf diese Weise ergibt sich ein zunächst ansteigender und dann waagrecht oder nur schwach geneigter, ununterbrochener Förderweg von 25 m.

Zum Wegbringen des gelösten Bodens auf kürzere Strecken, wenn der Lokomotivbetrieb mit Förderwagen ausscheidet, sind bei Bauarbeiten die fahrbaren Förderbänder oder zum Aufladen die fahrbaren Becherwerke sehr wirtschaftliche Hilfsmittel, von denen in letzter Zeit eine Reihe Sonderformen zwecks Vermehrung des Anwendungsbereiches entstanden sind.

Bei einer weiteren Ausführung eines auf Raupenbändern verfahrbaren Förderbandes von 20 m Gesamtlänge (Abb. 9⁶⁾) ist zwischen dem Fahrwerk und der Trägerkonstruktion eine Drehscheibe eingeschaltet, so daß das Band um 360° geschwenkt werden kann.

Bei der normalen Form eines Förderbandes geschieht das Verfahren von Hand, das jedoch bei angestrengtem Baubetrieb, wenn die Arbeitsstelle des Förderbandes öfters gewechselt werden muß, viel Zeit beansprucht und die Wirtschaftlichkeit eines solchen Apparates vermindert.

Zum Ent- und Beladen von Kähnen oder zur Förderung aus tieferen Baugruben ist eine andere Sonderausführung eines Förderbandes entstanden (Abb. 10⁷⁾). Die beiden Ausleger mit den zwei Bändern sind durch Windwerke in der Höhe verstellbar, wodurch sich Unterschiede des Wasserspiegels oder der Baugrube ausgleichen lassen. Das Gestell, das den Antrieb enthält, ist wegen des Gewichtes der ganzen Einrichtung auf Schienen verfahrbar. Wie aus der Abbildung zu ersehen ist, ist nur ein durchgehender Gurt vorhanden.

Bei dem fahrbaren Förderband nach Abb. 8⁷⁾ geschieht der Antrieb des Fahrwerkes von demselben Motor, der zum Bewegen des Gurtes dient. Der Motor ist entweder ein luftgekühlter, gekapselter Drehstrom- oder Gleichstrommotor von etwa 1,5 kW Dauerleistung oder eine Verbrennungskraftmaschine (Deutz) von 3 bis 4 PS Dauerleistung. Mittels

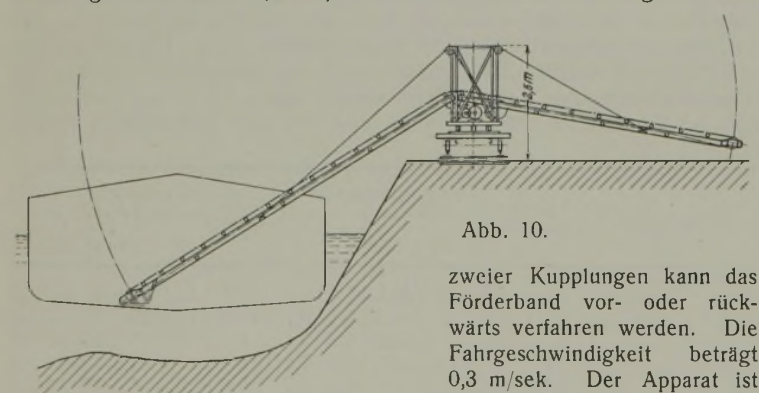


Abb. 10.

zweier Kupplungen kann das Förderband vor- oder rückwärts verfahren werden. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt 0,3 m/sek. Der Apparat ist vollkommen ausbalanciert und

kann infolgedessen durch nur 1 Mann bedient und auch geschwenkt werden. Zum Verfahren ohne motorischen Antrieb sind dagegen bei weichem Boden etwa 6 Mann nötig.

Beim Verladen von Aushubmassen in Fahrzeuge oder beim Anschütten von Dämmen müssen die Förderbänder rechtwinklig zur Förder-



Abb. 11.

Zur Verlängerung des waagerechten Förderweges dient der Zwischenförderer oder das Zubringerband (Abb. 11⁷⁾), ein getrennt für sich arbeitender Apparat, mit dem es möglich ist, auf große Länge und von beliebiger Stelle das Material dem ansteigenden Hauptförderband zuzuführen. Durch Hintereinanderschalten kann der waagerechte Förderweg beliebig verlängert und durch geeignete Stellung der Bänder untereinander in winkliger Linie geführt werden. Diese Verbindung mehrerer Förderbänder kommt nur bei der Förderung von Schüttgütern in Frage, da zwischen den einzelnen Bändern eine gewisse Freifallhöhe besteht. Der Zwischenförderer wird in Längen von 10 m Achsenabstand der Fahr-

⁶⁾ Berliner Maschinenbau AG. (Schwartzkopff). — ⁷⁾ ATG.

⁸⁾ A. W. Markensen.



Abb. 12.

werke gebaut. Bei dem verhältnismäßig geringen Gewicht von 1000 kg läßt sich ein solcher Apparat auch auf schlechtem Boden leicht verfahren. Die Kränze der Räder sind breit, damit die Räder auf weichem Boden nicht einsinken.

Eine ähnliche Einrichtung wie der Zwischenförderer ist der tragbare waagerechte Gurtförderer⁷⁾, bei dem die Aufgabschurre, die sowohl bei dem Zwischenförderer als auch bei dem waagerechten Gurtförderer normal 1 m lang ist, verlängert und das Band auf eine größere Länge beschickt werden

kann, so daß sich die Leistung wesentlich steigern läßt.

Die Sonderformen der Becherwerke beziehen sich ebenfalls hauptsächlich auf das Fahrwerk und die Zubringereinrichtung. Die neueren fahrbaren Becherwerke, die auf Baustellen zu Verladearbeiten dienen, sind schwere Maschinen, die durch die ständig größeren geforderten Leistungen und die andere Beschaffenheit des Fördergutes bedingt sind. Ursprünglich waren sie nur für die Förderung feinkörnigen Massengutes gebaut, heute müssen sie aber auch grobkörnige, harte Stoffe (Steine usw.) billig fördern.

Aus der schweren Bauart der fahrbaren Becherwerke ergibt sich, daß das Verfahren nicht mehr von Hand wie bei den leichten Ausführungen geübt werden kann, sondern mit mechanischen Mitteln geschehen muß. So zeigt z. B. Abb. 12⁸⁾ ein verfahrenbares Becherwerk mit mechanisch angetriebenem Fahrwerk, das durch Räder mit breiten Kränzen und schräg aufgesetzten Leisten gebildet wird. Infolge des Zuleitungskabels für den elektrischen Antrieb ist naturgemäß der Aktionsradius von der Länge des Kabels abhängig, der nicht allzu groß sein kann. Diese Tatsache ist jedoch weniger von Belang, da das mechanisch angetriebene Fahrwerk in erster Linie eine rasche, geringfügige Ortsveränderung des Becherwerkes ermöglichen soll, die beim Beladen von Fahrzeugen vorliegt. Das Beladen der Fahrzeuge wird beschleunigt und verbilligt, wenn die Becherwerke auch diese verhältnismäßig kleinen Ortsveränderungen selbst ausführen können. Zum Beladen von Fahrzeugen genügt dann



Abb. 13.

1 Mann, während ohne mechanischen Fahrtrieb von Zeit zu Zeit noch einige Hilfskräfte herangezogen werden müssen, die an anderer Stelle wieder fehlen. Wie an allen neueren Becherwerken dient zum Zubringen des Gutes an die Becher (Erde usw.) eine Spirale.

Wenn mit einem Becherwerk harte grobstückige Massengüter (Steine usw.) aufgenommen werden sollen, wird der Schöpfwiderstand der Becher entsprechend größer. Da die Räder des Fahrwerkes den Schöpfwiderstand auf den Boden übertragen, besteht bei Verwendung von Rädern, insbesondere bei den schweren Formen mit dem hohen Eigengewicht und bei wenig tragfähigem Untergrund, die Gefahr des Einsinkens der Räder. Zur Verminderung des spezifischen Flächendrucks und zur Überwindung von Bodenunebenheiten sind auch die Becherwerke mit Raupenbandfahrwerken versehen worden (Abb. 13⁹⁾. Zum Zubringen von harten, grobstückigen Massengütern an die Becher sind die Zubringerspiralen unterbrochen, so daß die besonderen Zubringer in Form von spiralg und schräg auf der Welle angebrachten Segmenten entstehen. Die Zufuhr an die Becher geschieht in ähnlicher Weise wie mit einer Schaufel. Damit von den Schaufeln und den Bechern die Stücke besser gefaßt werden, können an den Kanten Stahlzinken angebracht werden. Als Sonderformen sind auch die Vereinigungen von Förderband und Becherwerk zu einem Apparat zu betrachten (Abb. 13). Der Ausleger mit dem Förderband ist entweder feststehend oder nach allen Seiten schwenkbar.

Eine solche Vereinigung von Becherwerk und Förderband ist auch der „Heinzelmann-Auflader“, über den „Die Bautechnik“ 1928, Heft 50, S. 734, bereits Einzelheiten gebracht hat.

Alle Rechte vorbehalten.

Die Pirnaer Elbbrücke und ihre Verbreiterung 1928.

Von Oberregierungsbaurat R. Lehnert, Pirna.

(Schluß aus Heft 51.)

V. Die Verbreiterungsarbeiten.

Mit den Bauarbeiten wurde am 25. Juni — 6 Tage nach dem Zuschlage — begonnen, und zwar von der Copitzer Seite (r. U.) her, wo auf dem der Firma zur Verfügung gestellten Bauplatze oberstromseitig entlang der Brücke die erforderlichen Schuppen, eine Betonmischmaschine (400 l fassender Mischer, 20-PS-Rohölmotor) und ein Aufzugturm am Pfeiler H aufgestellt und die Rüsthölzer gerichtet wurden. Die Brücke selbst konnte der beschränkten Platzverhältnisse wegen nur vorübergehend zur Lagerung von Baustoffen, nicht aber zur Aufstellung von Baumaschinen benutzt werden.

Vor Beginn der eigentlichen Bauarbeiten mußte zunächst die unter der Brückenfahrbahn, 50 cm vom alten Fußwegbord entfernt liegende Gasfernleitung der „Gosag“, Heidenau, verlegt werden. Nach Übereinkommen mit der Elbtalzentrale der Kraftwerke Westsachsen, die auf der eisenbahnseitigen Straßenhälfte vier 20-kV-Leitungen liegen hatte, konnte die Gasleitung auf der eisenbahnseitigen Straßenhälfte in 1 m Abstand von diesen Kabeln verlegt werden.

