

Alle Rechte vorbehalten.

## Zwei Eisenbahnbrücken der Bauart Perkuhn.

Von Reichsbahnberrät Roloff in Oppeln.

In der Anfang 1926 in Betrieb genommenen neuen Schnellzugstrecke Gleiwitz—Ludwigsglück (Beuthen) befinden sich zwei Eisenbahnbrücken der Bauart Perkuhn etwa 380 m voneinander entfernt, die eine ist die Unterführung der Galdastraße in km 6,38, die andere die Überbrückung des Beuthener Wassers in km 6,005. Ihre Eigenart besteht darin, daß der Erddruck der Eisenbahndämme durch Futtermauern in Zellenform aus Eisenbeton aufgenommen wird und die eisernen Überbauten auf besonderen Pfeilern liegen. Die Unterführung der Galdastraße hat Perkuhn, der weiteren Kreisen durch seine Untersuchungen über Risse- und Rostbildung bei Eisenbetonbrücken bekanntgeworden ist und der im Juni 1922 als Oberbaurat der Eisenbahndirektion Kattowitz gestorben ist, nach eigenen Entwürfen im Jahre 1915 durch Polensky & Zöllner ausgeführt. Er hat sich über die Durchbildung dieses Bauwerks und die an ihm gemachten Beobachtungen eingehend in dem Aufsatz<sup>1)</sup> „Eine neue Form von Stützmauern und Brückenwiderlagern, angewendet bei der Galdastraßenunterführung in Hindenburg (Oberschlesien)“ ausgelassen. Diese Veröffentlichung ist auszugewise in das Handbuch für Eisenbetonbau<sup>2)</sup> übernommen worden. Die Unterführung des Beuthener Wassers ist unter der Oberleitung des Verfassers in den Jahren 1923/24 entstanden. Die allgemeinen Umrisse des Entwurfs für dieses Bauwerk hatte Perkuhn hinterlassen. Die Durchbildung der Einzelheiten sowie die Ausführung oblag, abgesehen von den stählernen Überbauten, Dyckerhoff & Widmann.

Es seien hier kurz die Gedankengänge Perkuhns angedeutet. Er ging davon aus, daß bei Bauwerken in hohen Dämmen, insonderheit bei schlechtem Untergrund, der Einfluß des Erddrucks auf die Kosten unverhältnismäßig größer ist als der der Verkehrslasten, und daß es deshalb angezeigt sei, eine Bauform zu suchen, bei der der Erddruck möglichst verkleinert oder durch andere Kräfte aufgehoben werden kann. Eine solche sah er in der Verbindung von oben und unten offenen Zellen, wie

Untergrund übertragen. Die von der eingefüllten Erde und der Auflast auf die Seitenwände und auf die gedachten Bodenflächen —  $AB$ ,  $EF$  usw. — ausgeübten Drücke können nach Koenen<sup>3)</sup> berechnet werden. Betrachtet man den in Abb. 1 durch Schrägstriche hervorgehobenen Körper aus Eisenbeton und Erde als Einheit, so wirkt von außen lediglich der Erddruck  $E_1$ ,  $E_2$  usw. auf die sich stets gleich bleibende Höhe von  $\frac{4,0}{1,5}$  d. h. 2,6 m.

Er setzt sich zusammen aus dem Erddruck des unbelasteten Erdkörpers und dem Einfluß des Bodendrucks der Zellenfüllung auf die Flächen  $AB$ ,  $EF$  usw. Der Mittelkraft  $E_{1-5}$  wirken entgegen  $G_{1-11}$  aus dem Eigengewicht der Zellenwände und die Reibungswiderstände —  $\Sigma W$  — zwischen den Wänden der Zellen und dem eingefüllten Boden. Diese wirken nach unten, falls die Vereinigung der Zellen infolge von  $E_{1-5}$  das Bestreben haben sollte, sich um  $A$  zu drehen. Trägt man die nach Koenen errechneten Seitendrücke des Füllbodens auf die Zellwände bildlich auf, wie das in Abb. 1 gestrichelt geschehen ist, erkennt man, daß die Erddrücke auf die Seitenwände sich im allgemeinen aufheben und daß der Seitendruck auf die Wand  $AD$  übrigbleibt. Er ergibt sich rechnermäßig in gleicher Größe und Lage wie  $E_{1-5}$ . An der massiven Mauer stehen sich lediglich  $E$  und  $G$  gegenüber. Perkuhn ermittelt nun bei einem Reibungswinkel von  $34^\circ$  für die in Abb. 1, 2 u. 3 dargestellten Gebilde folgende Werte, die für Bauwerkstreifen von 1 m Länge gelten:  $E_{1-5} = 23$  t,  $G_{1-11} = 65$  t,  $G_{1-11} + \Sigma W = V = 193,5$  t für das Zellenbauwerk und  $E = 45$  t,  $G = 150$  t für die massive Mauer. Der Erddruck beim Zellenbauwerk beträgt nur 48% von dem bei der massiven Mauer. Die Absicht, ihn zu verkleinern, ist also gelungen. Den Sicherheitsgrad gegen Kippen in Richtung des Erddrucks drückt Perkuhn aus durch  $\frac{M_G}{M_E}$  und  $\frac{M_V}{M_E}$ . Wenn man die vorstehend genannten Werte und die in

Abb. 1 u. 3 eingeschriebenen Hebelarme einsetzt, ergibt sich bei der Zellenform  $\frac{M_G}{M_E}$  zu 3,31 und bei der massiven Mauer zu 2,72. Die Standsicherheit gegen Kippen ist also bei jener 1,22 mal so groß als bei dieser und unter Berücksichtigung des Wertes  $\frac{M_V}{M_E} = 10,94$ , der nur bei der Zellenform auftritt, sogar viermal so groß. Als weiteren und noch größeren Vorteil der Zellenform hebt Perkuhn hervor, daß sie bei schlechtem Baugrunde Tiefgründung nicht brauche. Infolge der Reibung zwischen den Wänden der Zellen und dem eingefüllten Boden würden die Zellen senkrecht nach unten wandern, wenn der eingefüllte Boden sinke. Wir werden später sehen, wie die Bewegungen der Zellen bei den beiden Bauwerken entgegen dieser Ansicht in Wirklichkeit vor sich gegangen sind und daß die Lage der Mittelkraft  $R$  (Abb. 1) weit entfernt vom Drehpunkt  $A$  bei der Unterführung der Galdastraße, bei weitem mehr aber noch bei der des Beuthener Wassers mit Rücksicht auf besondere Umstände sogar zum Nachteil geworden ist. Zunächst die

### Unterführung der Galdastraße (Abb. 4 bis 6).

Ihre lichte Weite beträgt 9 m. Die Fahrbahn aus Walzträgern und Beton liegt jederseits auf einem Unterzug aus Eisenbeton von  $0,53 \times 1,5$  m Querschnitt. Die Unterzüge sind auf jeder Seite auf vier Betonsäulen gelagert. Diese sind oben und etwa in halber Höhe noch durch drei kleinere Eisenbetonbalken von  $0,3 \times 0,5$  m Querschnitt miteinander verbunden. Die Betonsäulen stehen auf Eisenbetonplatten von 2,20 m Breite und 1 m Höhe. Diese beiden Platten sind auf ganze Länge durch eine niedrige Betonplatte von 0,5 m Höhe gegeneinander ausgesteift. Die Eisenbetonplatten, die die Säulen tragen, ruhen auf Straußpfählen, der gute Baugrund hebt erst in 7 bis 9 m Tiefe an. Darüber liegt im allgemeinen weiche blaue Lette mit größerem Wassergehalt. Zwischen den Rückseiten der Betonsäulen und den Vorderseiten der Zellen wurde ein durchgehender freier Raum von 30 cm gelassen, der sich in Höhe der Brückentafel auf 10 cm verengte. Nach Abschluß der Bewegungen der beiden Zellkörper wurden diese gegen die Betonsäulen durch Leisten  $L$  verspannt. Die Füllung der Zellen mit Boden geschah zwischen dem 15. Juli und dem 1. Oktober 1915. Vom 7. Oktober 1915 ab liefen die

<sup>3)</sup> Ztrbl. d. Bauv. 1896, S. 446.

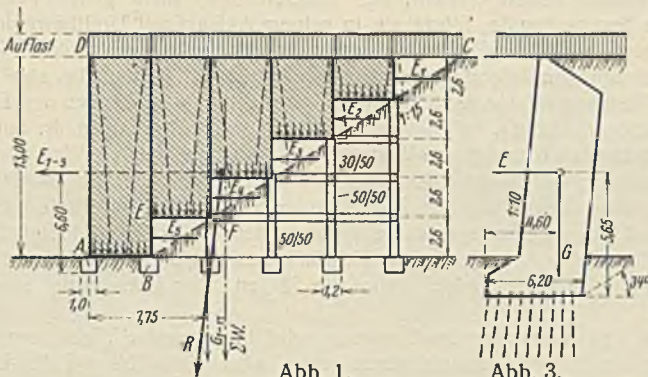


Abb. 1.

Abb. 3.

Abb. 1 bis 3. Gegenüberstellung einer Verbindung von Zellen (Abb. 1 u. 2) und einer massiven Mauer (Abb. 3).

sie in Abb. 1 — Längsschnitt — und in Abb. 2 — Grundriß — angedeutet ist. In Abb. 3 ist daneben der Querschnitt einer massiven Mauer auf Pfählen dargestellt. Für diese und die Zellen ist die S. O. 13 m über Gelände eingetragen. Das ist die Höhe, die bei der Unterführung der Galdastraße vorliegt. In Abb. 1 u. 2 sind die Zellen als Quadrate von 4 m Seitenlänge angenommen und die Seitenwände bis zur natürlichen Böschungslinie  $BC$ , die in der Neigung 1:1,5 gezeichnet ist, heruntergeführt. Unter der Böschungslinie sind die Wände der Zellen durch Pfosten gestützt, die durch Querriegel zusammengeschlossen sind. Die Pfosten setzen sich auf Füße. Diese haben nur solche Abmessungen, daß sie das Eigengewicht der Zellen und Pfosten angemessen auf den

<sup>1)</sup> Ztrbl. d. Bauv. 1916, S. 665 u. 676.

<sup>2)</sup> III. Band, 3. Auflage 1922, S. 376 „Stützmauern in Zellenform nach Perkuhn“ und S. 460 „Die Widerlager der Eisenbahnbrücke über die Galdastraße in Hindenburg“. (Wilh. Ernst & Sohn, Berlin.)

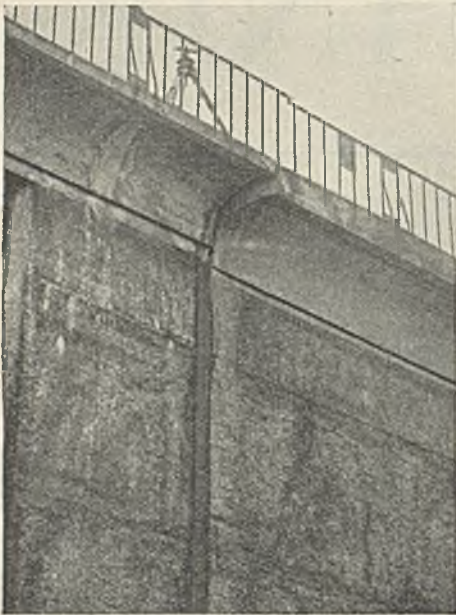


Abb. 6. Unterführung der Galdastraße. Übergang von den Betonsäulen zu den Zellen. (18. II. 30.)

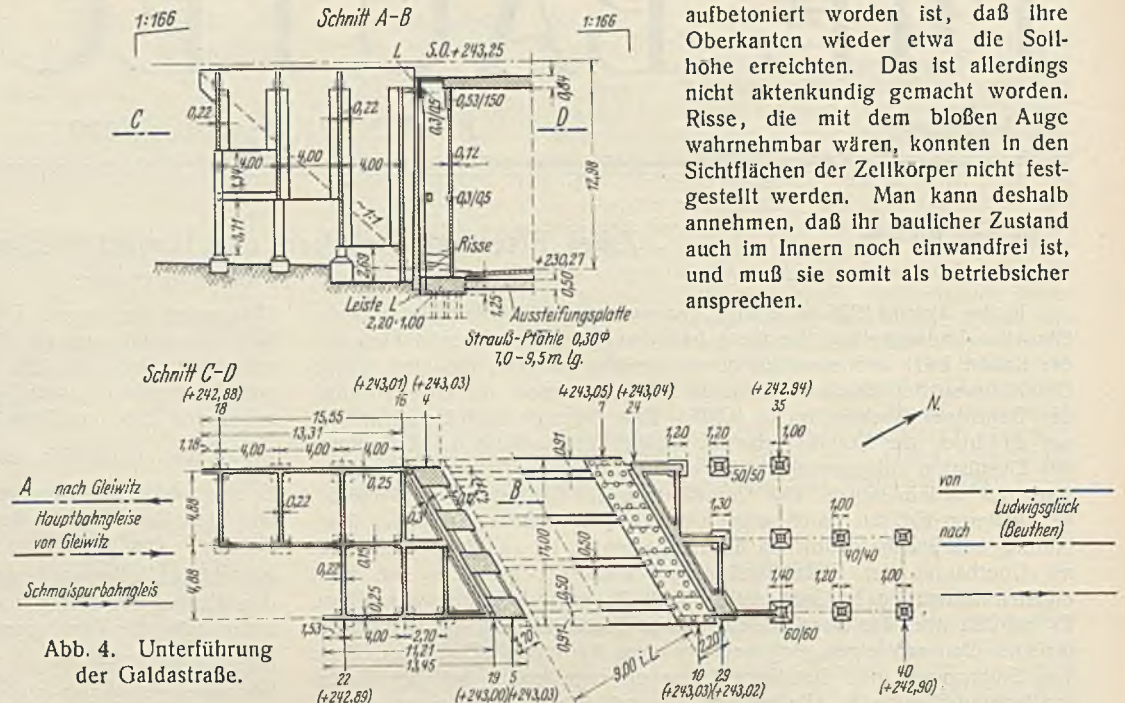


Abb. 4. Unterführung der Galdastraße.

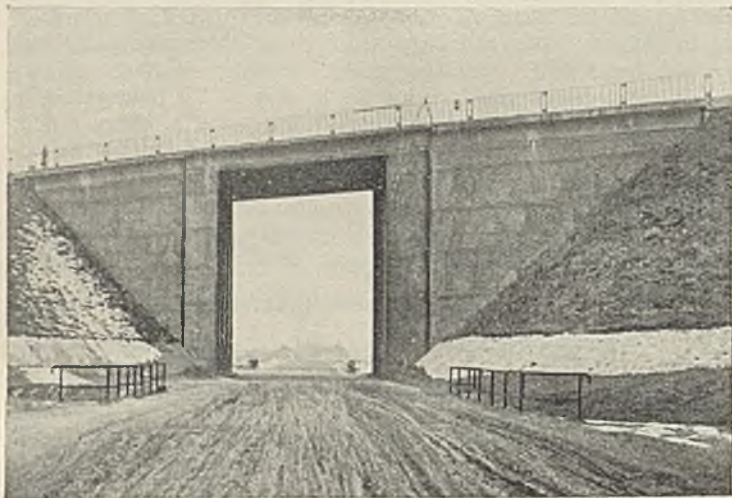


Abb. 5. Unterführung der Galdastraße. Ansicht von Süden. (18. II. 30.)

