

DIE BAUTECHNIK

14. Jahrgang

BERLIN, 22. Mai 1936

Heft 22

Alle Rechte vorbehalten.

Wehrverschlüsse mit Aufsatzklappe.¹⁾

Von Reg.-Baumeister Aug. Schäfer, Stuttgart.

Mit Hilfe sorgfältig ausgerichteter Sohlenanschläge, mit Seitendichtungen an federnden Stahlblechen, die mit und nicht gegen den Wasserdruck dichten, preßfest sitzen oder bei ungenügender Wasserdruckhöhe durch nachstell- und anziehbare Schrauben gegen die Wehrpfeiler gepreßt werden können, ist man heute in der Lage, eine praktisch vollkommene Wasserdichtheit eines Wehrverschlusses zu gewährleisten. Leider wird dieser Idealzustand beim Wiederabsetzen des Verschlusses nach dem Herausnehmen aus der Verschlusslage mehr oder weniger stark gestört, weil, namentlich an solchen Wehren, bei denen sich das Kraftwerk unmittelbar am Wehr befindet und daher eine Fließbewegung gegen die Verschlusskörper vorhanden ist, sich immer Anlandungen vor den Verschlüssen bilden. Werden nun kleinere Wasseranschwellungen durch Anheben des Wehrverschlusses abgeführt, so preßt der Sohlenstrom allerlei Treibzeug, Gerölle und, wie Abb. 1 zeigt, sogar einen großen Baumstumpfen zwischen die Durchflußöffnung, so daß selbst beim vorsichtigen Anheben und Wiederabsetzen des Verschlusses oftmals die Dichtungen beschädigt, wenn nicht sogar durch Punktagerung ein Verschluss verkantet und dessen Teile überbeansprucht und verformt werden. Wurden aus diesem Anlaß die Seitendichtungen beschädigt, so ist wenig Aussicht vorhanden, daß an hochliegenden Stellen des Verschlusses die Spritzwassermenge mit der Zeit durch Selbstdichtung zurückgeht. Undichte Seitendichtungen führen aber bei Frost zu gefährlichen Vereisungen und stellen



Abb. 1.

hierdurch nicht nur die Bewegungsfähigkeit des Verschlusses im Winter in Frage, sondern können auch Anlaß zu schweren Beschädigungen des Windwerkes durch dessen Überbeanspruchung geben.

Hauptsächlich aus diesen Gründen, aber auch um leichte Eisgänge und Geschwemmsel in einfacher Weise durch den Überfallstrahl abzuführen, geht man immer mehr dazu über, kleinere Wasseranschwellungen über unterteilte Schützen oder, betrieblich besser, über bewegliche Aufsatzklappen abzuführen, so daß nur noch an wenigen Tagen im Jahr der ganze Verschlusskörper angehoben und dessen Sohlen- und Seitendichtung gestört werden müssen. Absenkbare Verschlüsse, deren Sohlen- und Seitendichtungen besonders sorgfältig durchgebildet werden müssen, in stark Treibholz und Geschiebe führenden Flüssen in Anwendung zu bringen, ist erfahrungsgemäß nicht zu empfehlen.

Die wirtschaftlichste und einfachste Anwendung einer unterteilten Schütze zeigt Abb. 2, die den Querschnitt einer Doppelschütze darstellt. Das Gesamtgewicht der Eisenkonstruktion dieser Schützenart ist um 5 bis 10% höher als das einer einfachen Schütze. Ein Hauptnachteil, den alle unterteilten Schützen aufweisen, ist der, daß sich eine den Betrieb sicherstellende, vollkommene Abdichtung der Berührungsfläche beider Schützentteile, die als Gleitdichtung ausgeführt wird, nicht erreichen läßt, so daß ihre Wartung im Winter wegen der unvermeidlich eintretenden Vereisung dieser Gleitdichtung schwierig ist und hohe Anforderungen an die Aufmerksamkeit des Wehrwärters stellt. Ist eine starke Vereisung eingetreten, so läßt sich die nur unter der Last ihres Eigengewichtes absinkende obere Schütze oft nicht mehr bewegen.

Aus diesem Grunde war es ein Fortschritt, als man dazu überging, auf die gewöhnliche Schützkonstruktion und auch auf Walzen zwangsläufig bewegte Aufsatzklappen, früher Eisklappen genannt, zu setzen.

¹⁾ Dieser Aufsatz ist als eine Fortsetzung der in Bautechn. 1935, Heft 46, S. 623, erschienenen Abhandlung des Verfassers: „Weiten- oder Tiefenentwicklung von Wehranlagen, Walzen oder Schützen?“ zu betrachten.

Abb. 3 zeigt eine Stauklappe an verwindungssteifer Antriebswelle, die in besonderen, mit Bronzeringen ausgekleideten Lagerschalen auf der Schütze ruht. Um die Klappe auch bei starken Widerständen durch Reibung und Vereisung bedienen zu können, wird sie mittels einer an der Schütze befestigten Dreigelenkscheibe über Lenkerstange und Kurbel durch die Zahnstange des Schützenwindwerkes zwangweise bewegt. Der Antrieb geschieht beiderseitig. Die Klappenlager müssen soviel Schlupf haben, daß eine Festklemmung des Antriebsrohres bei der statischen Durchbiegung der Schütze durch den Staudruck nicht eintritt. Hieraus folgt, daß eine statische Mitwirkung der Aufsatzklappe bei der Aufnahme des Gesamtwasserdruckes nicht eintritt.

Das Eigengewicht dieser Schütze mit Aufsatzklappe errechnet sich nach den bereits früher¹⁾ angegebenen Formeln für die einfache Schütze,

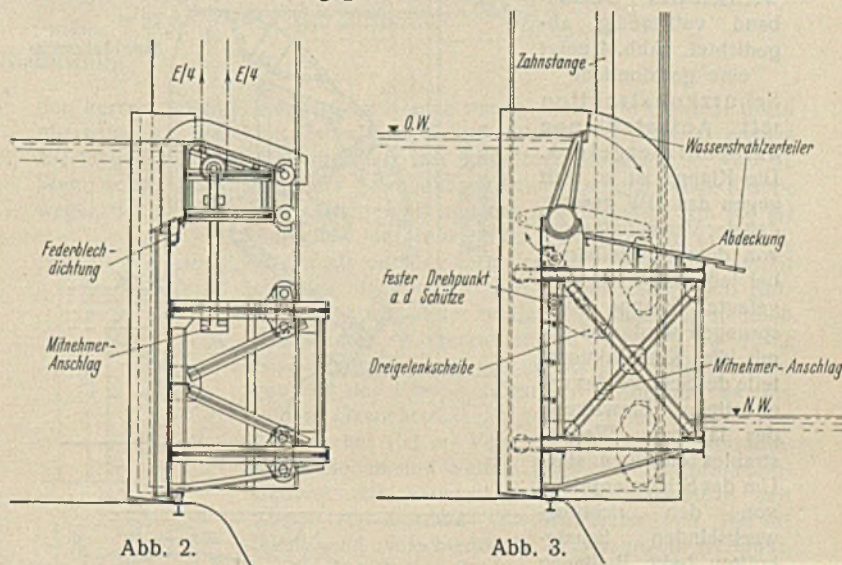


Abb. 2.

Abb. 3.

wenn man berücksichtigt, daß durch das Gewicht der Stauklappe und der Wasserauflast die statische Beanspruchung der Konstruktionsglieder der Schütze etwas erhöht wird. Erfahrungsgemäß ergeben sich brauchbare Werte für das Eigengewicht, wenn man den Gesamtwasserdruck W um 5% erhöht in die dort angegebenen Formeln einsetzt. Hierzu kommt noch das Gewicht der Aufsatzklappe:

$$\text{Stauwand} \dots \dots \dots G = 9 l (h_k + 0,5 d) \delta,$$

$$\text{Stauwandaussteifung} \dots \dots \dots G = 0,025 l (h_k + 0,5 d)^2,$$

$$\text{Hohlzylinder mit Lager} \dots \dots \dots G = 2 \cdot \frac{l^2 (h_k + 0,5 d)^3}{d \tau},$$

$$\text{Klappenantriebsteile an der Schütze} \dots \dots \dots G = 0,07 l (h_k + 0,5 d)^{3/2}.$$

Die Formel für das Gewicht des Hohlzylinders wurde bestimmt aus den Beziehungen:

$$\text{Gewicht des Zylinders} = 7,85 \pi d l \delta \text{ und der zulässigen Schubspannung } \tau = \frac{M_d}{W_d} \cdot \text{Beim beiderseitigen Antrieb ist } M_d = \frac{l (h_k + 0,5 d)^3}{2 \cdot 3}.$$

Für das Widerstandsmoment gegen Verdrehung darf bei kleinen Wanddicken $W_d = 1,6 d^2 \delta$ gesetzt werden. Sämtliche Gewichtformeln enthalten außerdem noch Erfahrungsbeiwerte.

Beispiel:

$$\text{Lichtweite } l = 23 \text{ m; Klappenhöhe } h_k = 1,5 \text{ m;}$$

$$\text{Zylinderdurchmesser } d = 0,56 \text{ m; Stauwanddicke} = 0,008 \text{ m;}$$

$$\tau_{zul} = 400 \text{ kg/cm}^2 = 4000 \text{ t/m}^2 \text{ (wegen zusätzlicher Biegungsspannung).}$$

$$\text{Stauwand} \dots \dots \dots G = 9 \cdot 23 (1,5 + 0,28) 0,008 = 3,0 \text{ t}$$

$$\text{Stauwandaussteifung} \dots \dots \dots G = 0,025 \cdot 23 (1,5 + 0,28)^2 = 1,8 \text{ t}$$

$$\text{Hohlzylinder} \dots \dots \dots G = 2 \cdot \frac{23^2 \cdot 1,78^3}{0,56 \cdot 4000} = 2,7 \text{ t}$$

$$\text{Antriebsteile} \dots \dots \dots G = 0,07 \cdot 23 \cdot 1,78 \sqrt{1,78} = 3,8 \text{ t}$$

$$\Sigma G = 11,3 \text{ t.}$$

Sehr wichtig ist es, den Überfallstrahl am oberen Ende der Aufsatzklappe entlang seiner ganzen Ausdehnung durch Strahlzerteiler zu belüften, denn der geschlossene Überfallstrahl führt immer zu Saugwirkungen und dadurch zu Belastungsschwankungen und Schwingungen der Verschlusskonstruktion, die oft in kurzer Zeit die Auflagerglieder des betroffenen Verschlusses zerhämmern. An vielen Verschlüssen hat sich diese Schwingungserscheinung, weithin hörbar, durch donnerndes Getöse bemerkbar gemacht, ehe durch einfaches Aufschweißen von Strahlzerteilungsstäben Abhilfe geschaffen wurde.