Mit den Arbeiten des Aufbruches von Straße und Gangbahn und des Abbruches von Geländer, Stirnmauerwerk usw. wurde am 2. Juli an der Copitzer Rampe begonnen. Den nunmehr erforderlichen wechselweisen Einbahnverkehr (nach den Ausschreibungsbedingungen auf im Maximum 140 m Länge bei mindestens 3 m Breite) regelten städtische Polizeibeamte von einem Beobachtungs- und Richtungstürmchen aus in der üblichen Weise mit Hilfe von grünen und roten Drehscheiben und Lichtern. Der gewaltige Verkehr, der namentlich in den Zeiten des Schichtwechsels der vielen Fabriken des Pirnaer Bezirks vielfach beängstigende Ausmaße annahm, gewöhnte sich sehr bald an die Einschnürung, Wartepausen und

die zu verminderte Fahrgeschwindigkeit (Abb. 12). Trotz der beschränkten Platzverhältnisse auf der Baustrecke ist weder ein ernsthafter Verkehrs- noch Bauunfall eingetreten. Den Fußverkehr auf eine neben



Abb. 12. Verkehrseinschnürung während der Bauarbeiten.

der bestehenden noch besonders einzurichtende Motorbootfähre in Nähe der Brücke zu verweisen, mußte wegen Mangels an geeigneten Fährlandstellen und Zugangswegen oder wegen der sonst erst für die kurze Zeit aufzuwendenden hohen Kosten abgelehnt werden.

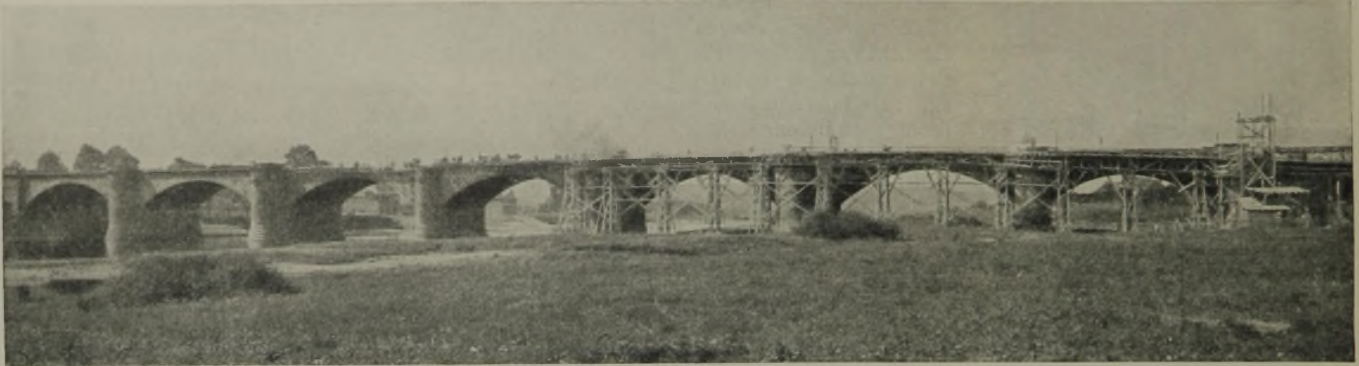


Abb. 13. Rüstung von Grund aus.

Die Firma hatte sich entschlossen, die erforderlichen Rüstungen bei den Landbögen von Grund aufzuführen, damit also bis zu 14,5 m hohe Holzgerüste aufzuführen und nur bei den Bögen über Wasser die schon früher erwähnte Rüstart mit Hilfe von Kragträgern anzuwenden. Sie verzichtete damit von vornherein auf den Vorteil der Zeit- und Geldersparnis, der sich erst bei fortlaufender Anwendung des gleichen Arbeitsvorganges durch die mittlerweile gesammelte Erfahrung und die dadurch mögliche Schematisierung ergibt. Nach ihrer Angabe wäre es nicht möglich gewesen, die erforderliche Anzahl Träger in der kurzen Bauzeit zu beschaffen, andererseits glaubte sie wohl, mit der Verwendung von Holzgerüsten

bei der später verwendeten Rüstart mit Hilfe eiserner Konsolträger gegenüber der sehr ungleichmäßigen und starken Durchbiegung bei den Standgerüsten war noch ein besonderer Vorteil des erstgenannten Rüstverfahrens.

Nach Abbruch des Stirnmauerwerkes, Aushub der Baugrube für das Gegengewicht, Wiederaufmauerung der Brückenstirn bis zur erforderlichen Höhe und nach Abgleichung der Unterbauebene für das Gegengewicht wurden die Schalungen versetzt und die Eiseneinlagen für den Beton ausgelegt und abgebunden. An den Treppenpodesten mußten diese Einlagen wesentlich verstärkt werden. Am oberen Podest wurden zwei I-B-Träger von 20 cm Höhe mit seitwärts angelenkten $\square 16$ einbetoniert und an einem besonderen Betonklotz von 6 t Gewicht verankert.

Der Beton (1 : 2,5 : 2,5) wurde in Kippwagen im Aufzugturm hochgefahren und auf einem über der Gegengewichtplatte, später auch über der fertigen Kragplatte hinweggeführten Baugleis verfahren und verteilt. Um den Beton in der Färbung dem Sandsteinmauerwerk anzupassen, wurde in den Ansichtflächen steinmetzartig zu bearbeitender Beton aus Lausitzer Granitsplitt im Mischungsverhältnis 1 : 3 vorgeetzt.

Der Abbruch des Stirnmauerwerkes der Strombögen und die Wiederaufmauerung geschah zunächst von der Brücke und von einfachen leichten Hängegerüsten aus. Nach Fertigstellung der Unterbauebene wurden 6,25 m lange Walzträger I 20 in Abständen von je 1,10 m so ausgelegt, daß sie 3 m über die Brückenstirn hinausragten (Abb. 14). Gegen Überkanten wurden sie durch eine vorübergehend aufgebrachte Auflast von 1,3 t/m gesichert. Die Baugrube mußte dieses Gegengewichtes wegen noch um 50 cm verbreitert ausgehoben werden. Auf diesen Kragträgern wurde die Kragplatte eingeschalt. Gegengewicht und Kragplatte wurden auch hier gleichzeitig betoniert. Der brückenwärts der Stirn liegende Teil der I-Träger wurde in das Gegengewicht mit einbetoniert.

In der Kragplatte wurden in Abständen von 2,2 m je zwei Löcher von 5 cm Durchm. nahe der Brückenstirn und der vorderen Plattenkante ausgespart (Abb. 15). Durch diese Löcher wurden Rundeisenbügel geführt, deren untere Enden durch Flacheisen gefaßt und mit Muttern und Gegenmutter verschraubt wurden. Das Arbeitsgerüst baut sich auf Querbalken auf, die durch diese Rundeisenbügel gesteckt wurden.

Von diesem Arbeitsgerüst aus wurden dann zunächst die eisernen I-Kragträger, die ja nun ihren Zweck erfüllt hatten, autogen abgeschnitten. Dem noch hervorstehenden Endstück des Trägers wurde Beton vorgesetzt; später jedoch wurden fertige und bereits steinmetzartig bearbeitete Vorsatzbetonplatten vorgemauert. Auch die gesamte Steinmetz-Bearbeitung der Ansichtflächen und der Ausgleich von Unebenheiten und Unregelmäßigkeiten der Kragplatte geschah von diesem Arbeitshängegerüst aus. Nach Beendigung dieser Arbeiten wurde das Hängegerüst in ähnlicher Weise, wie es angebracht worden war, wieder abgebrochen (Abb. 16). Die einzelnen Teile wurden von dem jeweils restlichen Teile des Hängegerüsts aus oder mit Hilfe von Seilen unmittelbar auf die Brücke gezogen. Ein Kahn fischte etwa in den Strom gefallene Holzteile wieder auf. Die mit Hilfe von Eisenrohren ausgesparten Löcher in der Kragplatte wurden mit besonderen abschraubbaren Verschlusskappen versehen.

Dieser ganze Vorgang der Rüstung und Abrüstung und der Bauarbeiten in den Stromöffnungen ging anstandslos vor sich. Der Arbeitsfortschritt war so, daß in einer Woche auf je eine Bogen- und eine Pfeilerlänge von zusammen im Durchschnitt 35 m zunächst das Mauerwerk abgebrochen und wieder aufgemauert und die Träger verlegt wurden. In jeder Woche wiederholten sich dann diese Arbeiten für den folgenden Bogen



Abb. 14. Rüstung für die Schalung in den Stromöffnungen.

billiger zu kommen. Aber auch die Beschaffung des nötigen Rüstholzes in der kurzen Zeit machte Schwierigkeiten. In der Unmöglichkeit der rechtzeitigen Beschaffung der Rüstholzer und -eisen und sonstiger Baustoffe soll auch der Grund gelegen haben, weshalb die Firma dem Drängen des Bauamtes, die Bauzeit durch Arbeiten in Doppelschichten wenigstens in den Sommermonaten noch weiter abzukürzen, nicht nachgeben konnte.

Bei den geringeren Rüsthöhen konnten noch einfache Stangengerüste verwendet werden. Bei den letzten vier Landbögen jedoch wurden in Abständen von 9,5 m Gerüstpfeiler aufgeführt, die durch hölzerne, zur Verminderung der Durchbiegung durch Sprengwerke nochmals abgestützte Fischbauchträger verbunden wurden (Abb. 13). Rechnerisch war hierbei die größte Durchsackung zu 1,1 cm ermittelt worden. Tatsächlich betrug sie — jedenfalls infolge der großen Hitze im Juli und August — höchstens 2,7 cm. Die gleichmäßige und wesentlich geringere (1,6 cm) Durchbiegung

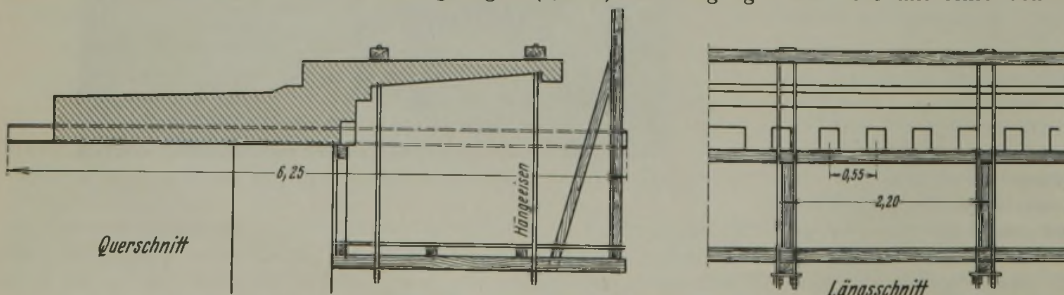


Abb. 15. Das Arbeitshängegerüst.

mit Pfeiler, und zugleich wurden die Eisenverlegungs- und Betonierungsarbeiten der in der vorigen Woche begonnenen Öffnung mit Pfeiler fertig.