Arbeitszüge über das Bauwerk. Die Senkungen der einzelnen Bauwerkteile wurden sorgfältig gemessen, und zwar bis zum 1. April 1916. Zu diesem Zeitpunkte waren sie, wie Perkuhn in seinem Aufsätze mitteilt, als abgeschlossen zu betrachten. In Abb. 4 sind die Senkungen in Zentimeter durch Zahlen an Pfeilen angegeben. Demnach sind vom linken Zellkörper die Enden um 22 und 18 cm, seine der Wegeöffnung zugekehrte hohe Wand um 19 und 16 cm heruntergegangen. Am rechten Zellkörper sind die entsprechenden Zahlen 40 und 35, sowie 29 und 24 cm. An ihm fällt auf, um wieviel mehr seine Ausläufer sich gesenkt haben als die geschlossene hohe Vorderwand, und ferner — wohl eine Folge nach unten schräg verlaufender Schichten des Baugrundes —, daß von den mit den Gleisen gleichlaufenden Wänden die südliche mehr gesackt ist als die nördliche. Auch die Pfeiler haben sich 4 bis 10 cm gesackt. Das dürfte darauf zurückzuführen sein, daß Bohrpfähle und keine Rammfähle verwendet worden sind.

Infolge des Krieges wurde die neue Schnellzugstrecke Gleiwitz—Ludwigsglück (Beuthen) erst im Januar 1926 dem öffentlichen Verkehr übergeben. Am 18. Februar 1930 wurden die oberen Sichtflächen des Bauwerks nochmals einmessen. Hierbei fand man die in Abb. 4 eingeklammerten Höhenzahlen. Sie besagen, daß die von der Unterführung am weitesten entfernten Enden der Zellen etwa 10 bis 16 cm unter der Waagerechten liegen, die an die Pfeiler grenzenden geschlossenen Wände aus Eisenbeton jedoch die Sollhöhe haben. Im Grundriß konnte bei dieser Aufnahme irgendwelche Abweichung von der Sollage nicht festgestellt werden, ein Zeichen, daß eine Verkantung nicht stattgefunden hat. In der Verfassung, wie sie die Aufmessung am 18. Februar 1930 wiedergibt, kennt der Verfasser das Bauwerk bereits seit Ende des Jahres 1922. Daß die Zahlen von 1930 erheblich von denen aus dem Jahre 1916 abweichen, läßt darauf schließen, daß vor 1922 auf die Zellwände so viel

aufbetont worden ist, daß ihre Oberkanten wieder etwa die Sollhöhe erreichten. Das ist allerdings nicht aktenkundig gemacht worden. Risse, die mit dem bloßen Auge wahrnehmbar wären, konnten in den Sichtflächen der Zellkörper nicht festgestellt werden. Man kann deshalb annehmen, daß ihr baulicher Zustand auch im Innern noch einwandfrei ist, und muß sie somit als betriebsicher ansprechen.

Von Abb. 5 u. 6, die beide Mitte Februar 1930 aufgenommen sind, gibt Abb. 5 die Ansicht des Bauwerks, Abb. 6 vergrößert den Übergang von den Betonsäulen zu den Zellen wieder. Man erkennt den freien Raum zwischen den Baukörpern, der durch einen Blechstreifen verdeckt ist, und sieht an dem zerstörten Geländerholmen, daß die Zellen etwas gesackt sind.

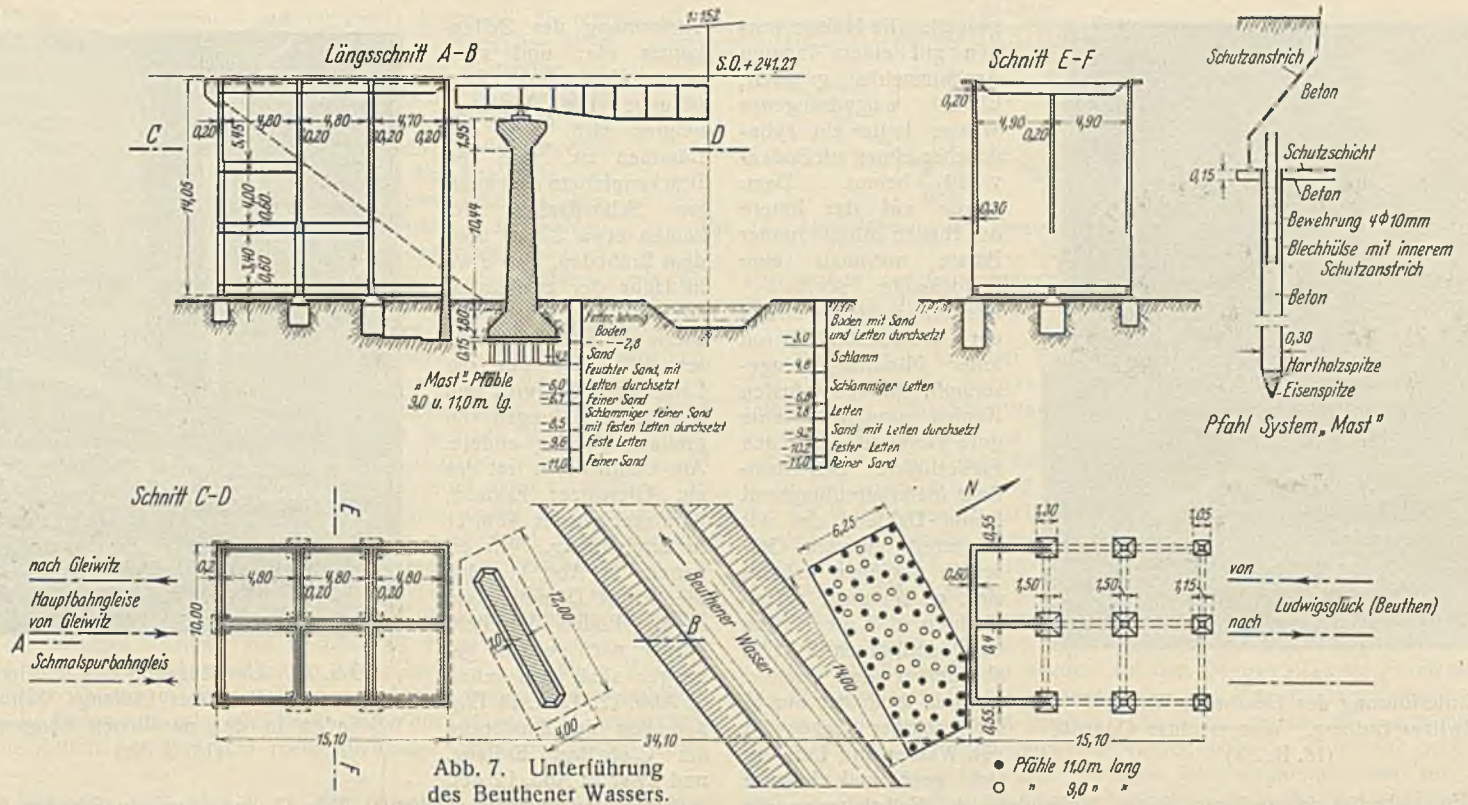
Die Krankheit des Bauwerks besteht nicht in den Zellen, sondern in den unbewehrten Betonsäulen. Diese zeigen sämtlich etwa innerhalb einer Höhe von rd. 3 m über Oberkante der Eisenbetonbalken, aus denen sie herauswachsen, im allgemeinen fast annähernd waagrecht verlaufende Risse (Abb. 4). Sie sind an den Rückwänden zuerst aufgetreten und haben sich nach vorn fortgepflanzt. Bei den meisten Säulen haben sie die Vorderflächen bereits erreicht, bei anderen noch nicht ganz. Perkuhn, der sie bereits kannte, führte sie in seinem Aufsätze auf Drehbewegungen der unten auf Bohrpfählen liegenden Eisenbetonbalken zurück. Diese Drehbewegungen folgerte er aus dem Arbeiten der Zellen, das sich nach seiner Meinung infolge der Verkeilung durch die unteren Leisten den Eisenbetonbalken mitteilte. Verfasser hat nun am 18. Februar ds. Js. auf der Oberfläche der Eisenbetonbalken an verschiedenen Stellen Wasserwaage und Nivelliergerät aufgesetzt. Irgendwelche Bewegungen der Eisenbetonbalken unter dem fahrenden Zug konnten dabei nicht ermittelt werden. Sonach dürften die waagerechten Risse in den Säulen wohl lediglich auf die außermittige Auflagerung des Fahrbahnunterzuges zurückzuführen sein. Sie hätte nichts geschadet, wenn die Säulen eine Bewehrung erhalten hätten.

Die Instandsetzung des Bauwerks wird in folgender Weise erwogen: Die Betonsäulen werden auf ganze Höhe, also hinab bis auf die Eisenbetonbalken, auf denen sie stehen, mit Eisenbeton ummantelt, dessen Beton im Torkretverfahren aufgeschleudert wird. Die 12 cm starken Eisenbetonwände, die jetzt den Raum zwischen den Betonsäulen nach der Straße zu abschließen, werden vorher endgültig entfernt. Für eine wirksame Aussteifung der Säulen gegeneinander quer zu den Gleisen soll gesorgt werden durch leichte rahmenartige Verbindungen in Eisenbeton, die aus den Eisenbetonummantelungen der Säulen herauswachsen. Durch diese Maßnahme erhält jeder Pfahl eine Zusatzbelastung von 1 t. Das ist vertretbar. Die Perkuhnschen Erdfänge links und rechts werden beibehalten.

Gegen Schluß seiner Abhandlung spricht sich Perkuhn dahin aus, daß es sich empfehlen möchte, den freien Raum zwischen den Erdfängen und den Pfeilern nicht durch Leisten zu schließen, ihn vielmehr zu vergrößern, um eine gegenseitige Beeinflussung zwischen Pfeilern und Zellen zu vermeiden. Diesen Gedanken hat er in dem Vorentwurf, den er für die

#### Überbrückung des Beuthener Wassers (Abb. 7 bis 16)

hinterlassen hat, verwirklicht. Wir werden aber sehen, warum diese vorbeugende Maßnahme dort keinen Erfolg bringen konnte. Hier war außer dem Beuthener Wasser noch ein Feldweg unter zwei Streckengleisen der Hauptbahn und einem der Schmalspurbahn zu unterführen. Die Schienenoberkante liegt 14 m über Gelände. Guter Baugrund ist etwa erst in 9 bis 10 m Tiefe zu finden. Darüber ist ein ganz unberechenbarer Boden, der dort, wo ihn Wasser durchsetzt, vollständig schlammig ist. Bach-, Grundwasser und Boden haben betonzerstörende Eigenschaften. Die drei Blechbalken



mit Kragenden geben ihre senkrechten Auflagerdrücke und ihre Bremskräfte an zwei Pfeiler aus Eisenbeton ab, die annähernd in Richtung des Beuthener Wassers stehen. Der Erddruck aus den Dämmen links und rechts wird durch Baukörper in Zellenform aufgenommen, deren Schmalwände senkrecht zu den Gleisen angeordnet sind. Die Pfeiler sind nach dem Beispiel der Packhalle 8 im Fischereihafen Geestemünde<sup>4)</sup> auf 9 und 11 m langen Mastpfählen gegründet. Ihre geschweißten 30 cm

im lichten weiten Blechhülsen, die im Boden bleiben, endigen in einer mit Eisen beschlagenen Holzspitze. Auf diese wurde die Rammjungfer

<sup>4)</sup> Bautechn. 1923, Heft 46; Saltzmann, „Schutz einer Betonpfahlgründung gegen den schädlichen Einfluß des Grundwassers“.

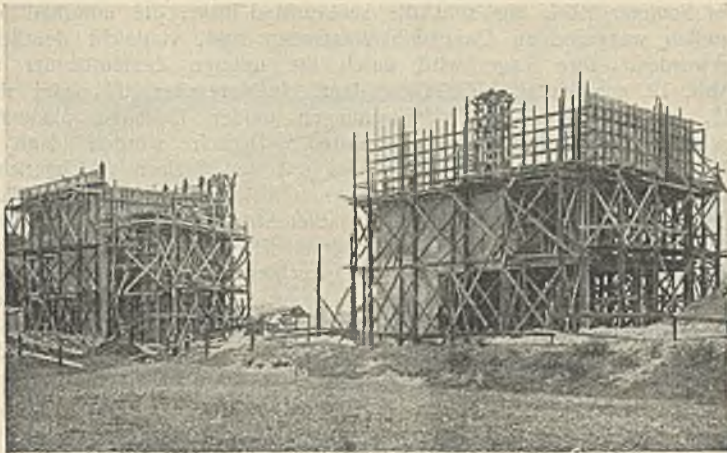


Abb. 8. Unterführung des Beuthener Wassers. Rüstung.

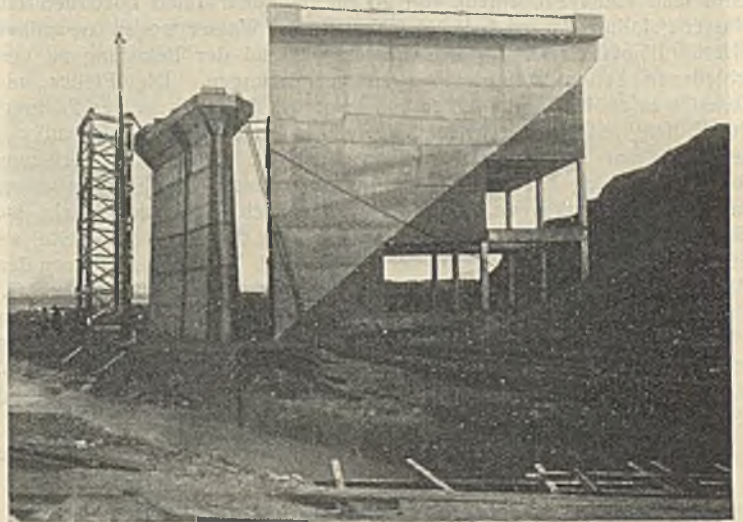


Abb. 10. Unterführung des Beuthener Wassers. Ausgeschalteter Zellkörper und Pfeiler.



Abb. 9. Unterführung des Beuthener Wassers. Blick von oben in Richtung Gleiwitz.

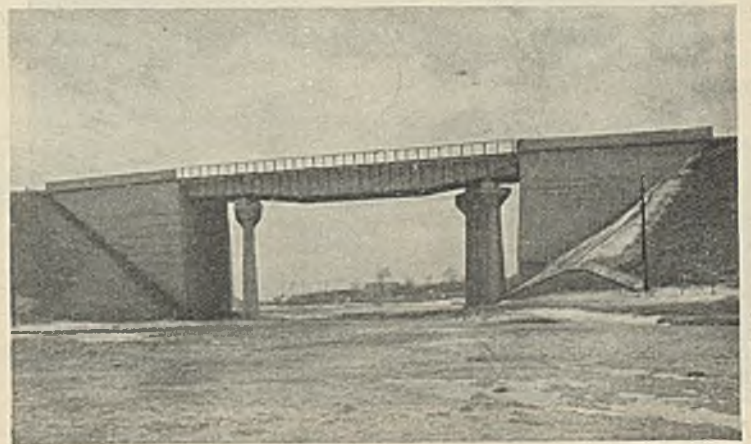


Abb. 11. Unterführung des Beuthener Wassers. Nordansicht. (Februar 1929.)