So einfach in der Bedienung und auch wirtschaftlich im Werkstoffaufwand diese Konstruktion ist, gelang es bisher noch nicht, die Gleitdichtung zwischen dem Schützkörper und der Klappenwelle durchweg in befriedigender Weise dicht zu bekommen. Die Folge ist wieder eine Vereisungsgefahr entlang der ganzen Dichtungsstrecke während der Frostzeit, die einen sicheren Betrieb der Klappe ohne Beschädigung der Antriebteile und Verformung der Dichtung in Frage stellt.

Um diesen Mangel zu beheben, ist man dazu übergegangen, den Drehpunkt zwischen Verschlusskörper und Klappe als Gelenk mit einem Scharnierstab aus nichtrostendem Stahl auszubilden. Dieses Scharniergelenk wird durch ein innenliegendes, auswechselbares Gummi-band vollständig abgedichtet. Abb. 4 zeigt eine gewöhnliche Schützkonstruktion mit Aufsatzklappe am Scharniergelenk. Die Klappe ist so weit gegen das UW gesetzt, daß der Verschlusskörper bei jeder Lage der umgelegten Klappe übersprungen wird und somit die Konstruktionsteile der Schütze der ungünstigen Einwirkung des fallenden Wasserstrahles entzogen sind.

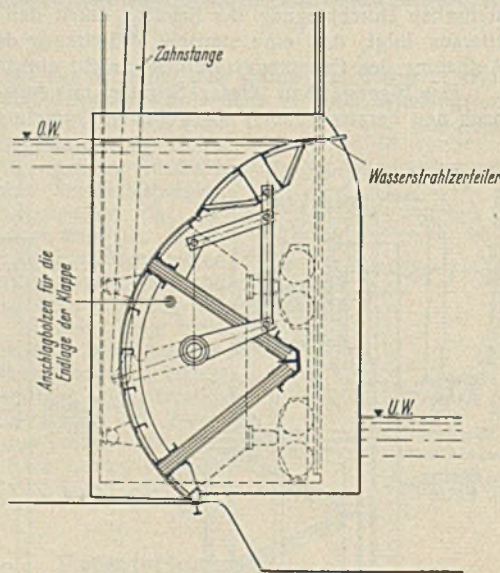


Abb. 4.

Um das Scharniergelenk von den richtungswechselnden Schrägkräften beim Bedienen der Klappe zu entlasten, ist hier das Klappen-drehgestänge, bestehend aus Kurbel, Hub- und Lenkstange, als Gelenkparallelogramm ausgebildet, in dessen Verlängerung der Dreh- und der Auflagerpunkt der Klappe parallel angeschlossen sind. Die obere Lenkstange kann zur sicheren Aufnahme der Schrägkräfte durch ein Spanschloß vorgespannt werden (Patent der MAN). Die Klappe wird auch hier durch die Zahnstangen der beiden Schützenwindwerke angetrieben. Die Zahnstangen setzen durch die Kurbeln an den pfeilerseitigen Enden der beiden kurzen Stichwellen diese und, durch die an den Wellen festgemachten Gelenkparallelogramme, die Klappe in Drehbewegung. Besser und nicht teurer in der Ausführung sind jedoch durchgehende Hohlwellen, die bei den Klappenwalzen einseitig angetrieben werden.

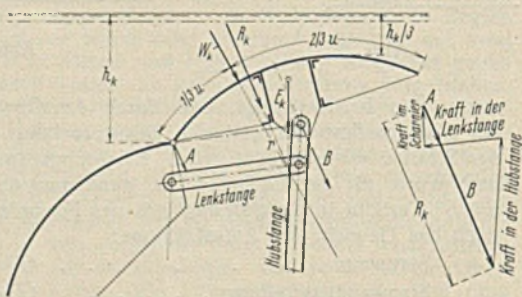


Abb. 5.

Dringend notwendig für die statische Untersuchung der Klappe ist eine einheitliche Festlegung der Klappenauflast. Versuche haben gezeigt, daß bei kreisbogenförmig gewölbten Klappen die höchste Wasserauflast bei der zu $\frac{1}{3}$ der Stauhöhe umgelegten Klappe auftritt, und daß die Resultierende der senkrecht auf die Klappenoberfläche wirkenden Wasserdrücke in $\frac{1}{3}$ der Klappenlänge angreift (Abb. 5). Die Größe der Wasserauflast in dieser Stellung ist $W_k = 0,8 \cdot \frac{h_k}{2} \cdot u \dots \text{t/lfdm.}$ Ist die Klappe vollständig umgelegt, so sinkt die Belastung wegen der Umwandlung von Druck in Geschwindigkeit auf $\frac{1}{3}$ der angegebenen Höchstlast. Das Eigengewicht der Aufsatzklappe am Scharniergelenk berechnet sich wie folgt:

Stauwand	$G_1 = 7,85 l u \delta,$
Stauwandaussteifung	$G_2 = 0,033 l u h_k^2,$
Stauwandlängsträger	$G_3 = 0,32 \cdot \frac{l^3 u h}{h_l \sigma},$
Antriebzylinder mit Lager	$G_4 = 8 \cdot \frac{l^2 u h_k r}{d \tau},$
Antriebteile	$G_5 = 0,06 l u h_k^{3/2}.$

Beispiel:

Lichtweite $l = 23 \text{ m};$	Klappenhöhe $h_k = 1,5 \text{ m};$
Trägerhöhe $h_l = 0,75 \text{ m};$	Klappenlänge $u = 3,30 \text{ m};$
Zylinderdurchmesser $d = 0,70 \text{ m};$	Kurbelhalbmesser $r = 0,80 \text{ m};$
Stauwand	$G_1 = 7,85 \cdot 23 \cdot 3,3 \cdot 0,08 = 4,8 \text{ t,}$
Stauwand Aussteifung	$G_2 = 0,033 \cdot 23 \cdot 3,3 \cdot 1,5^2 = 5,6 \text{ t,}$
Stauwandlängsträger	$G_3 = 0,32 \cdot \frac{23^3 \cdot 3,3 \cdot 1,5}{0,75 \cdot 8800} = 2,9 \text{ t,}$
Zylinder	$G_4 = 8 \cdot \frac{23^2 \cdot 3,3 \cdot 1,5 \cdot 0,8}{0,7 \cdot 4000} = 6,0 \text{ t,}$
Antrieb	$G_5 = 0,06 \cdot 23 \cdot 3,3 \cdot 1,5 \sqrt{1,5} = 8,3 \text{ t,}$
	$E_{\text{Klappe}} = \Sigma G_{1-5} = 27,6 \text{ t.}$

Man sieht, die Aufsatzklappe am Scharniergelenk erfordert wesentlich mehr an Gewicht als die Klappe an verdrehungssteifer Welle, doch ist zu beachten, daß die Formgebung in statischer und hydraulischer Hinsicht wesentlich verbessert ist.

Schon immer sah man den Zuggurt des unteren Schützenriegels als ein ungünstig gelegenes Konstruktionsglied an, weil er, in der Regel im Unterwasser liegend, besonders der Verschmutzung und Vereisung und oft der Stoßbeanspruchung und Abschleifwirkung des Schußstrahles bei angehobener Schütze ausgesetzt ist. Aus diesem Grunde wurden in der letzten Zeit mehrfach Dreigurtschützen zur Ausführung gebracht, obwohl diese einen etwas größeren Werkstoffaufwand erfordern. Bei der statischen Untersuchung dieser Schützenart ist zu beachten, daß die größte Beanspruchung der beiden schräg liegenden Hauptträger wie auch der Rollenlager bei verschiedenen Belastungszuständen auftritt.

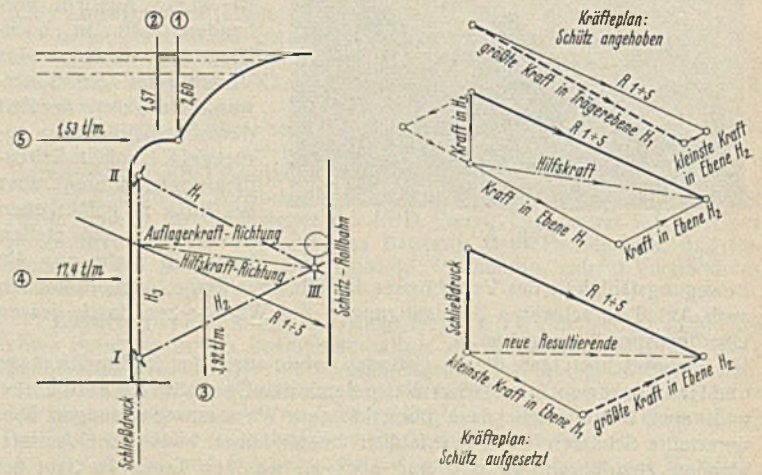


Abb. 6.

Dreigurtschützen und Aufsatzklappe.

Um eine einheitliche Berechnungsweise der Dreigurtschützen einzuführen, ist in Abb. 6 eine Untersuchung zeichnerisch durchgeführt.