Die Rüstungen entlang der Rampenmauer auf Pirnaer Seite und für die Treppe mit Podesten wurden wieder von Grund auf als einfache Stangengerüste ausgeführt. Der Beton für diese Kragplatte und für die Kragplatten der beiden Bogen auf Pirnaer Seite wurde in einer am Brückenkopf bei der Einmündung der Brückenstraße aufgestellten zweiten Mischanlage hergestellt und von dort aus ebenfalls mit Fördergleiswagen verfahren. Auf diese Weise konnte auch die Kragplatte des von Pirnaer Seite her dritten Bogens erst fertiggestellt werden, ehe mit dem Abbruch des Stirnmauerwerkes des zweiten Bogens begonnen wurde. Die Bauarbeiten über diesen Bogen mußten getrennt voneinander vorgenommen werden, damit eine der beiden Stromöffnungen für den Schiffahrtverkehr offen bleiben konnte, wenn die andere wegen der Gefährdung der Schiffahrt gesperrt werden mußte.

Frühestens 6 Tage nach Beendigung der Betonierungsarbeiten wurden jeweils das Gegengewicht durch doppelten Asphaltfilzbelag und drei-

Am 18. Oktober wurde die gesamte Brückenfahrbahn freigegeben, und die Verkehrsposten, die seit 25. Juni Tag und Nacht auf der Brücke hatten stehen müssen, konnten eingezogen werden. Damit galt der Bau als fristgemäß (bedingungsgemäß bis 18. Oktober) beendet. Das letzte Fußwegstück wurde am 27. Oktober für den Verkehr frei.

Eine eigentliche Probelastung wurde nicht vorgenommen, da die Kragplatte auf ihre Hauptlänge schon während des Baues als Ablagerungsplatz für Bauschutt und Baustoffe hatte dienen und die schwere Förderbahn hatte tragen müssen. Die Beobachtungen hierbei rechtfertigten den Verzicht auf eine Probelastung.

Insgesamt wurden an 96 Arbeitstagen 545 m³ Mauerwerk abgebrochen, 400 m³ Boden ausgehoben, 660 m³ Mauerwerk und Magerbeton, 880 m³ Eisenbeton und 3400 m² Kleinpflaster hergestellt. Die Belegschaftstärke betrug im Juli 40, im August 70, September 80, Oktober 50 Mann im Durchschnitt. — Nach der anerkannten Schlußabrechnung betragen die gesamten Baukosten ohne die der Stadt zufallenden Kosten für die neue Beleuchtungsanlage und für verschiedene Nebenarbeiten rd. 195 000 R.-M., wie veranschlagt.



Abb. 16. Abbruch des Hängegerüsts.

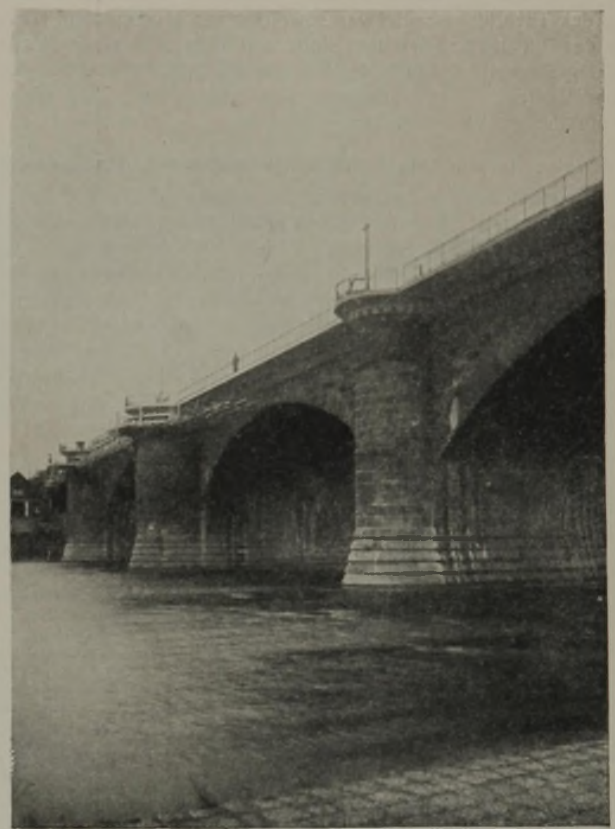


Abb. 17. Die fertige Kragplatte.

maligen Anstrich isoliert, die Bordschwellen verlegt und der Magerbeton aufgebracht, auf den dann in einer Sandschicht das Kleinpflaster versetzt wurde. Wie schon auf S. 811 erwähnt, mußte die Fahrbahn insgesamt etwas höher gelegt werden, so daß nach Fertigstellung der fußwegseitigen Fahrbahnhälfte auch die bahnseitige noch umgepflastert werden mußte oder umgedreht.

Mit der Umpflasterung wurde zugleich das alte halbkreisförmige Sandsteingerinne mit den alten überstehenden Abschlußdeckeln entlang der Trennungsmauer zwischen Straße und Eisenbahn sowie ein Sockelvorsprung dieser Mauer beseitigt. Die Rinne wurde durch ein Pflastergerinne mit befahrbarem Gitter über den Einlaufschächten ersetzt. Durch diese Maßnahmen wurden an nutzbarer Fahrbahnbreite noch rd. 50 cm gewonnen.

Den letzten Putz- und Beräumungsarbeiten voraus gingen noch die Aufbringung eines 2 cm starken Asphaltbelages auf Fußweg, Pfeilern und oberem Treppenpodest, die Aufbringung von Stahlbeton auf den Treppenstufen mit unterem Podest und die Aufstellung des Geländers und der Kandelaber für die Beleuchtung.

Um das Brückenbild möglichst wenig zu verändern, wurde das alte eiserne Geländer wieder verwendet.

Folgende Bauzeitpunkte seien besonders erwähnt:

- 2. Juli Beginn der Abbrucharbeiten,
- 27. Juli Beginn der Betonarbeiten,
- 28. August Beendigung der Eisenbetonarbeiten für die Landbogen,
- 3. Oktober Beendigung sämtlicher Betonarbeiten.

VI. Schluß.

Der Verbreiterungsbau paßt sich in seiner einfachen äußeren Form mit der zinnenartigen Begrenzung sehr gut dem alten Brücken- und Stadtbilde an und erfreut sich allgemein beifälliger Beurteilung. Es ist gelungen, alte und neue Bauweise zu harmonischem Zusammenwirken zu verbinden (Abb. 17).

Allerdings waren Zweifel entstanden, ob bei dem ständig steigenden Kraftwagenverkehr, insbesondere nach der Sächsischen Schweiz (Steigerung auf der Elbbrücke seit 1924/25 auf das Dreifache), die durch Auskragung nur um 2 m mögliche Verbreiterung (Gewinn an nutzbarer Breite 2,5 m) zweckmäßig und ob nicht vielmehr eine sofortige Verbreiterung der Brücke von Grund auf richtiger sei.

Eine solche Verbreiterung von Grund aus hätte allerdings gleich für die weitere Zukunft ausreichend vorgenommen werden müssen und würde wenigstens das Zehnfache der jetzigen Verbreiterung gekostet haben. Durch Ersparung von Bauzinsen würde sich die Auskragung also selbst für den Fall bezahlt gemacht haben, daß sie schon in wenigen Jahren durch eine Verbreiterung von Grund auf würde ersetzt werden müssen. Die Hinausschiebung eines solchen Neubaus hat aber weiter den Vorteil, daß der Bau dann besser der heute noch nicht absehbaren Entwicklung des Straßenverkehrs angepaßt werden kann. Die viel umstrittenen Fragen des Ausbaues des Straßennetzes nach und in der Sächsischen Schweiz, des Neubaus von Elbuferstraßen und neuen Elbbrücken bei Pillnitz, Pratzschwitz usw. hängen eng hiermit zusammen.

Nach alledem war die Verbreiterung der Brücke durch Auskragung wohl als die zur Zeit einzig richtige Lösung anzusehen.

Alle Rechte vorbehalten.

Druckverteilung im Baugrunde.

IV. Spannungsverteilung an der Sohlfläche von Gründungskörpern.

Von Prof. Dr.-Ing. F. Kögler, Freiberg, Sa., und Regierungsbaumeister Dr.-Ing. A. Scheidig, Moskau.

(Fortsetzung aus Heft 18, S. 268.)

Berichtigung: Formel 30 in der „Bautechnik“ 1929, Heft 18, S. 272 soll richtig heißen: $\sigma_m = \frac{3 p_o}{\alpha} \cdot (1 - \cos \varphi_r) \cdot \left(1 - \beta \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi_r}{2}\right)$.

Sowohl für die Frage nach der Druckverteilung im Untergrund unter einer örtlichen Last, wie auch nach der Beanspruchung des Lastübertragungskörpers selbst spielt die Kenntnis der Druckverteilung unmittelbar unter der Sohlfläche der Last, die „Sohldruckverteilung“, eine entscheidende Rolle. Deren Gesetze sind aber heute noch ziemlich unbekannt und unerforscht. Es ist bereits an anderer Stelle kurz darauf hingewiesen worden, daß die neuen Erkenntnisse, soweit solche vorliegen, von den bisher üblichen Annahmen erheblich abweichen, da der Sohldruck auch unter einer starren Platte sich nicht gleichmäßig, sondern ungleichmäßig verteilt³⁸⁾.