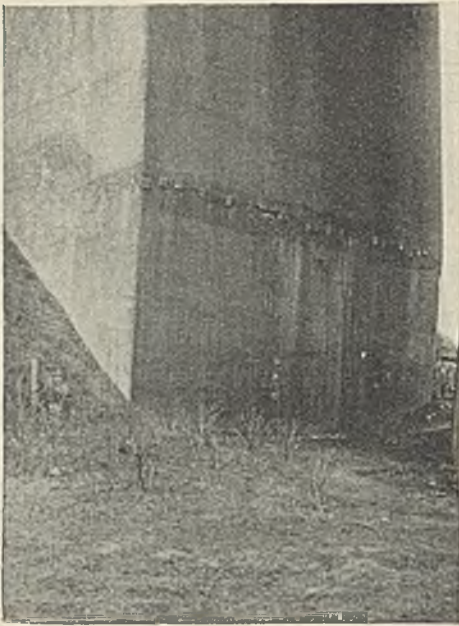


Abb. 12.  
Unterführung des Beuthener Wassers.  
Gleitwitzer Erdfang. Waagerechter Querriß.  
(18. II. 30.)

im Erdreich nur in geringer Menge vorhanden ist. Selbst wenn die Hülsen rosteten, würde der auf dem Betonpfahl verbleibende Anstrich genügend Schutz gegen betonangreifende Wasser bieten. Als wir die Hülse eines Betonpfahls aufschnitten, konnten wir uns selbst überzeugen, daß durch die Abbindewärme der Asphalt zum Beton gewandert war. Pfeiler und Pfähle wurden für  $N$ -Lasten und Winddruck berechnet. Die höchste zulässige Pfahlbeanspruchung wurde zu 25 t angesetzt. Vorher hatte man einen Probepfahl von 25 cm  $\varnothing$  durch einen hölzernen mit Wasser gefüllten Kasten belastet. Kasten und Wasser wogen zusammen 24,2 t. Einnivellieren des Probepfahls während der Belastung zu verschiedenen Zeiten zeigte keine Höhenänderungen. Die Pfeiler und Zellen wurden 1923 gebaut. Abb. 8 zeigt das Bauwerk in der Rüstung. Der Erdfang auf der Gleitwitzer Seite wurde am 31. August, der auf der Beuthener am 28. November 1923 ausgeschalt. Abb. 9 — Blick von oben in Richtung Gleiwitz — und Abb. 10 lassen die Eigenart dieser Bauwerke klar erkennen, weil der Boden noch nicht eingebracht ist. Gegen Ende Mai 1924 war der Erdfang auf der Beuthener Seite als letzter verfüllt. Die Aufstellung der drei eisernen Überbauten, die von den Mitteldeutschen Stahlwerken, damals Linke-Hofmann-Lauchhammer AG., besorgt wurde, war im Lauf des September 1924 beendet. Die Bauarbeiten hatten sich recht in die Länge gezogen, einmal, weil wegen der Ungunst der Zeiten die Mittel gestreckt werden mußten, und dann, weil auch die Werke in Lauchhammer von den damals in Deutschland herrschenden Unruhen nicht verschont geblieben waren.

Bereits im Frühjahr 1924 trat plötzlich und unerwartet eine bedeutende



Abb. 14. Unterführung des Beuthener Wassers. Gleitwitzer Erdfang. Einzelheiten des schweren Schadens in der nördlichen Längswand.  
(Sommer 1924.)

gesetzt. Die Hülsen wurden mit einem inneren Asphaltanstrich geliefert. Etwa eingedrungenes Wasser holte ein zylindrischer Eimer mit Bodenventil heraus. Dann wurde auf das Innere der Hülsen mittels runder Bürste nochmals eine kochende Asphaltmischung aufgetragen und ein erdfeuchter Betonfetter Mischung eingestampft. Rundeisen in den Köpfen sorgten für eine gute Verbindung mit den Pfeilerfüßen. Das Staatliche Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem, das wir seinerzeit um ein Gutachten angingen äußerte sich, es sei nicht zu befürchten, daß die Hülsen im Boden durch Rost in absehbarer Zeit zerstört würden, da Rosten nur in gleichzeitiger Gegenwart von Wasser und Luft vor sich geht und letztere

Verformung der Zellenkörper ein, und zwar gegen Ende ihrer Verfüllung: Die Erdfänge neigten sich nach den Dämmen zu. Ihre den Brückenpfeilern zugekehrten Schmalseiten bekamen etwa 3,5 m über dem Erdboden, also etwa in Höhe der zweituntersten Riegel, auf volle Breite einen waagerechten Riß, der auf die Längsseiten übergriff und dort in Zerstörungen von großem Umfang endete. Am deutlichsten trat das am Gleitwitzer Erdfang, dem rechten der Abb. 11 in Erscheinung. Wir erkennen in Abb. 11, daß die an die Dämme grenzenden Enden der Zellenkörper nach unten gegangen sind, und sehen in Abb. 12, 13 u. 14 Einzelheiten der Zerstörung am Gleitwitzer Erdfang, und zwar in Abb. 12 den

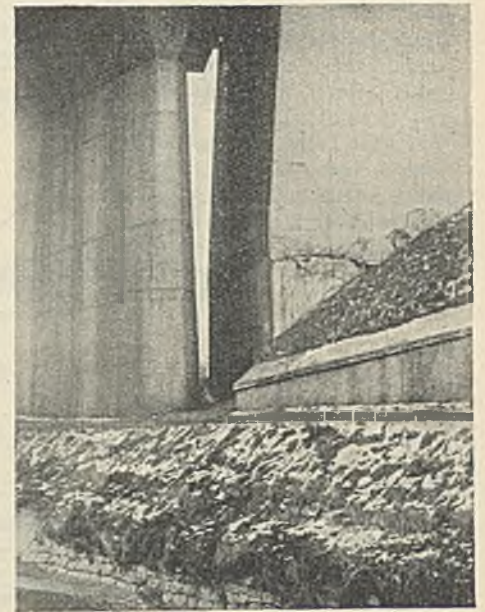


Abb. 13. Unterführung des Beuthener Wassers. Gleitwitzer Erdfang. Schwerer Schaden in der nördlichen Längswand.  
(18. II. 30.)

waagerechten Querriß, sodann in Abb. 13 den schweren Schaden in der nördlichen Längswand und in Abb. 14 Einzelheiten dazu. Der unterhalb des waagerechten Querrisses der Abb. 12 liegende Teil der Querwand blieb fast unverändert stehen, und der übrige Teil des Erdfangs kantete nach hinten. Wie gewaltig die Kraft gewesen sein muß, die diese Bewegung auslöste, zeigt Abb. 14: Der Beton wurde zermalmt, und die Rundeisen der waagerechten Bewehrung und ihre senkrechten Bindedrähte traten zutage. Die Aufnahme der Abb. 11 ist vom Februar 1929, die der Abb. 12 u. 13 vom 18. Februar 1930 und die der Abb. 14 vom Sommer 1924. Der jetzige Befund ist nicht viel anders als der im Sommer 1924, nur sind die senkrechten Risse, die unterhalb des großen waagerechten Querrisses entstanden sind, vielleicht deutlicher geworden. Ihre Lage wird durch die unteren Zementbänder der Abb. 12 angedeutet. Zwischen dem 11. November 1924 und dem 17. Juli 1929 sind die Verformungen beider Erdfänge planmäßig gemessen und aufgezeichnet worden. Danach wurden dann in Abb. 15 die sichtbaren Flächen, die mit den Gleisen gleichgerichtet sind, aufgetragen, und zwar mit dünnen Strichen die entwürfsmäßigen Umrisse vor der Verfüllung und mit starken Strichen die vom 17. Juli 1929. Der Gleitwitzer Erdfang war im Sommer 1924 mit der Krone seiner Vorderwand (Punkt A, A') in der Waagerechten um 32 bis 42 cm von der Brücke weg und in der Senkrechten um 9 und 4 cm nach unten gewandert. Mit seinen dem Bauwerk abgekehrten Enden (Punkt B, B') war er etwa um 90 und 70 cm gesackt. Am Beuthener Körper waren die entsprechenden Maße für die Punkte A und A' 30 und 42 in der Waagerechten und 24

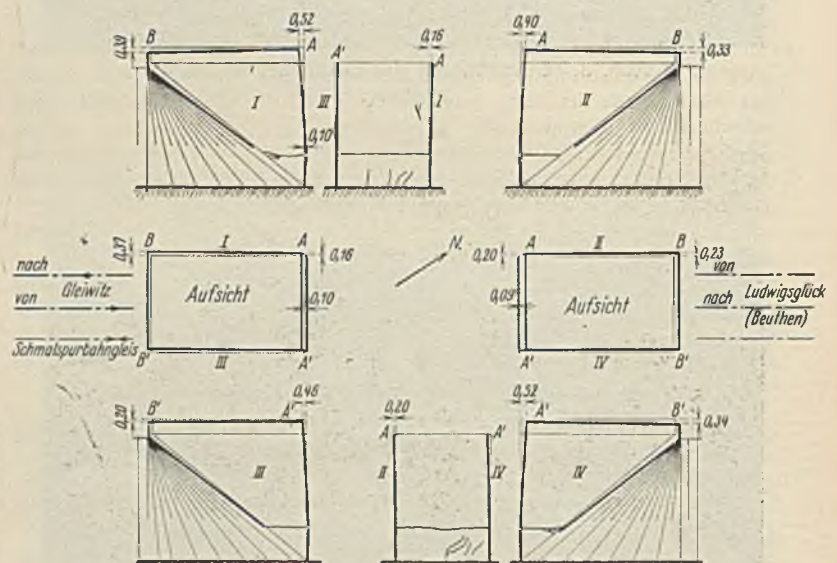


Abb. 15. Unterführung des Beuthener Wassers. Verformung der Erdfänge, gemessen am 17. 7. 1929.

und 17 in der Senkrechten und für Punkt B und B' 86 und 78 cm. Zwischen dem 14. September und 5. November 1924 wurden nun die ausgekragten Gehwege und Geländer aus Eisenbeton abgetragen und in der Sollage wieder in Eisenbeton aufgebracht. Die zu groß gewordene Entfernung zwischen dem letzten Brückenbalken und der ersten Gleisschwelle auf dem Lande wurde dadurch aufgehoben, daß die Kragarme der N-Überbauten, ohne die Brückenklasse herabzusetzen, verlängert wurden. Dann kam die Inbetriebnahme der beiden Schnellzuggleise am 31. Januar 1926 und des schmalspurigen Hauptgleises am 15. Juli 1926. Die Zellkörper sind seitdem, wie die starken Umrisse der Ansichten in Abb. 15 und die dort angegebenen Maße zeigen, noch weiter nach hinten gekippt. Die Aufsichten, in denen nur die Umrisse des Entwurfs und die vom 17. Juli 1929 erscheinen, lassen erkennen, daß die Bewegung nicht nur in Richtung der Gleise, sondern auch quer zu ihnen vor sich gegangen ist. Das Versacken nur in senkrechter Richtung, das Perkuhn ja durch Vergrößerung der Entfernung zwischen Zellen und Brückenpfeilern sicherstellen wollte, ist nicht erreicht worden. Der Grund ist u. a. wohl darin zu suchen, daß der Boden in Nähe der vorderen Querwände durch die Ramppfähle unter den Pfeilern verdichtet ist, dann aber auch wohl darin, daß die Mittelkraft nach Abb. 1 zu weit nach dem Damm zu verschoben ist.

Der Versuch mit den Zellen ist mißglückt. Sie dürften deshalb für Eisenbahngleise, unter denen Bewegungen und Zerstörungen tragender Teile in solchem Ausmaß auf keinen Fall zugelassen werden können, künftig ein für allemal ausscheiden. Hier hätte die bewährte Bauform aufgelöster Widerlager gepaßt, die den Erddruck weitgehend ausschaltet, indem die Dammerde in großer Breite durch die Öffnungen hindurchfällt<sup>5)</sup>.

Die Zellen können nicht mehr allzulange als betriebsicher gelten.

<sup>5)</sup> Bautechn. 1929, Heft 25, S. 367; Koehler und Koch, „Der Bau der neuen Eisenbahnbrücken über die West- und Ostoder bei Stettin“.

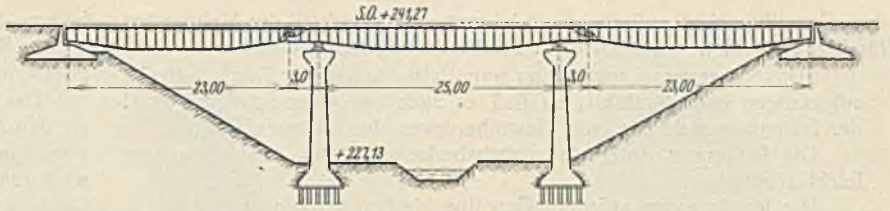


Abb. 16. Unterführung des Beuthener Wassers. Geplante Änderung.

Die großen Zertrümmerungen außen lassen auch auf Zerstörungen im Innern schließen. Beruhigend wirkt jedoch, daß die Hauptbewehrung waagrecht liegt.

Man kann in unserem Falle vielleicht aber doch nicht behaupten, daß ein allzu großer Aufwand unnütz vertan ist: Das Bauwerk ist in der Inflationszeit entstanden und hat alles in allem nur rd. 2000 Goldmark gekostet. Die Pfeiler aus Eisenbeton und ihre Pfahlgründungen sind einwandfrei. Die Zellen haben in Verbindung mit dem Schüttboden, der in sie hineingefüllt ist, und mit dem Bettungsstoff, der zum Herausheben der auf ihnen versackten Gleise immer wieder und wieder eingebracht worden ist, das ihrige dazu beigetragen, daß der heimtückische Baugrund unter und neben ihnen jetzt als verdichtet und tragfähig anzusprechen ist. In gleichem Sinne haben sich die Dämme in unmittelbarem Anschluß an die Zellen betätigt. Nunmehr läßt sich ein Gedanke verwirklichen — wir hoffen bereits im Jahre 1931 — wie er in Abb. 16 umrissen ist:

Außerhalb der Zellen werden auf den Dämmen leichte Fundamente aus Eisenbeton errichtet, von denen aus neue Blechträger zu den bereits vorhandenen hin gespannt werden. Die Zellen werden so ausgeschaltet. Die Pfeiler reichen nach teilweiser Verstärkung der Gründung auch für die neuen Verhältnisse. Den geringen Bodensenkungen, die zur Zeit noch an dem Standort der künftigen Fundamente beobachtet werden, wird durch Stellvorrichtungen unter den Lagerkörpern begegnet werden.

Alle Rechte vorbehalten.

## Abdeckung und Entwässerung von Brückengewölben.

Von Reglerungs- und Baurat i. R. Ortman in Hannover.