Erster Belastungsfall, Schütz angehoben: Durch Einführung der in der Zeichnung angegebenen Hilfskraft gelingt es leicht, die Kraftwirkungen in den drei Trägerebenen zu bestimmen. Die Kraft in der Trägerebene H_3 entlastet den Gurt I und belastet zusätzlich den Gurt II. Diese Mehrbelastung bzw. Entlastung wird dadurch berücksichtigt, daß man die Kraft in der Ebene H_3 nach den Richtungen der Ebenen H_1 und H_2 zerlegt. Mit anderen Worten: Da die Resultierende der äußeren Kräfte R_{1-5} bei der Trägerbemessung nur in den Ebenen H_1 und H_2 wirken soll, wird sie auch nur in diesen Ebenen zerlegt. Man erhält so die Berechnungsgrundlagen für die größte Beanspruchung des Gurtes II.

Zweiter Belastungsfall, Schütz in Stauage: In diesem Belastungsfall muß zunächst der Schließdruck als stetig wirkende äußere Kraft durch ein Kräfte-dreieck mit der Richtung der Auflagerkraft gesucht werden. Die Zerlegung der gefundenen „neuen Resultierende“ der äußeren Kräfte nach den Richtungen der Trägerebenen H_1 und H_2 ergibt die größte Kraft in der Trägerebene H_2 und gilt für die Bemessung des Gurtes I.

Die Summierung der Kräfte $H_1 + H_2$ bei jedem dieser beiden Belastungsfälle zeigt uns leicht, bei welchem die größte Bean-

Zusammenstellung 1.

Dreigurtschützen mit Aufsatzklappe (s. Abb. 7)	Verschlußkörper Abb. 8		Verschlußkörper Abb. 8	
	$F = 166 \text{ m}^2$	$l = 23 \text{ m}$	$F = 166 \text{ m}^2$	$l = 33,2 \text{ m}$
	$h = 7,2 \text{ m}$	$h_k = 1,50$	$h = 5,0 \text{ m}$	$h_k = 1,00$
	$P = \frac{23 \cdot 7,2^2}{2} + 10\% = 660 \text{ t}$		$P = \frac{33,2 \cdot 5^2}{2} + 10\% = 460 \text{ t}$	
	$\text{max } M = \frac{660(23 + 1,5)}{8} = 2030 \text{ tm}$		$\text{max } M = \frac{460(33,2 + 1,5)}{8} = 2000 \text{ tm}$	
	$a = 3,5 \text{ m}$	t	$a = 3,0 \text{ m}$	t
Riegel $G_1 =$	$1,1 \cdot 7,85 \cdot \frac{2030(23 + 2)}{9900 \cdot 3,5} \cdot 1,65 = 20,9$		$1,1 \cdot 7,85 \cdot \frac{2000(33,2 + 2)}{9900 \cdot 3,0} \cdot 1,65 = 33,8$	
Schrägstreben $G_2 =$	$1,1 \cdot 3(23 + 2) \frac{660}{9900} \cdot 1,25 = 6,9$		$1,1 \cdot 3(33,2 + 2) \frac{460}{9900} \cdot 1,25 = 6,7$	
Pfosten $G_3 =$	$1,1 \cdot 12 \cdot \frac{4,0 \cdot 660}{9900} = 3,5$		$1,1 \cdot 12 \cdot \frac{3,5 \cdot 460}{9900} = 2,2$	
Riegelendfelder $G_4 =$	$0,009 \cdot 660 = 5,9$		$0,009 \cdot 460 = 4,1$	
Blehhaut $G_5 =$	$7,85(23 + 2) \cdot 5,7 \cdot 0,01 = 11,2$		$7,85(33,2 + 2) \cdot 4,0 \cdot 0,01 = 11,0$	
Blehhautaussteifung $G_6 =$	$1,2 \cdot 0,009 \cdot 660 = 7,1$		$1,2 \cdot 0,009 \cdot 460 = 5,0$	
Quer- u. Längsverbände $G_7 =$	$0,01 \cdot 660 = 6,6$		$0,01 \cdot 460 = 4,6$	
Seltenschilder $G_8 =$	$0,7 \cdot 7,2 = 5,0$		$0,7 \cdot 5 = 3,5$	
Endquerrahmen $G_9 =$	$0,0014 \cdot 660 \cdot 7,2 = 6,7$		$0,0014 \cdot 460 \cdot 5 = 3,2$	
Rollwagen $G_{10} =$	$0,0012 \cdot 660 \cdot 7,2 = 5,7$		$0,0012 \cdot 460 \cdot 5 = 2,8$	
Aufhängung $G_{11} =$	$0,045(79,5) = 3,6$		$0,045(76,9) = 3,5$	
Rollen u. Auflager $G_{12} =$	$0,01 \cdot 660 = 6,6$		$0,01 \cdot 460 = 4,6$	
Aufsatzklappe	$E_{\text{Schütze}} = \sum G_1 \text{ bis } G_{12} = 89,7$ (Dagegen gewöhnliche Schütze = 78,2) (1,5 m Stau) $E_{\text{Klappe}} = 27,6$		$E_{\text{Schütze}} = \sum G_1 \text{ bis } G_{12} = 85,0$ (Dagegen gewöhnliche Schütze = 70,1) (1,0 m Stau) $E_{\text{Klappe}} = 20,6$	

+ 2,5 % Nietzuschlag.

sprechung des der beiden Trägererebenen gemeinsamen Gurtes III vorhanden ist.

Abb. 7 zeigt die Ausführung einer Dreigurtschütze (Dortmunder Union) mit senkrechter Stauwand, deren Konstruktion sehr gut durchdacht ist. Die durch einen Hohlzylinder ausgesteifte Klappe wird in diesem

den kurzen Seitendichtungen der Klappe werden durch ihr Gewicht leicht überwunden. Besser in statischer und hydraulischer Hinsicht ist meines Erachtens jedoch die Ausführung mit gewölbter Stauwand (s. Abb. 4). Wenn schon das Gewicht der gewöhnlichen Dreigurtschütze ohne Klappe wegen der nicht einfachen Gliederung und der ungünstigen Form für die Aufnahme der senkrechten Belastung um etwa 5% größer als das der normalen Schütze wird, so erhöht sich das Eigengewicht der Dreigurtschütze mit Aufsatzklappe wegen der zusätzlichen Belastungen durch Klappe und Wasserauflast um etwa 15 bis 20%. Hierzu kommt noch das bereits angegebene Eigengewicht der Klappe selbst. Anschließend an die frühere Gewichts zusammensetzung für die normale Schütze bei 166 m² Verschlußfläche, aber verschiedenen Höhen und Weiten, folgt hier die Zusammenstellung der Gewichte der Dreigurtschütze mit Klappe für dieselbe Verschlußfläche von 166 m² Inhalt und verschiedenen Abmessungen (s. Querschnitt Abb. 8 und Zusammenstellung 1).

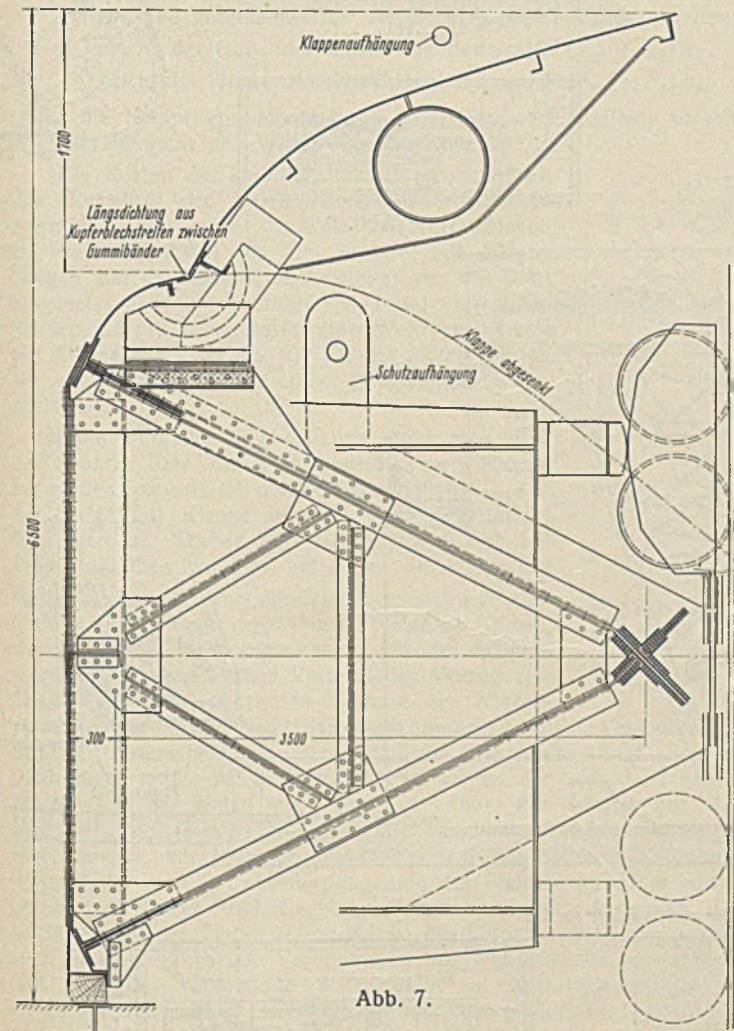


Abb. 7.

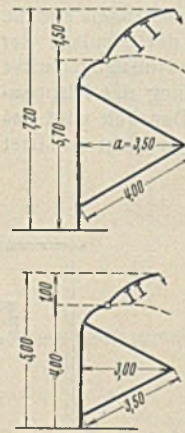


Abb. 8.

Gewicht der Hubketten bzw. der Zahnstangen = $0,085 (F_s + E_k) h_k$
 Gewicht der Windwerke (Maschinenteile) . . . = $0,12 (E_s + E_k)$
 (h_k = Höhe von Mitte Schütz bis Ritzel).