In diesem Aufsatz sollen die neuen Erkenntnisse auf diesem Gebiet etwas eingehender dargestellt werden, da sie als Grundlage für die Weiterbildung der Theorie — und zwar sowohl einer allgemeinen Theorie des Baugrundes im Engeberschen Sinne mit dem Ziel einer Bestimmung seiner Tragfähigkeit, als auch der Berechnung durchgehend auf Baugrund gestützter Bauteile — von besonderer Bedeutung sind, also auch erheblichen praktischen Wert besitzen.

A. Beweise für die Ungleichförmigkeit der Sohldruckverteilung.

Die Betrachtungen seien zunächst beschränkt auf starre Lastkörper, die eine Schüttung auf ihrer Oberfläche örtlich beanspruchen. Die bisherige Anschauung, daß die Bodenreaktion gleichförmig stattfindet ($p_m = p_o$), trifft nicht zu. Diese besitzt vielmehr einen hohen Größtwert in der Mitte und wird am Rande zu Null. Die Möglichkeiten, die sich in diesem Falle für die Form der Sohldruckverteilung ergeben, sind in Abb. 44 dargestellt. An die Stelle des Rechtecks ($p_o = Q:F$) tritt eine Parabel ($p_m = 2 p_o$), ein Dreieck ($p_m = 3 p_o$), oder gar eine Pfeilspitze oder „Glocke“ ($p_m > 3 p_o$) mit nach innen gekrümmten Flanken.

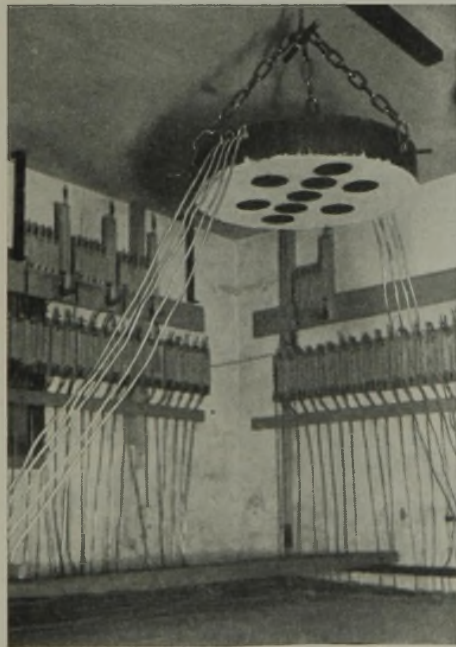


Abb. 45. Lastplatte mit eingebauten Meßdosen.

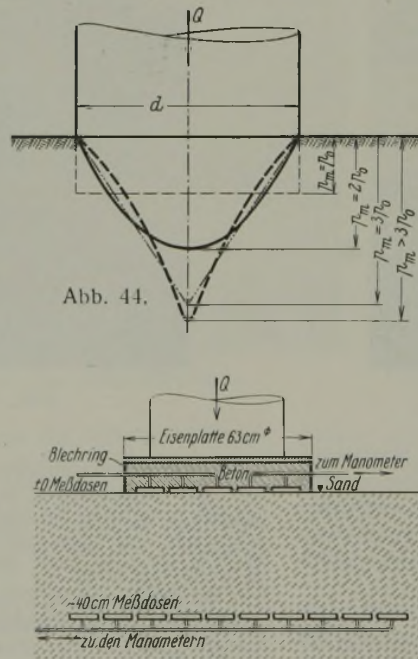


Abb. 46.

Welche Verteilung sich einstellt, hängt in erster Linie von der Größe der Lastfläche, sodann aber auch von der Stärke der Belastung, der relativen Dichte der Schüttung und der inneren Reibung ab. Diese Einflüsse sollen später noch im einzelnen untersucht werden. Zunächst mögen qualitativ die Beweise für die Ungleichförmigkeit allgemein angeführt werden.

1. Auf S. 207 des Aufsatzes II. („Bautechnik“ 1928, Heft 15) ist der Nachweis in elementarer Form erbracht, daß unter Voraussetzung der Gültigkeit des Superpositionsgesetzes die bei den Messungen in einer gewissen Tiefe erhaltenen Ergebnisse nur rechnerisch gefunden werden können, wenn man eine dreieck- oder parabelförmige Verteilung des Sohldruckes annimmt.

³⁸⁾ „Bauingenieur“ 1926, Heft 6, S. 101; „Beton u. Eisen“ 1926, Heft 6, S. 120; Scheidig: Die Verteilung senkrechter Drücke in Schüttungen. Dissertation, Freiberg 1926.

2. Wenn man von den Messungen in verschiedenen Tiefen aus (Darstellung der Versuchsergebnisse, Abb. 13 bis 16, in 60, 50, 40, 30, 20, 10 cm Tiefe) nach oben hin extrapoliert, kommt man ebenfalls zu einer ungleichförmigen Druckverteilung, die in Abb. 15 u. 16 bereits eingezeichnet ist.

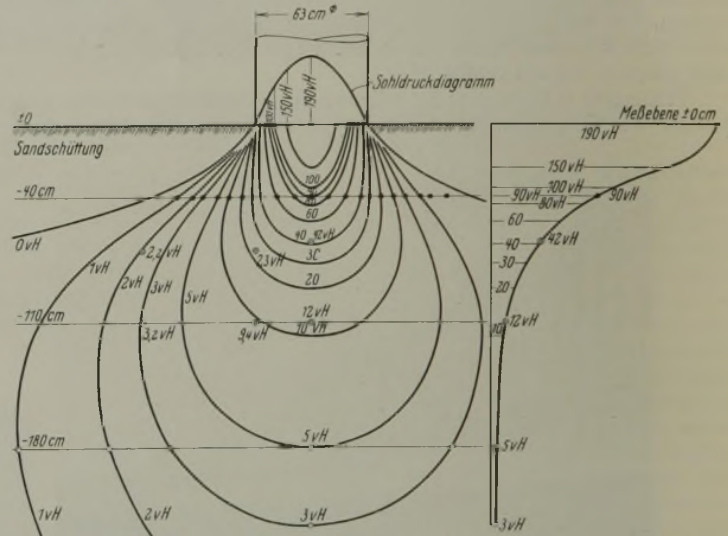


Abb. 47. Druckverteilung nach der Breite und Tiefe.

3. Die Ungleichförmigkeit der Sohldruckverteilung ist von den Verfassern durch Messungen unmittelbar in der Sohlfläche nachgeprüft und festgestellt worden. Die Versuchsapparatur ist in Abb. 45 und 46 wiedergegeben. Der Belastungskörper besteht aus einer Betonplatte von 63 cm Durchm., in die 9 Meßdosen einbetoniert sind; der Druck in ihnen wird durch Ruhedruckmanometer gemessen. Gleichzeitig ist der Druck an 150 Stellen in 40 cm Tiefe gemessen (Apparatur vgl. auch Abbild. 11 u. 12). Die Ergebnisse sind in Abb. 47 dargestellt, und zwar sind dort sowohl die Messungen unmittelbar unter der Lastsohle selbst, wie auch diejenigen in 40 cm Tiefe verzeichnet. Beide stimmen recht gut überein und bilden eine wertvolle Ergänzung der früheren Ergebnisse.

Das Diagramm der Sohldruckverteilung weist einen Mittendruck $p_m = 1,9 p_o$ auf, am Rande wird dagegen die Spannung gleich Null. Die Ungleichförmigkeit der Sohldruckverteilung ist damit für Schüttungen auch einwandfrei durch den Versuch bestätigt.

Die Sohldruckverteilung eines Lastkörpers auf einer Schüttung steht damit im offensichtlichen Gegensatz zu der Spannungsverteilung an der Sohlfläche eines starren, kreisrunden Lastkörpers, der einen festen elastischen Körper auf seiner Oberfläche beansprucht. Nach der Theorie des elastisch-isotropen Halbraumes, die von Boussinesq, Föppl und neuerdings wieder von Schleicher³⁹⁾ behandelt worden ist, besitzt sie beim festen Körper theoretisch die in Abb. 48 gestrichelt gezeichnete Gestalt und wird nach Schleicher praktisch die ausgezogene Form annehmen.

Der feste Körper reagiert also ganz anders als die Schüttung. Die Sohldruckverteilung ist bei ihm gerade umgekehrt: ein hoher Größtwert am Rande und ein Mindestwert in der Mitte!

³⁹⁾ Zur Theorie des Baugrundes. Bauingenieur 1926, Heft 48 u. 49.

B. Erklärung der Erscheinungen.

1. Auf Grund der Formänderungen.

Eine Erklärung der Eigenart der Verteilungsgesetze für den Sohldruck beim körnigen Boden ergibt sich zunächst aus den Formänderungen.

Belastet man eine Schüttung auf ihrer Oberfläche, so setzt eine Kornbewegung ein, die in Abb. 49⁴⁰⁾ dargestellt ist. Die Körner in der Nachbarschaft des Randes weichen seitlich aus und können daher wenig oder keinen Druck übertragen, so daß der Hauptteil der Bodenreaktion von der Mitte gestellt werden muß.

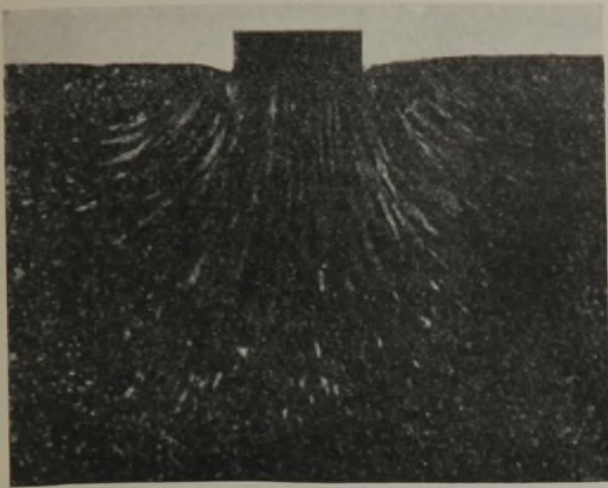


Abb. 49. Bodenbewegung unter einsinkender Last.

Die Nachgiebigkeit der Bodenteilchen unter dem Rande des Lastkörpers macht sich natürlich ganz besonders stark bemerkbar, wenn der Lastkörper auf der Oberfläche des Bodens aufsitzt. Sie tritt zurück, wenn um die Last herum noch eine gewisse Bodenaufschüttung vorhanden ist, d. h., wenn der Baukörper in größerer Tiefe gegründet ist. Dann ist das Ausweichen der Teilchen nach der Seite und nach oben hin erschwert, die Druckverteilung wird also gleichmäßiger werden.