Es kann bei Brückengewölben, besonders bei solchen aus Beton oder Eisenbeton, nicht Wert genug auf eine sorgfältige Anordnung und Ausführung ihrer Abdeckung und Entwässerung gelegt werden, durch die das

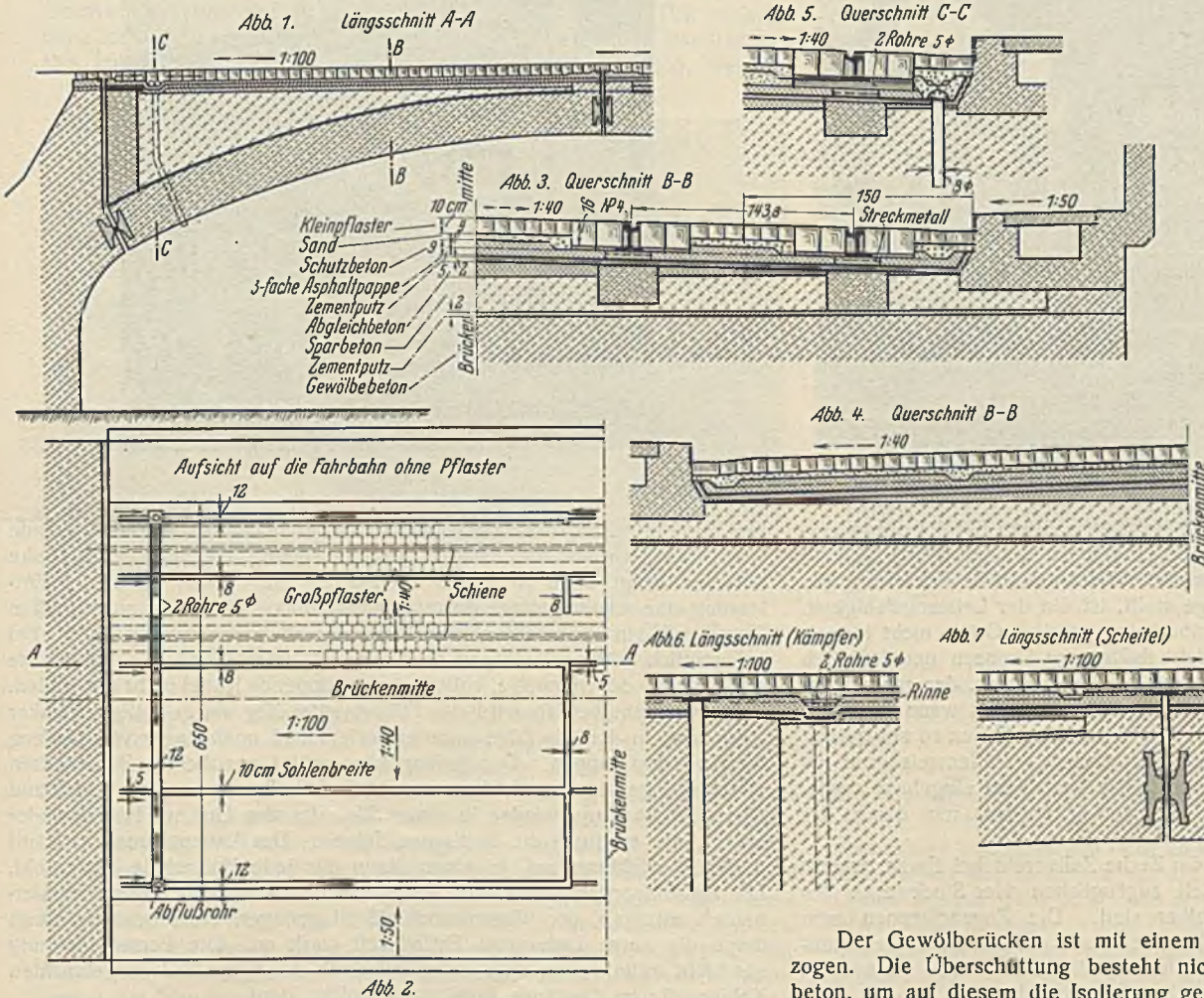
Gewölbemauerwerk gegen den zerstörenden Einfluß des Sickerwassers geschützt wird. Nicht genügende Vorkehrungen gegen das Sickerwasser können zur Folge haben, daß die gefährdeten Gewölbe noch nachträglich

aufgedeckt und mit neuen Isolierungen und Entwässerungsanlagen versehen werden müssen. Solche Maßnahmen verursachen aber große Kosten und lästige Verkehrssperren. Es empfiehlt sich, selbst schwieriger auszuführende und teure Einrichtungen nicht zu meiden, wenn das Gewölbemauerwerk trocken und dauerhaft bleiben soll.

Der im folgenden dargestellten Anordnung liegt der Leitgedanke zugrunde, das Sickerwasser erst gar nicht bis zum Brückengewölbe durchdringen zu lassen, sondern bereits dicht unter dem Straßenpflaster aufzufangen und abzuführen. Mit der Fahrbahnabdeckung und Entwässerungsanlage ist zugleich der Einbau eines Straßenbahngleises für schwere Zugbelastung in Verbindung gebracht, um zu zeigen, daß die Entwässerung unter der Fahrbahn keinesfalls durch die Gleise behindert zu werden braucht.

Die Anordnungen für die Abdeckung und Entwässerung sind in Verbindung mit der Gleisbettung an einer Dreigelenkbogenbrücke aus Beton dargestellt (Abb. 1 u. 2). Einzelheiten zeigen Abb. 3 bis 7.

Der Gewölberücken ist mit einem 2 cm starken Zementputz überzogen. Die Überschüttung besteht nicht aus Sand, sondern aus Sparbeton, um auf diesem die Isolierung gegen das Sickerwasser, anstatt auf



dem Gewölberücken aufbringen zu können. Den Nachteil der Mehrkosten für den Zement überwiegen beim Füllbeton folgende Vorteile:

„Das Sickerwasser wird schon unmittelbar unter der Fahrbahndecke aufgefangen und abgeführt, so daß es auch bei einer Schadhaftheit der Isolierung nicht bis zum Gewölberücken durchdringen kann.

Die Isolierung unter der Fahrbahndecke ist für Ausbesserungen leicht zugänglich.

Die Randmauern auf dem Gewölbe bleiben trocken und bedürfen keiner besonderen Isolierung gegen das Sickerwasser.

Die Stärke der Randmauern kann gering bleiben, weil der Sparbeton keinen Seitendruck verursacht (Abb. 1).“

Über der Sparbetonschüttung bildet eine Betonabgleichung das beiderseitige Quergefälle von 1:40 für die Fahrbahndecke bei einem Längsgefälle von 1:100. Auf dieser Betonschicht liegt die Isolierung aus einem 2 cm starken Zementputz und einer dreifachen Asphaltpappelage. Letztere wird durch eine 5 cm bzw. 9 cm starke Betonschicht geschützt. Die Isolierschicht und 5 cm starke Schutzschicht geht ununterbrochen unter den Straßenbahnschienen hindurch (Abb. 3). Die Pflasterdecke besteht aus 10 cm hohem Kleinpflaster auf 4 cm starker Sandbettung (Abb. 4). Die 18 cm hohen Straßenbahnschienen (NP 4) ruhen unmittelbar auf der 5 cm starken Betonschutzschicht. Mit Rücksicht auf eine schwere Zugbelastung ist unter den Schienen in der Schutzschicht eine Streckmetalleinlage und unter der Isolierung ein durchgehendes Betonfundament aus

fetterer Mischung vorgesehen (Abb. 3). Zum festen und dichten Anschluß an die Schienen sind beiderseits anstatt des Kleinpflasters je zwei Großpflasterreihen von 16 cm Stärke in Zementmörtel angeordnet (Abb. 3).

Das Niederschlagwasser wird durch das beiderseitige Quergefälle (1:40) zu den Borden und durch das Längsgefälle (1:100) über die Widerlager hinweggeleitet. Das durch das Kleinpflaster eindringende Sickerwasser wird von der Betonschutzschicht aufgefangen und sammelt sich durch das Quer- und Längsgefälle in einem System von Längs- und Querrinnen, die in der Schutzschicht ausgespart sind. Die Breiten der Rinnensohlen sind der Wasserführung entsprechend abgestuft (Abb. 2). Die Querrinnen sind unter den Schienen und dem Großpflaster am Scheitel unterbrochen, am Kämpfer durch gußeiserne Rohre ersetzt (Abb. 2 u. 3). An den Tiefpunkten des Rinnennetzes am Kämpfer fließt das Sickerwasser auf beiden Seiten durch genügend weite gußeiserne Abflußrohre aus dem Gewölbekörper ab. Hier liegen kleine Einfallschächte in solcher Tiefe, daß etwa bis zu der Isolierschicht dringendes Sickerwasser auch noch abgeleitet werden kann (Abb. 2 u. 5).

Eine der zuvor beschriebenen ähnliche Anordnung der Abdeckung und Entwässerung in Verbindung mit einem Gleiseinbau ist nach dem Vorschlag des Verfassers bei der Oberhauptbrücke der Hindenburg-Schleuse in Anderten zur Ausführung gekommen und hat sich gut bewährt. Hierbei hat die Anordnung der Gleisbettung auch den Anforderungen der Hannoverschen Straßenbahnverwaltung entsprochen.

Alle Rechte vorbehalten.

## Schachtaufzüge in Baubetrieben.

Von Dr.-Ing. Walter Kiefer, München.

Schachtförderanlagen kommen im Baugewerbe hauptsächlich bei Stollen- und Tunnelbauten vor, wo durch Zwischenschächte die Zahl der Angriffspunkte vermehrt und die Bauzeit entsprechend abgekürzt werden soll. Zu den Schachtförderanlagen zählen dem Gesetze nach auch die hölzernen Aufzugtürme, wie sie bei Hochbauten zum Materialtransport benutzt werden, weshalb sie in die allgemeinen Erörterungen einbezogen werden sollen.

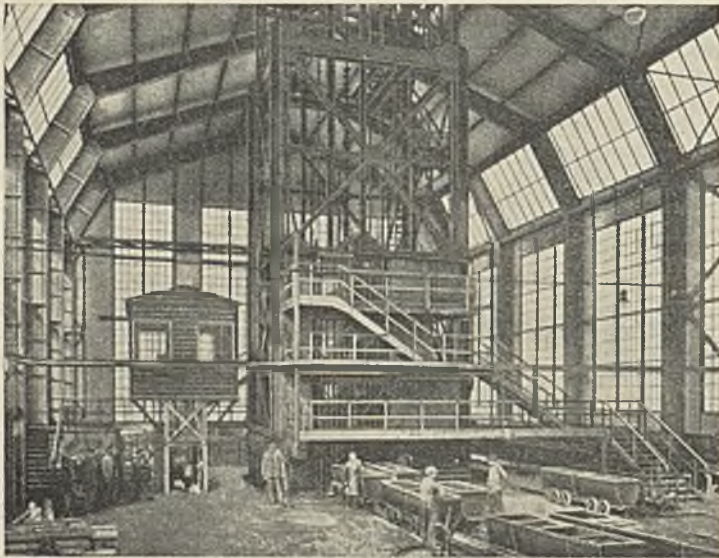


Abb. 1.

Das häufige Anhalten beim Ein- und Ausladen der Hunde kostete früher viel Zeit. Dieser Aufenthalt wurde in neuerer Zeit durch Aufstoßmaschinen nach Möglichkeit gekürzt, die von einer Seite die vollen Hunde in den Aufzug puffen, wodurch die leeren Hunde nach der anderen Seite hinausgedrängt werden. Die neueste Entwicklung geht dahin, den Transport der Hunde im Aufzug vollständig zu vermeiden und diese durch Kippkübel zu ersetzen, wie sie Abb. 2 zeigt.

Bei trockenen Ladegütern, wie beispielsweise Kohle, haben sich die hier gezeigten Gefäße mit Bodenentleerung bewährt, da die Bewegung

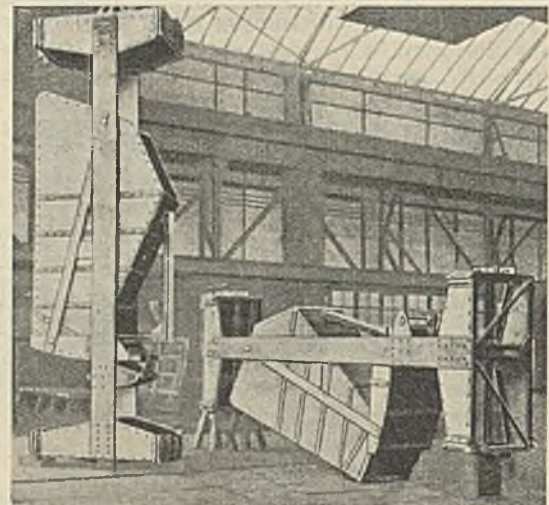


Abb. 2.

Das grundlegende Vorbild aller solcher Aufzüge ist im Bergwerksbetrieb zu suchen, wo jahrhundertalte Tradition und neuzeitliche Technik Hervorragendes haben entstehen lassen. Die wesentliche Forderung, die der Bergmann an seine Förderanlage stellt, ist die der Leistungsfähigkeit. Die Förderkörbe können an sich über eine gewisse Größe nicht hinauskommen; der Schachtquerschnitt zieht dafür enge Grenzen und läßt sich auch bei Neuanlagen mit Rücksicht auf den Seitendruck, der rascher zunimmt als der Querschnitt, nicht beliebig steigern, selbst wenn man dies tun wollte. Gibt es doch Schächte, die in manchen Teilen so eng gebaut werden mußten, daß für die beiden Förderschalen stellenweise nur ein Fahrtrum übrigblieb, in das eine regelrechte Ausweiche eingebaut wurde. Die Förderschalen werden meist mehrstöckig gebaut, um damit das Fassungsvermögen zu steigern.

Abb. 1 zeigt die Schachthalle der Zeche Zollverein bei Essen, worauf die durch Treppen zu gleicher Zeit zugänglichen vier Stockwerke des linken Förderkorbes deutlich sichtbar sind. Die Zugangstreppe zum rechten Förderkorb liegen in gleicher Weise auf der Rückseite des Fahrschachtes. Die gleichzeitige Zugänglichkeit aller Stockwerke ist bedingt durch den großen Menschenandrang bei Schichtwechsel.

bei der Entleerung auf ein Kleinmaß beschränkt ist. Das liegende Gefäß läßt deutlich die Art der Kübelbewegung erkennen. Der linke Behälter hängt oben in einem Drehbolzen und macht zu seiner Entleerung eine relativ geringe Bewegung nach links, die durch maschinellen Druck auf den senkrechten Riegel auf der Rückseite erzeugt wird. Bei gelegentlichem nötigen Transport von nassen Lehmen, Sanden u. dgl. dürfte sich dagegen der trogartige, vollständig umkippende Kübel mehr empfehlen. Beim Kippkübelbetrieb wird der Füllort unter Tag als gewaltiger Bunker ausgebaut, in den die Züge ununterbrochen und unabhängig vom Aufzug ihr Fördergut kippen. Der Aufzugkübel erhält aus diesem Silo, dessen maschinell gesteuerten Sektorenverschluß Abb. 3 zeigt, seinen Inhalt und kippt ihn übertags wieder in einen Silo, der das Gut auf Förderbänder abgibt, die es durch die Sortierung führen. Das Ladepersonal wird mit dieser Vorrichtung auf je einen Mann für jede Haltestelle beschränkt. Die Aufstoßvorrichtungen und der ganze unter- und obertägige Rangierbetrieb entfallen, der Wagenverschleiß ist geringer, die Förderung steigt durch die kurze Lade- und Entladezeit stark an. Die Personenführung geschieht mittels einer ober- oder unterhalb des Kippkübels angebrachten Kabine, die im Gestänge festsetzt und nicht kippt.

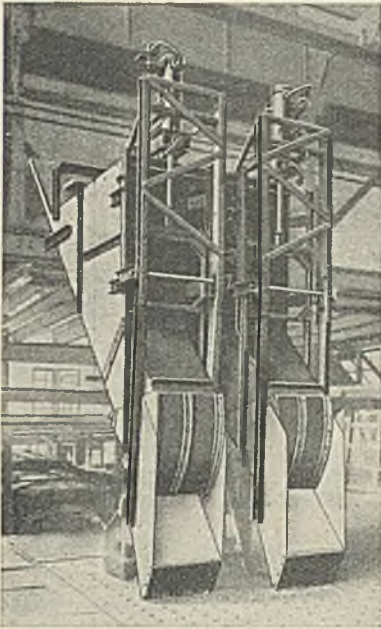


Abb. 3.