Walzen mit Aufsatzklappe.

Um die bekannten Vorteile der Walze — es sei nur an ihre einfache und gegen Vereisung und Verschmutzung unempfindliche Lagerung und ihren dadurch gesicherten Betrieb erinnert — auch bei den unterteilten Verschlüssen nicht entbehren zu müssen, kam Strombaudirektor Dr. Konz, Stuttgart, auf den Gedanken, die Aufsatzklappe auf der Walze, und zwar derart anzubringen, daß bei umgelegter Klappe die geschlossene Walzenform wieder vorhanden ist. Abb. 9 zeigt eine solche ebenso einfache wie sinnreiche Konstruktion der Walze mit Aufsatzklappe, bei der durch Abplattung des Zylinders Raum für die Klappenkonstruktion bei umgelegter Klappe geschaffen ist. Um die Klappe mit dem Windwerk der Walze bedienen zu können, ist am Ende des Drehzylinders der Klappe eine Doppelkurbel befestigt, die mindestens an einem ihrer Enden mit den dort angebrachten Stahlzähnen in die endlose Hubkette der Walze eingreift (Patent der MAN). Ist die Klappe vollständig umgelegt, so verhüten Anschläge an der Walze eine weitere Drehung der Kurbel. Der sich im Eingriff befindliche Kurbelzahn hält die Kette fest, und die Walze beginnt sich emporzuwinden. Dies ist der gewöhnliche Betriebsfall. Durch das Einklinken eines Kettensperhebels am Windwerkträger kann jedoch auch die Drehung der endlosen Kette bei jeder Klappenlage einseitig stillgelegt und beim Weiterdrehen des Ritzels die Walze aus der

Falle von zwei besonderen Klappenwindwerken beiderseitig mit Ketten angehoben bzw. in Stauage gehalten, woraus folgt, daß sich beim Nachlassen der Kette die Klappe durch ihr Eigengewicht und die Wasserauflast umlegen soll. Die Reibungs- und Vereisungswiderstände entlang

Staulage herausgenommen werden. Bei der Berechnung des Seilzuges und der Zahndrücke in diesem außergewöhnlichen Betriebsfall ist zu beachten, daß jetzt eine doppelsträngige Aufhängung der Walze vorhanden ist. Der Seilzug S_1 bestimmt sich nach der gewöhnlichen Rechnungsweise, der Seilzug S_2 jedoch aus der bekannten Seilreibungsgleichung:

$$S_1 = S_2 - e^{\mu\alpha} \text{ zu } S_2 = \frac{S_1}{e^{\mu\alpha}}, \text{ wo } \mu = \text{Reibungsbeiwert und } \alpha = \text{Um-}$$

schlingungswinkel im Bogenmaß ist. Die Resultierende $S = S_1 + S_2$ liegt zwischen S_1 und dem Zylindermittelpunkt. Sieht man aus Sicherheitsgründen von der günstigen Annahme einer Umfangsreibung ab, so wird $S_1 = S_2$. Abb. 10 zeigt die zeichnerische Bestimmung des Zahndruckes am angetriebenen Ende nach der gewöhnlichen Rechnungsweise, wenn $S_2 = 0$ ist. Abb. 11 zeigt seine Berechnung bei reibungsloser Aufhängung der Walze, wenn $S_1 = S_2$ ist. Man erkennt, daß sich der Zahndruck gegenüber dem Werte beim gewöhnlichen Betriebsfall sehr stark erhöhen wird. Nicht zu vergessen ist, daß sich der Größtwert des Seilzuges nicht beim Ausheben aus der Staulage, sondern in höher angehobener Lage und der Größtwert des Zahndruckes am angetriebenen Ende sich bei umgelegter Klappe und beim Ausheben aus der Staulage ergibt.

Wenn auch die doppelsträngige Aufhängung der Walze mit Klappe an der endlosen Kette außer einem genauen Zusammenbau der Antriebskette für das gesicherte Eingreifen der Zähne des Doppelhebels und der Wirksamkeit der Endanschläge keine besonderen Schwierigkeiten bringt, so ist man doch gegen Vereisungsunfälle der endlosen Kette und Verrostungsgefahr hochbeanspruchter Konstruktionsglieder, wie des Kettenbolzens an der Stelle des Kurbeleingriffs beim Heben der Walze, nicht in wünschenswertem Maße gesichert. Um diese Bedenken zu beheben, ging man dazu über, Windwerk und Antrieb für Walzen mit Klappe vollständig zu trennen und nur den Motor gemeinsam zu benutzen, dessen Stromaufnahme beim Bedienen der Klappe durch einen Leistungsbegrenzer beschränkt ist. Eine solche Lösung der MAN zeigt Abb. 12. Am angetriebenen Ende des Klappenantriebsrohres ist eine Kreissegmentscheibe befestigt, die durch zwei Ketten, die oben am Windwerk von dem Klappenantriebsritzel, das sie in verschiedenem Drehsinn umschlingen, bewegt werden, vor- und rückwärts gedreht werden kann. Die Drehung des Antriebsrohres wird durch die auf ihr festgemachten Kurbeln mit Klappenhubstangen auf die Klappe übertragen. Bemerkenswert ist, daß sich in der Staulage der Klappe der Rohrmittelpunkt und die Verlängerung der Hubstangenachse in einer Geraden befinden, so daß in dieser Dauerstellung das Klappenantriebsrohr von Verwindungsspannungen entlastet ist. Dagegen wird das Scharniergelenk bei diesem einfacheren Klappengestänge nicht entlastet und muß daher besonders kräftig ausgebildet werden.

Die Verminderung des Widerstandsmomentes infolge der Abplattung des Walzenkörpers sowie die zusätzliche Belastung durch das Gewicht der Klappe und der Wasserauflast erfordern für das Eigengewicht der Walze mit Klappe eine Erhöhung des Gewichtes der gewöhnlichen Walze

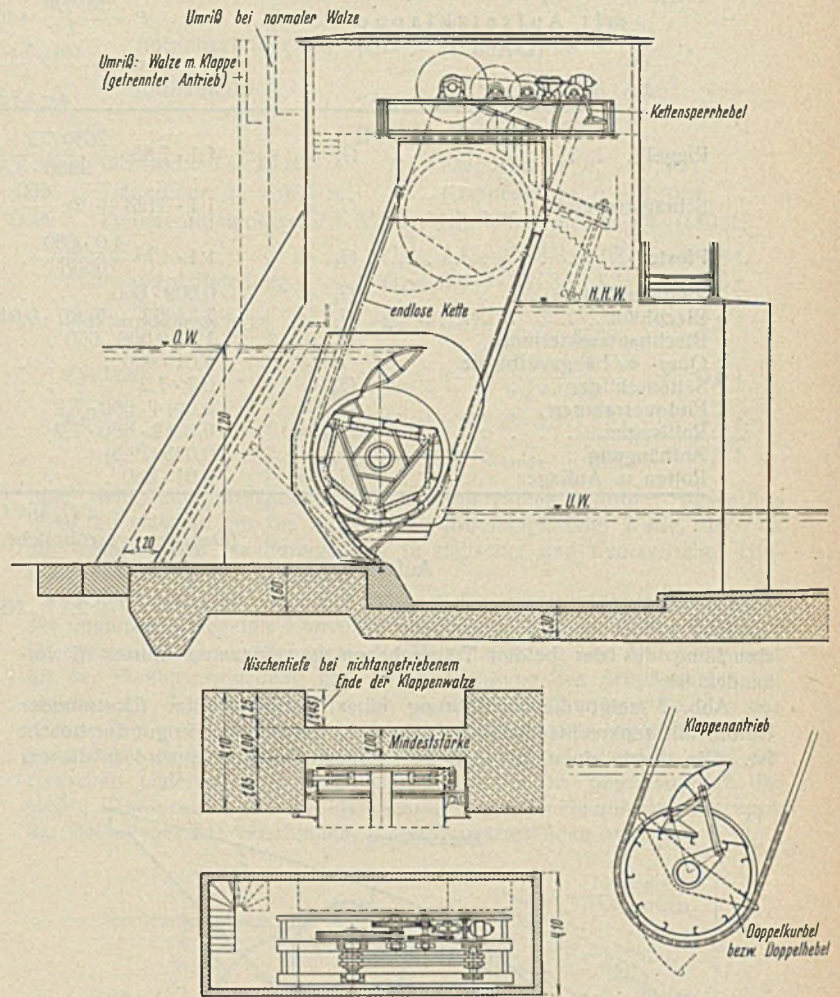


Abb. 9.

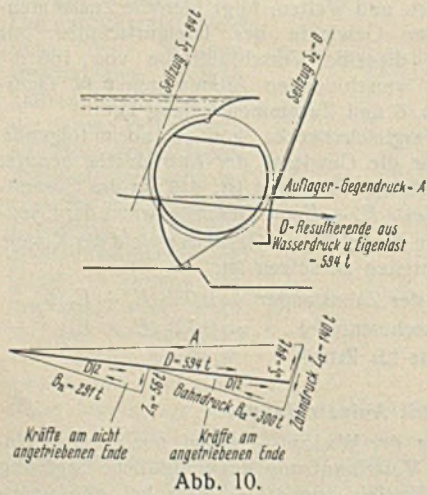


Abb. 10.

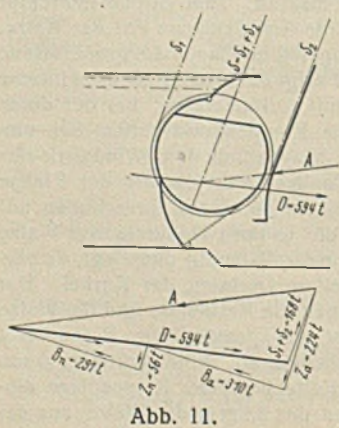


Abb. 11.