Der Charakter der Sohldruckverteilung hängt also wesentlich von den „Randbedingungen“ ab, worauf noch eingegangen werden wird. Daß der Bodenwiderstand am Rande tatsächlich kleiner ist als in der Mitte, zeigt klar und anschaulich ein Versuch, der in Abb. 50 dargestellt ist. Die acht Belastungselemente erhalten infolge der gewählten Lastübertragung genau gleiche Drücke. Die Einsenkungen der einzelnen Klötze wachsen von der Mitte nach dem Rande hin, weil der Widerstand des Bodens dort geringer ist als in der Mitte. Er hat am Rande die Möglichkeit, nach der unbelasteten Seite hin auszuweichen, auch wenn dies in der Hauptsache nur elastisch geschehen sollte. Vor allem kommt aber noch hinzu, daß die Bodenteilchen unter dem Lastkörper, wenn sie sich senken wollen, mit den außerhalb der Sohlfäche liegenden in keiner Weise durch Zug- oder Schubfestigkeit verbunden sind; ihre Bewegung nach unten ist also besonders leicht möglich.

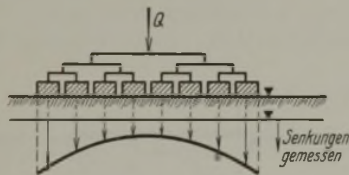


Abb. 50.

Der körnige Boden steht damit im schroffen Gegensatz zum festen Körper; denn bei diesem wird infolge der zug- und schubfesten Verbindungen aller Teile der Ring außerhalb der Lastfläche gezwungen, an deren Einsenkung teilzunehmen. Es leuchtet hiernach ein, daß infolgedessen die Spannungen im festen Körper am Rande des Lastkörpers besonders hoch werden müssen und daß eine besonders hohe Beanspruchung auf Schub auftritt. Außerdem verhindert die Ringzugfestigkeit des festen Körpers in der Zone um den Lastkörper herum das Ausweichen der vom Lastkörper gedrückten Teile nach der Seite hin.

Während also dem festen Körper zur Aufnahme der örtlichen Last sowohl seine Druckfestigkeit, wie auch in erheblichem Maße neben ihr und sie unterstützend seine Zug- und Schubfestigkeit zur Verfügung steht, kann ein körniger Boden nur tragen auf Grund seiner druckfesten Lagerung und der Mitwirkung einer gewissen inneren Reibung.

Dieser grundlegende Unterschied im Material läßt alle Hoffnung, die Gesetze des körnigen Baugrundes am elastischen isotropen Halbraum studieren zu wollen, wie es Schleicher (Fußnote³⁹⁾ versucht hat, zunichte werden. Eine zukünftige Baugrundtheorie wird sich nur im Anschluß an

⁴⁰⁾ Aufnahme hinter einer Glaswand. Von Strohschneider. Vgl. auch Aufsatz II., Abb. 20.

tastende Versuche und daran anschließende Arbeitshypothesen entwickeln können, die den festigkeitsmechanischen Eigenschaften des schüttigen Materials entsprechend Rechnung tragen.

2. Auf Grund der Erddrucktheorie.

Die Ungleichförmigkeit der Sohldruckverteilung leitet Pihera⁴¹⁾ ab mit Hilfe der Drucklinienfelder, die aus der Rankineschen Erddrucktheorie gewonnen sind. Wenn seine Ableitungen auch nicht unbedingt beweiskräftig sind, so können sie doch als zweckmäßige Arbeitshypothese bezeichnet werden, weil sie qualitativ mit den Versuchen im Einklang stehen. Sie bewegen sich allerdings ausschließlich im Bereiche „Formänderungen durch Auftrieb“, setzen also Drücke voraus, die in der Praxis nicht auftreten, rechnen ferner mit dem „Reibungswinkel“, einer ebenso unbestimmbaren und nicht konstanten, also auch nicht verwendbaren Größe, wie etwa die „Bettungsziffer“. Deshalb ist den zahlenmäßigen Auswertungen gegenüber eine gewisse Vorsicht am Platze.

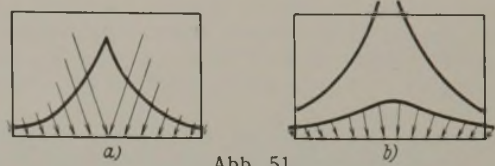


Abb. 51.

Das amerikanische Track Committee⁴²⁾ hat schon im Jahre 1920 versucht, für die Art der Spannungsverteilung in Schüttungen an der Sohlfäche von Holzschwellen (quer zur Längsachse) eine theoretische Erklärung mit Hilfe der Rankineschen Theorie zu geben. Es werden die an der Sohlfäche auftretenden konjugierten Spannungen ermittelt und unter Annahme eines Reibungswinkels zwischen Boden und Schwelle die höchste zulässige Last ermittelt, die die Lastfläche aufnehmen kann, ohne daß ein Gleiten eintritt. Abb. 51 zeigt die auf diesem Wege gefundenen Druckverteilungdiagramme.

Die Verfasser halten diese Wege zur quantitativen Ermittlung der Verteilung der Bodenreaktion für wenig aussichtsreich, da nicht alle Einflüsse berücksichtigt werden und da der Reibungswinkel in praktischen Fällen doch nicht bekannt ist; außerdem ist dieser sicher keine Konstante, sondern von vielen Faktoren abhängig und an verschiedenen Stellen der Sohlfäche verschieden groß.

Jedenfalls führen aber auch diese Betrachtungen beide zur ungleichförmigen Sohldruckverteilung.

C. Der Einfluß des Randes bei Schüttungen.

Die Art der Sohlfächeverteilung bei Schüttungen hängt wesentlich von den Randbedingungen ab. Stellen wir uns eine in allen Richtungen unendlich große Lastplatte vor, so verschwindet der Einfluß des Randes, und es muß gleichförmige Sohldruckverteilung eintreten. Für einen endlich breiten, aber unendlich langen Laststreifen bestehen nur Ausweichmöglichkeiten in einer Richtung (quer zur Achse), so daß die Ungleichförmigkeit der Verteilung, die in der Größe p_m des Mittendruckes ihr Maß hat, geringer sein wird, als bei allseitig endlichen Kreislastplatten, bei denen die Ausweichmöglichkeiten nach allen Seiten vorhanden, die Sohldruckverteilung daher am ungleichmäßigsten sein muß. Damit kommen wir den Erscheinungen auch quantitativ näher.

Ist in Abb. 44 der Durchmesser d sehr klein, so ist die Druckverteilung $p_m > 3p_0$ am wahrscheinlichsten; wird d unendlich groß, so wird $p_m = p_0$. Damit sind die Erscheinungen in Abhängigkeit von der Flächengröße in zwei Grenzen eingeschlossen. Über die Gesetzmäßigkeit im nächsten Abschnitt!

Bei mittelgroßen Platten wird sich in der Mitte eine möglichst gleichförmige Druckverteilung einzustellen suchen, soweit die Randbedingungen das zulassen (vgl. Abb. 53d). Zum Vergleich mag die Geschwindigkeit des fließenden Wassers in Rohrleitungen herangezogen werden. Ist das Rohr sehr eng, so sind die Geschwindigkeiten im Querschnitt wegen des Einflusses der Wandreibung sehr ungleichmäßig, weil die Randbedingungen das Bild des Geschwindigkeitsdiagrammes beherrschen. Ist das Rohr sehr weit, so herrscht im größten Teile nahezu gleichförmige Geschwindigkeit, weil der Einfluß des Randes stark zurücktritt (vgl. Abb. 52). Dieser Vergleich dürfte vielleicht auch den Weg zu einem mathematischen Ansatz ermöglichen, wenn der Einfluß des Randes sich auf Grund von Versuchsunterlagen einmal zahlenmäßig ausdrücken lassen.

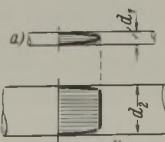


Abb. 52.

⁴¹⁾ Pihera, Druckverteilung, Erddruck, Erdwiderstand, Tragfähigkeit. Wien 1928.

⁴²⁾ Proceedings, Am. Soc. Civ. Eng. Pap. a. Disc. 1920, S. 259.

D. Zahlenwerte und Gesetzmäßigkeiten für die Sohldruckverteilung.
1. Starre Lastkörper.

a) Abhängigkeit der Sohldruckverteilung von der Größe p_o .

Bleibt p_o innerhalb des Bereiches „Bodenverdrängung durch Verdichtung“, nehmen die Senkungen also bei Steigerung der Last mit dieser stetig zu und gehen die Kornbewegungen vorwiegend nach unten und nach der Seite vor sich, so hat das Sohldruckdiagramm bei kleineren kreisrunden oder streifenförmigen Lastflächen (d bzw. b zwischen 0,3 und 1,0 m) eine parabelähnliche Gestalt, die von der Größe der Belastung nahezu unabhängig ist (vgl. den nächsten Abschnitt b).

Steigt p_o aber so weit, daß „Auftrieb“ eintritt und die Kornbewegungen seitlich und nach oben gerichtet sind, so macht sich der Einfluß des Randes wieder in besonderem Maße bemerkbar, indem die ihm benachbarten Teile der Lastfläche infolge der Nachgiebigkeit des Baugrundes besonders wenig tragen, also gewissermaßen versagen. Sie können nur wenig Druck aufnehmen; die inneren Teile der Lastfläche erhalten demgemäß mehr Lastanteil, d. h. höheren Druck. Das Sohldruckdiagramm geht beim „Bruch“ plötzlich in die Pfeilspitzen- oder Glockenform über, d. h. Verringerung der Ordinaten außen, Erhöhung der Ordinaten innen: $p_m > 3 p_o$.

Die Erscheinung wird durch die vorliegenden Versuchsergebnisse bestätigt (vgl. hierzu „Die Bautechnik“ 1927, Heft 29, S. 419, Versuche in Pennsylvania).

Die Abb. 1 stellt also, wenn $d = \text{konst.} = 0,3$ bis 1,0 m, die verschiedenen Phasen der Sohldruckverteilung bei wachsender Last dar.

b) Abhängigkeit der Sohldruckverteilung von der Größe der Lastfläche.