Abb. 4. Förderturm der Gutehoffnungshütte, Zeche Jacobi, Schacht II, Oberhausen (Rhld.).

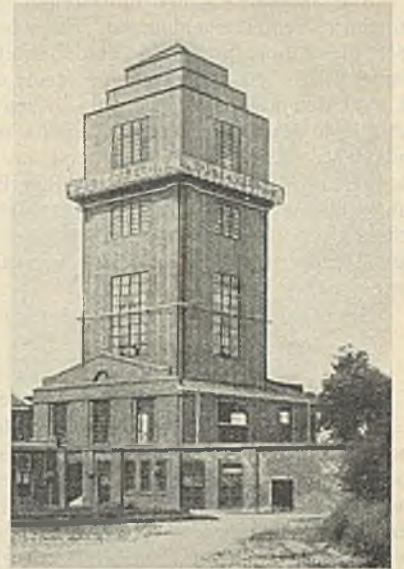


Abb. 5. Förderturm der Gutehoffnungshütte, Zeche Osterfeld, Schacht IV.

Material- und Personenführung werden im Bergwerk meist von ein und demselben Aufzug ausgeführt, der daher durch eine Fangvorrichtung bei einem Seilbruch vor dem Abstürzen gesichert sein muß. Selbsttätige Abstellvorrichtungen elektrischer oder mechanischer Art sichern den Korb gegen Überfahren seines Zieles, indem sie rechtzeitig die Fördermaschine auf Langsamfahrt bzw. auf Halt stellen, falls der Maschinist etwa versagt. Damit die Schale durch das späte Bremsen keinen Schaden nimmt, ist eine Überfahrt und eine Unterfahrt vorgesehen. Letztere ist außerdem dazu nötig, daß der Korb stets frei hängt und das Seil nie schlaff wird. Es würde sonst beim Wegfahren plötzlich auf die schon erreichte Geschwindigkeit seine Last aufnehmen und sofort beschleunigen müssen, was leicht Seilbruch zur Folge hat.

Die Fahrgeschwindigkeiten wuchsen mit der Zeit immer mehr. Geschwindigkeiten von 40 bis 50 km/h sind heute üblich. Die verlangte hohe Leistung in Bergwerkbetrieben bedingt entsprechende Installationen. Die große Fahrgeschwindigkeit hat nur dann volle Wirkung, wenn sie

Abstand zwischen Korb und Trommel zu gering ist und ein von den Fahrschienen aufzunehmender Schrägzug entstehen würde. Einen Begriff von den im Bergbaubetrieb gebräuchlichen Maschinengrößen gibt Abb. 6, die eine Treibscheibenförderung (im Gegensatz zur Seiltrommelförderung) darstellt. Das Seil liegt in Holzbacken in einer keilförmigen Nut und wird nur durch die Reibung mitgenommen. Diese Anordnung setzt selbstverständlich zwei Förderkörbe oder bei kleineren Anlagen Korb und Gegengewicht voraus. Als Antriebskraft kommt aus wirtschaftlichen Gründen mit Vorliebe Dampf zur Verwendung. Mit der Einführung der Elektrizitätszentralen auf den Zechen, mit dem Ausbau der Überlandleitungen hat sich diese bequeme Betriebsart vielfach auch bei den Fördermaschinen eingeführt. Die bei größeren Förderanlagen entstehenden Stromstöße beim Anfahren können aber vom Netz nicht so leicht wie von einem Kessel aufgenommen werden und bedingen daher die Anordnung von Akkumulatorenpufferbatterien oder Umformeraggregaten mit dazwischengeschaltetem sog. Ilgner-Schwungrad, das in sich so viel lebendige Kraft aufspeichert, daß das Netz bei plötzlicher übergroßer Stromentnahme nicht gestört wird.

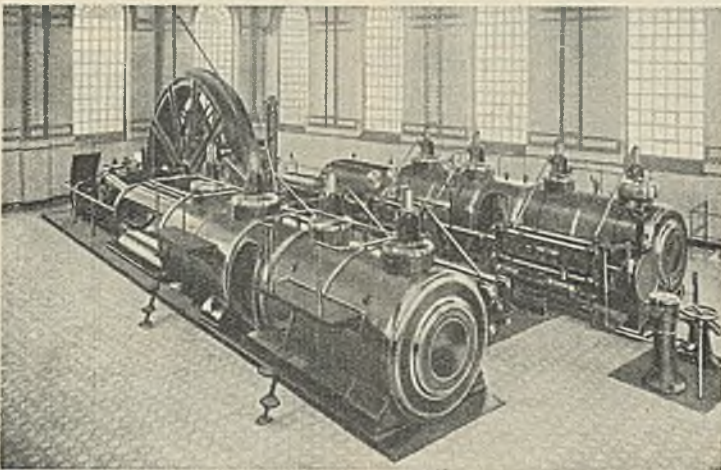


Abb. 6. Zwillings-Tandem-Fördermaschine, 600 mm Treibscheibendurchmesser, 5200 kg Nutzlast, 600 m Teufe. Steinkohlenbergwerk Neumühl, Schacht III.

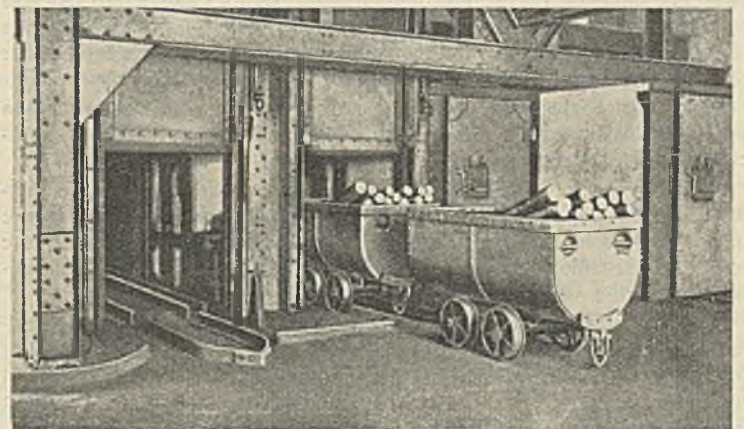


Abb. 7.

rasch erreicht und rasch gebremst werden kann. Bei den geförderten Gewichten und dem Gewichte des Seiles ergeben sich dabei enorme Kräfte durch Beschleunigung und Verzögerung, denen Fördertürme und Maschinen gewachsen sein müssen. Die bisher gewohnte Art eines Förderturmes zeigt Abb. 4. Die Fördermaschine steht auf Geländehöhe. Der Schrägzug wird durch die Schrägstrebe abgefangen. Die neueste Fördertechnik stellt die Fördermaschine über den Schacht (Abb. 5) und schafft damit eine beträchtliche Platzersparnis. Ermöglicht wurde diese Anordnung erst durch die Entwicklung der schnellaufenden Antriebsmaschinen, die durch Zahnradgetriebe auf Treibscheiben wirken. Die Aufstellung einer Seiltrommel wäre, abgesehen vom hohen Gewicht, schon wegen des Wanderns des Seiles beim Aufrollen nicht zweckmäßig, da der

Damit sind in großen Zügen die wesentlichen Einrichtungen einer bergwerkmäßigen Schachtförderanlage beschrieben, wonach sich leicht alle Typen, die für Baubetriebe in Frage kommen, entwickeln lassen.

Ein wesentlicher Unterschied besteht aber im folgenden: Der Bergbau hat sich eine eigene Tradition gebildet für die Ausführung der technischen Einzelheiten der Aufzüge. Die Aufzugsvorschriften im Bergwerk sind einfach und verlangen keine umständlichen selbsttätigen Vorrichtungen. Man verläßt sich in vielem auf die Tatsache, daß diese Aufzüge nur von Leuten benutzt werden, die das nötige Verständnis für die Gefahren besitzen. Die Zugänge zu den Förderkörben an den Haltestellen sind gewöhnlich auf primitive Weise durch Türen oder auch nur Barrieren abgesperrt, es sei denn, daß im Zusammenhang mit der Wetterführung besonders dichte Verschlüsse gewählt werden (Abb. 7).

Alle anderen Aufzüge unterstehen in Deutschland (mit wenigen Ausnahmen: Theaterversenkungen, Hochofenaufzüge usw.) der „Verordnung über die Einrichtung und den Betrieb von Aufzügen“ vom 8. September 1926. Diese Verordnung atmet den Geist größter Sicherheit. Es ist zwar theoretisch möglich, von diesen Vorschriften durch die Aufsichtsbehörde in einzelnen Punkten Dispens zu erhalten; man tut aber gut, zu bedenken, daß diese Behörde erst ihre sachverständige Behörde, diese gegebenenfalls wieder die zuständige Berufsgenossenschaft zu befragen hat, so daß mit Rücksicht auf die an sich lange Lieferzeit für ungewöhnliche Aufzüge, zu denen Schachtaufzüge fast immer gehören, leicht kostbare Zeit vertan werden kann, was bei den heutigen Bauzeiten kaum tragbar ist.

Grundsätzlich unterschieden werden in der Aufzugsverordnung (A.V.):

- a) Personenaufzüge,
- b) Lastenaufzüge, und zwar interessieren davon: Schachtgerüst-Baufzüge und Schrägaufzüge (Kippkübel).

Von diesen Vorschriften sind nachstehend diejenigen Teile dem Sinne nach herausgestellt, die Einfluß auf die Wahl eines Aufzugsystems ausüben können, während ein gewisser anderer Teil der A.V. auf Anlage und Betriebskosten weniger Einfluß hat und von Fall zu Fall je nach dem System einfach ausgeführt werden muß. Er enthält meist einfache Absperr- und Feuerschutzvorkehrungen, ferner Überwachungs-vorschriften usw.

#### a) Personenaufzüge.

„Die Fahrbahn muß so vollständig verschlossen sein (also z. B. mit Brettern zugenagelt), daß oben auf dem Förderkorb stehende Personen nirgends eingeklemmt werden können.“

„Als Höchstgeschwindigkeit ist 1,50 m/sek in beiden Richtungen vorgeschrieben, was durch Anbringung von Senkbremsen (Flehkraftgewichtsregler) erreicht wird.“

„Wird durch Ausfallen der Antriebskraft diese Geschwindigkeit überschritten, so muß der Aufzug selbsttätig stehenbleiben.“

Praktisch bedeutet das fast zwangsläufig die Anordnung eines selbsthemmenden Schneckengetriebes, denn nur dieses ist für Baubetriebe einfach und sicher genug. Bei elektrischem Antrieb läßt sich zwar auch eine Zahnradwinde mit Magnetbremse verwenden, ohne daß gegen die Vorschrift verstoßen würde. Es kann jedoch z. B. der Fall eintreten, daß beim Ausfall einer Phase der Motor stehenbleibt, ja sogar durch die Last umgekehrt beschleunigt wird, während die Magnetbremse durch zwei Phasen offen bleibt. Ein ähnlicher Fall hat gelegentlich schon die Zerstörung eines Fahrturmes gezeitigt, wo die Bremse offen blieb und der volle Korb den leeren Gegenkorb so beschleunigte, daß er in das Rollengebälk hinaufschob.

„Fördertrommeln sind mit schraubenförmigen Rillen zur Aufnahme der Seile zu versehen.“ Da zwei Seile für Personenaufzüge verlangt werden, müssen die Rillen doppelgängig sein. Man kann also mit einer gewöhnlichen Lastenwinde schon aus diesem Grunde keinen Personenaufzug betreiben. „Fördertrommeln müssen mindestens den 35fachen, Seilscheiben den 40fachen Seildurchmesser haben.“

Bei tiefen Schächten werden Seiltrommeln durch die verlangten Doppelrillen sehr groß, brauchen also durch Modellanfertigung oder Feilguß unter Umständen eine lange Lieferzeit.

Man verwendet daher gern sog. Treibscheibenaufzüge, für die elektrischer Antrieb vorgeschrieben ist, die jedoch der Belastung engere Grenzen ziehen. Das Aufzugsseil wird bei dieser Ausführung über eine einrillige Scheibe gehängt und nur durch die Reibung in der keilförmigen Rille vor dem Gleiten bewahrt (Abb. 6).

„Zwei nacheinander wirkende und voneinander unabhängige Endabstellvorrichtungen sind anzubringen“, so daß ein Überfahren der obersten und untersten Haltestellung unmöglich ist. Man verwendet oft die sog. Endausschalter, die der aufzufahrende Korb beiseite schiebt und die sich nach beendeter Umsteuerung selbsttätig wieder einschalten. Wie gut dieses Verlangen nach doppelter Sicherung ist, zeigt z. B. der Fall, daß ein solcher, an einem Förderturm angebrachter, anscheinend wasserdicht gedachter Schalter durch eingewehten Feinschnee versagte und tatsächlich der zweite im Maschinenhaus am Triebwerk befindliche Schalter (sog. Kopierapparat) fiel.

„Eine Vorrichtung ist anzubringen, die bei Schlafwerden eines Seiles die Maschine sofort still setzt.“ Diese Vorschrift läßt sich leicht durch eine angespannte Seilrolle erfüllen, die beim Seilbruch das Seil beiseite ziehen und einen Schalter auslösen kann.

„Jede Haltestelle ist mit einer Tür zu verschließen. Alle Türen müssen zwangsläufig so mit dem Triebwerk verbunden sein, daß eine Bewegung des Aufzuges nicht möglich ist, ehe alle Türen fest geschlossen und verriegelt sind.“

Diese Bestimmung bringt Sicherheiten, die bei einem Hausaufzug mit seiner Benutzung durch verschiedene und technisch ungeschulte Parteien, mit seinen sauberen, gepflegten, relativ staubfreien und völlig trockenen

Anlagen vielleicht gar nicht wegzudenken sind. Es ist gleichsam ein mechanischer Mensch am Werk, der jede falsche Schaltung, jedes Unglück verhütet, der jedoch auch seinerseits eine überaus peinliche Pflege verlangt. Die ungeheure Zahl von zwangsläufig geschalteten Verriegelungen und Abhängigkeiten von Kontakten ist sonst eine ewige Störungsquelle.

Man stelle sich dagegen einen tiefen Schacht vor, voll Staub und Schmutz; aus der Kabine läuft lehmige Brühe, die Schachttüren werden mit rauher Hand ins Schloß geschmettert, aus der Betonmaschine kommen Zementwolken, die Bewitterung erzeugt faustdicken Nebel, von Beschädigungen der Türen und des Korbes durch Überlastung ganz zu schweigen, und man wird der Meinung beistimmen, die führende Aufzugsfirmen in einem solchen Fall vertreten: „Nach der A. V. kann ein Personenaufzug in einem Schacht nicht gebaut werden. Er wird die meiste Zeit außer Betrieb sein und den Betrieb mehr stören als fördern. Solange die Behörde nicht die Bergwerkvorschriften für Aufzüge gelten läßt, muß von Personenerhöhung Abstand genommen werden“. In dieser Vorschrift über die Türverriegelung liegt die ganze Schwierigkeit beschlossen, in einem Baubetrieb einen Schacht-Personenaufzug zu betreiben. Es gibt also wohl keinen anderen Ausweg, als sich von der A. V. dispensieren zu lassen.

#### b) Lastenaufzüge (Baufzüge).

Hier liegen die Verhältnisse wesentlich einfacher. „Höchstgeschwindigkeit wie bei Personenaufzügen in beiden Richtungen 1,50 m/sek.“ Das bedeutet praktisch die Anbringung einer Flehkraftbremse bei kleineren Winden oder eines Schneckengetriebes mit Selbsthemmung, wie es gewöhnlich erst bei größeren Maschinen gebraucht wird.