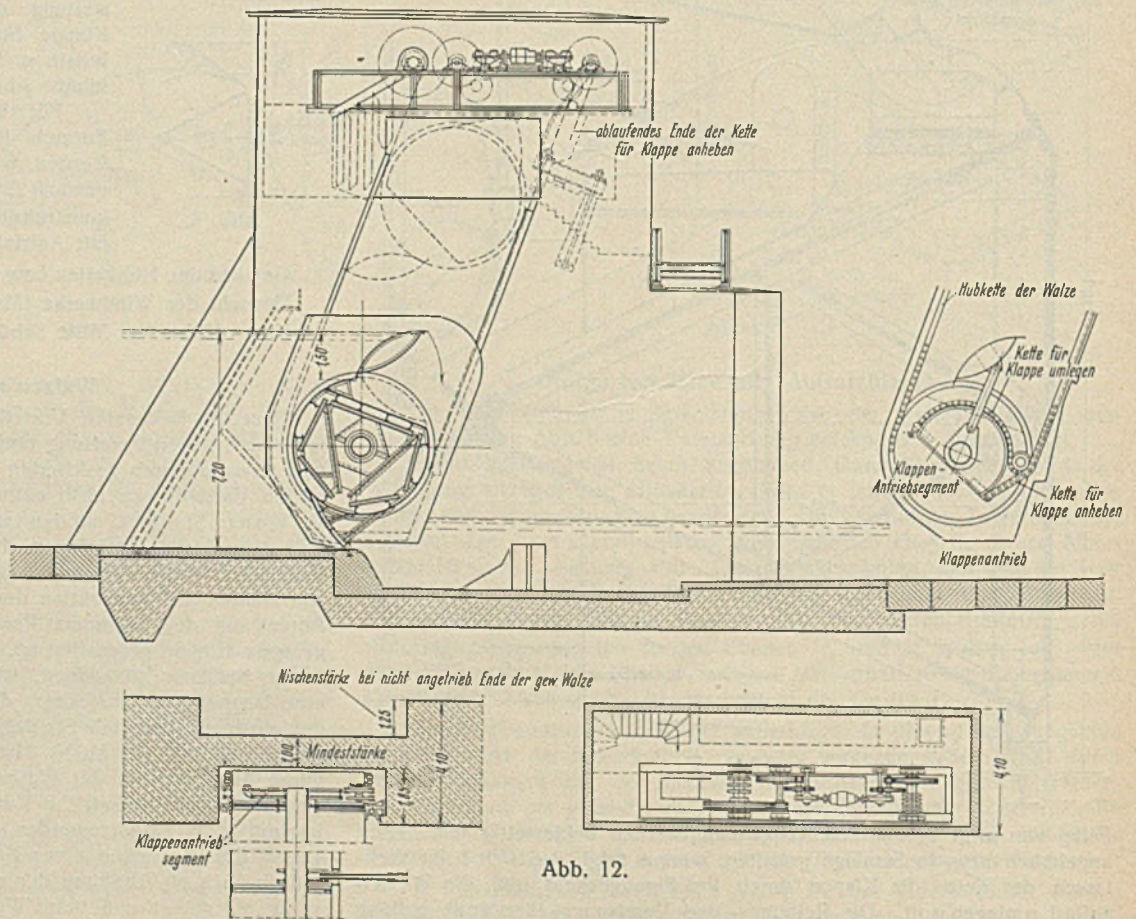


Abb. 12.

Zusammenstellung 2.

Walzen mit Aufsatzklappe (s. Abb. 13)	Verschlußkörper Abb. 13			Verschlußkörper Abb. 13				
	$F=166 \text{ m}^2$	$l=23 \text{ m}$	$h=7,2 \text{ m}$	$h_k=1,50$	$F=166 \text{ m}^2$	$l=33,2 \text{ m}$	$h=5,0 \text{ m}$	$h_k=1,0$
	$P = \frac{23 \cdot 7,2^2}{2} + 5\% = 630 \text{ t}$			$P = \frac{33,2 \cdot 5^2}{2} + 5\% = 440 \text{ t}$				
	$\text{max } M = \frac{630(23+1,5)}{8} = 1940 \text{ tm}$			$\text{max } M = \frac{440(33,2+1,8)}{8} = 1930 \text{ tm}$				
	$r=2,2 \text{ m}$			$r=1,6 \text{ m}$			$\varphi=0,6$	
Zylinder $G_1 =$	$1,3 \cdot 25 \cdot \frac{(23+2,5) 1940}{8800 \cdot 3,14 \cdot 2,2} \cdot 1,6 = 42,5$			$1,3 \cdot 25 \cdot \frac{(33,2+2,5) 1930}{8800 \cdot 3,14 \cdot 1,6} \cdot 1,6 = 81,0$				
Füllungsglieder $G_2 =$	$0,022 \cdot 3,14 \cdot 2,4^2 (23+2) = 9,8$			$0,022 \cdot 3,14 \cdot 1,6^2 (33,2+1,8) = 6,2$				
Endscheiben $G_3 =$	$0,006 \cdot 630 \cdot 2,2 = 8,3$			$0,006 \cdot 440 \cdot 1,6 = 4,2$				
Stauschild $G_4 =$	$7,85 \cdot 23 \cdot 2,4 \cdot 0,01 = 4,3$			$7,85 \cdot 33,2 \cdot 1,5 \cdot 0,01 = 3,9$				
Stauschildaussteifung $G_5 =$	$0,006 \cdot 23 \cdot 2,4 \left(7,2 \cdot 2 - \frac{2^2}{2}\right) = 4,1$			$0,006 \cdot 33,2 \cdot 1,5 \left(5 \cdot 1,2 - \frac{1,2^2}{2}\right) = 1,6$				
Seitenschilder $G_6 =$	$0,8 \cdot 7,2 = 5,8$			$0,8 \cdot 5 = 4,0$				
Verbindung $G_7 =$	$15 \cdot 25 \cdot 1,5 \cdot 0,01 = 5,6$			$15 \cdot 33,2 \cdot 1,0 \cdot 0,01 = 5,0$				
Zahnkränze (unten) $G_8 =$	$0,0013 \cdot 630 \cdot \frac{2}{3} \cdot 7,2 = 3,9$			$0,0013 \cdot 440 \cdot \frac{2}{3} \cdot 5 = 1,9$				
Zahnkränze (oben) $G_9 =$	$0,0045(84,3) \left(9,5 - \frac{2}{3} \cdot 7,2\right) = 1,8$			$0,0045(107,8) \left(8 - \frac{2}{3} \cdot 5\right) = 2,3$				
Kettenbefestigung $G_{10} =$	$0,03(86,1) = 2,6$			$0,03(110,1) = 3,3$				
	$E_{\text{Walze}} = \sum G_1 \text{ bis } G_{10} = 88,7$			$E_{\text{Walze}} = \sum G_1 \text{ bis } G_{10} = 113,4$				
	$(\text{Dagegen gewöhnliche Walze} = 77,4)$			$(\text{Dagegen gewöhnliche Walze} = 97,5)$				
Aufsatzklappe	$(1,5 \text{ m Stau}) \quad E_{\text{Klappe}} = 27,6$			$(1,0 \text{ m Stau}) \quad E_{\text{Klappe}} = 20,6$				
	$+ 2,5\% \text{ Nietzuschlag.}$							

um etwa 15%, hierzu kommt noch das Gewicht der Klappe selbst. Anschließend an die frühere Gewichtermittlung für die gewöhnliche Walze folgt die Gewichtszusammenstellung für die Walze mit Aufsatzklappe mit den in Abb. 13 dargestellten Querschnitten (s. Zusammenstellung 2). Im übrigen gilt auch hier das bei der Gewichtszusammenstellung der Dreigurtschütze Gesagte.

Ferner kann gesetzt und für Vergleichszwecke verwendet werden:

Gewicht der Hub- und Rückhalteketten = 0,07 ($E_w + E_k$) h_k

Gewicht des Windwerks (Maschinenteile) = 0,9 ($E_w + E_k$) h_k .

(Wird die Klappe von einem besonderen Windwerk bedient, so erhöht sich das Gewicht des Windwerks um etwa 20%)

Die Kosten der Stahlkonstruktion einschließlich des Gewichtes der maschinellen und elektrischen Ausrüstung können bei der Walze mit Aufsatzklappe zu etwa 600 RM/t, für die Schütze mit Klappe (wegen der beiderseitigen Antriebe) zu 640 RM/t eingesetzt werden. Ausführungsbeispiele lassen erkennen, daß die Gesamtkosten eines Wehrverschlusses mit Klappe sich etwa um 40% höher stellen werden als die Gesamtkosten eines gewöhnlichen Verschlusses.

Beim Vergleich der Tabellen sieht man, daß die Schütze bzw. die Dreigurtschütze mit Klappe bei großen Spannweiten und Verschlusshöhen $h < 6 \text{ m}$ der Walze mit Klappe in wirtschaftlicher Hinsicht überlegen ist. Dieses Bild ändert sich jedoch bei Verschlusshöhen $h > 6 \text{ m}$, bei denen die Walze mit einem Halbmesser von mindestens $r = 0,9 \sqrt{h}$ ausgeführt werden kann, zugunsten der Walze mit Klappe, weil diese bei Gewichtgleichheit mit der Schütze wegen ihrer betrieblichen Vorteile den Vorzug verdient. Trotz der bekannten Vorteile der Walzenverschlüsse selbst darf man jedoch nicht übersehen, daß die Verwendung von Schützen unter Umständen große bauliche Ersparnisse bringt. Schon die Pfeilerdicke mußte bei unserem Beispiel wegen der bedeutenden Nischentiefe der Walze mit Klappe gegenüber der Schütze mit Klappe (Abb. 14) um 0,75 m vergrößert werden. Sodann ist wegen der größeren Nischenbreite, des längeren Windwerks und der üblichen Steigung der Walzenbahn von 70° eine Verlängerung des Pfeilers um 3,5 m bzw. bei getrenntem Walzen- und Klappenwindwerk um 5,5 m erforderlich. Diese Verlängerung der Pfeiler macht wegen des Einbaues des Notverschlusses auch eine entsprechende Verbreiterung der Wehrschwelle notwendig, so daß z. B. das vorliegende Walzenwehr mit Aufsatzklappen bei drei Öffnungen von je 23 m Lichtweite und vier Wehrpfeilern rd. 1740 m³ Beton mehr erfordert als ein Schützenwehr mit Aufsatzklappen; ein Betrag, der sich um 360 m³ erhöht, wenn man den getrennten Antrieb von Walze und Klappe verlangt. Wegen der Weiten- und Tiefenentwicklung einer Wehranlage in bezug auf den Hochwasserdurchfluß sei auf die frühere Abhandlung verwiesen.