Kreislastflächen. Die Versuche haben innerhalb des stetigen Formänderungsbereiches (für die Versuchsfälle etwa $p_o = 0,25$ bis 1,0 at) folgende Abhängigkeit des Mittendruckes p_m von der Größe der Kreislastplatte ergeben:

$d_1 = 34 \text{ cm } \phi$	$p_m = 2,5 p_o$
$d_2 = 45 \text{ cm } \phi$	$p_m = 2,3 p_o$
$d_3 = 63 \text{ cm } \phi$	$p_m = 1,9 p_o$
$d_4 = 100 \text{ cm } \phi$	$p_m = 1,6 p_o$

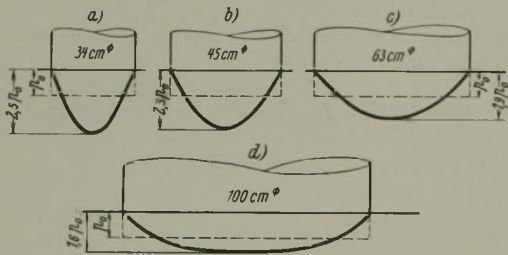


Abb. 53.

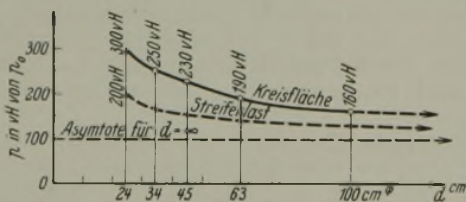


Abb. 54.

(Vgl. die Darstellung in Abb. 53 u. 54.) Für $d = \infty$ wird, wie schon erwähnt, $p_m = p_o$. Die 100%-Linie ist also die Asymptote für den Außendruck.

Es sei betont, daß diese Ergebnisse sich auf die früher beschriebenen Versuchsverhältnisse beziehen. Wenn die mitgeteilten Zahlen daher keine absoluten Werte darstellen, so geben sie doch ein anschauliches Bild und auch einen quantitativen Anhalt zur Beurteilung der bisher wenig geklärten Sohldruckverteilung unter Kreislastflächen auf Schüttungen.

Streifenlasten. Es wurde bereits erwähnt, daß der Höchstwert der Sohldruckverteilung unter Streifenlasten geringer sein wird als unter Kreislastflächen, weil der Einfluß des Randes geringer wird. Auf Grund einfacher mathematischer Beziehungen gilt für das Sohldruckdiagramm:

Form	Kreislastplatte	Streifenlast
Rechteck	$p_m = p_o$	$p_m = p_o$
Parabel	$p_m = 2 p_o$	$p_m = 1,5 p_o$
Dreieck	$p_m = 3 p_o$	$p_m = 2 p_o$
Glocke	$p_m > 3 p_o$	$p_m > 2 p_o$

In Abb. 55 sind amerikanische Versuchsergebnisse für eine Streifenlast wiedergegeben, die einen Höchstwert p_m von etwa $2,5 p_o$ (Glocke) bei $b = 24 \text{ cm}$ ergeben haben. Wieweit p_m durch die Größe von p_o (vgl. Abschn. a) beeinflusst ist, kann nicht genau festgestellt werden; doch ist bis zum „Auftrieb“ belastet worden.

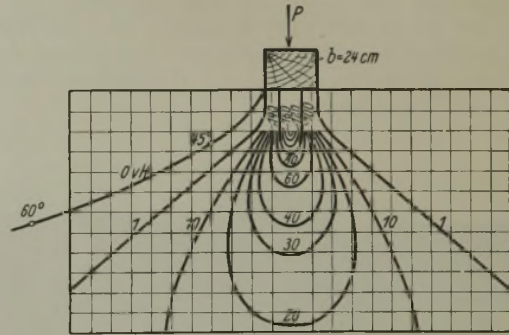


Abb. 55.

Die Abhängigkeit des Mittendruckes p_m von der Streifenbreite ist natürlich ähnlich wie bei Kreislastflächen und ergibt sich dementsprechend (vgl. Abb. 54).

c) Die Sohldruckverteilung bei exzentrischer Belastung.

Nachdem durch die bisherigen Versuche und Betrachtungen die Sohldruckverteilung ihrem Wesen nach erkannt ist, kann man aus einem Ver-

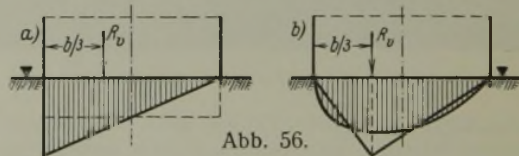


Abb. 56.

such mit exzentrischer Belastung, bei dem die Spannungsverteilung in 40 cm Tiefe gemessen wurde, auf die Form des Sohldruckes schließen. Die wahrscheinlichste Form ist in Abb. 56 wiedergegeben.

2. Elastische Lastplatten.

Es liegen bisher zu wenig Versuche vor, um bereits Gesetzmäßigkeiten und Zahlenwerte verlässlich angeben zu können. Die Versuchsergebnisse und Beobachtungen der Verfasser sind im I. Aufsatz unter „Versuchsergebnisse für größere Belastungsflächen: Einfluß der Plattensteifigkeit“ mitgeteilt, die für die Beurteilung des Problems einen ersten Anhalt geben können. Ganz allgemein gilt natürlich, daß elastische Platten mit konzentrierter Last in Plattenmitte oder am Rande eine noch ungleichmäßigere Druckverteilung haben als gleich große starre Platten.

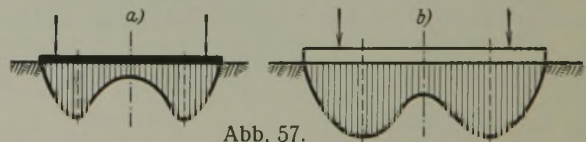


Abb. 57.

Abb. 57 zeigt den Einfluß der Platten- bzw. Schwellenverbiegung auf die Sohldruckverteilung bei Randbelastung besonders deutlich. Die Versuche der Verfasser mit Kreisplatten stimmen mit denen des „Am. Track Committee“ für Schwellen recht gut überein.

Für den in der „Bautechnik“ 1927, Heft 31, Abb. 18 a beschriebenen Versuchsfall der mittigen Belastung einer kreisrunden elastischen Eisenplatte durch eine Einzellast liegt eine rechnerische Lösung von Föppl⁴³⁾ vor.

In Abb. 58 ist die Sohldruckverteilung a) gleichförmig, b) nach Föppl, c) dreieckig, d) nach unserem Versuch dargestellt. Daraus geht hervor, welch unzutreffende Ergebnisse die Berechnung mit der „Bettungsziffer“ (auf Grund der Theorie gleichmäßig elastisch gestützter Platten) bei ihrer Anwendung auf den Baugrund liefert, liefern muß, weil die Voraussetzung, daß sich die einzelnen Punkte unabhängig voneinander und proportional zur Pressung senken, eben nicht zutrifft.

Zu dieser wichtigen Frage bleibt eine Stellungnahme vorbehalten.

⁴³⁾ Vorlesungen Bd. V; S. 112 ff. Leipzig 1907; hierzu Schleicher, „Beton u. Eisen“ 1925, Heft 22, S. 367.

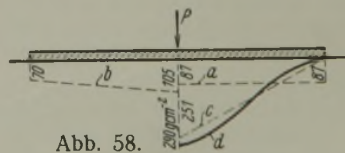


Abb. 58.

Vermischtes.

Berechnung der eisernen Brücken der Privateisenbahnen des allgemeinen Verkehrs. (Erlaß des Reichsverkehrsministers vom 20. August 1929 — E. II. 22. Nr. 4122.)

In Abänderung meines Erlasses vom 26. Juli 1926 — E. II. 22. Nr. 2095¹⁾ — will ich mich auf Antrag des Verbandes Deutscher Verkehrsverwaltungen damit einverstanden erklären, daß von einer Einzelnachrechnung der Tragfähigkeit der Hauptträger eiserner Brücken im allgemeinen abgesehen werden kann, soweit sie statisch bestimmte Balkenträger bis 30 m Stützweite sind und seinerzeit für den Lastenzug von 1895 oder für einen schwereren berechnet wurden. Vorausgesetzt wird hierbei, daß die Nachprüfung der ursprünglichen Berechnung durch einen Sachverständigen ordnungsgemäß erfolgt ist. Voraussetzung ist ferner, daß auf Brücken ohne durchgehende Gleisbettung etwa vorhandene Schienenstöße beseitigt werden.

Der Privatbahnaufsicht bleibt indes das Recht vorbehalten, in zweifelhaften Fällen auch für die Brücken bis 30 m Stützweite eine Einzelnachrechnung zu verlangen.

Die Tragfähigkeit der Anschlüsse der Fahrbahnträger, die bei älteren Bauwerken oft erhebliche Mängel aufweisen, ist bei allen Brücken nachzuprüfen.

I. A.: Knaut.

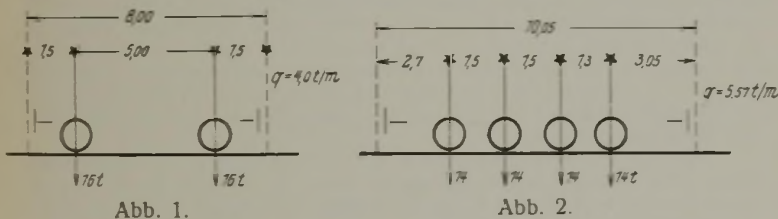
Der vorstehend angezogene Erlaß des Reichsverkehrsministers vom 26. Juli 1926 — E. II. 22. Nr. 2095 — über die Berechnung der Brücken der Privateisenbahnen des allgemeinen Verkehrs enthält folgende Bestimmungen:

1. Vorhandene Brücken.

a) Hauptbahnen. Die Brücken sind unter Annahme eines Lastenzuges nachzurechnen, der sich aus zwei der schwersten auf der Strecke verkehrenden Lokomotiven und ein- oder zweiseitig angehängten Güterwagen mit den in Abb. 1 dargestellten Achslasten und Abmessungen zusammensetzt. Sollte die Beschaffung schwererer Lokomotiven in Aussicht genommen sein, so sind im Lastenzuge deren Werte in Rechnung zu stellen.