„Die Fördertrommeln müssen auch hier eingeschnittene Rillen haben.“ Da aber nur ein Seil verlangt ist, genügt eine eingängige Rille.

Sehr einfach ist die Frage der Endabstellung gelöst: „Falls die Winde Riemenantrieb hat, darf man sich darauf verlassen, daß der Fahrkorb anstößt und der Riemen abläuft. Lediglich bei gekuppeltem Motor müssen einfache Abstellvorrichtungen eingebaut werden.“

„Wenn die Plattform nur so groß ist, daß ein Muldenkipper oder ähnliches sie ausfüllt (Abbild. 15 im Gegensatz zu Abbild. 16), darf Nichtbetretbarkeit angenommen werden, und es erübrigen sich Fangvorrichtungen und Senkbremsen.“

„An Türen ist lediglich am obersten Zugang eine Hubtür einfachster Art vorgeschrieben, die vom Korb angehoben wird.“

Nach Erörterung der gesetzlichen Voraussetzungen sollen im folgenden verschiedene Fördersysteme und die Gründe, die von Fall zu Fall für oder gegen ihre Wahl sprechen, erörtert werden.

Grundsätzlich ist zunächst zu entscheiden, ob Personenfahrung eingerichtet wird oder nicht. Maßgebend sind dafür Schachttiefe und untertägige Verhältnisse. Hat man einen trockenen Stollen mit fortlaufend gleichartigem Gebirge zu befahren, so daß jeder Mann täglich gewohnte Verhältnisse vorfindet und sich ein gleichmäßiger, fabrikartiger Vortrieb einstellt, so mag man bis zu 40 m Tiefe auf Personenfahrung verzichten, wenn achtstündige, ungeteilte Schichten gefahren werden. Das gesamte Personal wird dann einmal täglich einfahren, wobei ihm ruhig die Schachtsteigung zugemutet werden kann. Sind dagegen Wasser oder Triebssand, besonders schlechte Bodenverhältnisse oder sonstige Erschwernisse zu erwarten, so richtet man zweckmäßigerweise schon bei 30 m oder bei längerer Bauzeit auch mit 25 m Tiefe Personenfahrung ein. Der Verkehr nach untertag wird bei widrigen Verhältnissen sofort vier- bis fünffach so groß durch Montage-, Reparatur- und Aufsichtspersonalverkehr, wobei leicht Nötiges unterbleiben kann, wenn ein Mann zum zehnten Mal am Tag steigen soll.

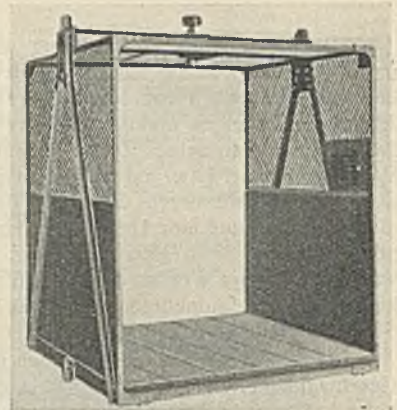


Abb. 15.

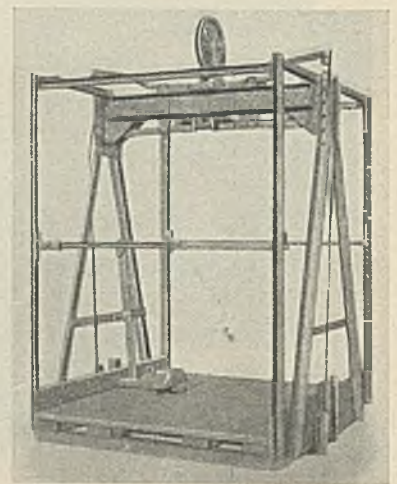


Abb. 16.



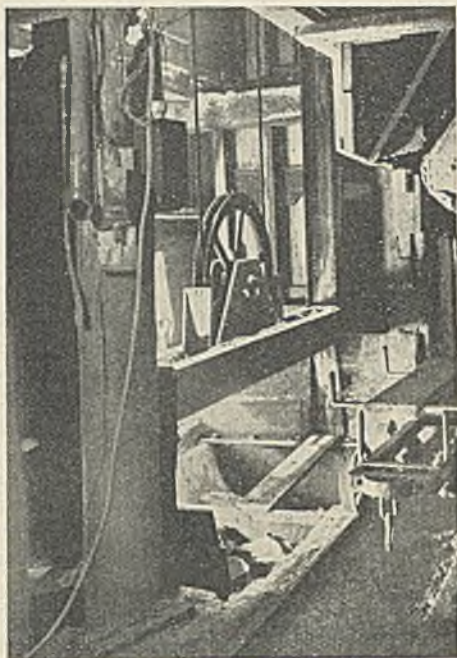


Abb. 8. Kippkübel mit 3,5 m<sup>3</sup> Inhalt, zweikammerig, obere Öffnung 3,20 × 1,40 m, ladebereit im Sumpf hängend.  
(Stollenbau der Münchener Wasserleitung, Los I. Fa. Mühlhofer u. Pfahler, Tiefbauunternehmung, München.)

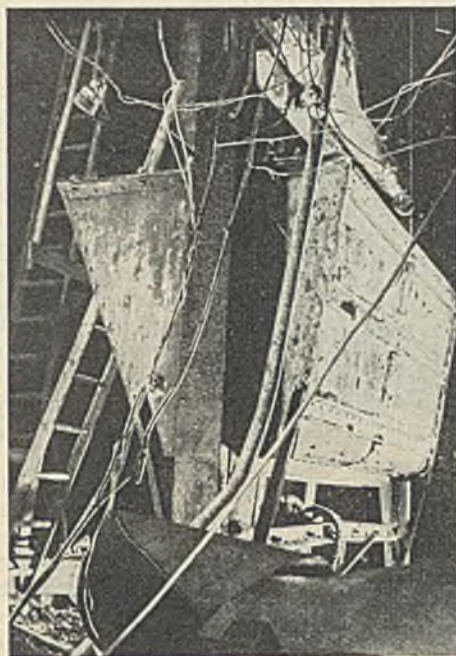


Abb. 9.  
Kippkübel der Abb. 8 im Auffahren während des Schachtausbaues.



Abb. 12.  
Förderturm am Schacht Fellach des Münchener Wasserleitungsstollens, Los I. 16 m hoch, 8500 kg Tragkraft.

Sodann ist die Leistung des Aufzuges zu bestimmen nach Form und Menge der Transportgüter. Einfach ist dies beim Hochbau, wo mit Karrengütern wie Mörtel, Steinen und Beton die Leistung erschöpft ist. Maßgebend ist nur mehr die abgewinkelte Mauerlänge, aus der sich die Zahl der Maurer und damit die tägliche Menge Mauerwerk zwangsläufig ergibt. Man macht nun für jede Lore einen Zuschlag von einigen

Balken, Gleise, Bewehrungseisen wird man an Galgenkränen außerhalb eines Turmes aufziehen.

Anders liegen die Verhältnisse im Tunnel- und Stollenbau. Der Aufzug muß zunächst in der Lage sein, alle Güter, auch die längsten und sperrigsten, zu fördern, falls man nicht ein eigenes Fördertrum einbauen will. Dieses braucht aber wieder eigene Winde und Bedienung, bedingt Vergrößerung des Schachtes und ist nicht nötig, wenn durch geschickte Konstruktion der Hauptaufzug zu diesen Transporten mit benutzt werden kann. Die zeitliche Beanspruchung des Aufzuges hängt sehr von den Verhältnissen ab, die man untertag antrifft: Leichtes Gebirge benötigt Schallholz, Schwellen, Stempel, Pfändkelle, Luttenrohre, Schienen, Preßluftwerkzeug usw. in ziemlich stetiger Verteilung, so daß leicht vorausdisponiert werden kann, da täglich dasselbe Spiel abrollt. In nassen Stollen kommen dazu Holzwolle, Holzröschen, Drainagerohre, Bleche, Rohre, Pumpen, Motoren, Vorrichtungen aller Art, Bewehrungseisen, Zement, Sand, Rollierkies, Kabel, Torkretapparate u. dgl. Hierbei ist es oft besonders wichtig, rasch einen plötzlichen Bedarf decken zu können bei Wassereintrüben oder starken Drückerscheinungen. Ein rasch fahrender Aufzug ist dann zweifellos besser als ein langsam fahrender. Kommen solche Verhältnisse unerwartet, so wird man nicht die Fahrgeschwindigkeit des Aufzuges, der sonst den Anforderungen genügt, nur aus diesem Grunde ändern, was meistens mit großen Kosten verbunden ist. Man muß sich dann darauf umstellen, untertag gewissenhaft und rechtzeitig jeden nur möglichen Bedarf in hinreichender Menge vorzuhalten. Die vorstehend aufgeführten Transporte lassen sich zahlenmäßig schwer erfassen, da der Bedarf nicht so auftritt, daß der Aufzug stetig gleichmäßig beansprucht ist. Ein schnellfahrender Aufzug andererseits wird gar leicht wegen jeder Bagatelle in Bewegung gesetzt, da er zur Denkfaulheit erzieht. Er wird aber im großen und ganzen überall dort zu empfehlen sein, wo mit Personenförderung zu rechnen ist. Die dafür gültigen Vorschriften lassen es als wünschenswert erscheinen, die Maschinen, Förderkörbe und Fahrschienen möglichst leicht zu halten. Man wird in die Kabine nur einen, höchstens zwei Hunde aufnehmen und die Leistung durch Vergrößerung der Fahrgeschwindigkeit erzwingen. Es ergibt sich dann an den Ladestellen ein ausgedehnter Rangierbetrieb, der großzügige Gleis- und Weichenanlagen verlangt. Mit dieser sog. Gestellförderung kann in bequemer Weise jeder andere Transport, vor allem der des Betons erledigt werden. Der Schachtquerschnitt selbst kann klein gehalten werden, was im druckhaften Gebirge ein nicht zu unterschätzender Vorteil ist. Bei den im Baubetrieb vorkommenden, meist verhältnismäßig wenig tiefen Schächten, wo also die Nutzlast groß ist im Verhältnis zum Seil- und Korbgewicht, spielt die Seildehnung eine sehr unangenehme Rolle. Es wird z. B. der Aufzug so eingestellt, daß der Korb schienen- gleich untertag hält, wenn er mit einem Betonhund beladen ist. Der Korb fährt nun durch die Seilwirkung nach der Entladung z. B. 5 bis 10 cm auf, so daß das Aufschieben eines Hundes mit Ausbruchmaterial Schwierigkeiten macht. Ein Aufsitzenlassen des Korbes ist unzulässig, da sonst das Seil schlaff wird und beim Anfahren reißen würde. Aufstoß-

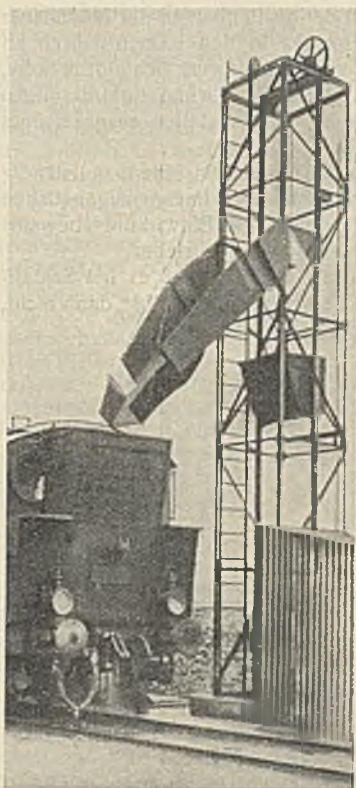


Abb. 10. Selbsttätige Lokomotiv-Bekohlungsanlage. (Zählt-nach dem Gesetz zu den Schrägaufzügen.)



Abb. 11.  
Doppelter Kippkübel-Schrägaufzug.

Minuten für Auf- und Abladen und legt diese Leistung der Bemessung zugrunde. Zu prüfen ist noch, ob diese auch ausreicht, wenn an einem Tag die gesamte Decke eines Stockwerkes betoniert wird. Die Tragfähigkeit richtet sich nach der größten Lore, meistens einem  $\frac{3}{4}$ -m<sup>3</sup>-Muldenkipper voll Beton, dsgl. auch die Plattformgröße. Sperrige Güter wie

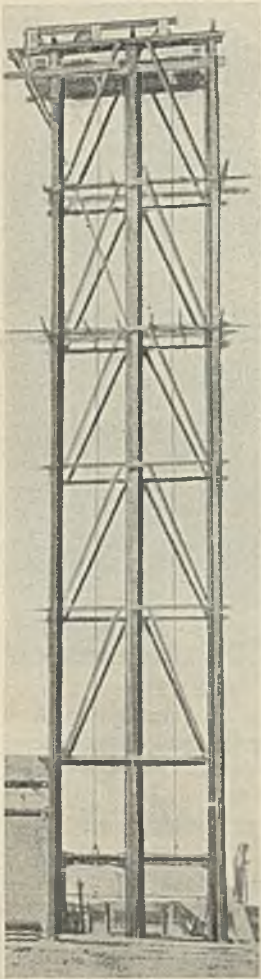


Abb. 13.



Abb. 14.

Ausbau des Förderschachtes (Abb. 12) von 5,80 m Durchm. und 35 m Tiefe mit Schachtkreuzen in 5 m Abstand.

vorrichtungen nach Art der Bergwerke einzubauen, ist meist zu kostspielig. Es bleibt also nur die kalkulatorische Überlegung, eine dauernde Bedienung an den Aufzug zu stellen, der die feine Einstellung obliegt, oder eine Aufzugmaschine mit einer Stockwerkfeineinstellung (sog. „Mikroschaltung“) zu installieren, die selbsttätig dauernd so regelt, daß der Aufzug schienengleich bleibt.

Eine grundsätzlich andere Anlage ist die mit Kippkübeln (Abb. 8, 9, 10, 11). Hierbei fällt das Rangiermanöver unter- und übertag weg, die Gleisanlagen werden einfacher und kein totes Gewicht der Hunde muß mitgefördert werden. Zweckmäßigerweise macht man, wenn möglich,

einen Kübel so groß wie den Inhalt eines Tunnelzuges, insbesondere bei kurzen Tunnelstrecken, so daß eine Hinterstellung von Zügen an den Schachtbahnhöfen möglichst vermieden wird. Bei längeren Strecken, wo die Züge größer werden, dafür aber seltener ankommen, kann die Abförderung eines Zuges in mehreren Etappen genügen. Dies setzt größere Bahnhofentwicklungen und Reserven an rollendem Gerät voraus, was bei engen Verhältnissen sehr hinderlich sein kann. Diese Kippkübelaufzüge sollen nicht schneller als etwa 50 cm/sek fahren, da durch das Kippen leicht große Nebenkräfte entstehen, durch die der Kübel verzogen und aus den Führungen gedrückt werden kann. Auf alle Fälle empfiehlt sich eine solide Turmkonstruktion bei Kippkübeln ganz besonders (Abb. 12), während Türme bzw. Schachtzimmerungen, in denen

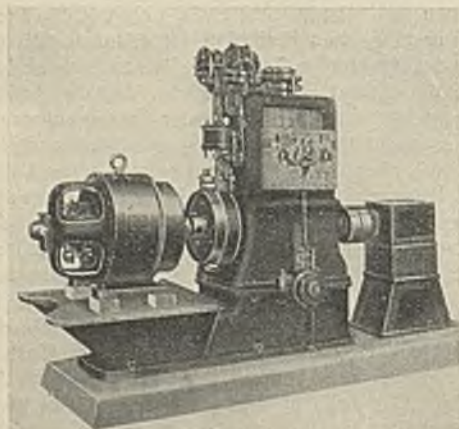


Abb. 17.