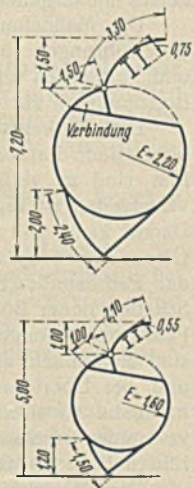


Abb. 13.

Eisabführung.

Schwere Eisgänge, die leicht zu bedrohlichen Eisversetzungen führen, können nur durch Beseitigung des Staus aus einer Haltung entfernt werden. Mittelschwere Eisgänge dagegen kann ein geschickter Wehr-

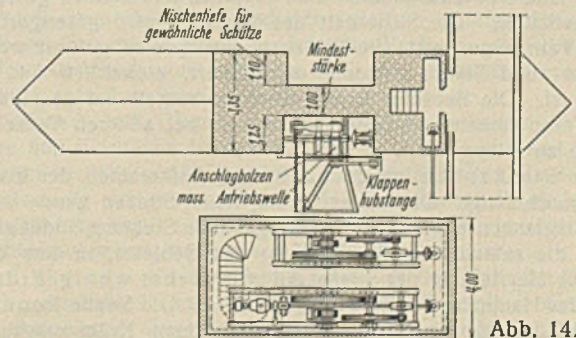
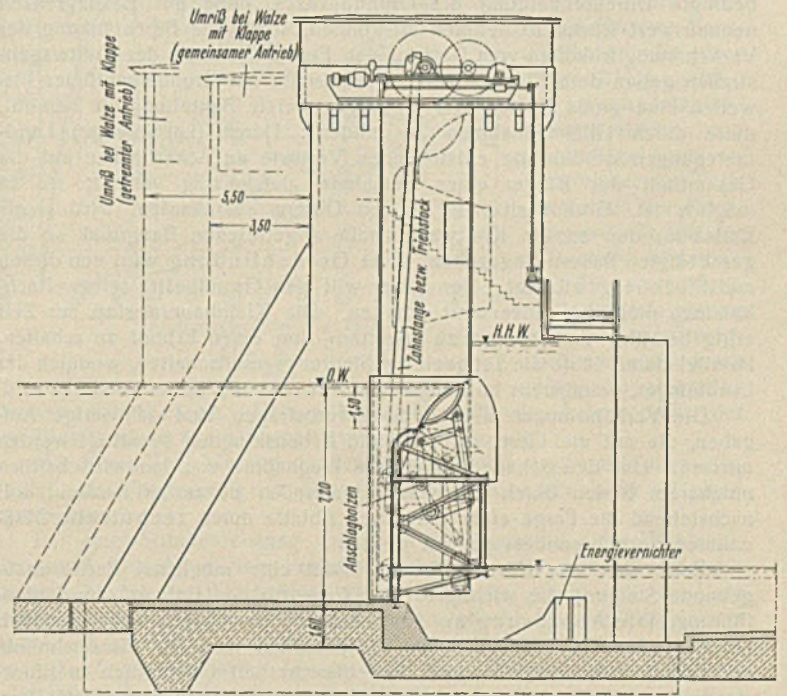


Abb. 14.

wärter auch ohne zu große Stauabsenkung dadurch abführen, daß er das Treibeis vor den Verschlusskörpern sammelt und zurückhält (wobei es sich allerdings oft übereinanderschiebt und hochschichtet) und zu gegebener Zeit sämtliche Wehrverschlüsse gleichzeitig rasch und so stark öffnet daß das Eis von dem schießenden Wasserstrom unter den Verschluss-

körpern hindurchgerissen wird. Dieses Verfahren, das reiche Erfahrung erfordert und oft zu Beschädigungen, namentlich der Sohlendichtungen der Verschlusskörper führt, sollte jedoch möglichst nicht angewendet werden, wenn es auch zum Brechen einer Eisdecke in der Stauhaltung von Erfolg ist. Muß daher der Stau auch bei mittelschweren Eisgängen gehalten werden, so sieht man am besten beim Bau des Wehres für sämtliche Wehrverschlüsse unterteilte Verschlusskörper mit über 1,5 m Absenkungstiefe der Oberteile vor, die je m Länge mindestens $q = 1,8 \cdot 1,5 \sqrt{1,5} = 3,3 \text{ m}^3/\text{sek}$ Wasser als Überfallstrahl abführen. Es ist offensichtlich, daß sich zu diesem Zweck am besten Walzen und Dreigurtschützen mit tief und weit umlegbaren Klappen eignen, über die das Eis ohne Beschädigung der Eisenkonstruktion des Verschlusses fallen kann.

Mit den vorstehenden und früheren Ausführungen, Plänen und Gewichtszusammenstellungen dürfte der entwerfende Wehrbauer imstande

sein, rascher als seither zu entscheiden, welche Verschlussart für das einzelne Wehr zu wählen ist. Doch bevor man das Neueste und Beste, aber leider auch Kostspieligste wähle, gehe man in dem betreffenden Flußbereich zum Wehrwärter, der schon jahrelang einen alten Verschluss bedient, und lasse sich seine Erfahrungen mitteilen; denn man stellt vom grünen Tisch aus oft übersteigerte Forderungen, die sich im Betriebe als nicht notwendig erweisen oder doch zu teuer erkauf werden. Jedenfalls sollten trotz aller erwarteten Vorzüge der „letzten Neuheit“ (s. Abb. 12) die verhältnismäßig billigeren Doppelschützen und Hakenschützen nicht in Vergessenheit geraten, die man erfahrungsgemäß bei starkem Frost, durch Bewegen in Abständen von 1 bis 2 Stunden, auch bei völliger Vereisung, noch betriebsfähig erhalten kann und erhalten hat. In bedrohlichen Fällen kann man durch geschickte Anwendung eines Flammenwerfers auch die schwierigsten örtlichen Vereisungen zum Auftauen bringen.

Vorschläge zu den Entwurfsarbeiten für Kraftwagenstraßen im Flachlande.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Dr.-Ing. Paul Mast, Breslau.

I. Allgemeines.

Der Begriff „Flachland“ ist so breit aufzufassen, daß auch Ausläufer von Berg- und Hügellandschaften in die Betrachtungen einbezogen werden, wo Einschnittstiefen bis zu 4 m, ausnahmsweise bis zu 6 m, und Dammhöhen bis zu 3 m, ausnahmsweise bis zu 5 m vorkommen.

Das ost- und norddeutsche Flachland ist meist als „Kultursteppe“ zu bezeichnen, d. h. als ein Land mit wenig Wald und weiträumigen, in hohem Grade intensiv bewirtschafteten Ackerbauflächen. Bei dem teilweise sehr fruchtbaren Boden bedeutet jeder Landverlust durch den Bau eines neuen Verkehrsweges nicht nur einen volkswirtschaftlichen, sondern auch einen ebenso hohen privatwirtschaftlichen Verlust für die Bauern und Gutsbesitzer, der von ihnen stark bekämpft wird. Die gestreckte Linienführung der Kraftwagenstraßen und die dadurch bedingte Durchschneidung des Grundbesitzes, ohne auf Besitzgrenzen nennenswert Rücksicht nehmen zu können, sowie die Beschränkung der Verkehrsmöglichkeiten vom Dorf zu den Feldern jenseits der Kraftwagenstraßen geben dem Eingriff in die Besitzrechte der Grundeigentümer bisweilen eine große Härte. Die jeweilige oberste Bauleitung ist bemüht, diese durch Hilfsmaßnahmen zu mildern: Durch (kostspielige) Landumlegungen werden die entstehenden Verluste an Ackerflächen auf die Gesamtheit der Bürger einer Gemeinde gleichmäßig verteilt; wo es möglich ist, Grundbesitz aus großen Gütern aufzukaufen, wird er als Ersatz für den an die Kraftwagenstraße abgetretenen Baugrund an die geschädigten Bauern abgegeben. Eine Geldabfindung wird von diesen meist nicht gewünscht. Der Bauer will den Grundbesitz seinen Nachkommen möglichst unversehrt erhalten. Die Kleinbauern sind zur Zeit eifrig bemüht, ihren Besitz zu erweitern, um einen Erbhof zu schaffen. Parallel damit läuft die Tätigkeit der Siedlungsgesellschaften, wodurch der Landhunger, wenigstens im Baugebiete Schlesiens, weiter verstärkt wird.

Die Verhandlungen über Grunderwerbsfragen sind schwierige Aufgaben, die mit viel Geschick, Takt und Lebensklugheit bewältigt werden müssen. Um den Schaden durch die Wegnahme von landwirtschaftlich nutzbarem Boden durch die Kraftwagenstraßen etwas zu mildern, soll nachstehend die Frage einer teilweisen Abhilfe durch technische Maßnahmen noch besonders geprüft werden.