Hierbei ist angenommen, daß das in Rechnung gesetzte Gewicht der Lokomotiven über den in § 16 Abs. 1 der Eisenbahnbau- und Betriebsordnung gegebenen Wert hinausgeht, mindestens aber diesen erreicht.

b) Regelspurige Nebenbahnen. Die Nachrechnung der Brücken hat nach einem Lastenzuge zu erfolgen, der aus der schwersten auf der betreffenden Bahn verkehrenden Lokomotive und aus einseitig angehängten Güterwagen von den in Abb. 1 gegebenen Werten besteht. Soweit die baldige Einführung schwererer, innerhalb der Vereinigung der Privateisenbahnen typisierter Lokomotiven in Aussicht steht, ist die Nachrechnung nach einem Lastenzuge durchzuführen, der sich aus einer Lokomotive von den in Abb. 2 dargestellten Achslasten und Abmessungen und aus einseitig angehängten Güterwagen der Abb. 1 zusammensetzt.



Anwendung der dafür vorgesehenen ermäßigten Stoßziffern ist zu empfehlen. Im übrigen wird auch auf die für das Nachrechnen bestehender Brücken gegebenen erleichternden Bestimmungen hingewiesen (vgl. B. E., S. 50 ff.).

Für Bahnen von geringerer Verkehrsbedeutung behalte ich mir Erleichterungen nach Antrag der Privatbahnaufsicht vor.

I. A.: Gutbrod.

Preisauflage der Akademie des Bauwesens in Berlin aus dem Gebiete des Eisenbetonbaues. Das nach der Preisauflage vom 22. März 1929, betr. Eisenbetonbau (vgl. „Bautechnik“ 1929, Heft 16, S. 249) zu berufende Preisgericht ist nunmehr gebildet. Ihm gehören unter dem Vorsitz des Herrn Ministerialdirektors Dr.-Ing. ehr. Gährs folgende Herren an: Grube, Dr.-Ing. Ellerbeck, Prof. Dr.-Ing. Gehler, Prof. Dr.-Ing. Hertwig, Dr.-Ing. A. Hüser, Prof. Dr.-Ing. Mörsch, Dr.-Ing. Nakonz, Prof. Spangenberg, Hertlein und Prof. Geßner.

Behandlung von frischem Beton mit einer Bitumen-Emulsion. Im Betonbau, besonders im Betonstraßenbau, sind zahlreiche Verfahren üblich, die das zu schnelle Austrocknen des frisch gelegten Betons verhindern sollen, z. B. das Bedecken mit feuchtem Sande, mit Stroh, das Aufbringen von Calciumchlorid u. a. Über ein neues Verfahren wird in „La Technique des Travaux“ 1929, Nr. 9 berichtet:

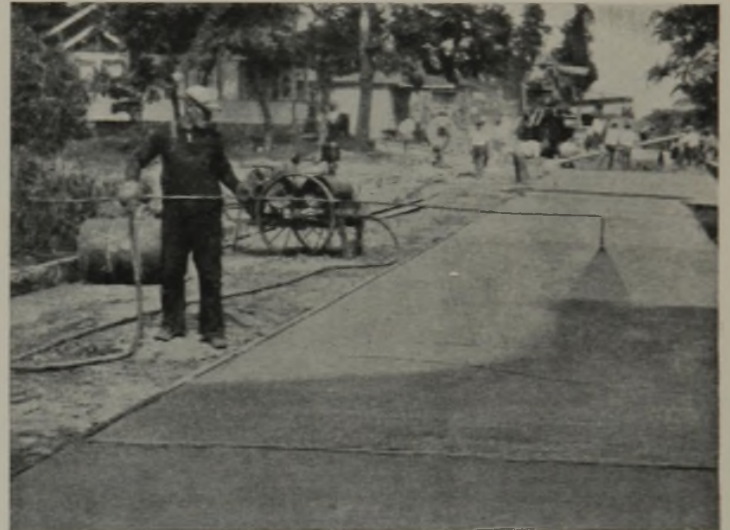


Abb. 1.

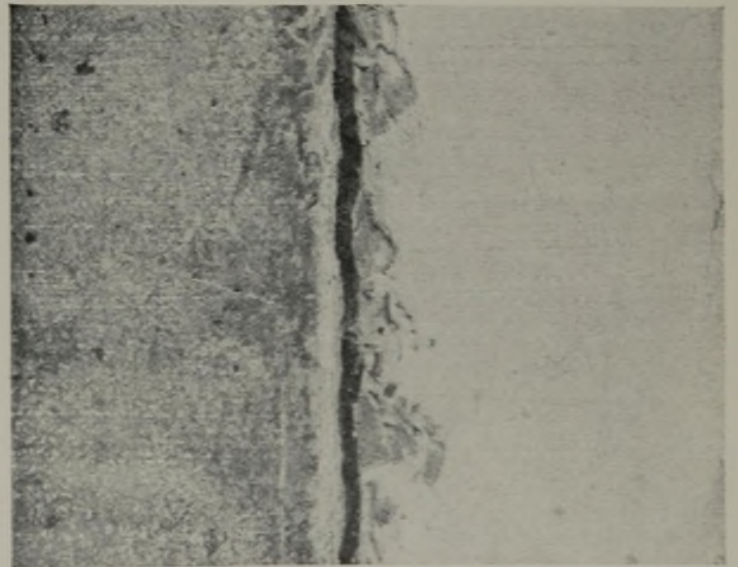


Abb. 2.

Nach diesem Verfahren wird auf den noch nicht abgeordneten Beton eine „Curcrete“ genannte Bitumen-Emulsion ausgebreitet (Abb. 1). Die Bitumenhaut, die sich nach der Verdunstung des Wassers bildet, verhindert die Verdunstung des im Beton enthaltenen Wassers, das dieser zum Abbinden gebraucht.

Als Vorteile des neuen Verfahrens werden angeführt: die dunkle, den Wagenlenker nicht blendende Farbe des so behandelten Betons, die Unterdrückung von Haarrissen und erhöhter Widerstand des Betons gegen Abnutzung. — Die Emulsion wird unmittelbar nach der Fertigstellung der Betondecke aufgebracht, und zwar vielfach durch einen Sprengwagen, der mit einem Kompressor und einem diesen antreibenden Verbren-

c) Schmalspurige Bahnen mit Rollbock- oder Rollwagenbetrieb. Wenn auf den schmalspurigen Bahnen Fahrzeuge der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft durch Rollböcke oder Rollwagen befördert werden, so ist der Lastenzug zusammzusetzen aus der schwersten auf der Strecke verkehrenden Lokomotive und einseitig angehängten Güterwagen der Abb. 1. Den Güterwagen sind hierbei die Gewichte der Rollböcke oder Rollwagen zuzuschlagen.

d) Schmalspurige Bahnen ohne Rollbock- oder Rollwagenbetrieb. Die Brücken dieser Bahnen sind nur nachzurechnen, wenn die Ergebnisse der Brückenprüfungen oder andere besondere Anlässe es erfordern. In diesem Falle sind der Nachrechnung die auf der Strecke wirklich verkehrenden Lasten zugrunde zu legen.

2. Neue oder zu erneuernde Brücken.

a) Haupt- und vollspurige Nebenbahnen. Die Brücken sind nach dem vollständigen Lastenzug G der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft (vgl. Berechnungsgrundlagen für eiserne Eisenbahnbrücken — B. E. — der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, Ausgabe 1925, S. 17) zu entwerfen.

b) Schmalspurige Bahnen mit Rollbock- oder Rollwagenbetrieb. Wie bei 1c).

c) Schmalspurige Bahnen ohne Rollbock- oder Rollwagenbetrieb. Für den Entwurf sind die auf der Strecke vorgesehenen schwersten Fahrzeuge bzw. Züge anzunehmen.

3. Allgemeines.

Der Nachrechnung bestehender Brücken und dem Entwurf neuer Brücken sind — abgesehen von den Lastenzügen — die B. E. zugrunde zu legen. In bezug auf die Stoßziffern verbleibt es vorläufig bei den durch die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft festgesetzten Zahlen (vgl. B. E., S. 18). Die Schweißung der Schienenstöße auf Brücken und die

¹⁾ Der wesentliche Inhalt dieses Erlasses ist weiter unten wiedergegeben.

nungsmotor ausgerüstet ist. Durch einen biegsamen Schlauch wird die Emulsion einer Sprengbrause zugeführt, die die Emulsion als feinen Regen unter Druck auf die Straße spritzt. — Die linke Seite von Abb. 2 zeigt einen mit Curcrete überzogenen Beton, die rechte Seite einen mit einer Strohschicht behandelten Beton. Lp.

Patentschau.

Bearbeitet von Regierungsrat Donath.

Walzenwehr für veränderlichen Stau. (Kl. 84a, Nr. 476 317 vom 23. 6. 1925 von Mitteldeutsche Stahlwerke AG. in Berlin.) Der Staukörper ist in der Staulage zwecks Regelung der Stauhöhe auf dem oberen Kettentrum nach unten abwälzbar; das Walzenwehr wird nach unten abgewälzt, indem die untere Rollbahn, auf die es sich beim Hochwälzen stützt, in der Längsrichtung verschiebbar und mit einer Zahnstange, Gliederkette u. dgl. zur Übertragung der Wälzkkräfte ausgerüstet ist. Der Staukörper 1 (Abb. 1 u. 2) hat an beiden Enden kreisförmige Laufkränze 2, 3, die sich auf der Rollbahn 4 abwälzen und an denen die Hubmittel 11 angreifen. Die Rollbahn 4 ist mit einer Zahnstange 9 ausgerüstet und auf Druckrollen 6 und 7 gelagert; sie kann durch ein Ritzel 8, das in die Zahnstange 9 eingreift, nach unten oder oben verschoben werden. Die Zahn-

derart, daß die daraus gebildete Rohrleitung die erforderliche Länge hat. An das Ende dieser Rohrleitung ist gelenkig ein lotrecht stehendes Rohr 12 angeschlossen, das bis zur Sohle des Stausees reicht und in einen Schlammfänger 13 ausläuft.