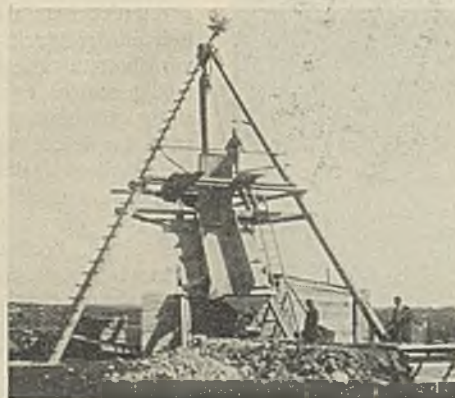


Abb. 18. Hilfsschacht in Darching zum Abloten der Richtung beim Bau des Münchener Wasserleitungstollens.

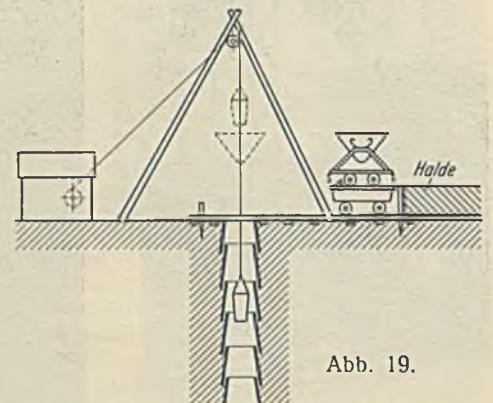


Abb. 19.

Ein besonderes Kapitel der Schachtbaukunst ist in diesem Zusammenhang die Abteufung von Schächten, die noch kurz gestreift werden soll.

nur senkrechte Bewegungen stattfinden, mit Hinsicht auf die genau erfaßbaren Kraftwirkungen leichter gehalten werden können (Abb. 13 u. 14). Die Schachtzimmerung muß allerdings außerdem stark genug sein zur Befestigung sämtlicher untertag führenden Leitungen für Kies, Sand, Zement, Ventilationen, Wasserhaltung, Frischwasser, Preßluft, Vakuum, Licht, Kraft, Leiterfahrten u. dgl. (Abb. 14). Bei Stollenbauten mit kleiner Spur (400

oder 500 mm), die übertag eine unsichere durchnähte Ablagerungsskippe haben, ist der Übergang zu einer größeren Spur oft erwünscht und beim Kippkübelbetrieb auch ohne weiteres möglich.

Bei allen Aufzügen von größeren Ausmessungen oder längerer Betriebsdauer ist ein Gegengewicht anzubringen, das mindestens so schwer sein muß wie der Korb, so daß die Maschine tatsächlich nur die Nutzlast zu fördern hat.

Das Gegengewichtseil wird im entgegengesetzten Sinne wie das Fahrseil um die Aufzugtrommel geschlungen, so daß sich an deren Welle die Drehmomente voneinander subtrahieren. Normalerweise macht man das Gegengewicht so schwer als Korb plus halbe Nutzlast und erreicht damit konstante Belastung der Maschine, da die Hebearbeit zur Hälfte bei Auf- und zur Hälfte bei Abfahrt geleistet wird. Wichtig ist dieser Gesichtspunkt vor allem bei eigener Kräftezeugung, wo für alle Maschinen eine möglichst gleichmäßige Belastung am wirtschaftlichsten ist und jede Spitzenbeanspruchung die Installationskosten der Kraftquelle verteuert.

An Stelle des Gegengewichtes wird oft ein Gegenkorb oder -kübel montiert, so daß die doppelte Leistung des Aufzuges erreicht wird. Die Maschine wird dadurch aber nicht leichter, denn sie muß bei jeder Fahrt die volle Nutzlast heben; ausgeglichen ist nur das Gewicht der Förderschale. Bei Gestellförderung zeigen sich dabei sehr unangenehme Schwierigkeiten in der gleisgleichen Einstellung der Körbe, die auch durch keine Mikroschaltung behoben werden kann.

Bei kleineren Leistungen kann auf die Montage des Gegengewichtes verzichtet werden, da der Kraftverbrauch für das tote Gewicht nicht sehr wesentlich ist. Nimmt man als Beispiel eine Förderhöhe von 30 m, einen Kübel von  $1\frac{1}{2}$  m<sup>3</sup> Inhalt und eine Fördermenge von 15 000 m<sup>3</sup>, so muß der Kübel mit seinem Eigengewicht von etwa 800 kg:  $\frac{15\,000}{1,5} \times 30$  m = 300 000 m gehoben werden, was einer Arbeit von 240 000 tm entspricht. Dazu werden rd. 1000 PSh gebraucht, also ein Betrag von etwa 100 RM, dazu die Mehrkosten für eine um 800 kg tragfähigere Winde zuzüglich des schwereren Motors, insgesamt also ein Betrag von rund 1200 RM, um den sich die Installation eines Gegengewichtes unter Umständen schon rentieren kann.

An die Fördermaschine werden hinsichtlich der Konstruktion durch die A.V. und hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit durch die Erfordernisse des Betriebes außerordentlich hohe Ansprüche gestellt. Eine selbsttätige, elektrisch betriebene und ferngesteuerte Fördermaschine, wie sie in mehreren Exemplaren auf den Schächten der Stollenbauten der Münchener Wasserversorgung und des Elektrizitätswerkes in den letzten Jahren im Betrieb war, zeigt Abb. 17. Sie wurde vom Aufzugwerk Schmidt & Sohn, München, Nürnberg, Essen geliefert, entspricht sämtlichen Anforderungen der A.V. und hat sich im rauen Betriebe der Baustellen ausgezeichnet bewährt.

Die Förderanlage selbst muß durch Aufstellung in einem vollständig geschlossenen und nur dem verantwortlichen Maschinisten zugänglichen Raum peinlich gegen absichtliche oder zufällige Einwirkung bewahrt werden, denn sie bedeutet das Herz eines ganzen Betriebes.

Vor allem muß das Seil so gesichert werden, daß es bei Schlaffwerden auf keinen Fall in das Getriebe kommen kann, selbst dann nicht, wenn große Schlingen sich von der Trommel abschieben.

Man kann bei der Abteufung in den seltensten Fällen mit der Förderanlage arbeiten, die später den Betrieb übernimmt. In der Hauptsache deshalb, weil man die Fahrschienen und den sie stützenden Schachtausbau nicht bis zur Sohle nachziehen kann, ferner auch wegen der Lieferzeit für die Fördermaschine. Man ist daher meist auf behelfsmäßige Kübeltransporte angewiesen. Bis zu einer Tiefe von 40 m, bei Schächten

von über 4 m Durchm., vielleicht noch etwas tiefer, kann auf die Führung des Kübels verzichtet werden. Abb. 18 zeigt eine solche Abteufung eines Schachtes mittels Kübelaufzugs ohne Führung des Kübels. Der Kübelinhalt betrug 100 l, der Schachtdurchmesser 1,80 m, die Tiefe etwa 40 m. Die Entleerung geschah mittels Klappprutsche. Falls für die Kippe eine genügende Ausbreitungsfläche vorhanden ist, kann die Entleerung bei etwas geringerem Kostenaufwand für die Anrichtung auch nach Abb. 19 geschehen, wo die Lore auf einen Unterwagen herbeigeschoben wird, der den Schacht vollständig dicht abdeckt und dessen Gleisspurweite so groß ist, daß der Kübel einfahren kann. Eine solche Förderanlage fällt dann nicht unter die A. V. Man wird aber gut tun, gerade beim Schachtabteufen ganz besondere Vorsicht walten zu lassen und nach Möglichkeit Fördermaschinen zu verwenden, bei denen die Senkgeschwindigkeit

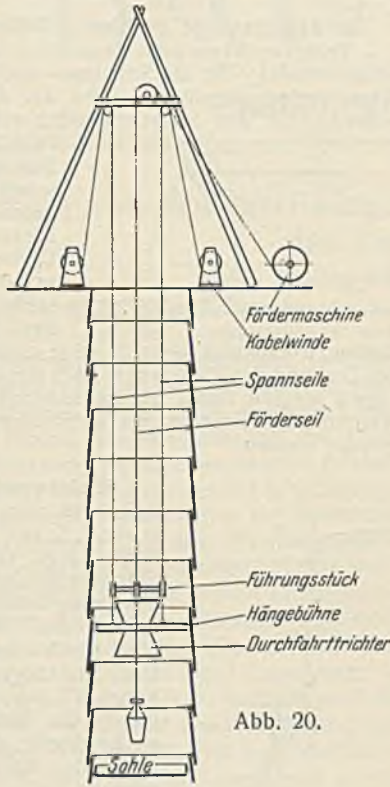


Abb. 20.

keit nicht von der Sorgfalt des Maschinisten abhängt. Man bedenke stets, daß ein Ausweichen der an der Sohle arbeitenden Leute beim Herabfallen von Material oder sonstigen Dingen ausgeschlossen ist. 2 m über der Sohle soll zwar ein Dach mitgeführt werden, aber wie oft wird dieses Lücken haben oder nicht so fest sein, daß es besonderen Schutz bietet, insbesondere etwa gegen herabsausende Aufzugkübel.

Bei tieferen Schächten muß eine Führung des Kübels eingebaut werden (Abb. 20). Sie kann sowohl aus zwei freigespannten Drahtseilen bestehen, als auch aus hölzernen Leisten, die an behelfsmäßigen Schachtstücken gehalten, das vom Kübel mit aufgenommen und beim Abfahren auf der Schutzbühne, die meist gleichzeitig als Arbeitsbühne für die Schachtmauer dient, wieder abgesetzt wird. Bei großen Schachtscheiben und großen Tiefen wird eine Kübelfahrt nicht mehr genügen. Man arbeitet in solchen Fällen allgemein mit zwei Kübeln und vier Kübeln, d. h. es werden zwei Kübel unten beladen, während zwei unterwegs sind. Bei großen Tiefen stehen oft keine Bauwinden zur Verfügung, die ein so langes Förderseil aufnehmen können. Man hilft sich dann durch verschiedene übereinandergeschaltete Förderanlagen, die in Querschlägen oder auf Zwischenbühnen aufgestellt werden.

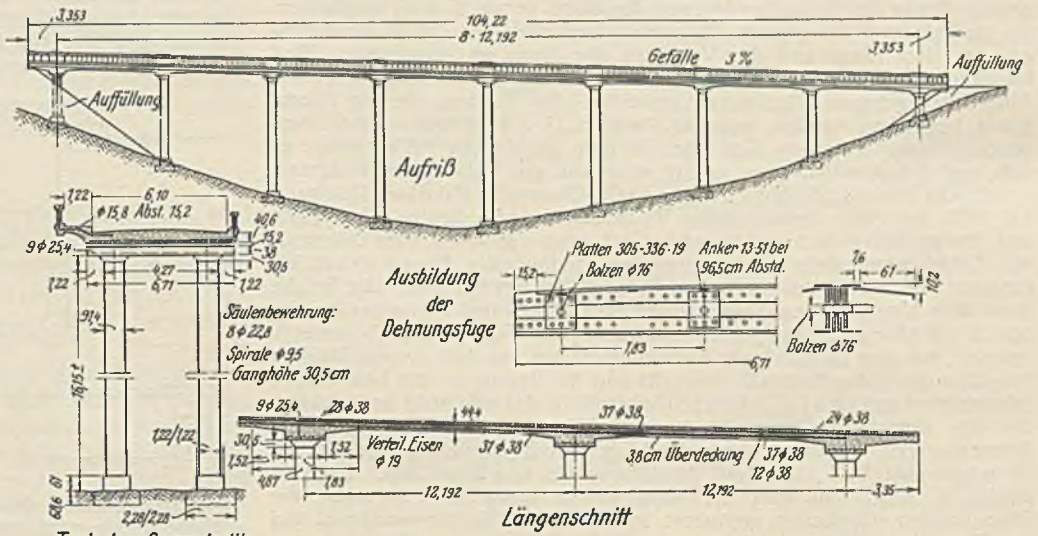
Alles in allem gilt beim Abteufen von Schächten derselbe Grundsatz wie beim Schachtförderbetrieb: Vorsicht beim Entwerfen — reichliche Leistung und zuverlässige Installation vorsehen! — und doppelte Vorsicht im Betriebe. Aufzüge sind gefährliche und wichtige Anlagen, mit denen der ganze Bauvorgang steht und fällt. Es empfiehlt sich daher, bei solchen Installationen die verschiedenen Gesichtspunkte je nach den Verhältnissen reiflich gegeneinander abzuwägen und bei der Bemessung die größtmögliche Leistung stets noch durch gute Reserven zu sichern.

**Vermischtes.**

**Deutscher Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband E. V.** Am Dienstag, dem 2. Dezember 1930, 17 Uhr pünktlich, findet im Großen Saale des Ingenieurhauses, Berlin, ein Vortragsabend statt. Es sprechen: Direktor Münch, AEG. Berlin, über „Das Tauernwerk“ und Prof. Dr. J. Wilsner, Freiburg i. B., über „Geologie und Wasserkraftausbau“. Eintritt frei.

**Straßenbrücke auf hohen Betonsäulen.** Ein bemerkenswertes Beispiel für den Fortschritt im Eisenbetonbrückenbau ist nach Eng. News-Rec. vom 20. Februar 1930 die kürzlich in der Nähe der Stadt Edmonds, Washington, errichtete Straßenüberführung, die unter dem Namen „Woodway Park-Brücke“ bekannt geworden ist.

Eine aus einer durchlaufenden Platte ohne Längsträger bestehende Fahrbahndecke ist über hohe Säulenjoche gespannt. Ein sparsamer Materialverbrauch ergab sich durch Anwendung von hochwertigem Zement im Mischungsverhältnis 1:2:3, das für alle Teile gleichmäßig angewendet wurde. Die Brücke hat, wie aus nebenstehender Abbildung ersichtlich ist, eine etwa 6,10 m breite Fahrbahn, einen auskragenden Seitenweg von 1,25 m Breite und beiderseits Geländer aus Eisenbeton. Eine Dehnungsfuge, deren Ausbildung in der Abbildung dargestellt ist, befindet sich etwa in Brückenmitte. Die Baukosten betragen 24 990 \$, also etwa 222 \$/lfd. m. Zs.



Allgemeine Anordnung und Einzelheiten der Brücke.

**Untersuchungsergebnisse der Förderung von plastischem Beton mittels Pumpe.** In der Bautechn. 1930, Heft 28, S. 445, war die Förderung von plastischem Beton mittels Pumpe (der Torkret-G. m. b. H., Berlin) besprochen worden. Kürzlich wurden Untersuchungen zur Bestimmung der Eigenschaften dieser Betonart angestellt.