Beim Bau von Eisenbahnen bildet eine möglichst flache maßgebende Steigung die wichtigste Grundlage für den Entwurf der Linienführung. Die Anpassung an das Gelände geschieht vornehmlich im waagerechten Sinne. Bei Hauptbahnen wird die Eisenbahnlinie aus Gründen der Betriebs- und Verkehrssicherheit bekanntlich in Blockstrecken unterteilt und dadurch eine räumlich und zeitlich geregelte Zugfolge geschaffen. Die Sicherheit des Verkehrs wird gesteigert dadurch, daß die Fahrzeuge durch die Schienen zwangweise geführt werden und daß Fahr- und Stationspersonal diszipliniert, einheitlich und gut ausgebildet ist. Die Betriebs- bzw. Verkehrssicherheit auf den Eisenbahnen hat einen so hohen Stand erreicht, wie er bei anderen Verkehrsmitteln wohl nie zu erlangen ist.

Der Straßenbau wurde nach dem Aufkommen der Eisenbahnen stark vernachlässigt. Die Linienführung neuer Straßen wurde weitgehend den Besitzgrenzen angepaßt. Die maßgebende Steigung bildet gewöhnlich zugleich die zulässige größte Steigung des Gebietes, in dem die Straße liegt. Die Herstellung der Straße mit möglichst wenig Erdarbeiten bildete das Hauptziel des Entwurfsbearbeiters. Die Straße konnte wegen der zulässigen großen Steigungen und kleinen Krümmungshalbmesser weit mehr als die Eisenbahn der Geländeoberfläche angepaßt werden. Dies mußte geschehen, um den Verkehr auch im Winter ohne Einsatz von zusätzlichem Unterhaltungspersonal aufrechterhalten zu können.

Die Motorisierung des Verkehrs hat die bisherigen Anschauungen über den Straßenbau grundlegend geändert in dem Sinne, daß besondere

Kraftwagenstraßen mit dauerhafteren und tragfähigeren Fahrbahndecken, eine gestrecktere Linienführung mit langen Geraden und sehr flach gekrümmten Bogen gewählt werden. Vom Straßenbau übernommen wurde die Anpassung ans Gelände im senkrechten Sinne mit Steigungen und Gefällen in bunter Folge. Die geradlinige Linienführung der Straßen wurde zwar schon vor dem Zeitalter der Eisenbahnen für die großen Durchgangstraßen angewandt, aber beim späteren Ausbau des Straßennetzes wenig beachtet.

Der motorisierte Fern- und Schnellverkehr ist trotz des unzulänglichen Straßenausbaues zur Tatsache geworden und schreitet unaufhaltsam vorwärts, weil der große wirtschaftliche Vorteil des Zeitgewinns durch den Verkehr von Haus zu Haus diese Entwicklung und die Schaffung besonderer Verkehrswege für den Autoverkehr allein gebieterisch erzwingt. Diese verbinden einerseits die großen Städte bzw. Wirtschaftszentren miteinander und dienen andererseits auch als Sammler des größten Teils des auf dem vorhandenen Straßennetz liegenden Autofernverkehrs, entlasten das vorhandene Straßennetz und vermindern die Unfallgefahren.

Um den motorisierten Verkehr zu fördern, ist neben der gestreckten Linienführung der Kraftwagenstraßen noch die Schaffung der größtmöglichen Verkehrssicherheit nötig, die über die des übrigen Straßennetzes hinausgehen muß.

Die Maßnahmen hierfür sind mit der Herstellung von Über- und Unterführungen für die Kreuzungen der Kraftwagenstraßen mit Straßen und Feldwegen und mit der Festlegung sehr flacher Ausrundungen von Brechpunkten zur Verbesserung der Sicht nicht erschöpft.

Die Verkehrssicherheit erfordert eine durchgängig gleichförmig beschaffene Fahrbahn. Kurze und unvermittelte Wechsel im Fahrbahnfilm sind zu vermeiden. Zweifelloso ist dessen Beschaffenheit zu den verschiedenen Tages-, Jahres- und Witterungszeiten grundverschieden. Darauf kann und muß sich der Fahrer einstellen. Gefährlich ist die Überraschung des Fahrers durch einen jähen und kurzen Wechsel der Fahrbahnbeschaffenheit, z. B. durch die Auswirkungen wandernder Schatten hoher Böschungen in Einschnitten und Wäldern auf einer nassen Fahrbahn, besonders wenn die Fahrbahn gekrümmt ist; am gefährlichsten sind die Sonnen- und Schattenwirkungen in kurzen Waldstücken, Gehölzen und bei Überführungen im Winter: Die stellenweise Vereisung der Fahrbahn ist an warmen Wintertagen in den genannten Fällen nicht zu vermeiden. Gefahrstellen bilden auch unvermittelte Übergänge von tiefen Einschnitten in die offene Bahn.

Diese Gefahren können durch technische Maßnahmen gemildert oder beseitigt werden. Kurze Waldstücke und Gehölze dürfen nicht durchschnitten werden; vielmehr ist die Kraftwagenstraße an deren Südrand zu verlegen. Die Böschungen hoher Einschnitte sind abzufachen, der Waldrand ist nach Bedarf von der Straße abzurücken und das Zwischenfeld zwischen dieser und dem Wald mit niedrigen Kulturen anzupflanzen. In der Nähe von Überführungsbauwerken und am Ende steil abfallender Einschnitte ist die Fahrbahn der Kraftwagenstraße so zu gestalten, daß die seitliche Ablenkung des Fahrzeuges möglichst behindert und dieses auf kurze Strecken zwangsläufig geführt wird. Die Notwendigkeit der Beachtung dieser Forderungen ergibt sich insbesondere dann, wenn der Verkehr auf den Kraftwagenstraßen eine größere Dichte angenommen hat.

Die Forderung nach Verkehrssicherheit bedeutet nicht nur die Ausschaltung von Unfallgefahren, sondern auch die „Notwendigkeit der Sicherung einer ständigen Betriebsfähigkeit“. An die Kraftwagenstraßen sind, soweit erreichbar, die gleichen Sicherheitsanforderungen wie an Hauptbahnen zu stellen, deren Betrieb nur durch höhere Gewalt und Katastrophen und dann nur für kurze Zeit gestört werden darf. Die Reichsbahn wird sich, infolge des Wettbewerbs der Kraftwagenstraßen, aus wirtschaftlichen Gründen auf eine Verminderung des Verkehrsvolumens

auf den Eisenbahnen einstellen, so daß längere Verkehrsstörungen auf den Kraftwagenstraßen zu großen volkswirtschaftlichen Schäden führen würden.

Die bauliche Gestaltung der Kraftwagenstraßen, besonders ihre Einpassung in die Landschaft muß hohen Ansprüchen genügen; die neuen Bahnen werden nicht nur als Förderbahnen für Schnellgüterverkehr benutzt werden, sie dienen auch dem Reiseverkehr in- und ausländischer Kraftwagenfahrer, sollen anziehend wirken, Leistung und Können der deutschen Baumeister in der ganzen Welt verkünden.

Die Entwurfsgrundsätze werden an Klarheit und Zielsicherheit gewinnen, wenn noch eine

Untersuchung über die möglichen Verkehrsleistungen der Kraftwagenstraßen

aufgestellt wird.

Zunächst ist es nötig, den dichtesten Abstand der hintereinander fahrenden Fahrzeuge für verschiedene Geschwindigkeiten zu ermitteln (Abb. 1):

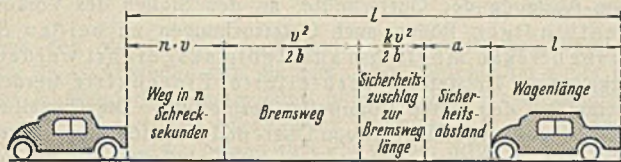


Abb. 1.

Nach Angabe der Daimler-Benz AG kann auf Grund der von ihr aufgenommenen Bremsversuche für die Bremsverzögerung angenommen werden

1. für trockene Kleinpflaster- und Betonstraßen ein Mittelwert von $b_B = 5$ bis 6 m/sek^2 ,
2. für Schwarzdecken ein Mittelwert von $b_S = 4$ bis 5 m/sek^2 .

Die gesetzlich vorgeschriebene Mindestverzögerung beträgt $b_G = 2,5 \text{ m/sek}^2$.

Der Beiwert f für gleitende Reibung zwischen Rad und Straße ist im Falle 1 zu 0,5 bzw. 0,6, im Falle 2 zu 0,4 bzw. 0,5 angenommen worden. Unter Verwendung der von Prof. Halter gewählten Bezeichnungen und Formeln¹⁾ ist die Bremsverzögerung

$$(1) \quad b = g f,$$

wo $g = 9,81 \approx 10 \text{ m/sek}^2$, und der Bremsweg s bei einer Fahrgeschwindigkeit von $v \text{ m/sek}$

$$(2) \quad s = \frac{v^2}{2b} \text{ in m.}$$

Bei den Kraftwagenstraßen spielen die Witterungsverhältnisse für die Erzielung von Höchstleistungen und für die Verkehrssicherheit eine weit einflußreichere Rolle als bei den Eisenbahnen. Halter gibt einen Reibungswert für vereiste Bahnen von $f = 0,15$, für nasse Betondecken von $f = 0,40$ an.

Die in Abb. 2 dargestellten Ergebnisse der Untersuchungen beziehen sich auf die Reibungswerte

$$f_1 = 0,193 \text{ und } f_2 = 0,40, \text{ womit } b_1 = 1,93 \text{ und } b_2 = 4 \text{ m/sek}^2$$

wird, ohne darauf Rücksicht zu nehmen, welche Fahrgeschwindigkeit bei vereister Fahrbahn noch möglich ist und ob die volle Bremskraft sofort in voller Höhe eingesetzt werden kann. Die Bremsverzögerung $1,93 \text{ m/sek}^2$ entspricht der von Halter aufgestellten Formel für die Bremsweglänge

$$s = 0,02 V^2,$$

wo V in km/h einzusetzen ist und die Bremsweglänge s in m sich ergibt.