Selbsttätige Stauvorrichtung mit Schwimmerantrieb für Fischteiche. (Kl. 84a, Nr. 473 135 vom 23. 11. 1927 von Graf Nikolaus von Stillfried-Rathowitz in Breslau.) Erfindungsgemäß sind die Staubretter eines Setzbohlenwehrs bei geöffnetem Wehr oberhalb der Durchflußöffnung auf den Ansatz eines mit dem Schwimmer verbundenen ausschwenkbaren Hebelgestänges hintereinander gelagert. Die Seitenwangen 1 der Schleuse sind mit Führungen 2 für die Staubretter 3, 3a, 3b versehen; letztere liegen auf einem Ansatz 4 eines doppelarmigen Hebels 5, der um den Bolzen 6 drehbar ist. Der Arm 7 des Schwimmers 8 ist um einen Bolzen 9 schwingbar und greift mit einem Hebelarm 10 am Arm 11 des Hebels 5 an. Bei steigendem Wasser hebt sich in der Offenstellung der Schleuse (Abb. 1) der Schwimmer 8, und durch die Hebelarme 10 und 11 wird der Ansatz 4 für die Staubretter in die Stellung nach Abb. 2 bewegt. Dadurch wird das Staubrett 3 freigegeben und fällt nach unten, so daß es sich mit der unteren Kante auf die Sohle 12 auflagt und den Teich gegen den Zufluß abschließt. Der Schlamm usw. muß sich vor der Schleuse bei 14 auf den Boden des Zuflußkanals absetzen. Steigt das Wasser weiter, so werden auch

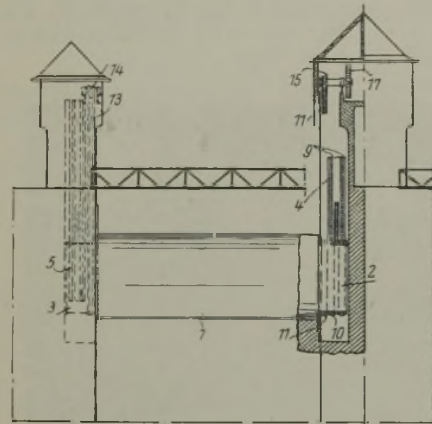


Abb. 1.

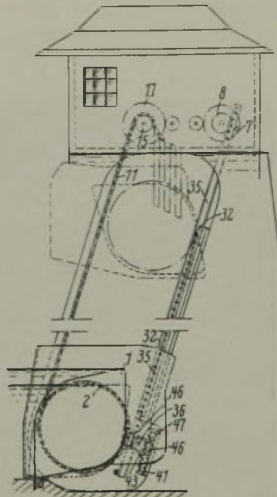


Abb. 2.

stange 9 greift in einen Zahnkranz 10 ein, und durch ihre Aufwärtsbewegung wird der Staukörper auf dem oberen Kettentrum abwärts gewälzt. In der tiefsten Stellung der Rollbahn wird der Staukörper mittels der Hubkette 11 gehoben. Auf der anderen Seite des Staukörpers stützt sich der zweite Laufkranz 3 ebenfalls auf eine gezahnte Rollbahn 5 und wird durch eine Kette 13 gehalten, die über eine Rolle 14 läuft. Soll der Staukörper aus der in Abb. 2 gezeichneten Staulage in die punktiert eingezeichnete Eisablage gebracht werden, so wird der Triebstock 35 mittels des Ritzels 8 gesenkt. Hierbei wird das Zahnrad 37 (Abb. 3) gedreht und rollt auf der Zahnstange 41 nach abwärts. Dadurch wird der Zapfen 36 parallel mit der Verschiebungsrichtung des Triebstocks oder der Zahnstangen 41 und 47 nach abwärts verschoben; er nimmt den Zapfen 36 mit, so daß auch die Druckrollen 42, 43 mit den Zahnkränzen 46 auf der Zahnstange 47 nach abwärts rollen und dabei den Zahnbogen 49 so bewegen, daß dem Staukörper 1, der am oberen Kettentrum hängt, die Drehbewegung erteilt wird, die ihn aus der Staulage in die Eisablage bringt. Soll der Staukörper ganz hochgezogen werden, und wird hierzu das obere Kettentrum 11 vom Getriebe 15, 17 aus angetrieben, so rollen zunächst die Zahnbögen 49 auf den Zahnkränzen 46 der Druckrollen ab, bis die Laufflächen 33, 34 des Kranzes 2 sich auf die festen Rollbahnen 31, 32 legen, auf denen sie beim weiteren Hochziehen des oberen Kettentrums in die Höhe rollen.

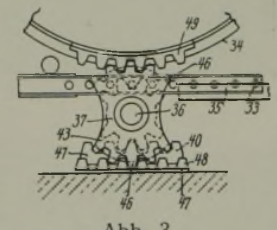


Abb. 3.

Einrichtung zum Entschlammten von Stau- und Hafenbecken oder dgl. (Kl. 84a, Nr. 471 300 vom 29. 5. 1925, von Dipl.-Ing. Alexander Vogt in Borna bei Leipzig.) Die schwimmende Heberleitung 11, 12 wird mit einem senkrechten selbsttätigen Fallrohr im Kreise schwenkbar an eine in oder neben dem Staubecken 2 liegende Abflußleitung 3 mit natürlicher oder künstlicher Vorflut angeschlossen. Die Abflußleitung 3 ist um die Sperrmauer 1 herum nach deren Luftseite geführt, wo sie in ein Wasserschloß 4 mündet, von dem die Bewässerungs- bzw. Schlammabfuhrgräben ausgehen. Mit der Abflußleitung 3 ist ein senkrecht Standrohr 5 verbunden, in das ein Rohr 6 fernrohrartig eingeschoben ist, dessen oberes Ende durch einen Schieber 7 verschlossen werden kann und durch Schwimmer 8 stets unter dem Wasserspiegel des Stausees gehalten wird. An das Rohr 6 sind mittels Schläuche 9 durch Schwimmer 10 getragene und unter dem Wasserspiegel gehaltene Rohre 11 angeschlossen,

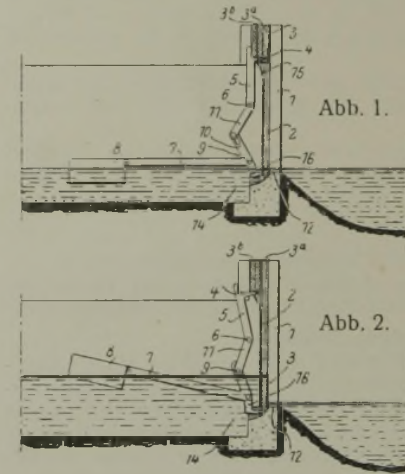
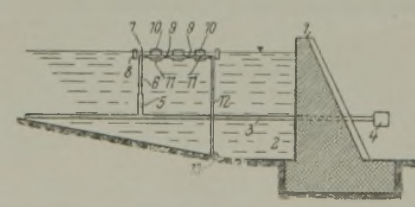


Abb. 1.

Abb. 2.

die Staubretter 3a und 3b freigegeben und durch die Führung 15 in die Schlitz 2 der Schleusenwangen geleitet, so daß die Schleuse durch die dann übereinander liegenden Staubretter 3, 3a und 3b vollkommen geschlossen ist. Eine Nase 16 des Schwimmerarmes 7 drückt, wenn das Wasser wieder fällt und der Schwimmer sich senkt, von unten gegen das unterste Staubrett und hebt die Staubretter so weit an, daß das Wasser unter die Bretter hindurch in den Teich fließen kann, bis die Bretter von Hand in die Lage nach Abb. 1 gebracht worden sind.

Personalnachrichten.

Deutsches Reich. Reichsbahn-Gesellschaft. Versetzt: die Reichsbahnrate Putmans, Vorstand des Bahnamts Ortelsburg, als Vorstand zum Betriebsamt Bartenstein, Lohe, bisher beim Betriebsamt Hamburg, als Vorstand zum Betriebsamt Neustettin, Dilli, bisher bei der R. B. D. Regensburg, als Vorstand zum Betriebsamt Eger, und Specht, bisher bei der R. B. D. Augsburg, als Vorstand zum Betriebsamt Zweibrücken sowie der Reichsbahnassessor Dr. jur. Jäger, bisher bei der R. B. D. Karlsruhe, zum Betriebsamt Basel.

Überwiesen: die Reichsbahnrate Schleif, Vorstand des Neubauamts Berlin Ring, infolge Auflösung dieses Amtes zur R. B. D. Berlin, Lang, bisher bei der R. B. D. Berlin, zum Maschinenamt Berlin 5, Werner Ebel, Vorstand des Neubauamts Berlin Ost, infolge Auflösung dieses Amtes zur R. B. D. Berlin und Burger, bisher bei der R. B. D. Ludwigshafen (Rhein), als Vorstand zum neuerrichteten Neubauamt Ludwigshafen (Rhein) 2.

Gestorben: die Reichsbahnrate Homann, Vorstand des Maschinenamts Rheine, und Hugo Müller, Leiter einer Abteilung beim Ausbesserungswerk Göttingen, sowie der Reichsbahnammann Feßler, Vorstand des Bahnhof Karlsruhe Rangierbahnhof.

Preußen. Ernannt: der Regierungs- und Baurat (W.) Julius Jacoby bei der Regierung in Köslin zum Oberregierungs- und -baurat; der Regierungs- und Baurat Dr.-Ing. Herbst zum Oberregierungs- und -baurat und mit der Leitung der Staatlichen Prüfungsstelle für statische Berechnungen betraut; der Regierungsbaumeister a. D. Gießbach bei der Staatlichen Prüfungsstelle zum Regierungs- und Baurat.

Versetzt sind: die Regierungsbaumeister (W.) Witt vom Wasserbauamt Harburg-Wilhelmsburg an das Wasserbauamt in Labiau, Eberhard Fischer vom Neubauamte in Fürstenberg a. O. nach Niederfinow (Neubauamt Eberswalde).

Unter Wiederaufnahme in den Staatsdienst sind die Regierungsbaumeister (W.) Walter Theuerkauf dem Wasserbauamte in Meppen, Paul Otto dem Kulturbauamte in Osnabrück überwiesen worden.

In den Ruhestand getreten ist der Oberregierungs- und -baurat Brauer, bisher Leiter der Staatlichen Prüfungsstelle für statische Berechnungen.

Die Beilage „Der Stahlbau“, Jahrgang 1929, Heft 24 erscheint ausnahmsweise erst am 6. Dezember anlässlich der Feier des 25jährigen Bestehens des Stahlbauverbandes.

INHALT: Neuere Kleinbagger und Hilfsgeräte zur Ausführung von Tielbauten. — Die Pinner Elbbücke und ihre Verbreiterung 1928. — Druckverteilung im Baugrunde. — Vermischtes: Berechnung der eisernen Brücken der Priva'elisenbahnen des allgemeinen Verkehrs. — Preisaufgabe der Akademie des Bauwesens in Berlin aus dem Gebiete des Eisenbetonbaues. — Behandlung von frischem Beton mit einer Bitumen-Emulsion. — Patentschau. — Personalnachrichten.

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