Die Ergebnisse mit Pumpenbeton im Vergleich zu Gußbeton lauten überaus günstig. Die Druckfestigkeiten ergaben sich für Bauwerkbeton, der am Auslauf eines Rohres entnommen wurde, bei einem Zementgehalt von 300 kg/m<sup>3</sup> und einem Traßgehalt von 125 kg/m<sup>3</sup> in drei Versuchen zu: 202, 205,5 und 202 kg/cm<sup>2</sup>. Vorgeschrieben war in diesem Falle eine Mindestfestigkeit von nur  $W_{b28} = 100$  kg/cm<sup>2</sup>. Auffallend ist bei den Versuchen die Gleichmäßigkeit des Betons. Das Mittel ist 203,2 kg/cm<sup>2</sup>. Der Unterschied zwischen der kleinsten und größten Druckfestigkeit beträgt nur 3,5 kg/cm<sup>2</sup> (1,6%). — Bei weiteren drei Versuchen, bei denen der Beton vor der Pumpe entnommen wurde, zeigten sich Festigkeiten von: 170,75, 195,25 und 193,5 kg/cm<sup>2</sup>. Das Mittel ist 185 kg/cm<sup>2</sup>. Der Unterschied zwischen der kleinsten und größten Druckfestigkeit beträgt 22,8 kg/cm<sup>2</sup>, d. s. 12,3%, ist also weit größer als bei den drei ersten Versuchen. Die Festigkeit des Pumpenbetons wird auf seinem Wege unter Zugrundelegung der Mittelwerte aus den Versuchen um rd. 10% erhöht.

Aus den Versuchen über die Wasserdurchlässigkeit zeigten sich ganz besonders die Vorteile des Pumpenbetons gegenüber dem Gußbeton. Bei Gußbeton war der Versuchskörper im Mittel bei 4 atü, höchstens bei 5 atü mit Wasser durchdrungen. Bei Pumpenbeton dagegen war bei 12 atü noch kein Wasser durchgetreten. Weitere Versuche mit höheren Drücken als 12 atü konnten nicht angestellt werden, da die Vergleichskörper bei diesen hohen Drücken teilweise zerbrachen. Der Druck wurde in gewissen gleichmäßigen Zeitabständen um 1 at gesteigert, wobei beim Gußbeton bis zur nächsten Drucksteigerung ein Druckabfall von rd. 0,5 at zu verzeichnen war. Ein Druckabfall zeigte sich beim Pumpenbeton nicht. Die Dichtigkeit gegen Wasser ist bei Pumpenbeton ungleich höher als bei Gußbeton. Die Ursache liegt zum größten Teile in dem Wasser-Zement-Faktor, der bei Gußbeton 1,0 bis 0,79 (300 bis 236 Teile Wasser und 300 Teile Zement) und bei Pumpenbeton 0,74 bis 0,59 (222 bis 178 Teile Wasser und 300 Teile Zement) betrug. Die Schwankungen des Faktors ergeben sich aus den verschiedenen, absichtlich beigegebenen Wassermengen. Bei Pumpenbeton kann der Faktor ohne Beeinträchtigung der Pumpenleistung noch kleiner sein.

Die Versuche wurden mit etwas verschiedenen Kiesarten ausgeführt. Im Gußbeton war reiner Muldenkies (13 RM/m<sup>3</sup>), beim Pumpenbeton

1 Teil Muldenkies und 1 Teil Luckenwalder Kies (8 RM/m<sup>3</sup>) enthalten. Trotz des schlechteren und billigeren Kieses im Pumpenbeton war seine Wasserdurchlässigkeit geringer als die des mit bestem Kies gemischten Gußbetons. Der Zement- und Traßgehalt können also vermindert werden, wenn nur dieselbe Wasserdurchlässigkeit des Gußbetons erreicht werden soll.

Beim Einbringen des Pumpenbetons treten keine Blasen auf. Es wurden z. B. an einer Fläche von 20 m<sup>2</sup> 15 cm Dicke abgestemmt, ohne daß sich eine Luftblase finden ließ.

Durch den ununterbrochenen Betrieb beim Arbeiten mit Pumpenbeton wird das Gemisch überaus gleichmäßig. Das Rühren (wie beim Gußbeton) beim Einbringen des Pumpenbetons in die Verschalung ist entbehrlich; eher ist es schädlich, weil sich durch das Rühren kleine Kanäle bilden können, in die etwas Wasser fließt, Zement mitgenommen wird und an undichten Stellen der Verschalung verlorengeht.

Der Schalungsdruck ist beim Pumpenbeton geringer als beim Gußbeton, bei dem er — nach Versuchen — bis  $\frac{5}{4}$  des Wasserdrucks betragen kann.

Die Leistung der Versuchspumpen betrug im Mittel 20 Mischungen in 1 h, d. h. 10 m<sup>3</sup>/h feste Masse. Als höchste Leistung wurden 23 Mischungen in 1 h mit einer Rohrlänge von 164 m erzielt. In den langen Rohrleitungen waren drei Bogen aus Gummischlauch enthalten. Rg.

**Bewahrung von Brückenverstärkungen u. dgl.** Der Deutsche Beton-Verein (E. V.) teilt folgende Erfahrungen mit:

1. Im Jahre 1913 oder 1914 ist die eiserne Straßenbrücke über die Ruhr bei Kettwig durch Einmantelung in Eisenbeton verstärkt worden. Über die Ausführung hat Prof. Dr. K. W. Mautner in der Hauptversammlung 1914 ausführlich berichtet. Auf Anfrage hat der Bürgermeister von Kettwig jetzt mitgeteilt, daß sich die Verstärkung der Ruhrbrücke bisher glänzend bewährt hat sowohl hinsichtlich der Konstruktion als auch des Verstärkungsverfahrens. Risse, Sprünge oder Veränderungen, noch sonstige Erscheinungen sind nicht eingetreten, obwohl Verkehrsbelastung und Verkehrsdichte bedeutend sind. Die Unterhaltungskosten haben sich auf ein geringes Maß beschränkt.

2. Die R. B. D. Altona hatte 1914 die Straßenüberführung Billhorner Deich auf Bhf. Rothenburgsort, die in Eisen ausgeführt war, durch Eisenbeton ummanteln lassen. Zweck der Ausführung war, die Eisenkonstruktion vor weiterem Verrosten infolge des starken Angriffs von Rauchgasen zu schützen. Hierzu wurden die Träger und Verbände mit Beton ummantelt, nachdem vorher durch 8 mm starke, um die Eisenteile gelegte Bügel für den nötigen Zusammenhalt zwischen Eisenkonstruktion und Beton gesorgt worden war. Der Beton ist in Schalung eingebracht worden. Die Fahrbahndecke wurde in Eisenbeton hergestellt. Die gewählten Schutzmaßnahmen haben sich im allgemeinen bewährt. Als Mangel wird die zu geringe Stärke der Betonüberdeckung der Bügel (etwa 15 mm) empfunden. Sie ist bei der Bildung feiner Risse nicht imstande, den Zutritt der Rauchgase zu dem Eisen und das Verrosten der Eisen zu verhindern. Eine sofortige sorgfältige Ausbesserung auftretender Risse ist notwendig, um Abspringen größerer Flächen zu vermeiden. Bei Flächen, die von Rauchgasen bestrichen werden, schreibt die R. B. D. Altona heute eine Überdeckung von mindestens 4 cm vor. In dem gegebenen Falle handelt es sich um Schutzmaßnahmen, nicht aber um ein Verstärkungsverfahren.

3. Die Firma E. Matthes & Weber AG., Chemische Fabriken, Duisburg, hat 1920 an einer feststehenden Verladebrücke die Säulen, Untergurte und die seitlichen Fachwerkträger bis auf etwa 1 m Höhe über Untergurt mit Beton ummanteln lassen, nachdem vorher die Eisenkonstruktion entsprechend dem Betonzusatzgewicht verstärkt worden war. Die Brücke dient dem Umschlag von Steinsalz mittels Greifers und Förderbandes aus dem Schiff über einen Rangierbahnhof hinweg ins Werk. Das Einbetonieren geschah, um den Unterteil der Eisenkonstruktion vor den unvermeidlichen Angriffen durch das Steinsalz einerseits und die Rauchgase der Lokomotive andererseits zu schützen; eine Brückenverstärkung war also nicht beabsichtigt. Da ein derartiges Bauwerk dauernd leichten Erschütterungen und Schwankungen, besonders auch durch den Greiferbetrieb, ausgesetzt ist, so zeigen sich bald Risse und Ablätterungen der Betonhaut. Etwa in jährlichen Abständen wird die Konstruktion daraufhin untersucht; die Risse werden aufgehauen, gesäubert, mit Zementmilch ausgeschlammmt und mit Zementmörtel verschmiert.

Zur Zeit wird die 1866 in Bamberg gebaute Sophienbrücke, eine eiserne Brücke mit Gerberträgern, durch Eisenbeton nach dem Entwurf von Oberbaurat Dr. Emperger, Wien, verstärkt und die Brücke gleichzeitig verbreitert (vgl. Bautechn. 1930, Heft 39, S. 585).

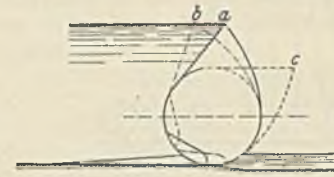
### Patentschau.

Bearbeitet von Regierungsrat Donath.

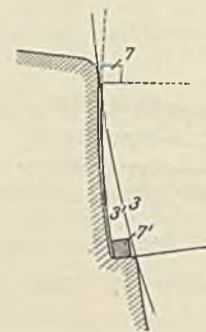
**Spundwand aus in der Längsrichtung durch I-förmige Schloßriegel verbundenen Kastenbohlen.** (Kl. 84c, Nr. 480 409 vom 7. 4. 1927 von Karl Nolte in Hannover.) Die beiden U-Eisen *a* und *b*, deren Enden *c* und *d* nach Innen umgebogen sind, stehen mit den offenen Seiten gegeneinander. Der I-förmige Schloßriegel *e* liegt in der Längsachse der Spundwand und umfaßt mit seinen Flanschen die einwärts gebogenen Flanschen *c*, *d* der U-Eisen. Um ein Verschieben des Schloßriegels zu verhindern, kann dieser mit seitlichen Ansätzen *f* in der Stegmitte versehen sein, die bei der fertigen Wand zwischen je zwei Kastenbohlen liegen.



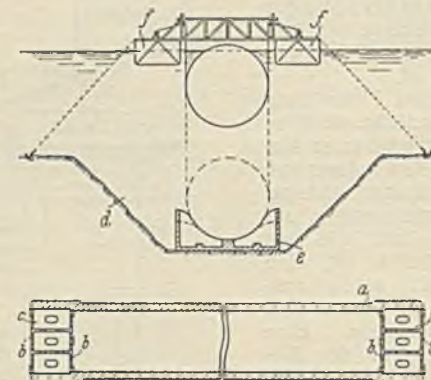
**In der Staulage drehbares Wälzwehr.** (Kl. 84a, Nr. 481 582 vom 8. 3. 1925 von Siemens-Bauunion G. m. b. H., Komm.-Ges. in Berlin-Siemensstadt.) Um die Schwimm- und Sinkstoffe mit möglichst geringem Wasserverlust abzuführen, wird am Aufsatz eine ebene Staufläche angebracht, die den Schwimmstoffen eine geneigte Gleitfläche bietet, sobald bei Drehung des Wehres die tiefste Staulage überschritten ist. Der Querschnitt des Staukörpers ähnelt einer Birne, deren Stielende nach oben gerichtet ist. Hierdurch kommt das Wälzwehr bei einer Drehung nach der Unterwasserseite zu von *a* nach *c*, wobei dann der oberwasserseitige gerade Teil des Wehres waagrecht liegt, so daß Eis und Schwimmkörper abfließen, worauf das Wehr in seine ursprüngliche Lage zurückgedreht wird. Bei Drehung des Staukörpers nach der Oberwasserseite zu (strichpunktierte Lage!) werden durch die beulenartigen Vertiefungen am Unterteil des Wehrkörpers Öffnungen am Wehrboden frei, durch die die Sinkstoffe weggespült werden.



**Walzenwehr.** (Kl. 84a, Nr. 479 575 vom 2. 2. 1928 von Dr.-Ing. Hugo Kulka in Hannover. Zusatz zum Patent 478 247.) Der Wehrkörper legt sich nach dem Abrollen auf der Stützvorrichtung auf eine Nase oder einen Vorsprung der oberwasserseitigen Begrenzungsfläche der Wehrkammer auf und bewirkt hier durch Auflagerung die übliche Dichtung. Der Dichtungsbalken 7 beschreibt hierbei die Bahn 3' bis zur Lage 7'. Wälzt sich dagegen die Walze auf der normalen Bahn ab, so beschreibt der Dichtungsbalken 7 die Bahn 3, und die Versenkung kann ungehindert geschehen.



**Verfahren zur Herstellung eines Unterwassertunnels aus einzelnen versenkbaren Rohrschüssen.** (Kl. 84c, Nr. 492 669 vom 10. 1. 1923 von Siemens-Bauunion G. m. b. H., Komm.-Ges. in Berlin-Siemensstadt.) Bei den bekannten Verfahren müssen kräftige Hebezeuge verwendet werden, da die Tunnelschüsse nach dem Einlassen von Wasser in der Regel nicht im Gleichgewicht bleiben und mit einem Ende zuerst in die Tiefe sinken. Auch die Benutzung zusätzlicher Schwimmkörper, die zum Ausgleich des Gewichts der Tunnelschüsse vorübergehend oberhalb des letzteren befestigt und zunächst mit Luft, zum völligen Versenken des Tunnels aber mit Wasser gefüllt werden, bedingt die Verwendung kräftiger Hebezeuge. Um nun Hebezeuge und Schwimmer zu vermeiden und die Baukosten zu verringern, werden an den Enden der einzelnen Tunnelrohrschüsse durch Einbau behelfsmäßiger Zwischenwände Flutkammern gebildet, die zum Versenken mit Wasser gefüllt werden. Das Tunnelstück *a* ist an den Enden muffenförmig erweitert, dort sind durch Wände *b*, *b*, die durch Zwischenwände *c*, *c* gegeneinander versteift sind, zwei Flutkammern gebildet. Vor der Verlegung des Tunnels wird im Boden des Wasserlaufes eine Rinne *d* ausgebaggert, und in dieser Böcke *e* versenkt. Das Tunnelstück wird dann zwischen zwei Prahmern *f*, *f* über die



Versenkungsstelle gefahren und nach Öffnen der Flutkammern hinabgelassen. Es ruht nach dem Versenken mit seinen beiden Enden auf den Lagerböcken auf und liegt sonst frei. Zwischen den Tunnelstücken wird jedesmal ein Zwischenraum von etwa 0,5 m belassen. Die Lücke zwischen je zwei Tunnelstücken wird mit einem möglichst wasserundurchlässigen Beton nach dem Schüttverfahren ausbetoniert, und die fertiggestellte Stoßstelle wird mit Boden überdeckt. Der Anschlußtunnel an der Landseite ist am Ende mit einer Kammer versehen, von der aus die äußere Abschlußwand, der dazwischen eingebrachte Schüttbeton (die Zwischenwand) und die Abschlußwand des ersten versenkten Tunnelstückes am Boden durchgestemmt wird. Hierauf werden die äußeren Abschlußwände und die Zwischenwand vollständig entfernt, die Innenwände noch an Ort und Stelle belassen. Dann wird in die Muffen eine Dichtung eingeklebt und hierauf die Muffe durch einen Eisenbetonring ausgekleidet und an der Innenfläche verputzt.

**INHALT:** Zwei Eisenbahnbrücken der Bauart Perkunn. — Abdeckung und Entwässerung von Brückengewölben. — Schachtaufzüge in Baubetrieben. — Vermischtes: Deutscher Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband E. V. — Straßenbrücke auf hohen Betonsäulen. — Untersuchungsergebnisse der Förderung von plastischem Beton mittels Pumpe. — Bewahrung von Brückenverstärkungen u. dgl. — Patentschau.