Der Fahrzeugabstand muß bei einspurigen Bahnen aus Gründen der Verkehrssicherheit bei Annahme von n Schrecksekunden bis zum Einsatz der Bremse, eines k -fachen Sicherheitszuschlages zur theoretisch errechneten Bremsweglänge, eines Sicherheitsabstandes a vom vorausfahrenden Wagen und einer Wagenlänge l betragen:

$$(3) \quad L = n v + \frac{v^2}{2b} (1 + k) + a + l \text{ in m.}$$

Der Zeitbedarf zum Durchfahren dieser Strecke beträgt in Sekunden

$$(4) \quad t = \frac{L}{v} = n + \frac{v}{2b} (1 + k) + \frac{a + l}{v}$$

und die Zahl der in einer Stunde an der Beobachtungsstelle vorbeifahrenden Fahrzeuge

$$(5) \quad z = \frac{3600}{t} = \frac{3600}{n + \frac{v}{2b} (1 + k) + \frac{a + l}{v}}$$

z erreicht seinen Größtwert, wenn $\frac{dz}{dv} = 0$,

das heißt mit

$$(6) \quad v = \sqrt{\frac{2b(a+l)}{1+k}}$$

¹⁾ Straßenbau 1935, S. 153 ff.

Die größte stündliche Verkehrsleistung wird erzielt mit $b = 4 \text{ m/sek}^2$, $a + l = 2l = 24 \text{ m}$ und $k = 1/4$

$$\text{bei } v = \sqrt{\frac{8 \cdot 24}{5/4}} = 12,40 \text{ m/sek oder } V = 44,5 \text{ km/h,}$$

mit $b = 1,93 \text{ m/sek}^2$, $a + l = 2l = 24 \text{ m}$ und $k = 1/4$

$$\text{bei } v = \sqrt{\frac{3,86 \cdot 24}{5/4}} = 8,6 \text{ m/sek oder } V = 31 \text{ km/h.}$$

Die entsprechenden Werte mit $k = 0$ sind:

$$\text{für } b = 4 \text{ m/sek}^2, \quad V = 49,9 \text{ km/h,}$$

$$\text{für } b = 1,93 \text{ m/sek}^2, \quad V = 34,6 \text{ km/h.}$$

Diese Ergebnisse sind für den Betrieb der Kraftwagenstraßen wenig brauchbar, weil bei diesen Geschwindigkeiten die Wettbewerbsfähigkeit mit der Eisenbahn für den Güter- und Reiseverkehr fraglich würde.

Über den zulässigen Wert der Bremsverzögerung bestehen noch Meinungsverschiedenheiten; die erforderliche Verkehrssicherheit kann durch Annahme eines nachgewiesenen höheren Wertes von b und den Einsatz eines Sicherheitszuschlages von $k \cdot \frac{b^2}{2g}$ gewährleistet werden, wo nach Ansicht des Verfassers $k = 1/4$ bis $1/2$ zu wählen wäre. Bei den in Abb. 2 aufgetragenen Leistungskurven ist wegen der niedrigen Werte für die Bremsverzögerung der Wert $k = 0$ angenommen worden.

Solange die gesetzlich vorgeschriebene Bremsverzögerung der Fahrzeuge und Fahrzeuggruppen von $2,5 \text{ m/sek}^2$ nicht erhöht wird, wird man auf den dem öffentlichen Verkehr dienenden Kraftwagenstraßen nur auf die in Abb. 2 als Winterleistung dargestellte Verkehrsleistung kommen können.

Diese Abbildung ergibt, daß die Fahrgeschwindigkeit mit Rücksicht auf die Leistungsfähigkeit und wirtschaftliche Ausnutzung der Kraftwagenstraßen nicht beliebig gesteigert werden kann. Auch künftig wird der „Von-Haus-zu-Haus-Verkehr“ die betriebliche und wirtschaftliche Voraussetzung und Grundlage eines erfolgreichen Wettbewerbes der Kraftwagenstraße mit der Eisenbahn bilden.

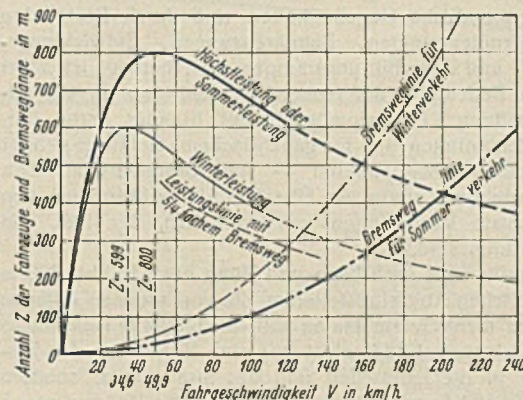


Abb. 2.

Transporteinheiten. Dies gilt besonders für den Reiseverkehr, der den Einsatz eines regen Autobusverkehrs bedingt.

Mit dieser Vergrößerung der Transporteinheiten ergibt sich dann eine Verkehrseinrichtung, die in besonderen Fällen Außerordentliches leisten kann.

Bei einer Stundenleistung von 500 Fahrzeugen auf einer Fahrspur, die gemäß Abb. 2 bei einer Verkehrsgeschwindigkeit von 60 bis 70 km/h theoretisch auch im Winter noch zu erreichen ist, ergibt sich bei einer Transporteinheit mit 10 t Nutzlast eine theoretische Stundenleistung von 5000 t. Diese Leistung entspricht der einer Massengüterbahn mit einer Zugfolge von etwa 13 min und einer Zuggröße von 150 ausgelasteten Achsen. Ähnliche außerordentliche Leistungen sind beim Einsatz von Autobussen im Reiseverkehr zu schaffen. Infolge des unregelmäßigen Wagen-Zu- und -Abganges wird vom Verfasser die wirklich erreichbare Höchstleistung nur zu etwa 50% der theoretisch ermittelten Höchstleistung auf einer Spur geschätzt.

Der fördertechnische Unterschied der beiden Verkehrsmittel Kraftwagenstraße und Eisenbahn ist der, daß die erste die kontinuierliche Förderung mit verhältnismäßig kleinen Transporteinheiten, die letzte die Einzelförderung mit großen Transporteinheiten neben Blockeinteilung (und Blocksicherung des Verkehrs) zur Betriebsgrundlage gewählt hat.

Immerhin darf schon heute gesagt werden, daß die höchste Reise-geschwindigkeit im Fernverkehr neben großer Verkehrssicherheit und Reisebequemlichkeit auf den Eisenbahnen erzielt werden wird. Die Entwicklung hoher Zuggeschwindigkeiten bei der Reichsbahn bildet danach eine technisch und wirtschaftlich durchaus gerechtfertigte Maßnahme der Reichsbahnverwaltung. Der Vergnügensreisende, der das Land sehen und kennenlernen will, wird die Kraftwagenstraßen bevorzugen.

Die vorstehenden Untersuchungen haben zweifellos nur theoretischen Charakter, gewähren aber einen Einblick in die Möglichkeiten und Ziele

beim Reichskraftwagenstraßen-Verkehr und die einzuschlagende Verkehrspolitik. Diese erfordert z. B. auch die Entwicklung des Autobusverkehrs in Städten zur Sicherung von Betriebsmittelbeständen für außerordentliche Fälle.

Die Richtigkeit der obengenannten Ermittlung über die Notwendigkeit verhältnismäßig kleiner Fahrgeschwindigkeiten bei Höchstleistungen auf Kraftwagenstraßen wird durch die Erfahrungstatsache bestätigt, daß am Anfang der Ausfallstraßen der großen amerikanischen Städte, wie New York, Chicago usw., zwangsläufig eine Fahrgeschwindigkeit von nur 50 bis 60 km/h der dicht aufeinander folgenden Personenkraftwagen gefahren wird. Der Fahrer kann dort erst zu größerer Geschwindigkeit übergehen, nachdem sich die Dichtigkeit des Verkehrs durch seitlich abwandernde Wagen gelockert hat.

Damit dürften in großen Zügen die Richtlinien für die Entwurfsarbeiten und die Weiterentwicklung der bautechnischen Ausgestaltung der Reichskraftwagenstraßen und der für sie nötigen Betriebsausrüstung umrissen sein.

II. Vorschläge für die Entwurfsarbeiten im einzelnen.

1. Planbearbeitung.

Die Notwendigkeit einer beschleunigten Arbeitsbeschaffung hat bisweilen zu einer sehr einfachen Ausarbeitung der Baupläne geführt.

Für die Ausarbeitung der Entwürfe der Kraftwagenstraßen sind auch im Flachlande wegen der großen Breite der Bahnkrone, der strengen Anforderungen hinsichtlich des Frostschutzes für die Fahrbahndecke, des Schutzes der Fahrbahn gegen Überflutung und gegen Schneeverwehungen, der Einpassung der Kraftwagenstraße, der Über- und Unterführungen und ihrer Rampen in die Landschaft viel weitgehendere Anforderungen als z. B. beim Eisenbahnbau zu stellen.

Die Tatsache, daß die Festlegung der Trasse der Kraftwagenstraßen zwischen den großen Städten weniger durch orographische als durch geologische bzw. bodenkundliche Gegebenheiten und durch Festpunkte in Form von Straßenknotenpunkten, Bahnkreuzungen, Entwicklungsmöglichkeiten für Über- und Unterführungsrampen usw. bedingt ist, führt zur Unterschätzung der Bedeutung der Höhenschichtenlinien für die allgemeine Entwurfsbearbeitung. Die womöglich mit brauner Farbe darzustellenden Höhenschichtenlinien — in ganz flachem Gelände genügt die Angabe von einzelnen Höhenpunkten — sind besonders an den Stellen in größerer Ausdehnung nötig, wo Über- und Unterführungen von Straßen und Wegen sowie Verlegungen von Vorflutern, der Bau von Durchlässen usw. zu planen sind.

Die Aufnahmen hierfür sind nach Lage und Höhe etwa 100 bis 200 m hinaus über die vermutlichen Abschlußstellen an die vorhandenen Anlagen auszudehnen, wenn man nicht Gefahr laufen will, mangelhafte Anschlüsse zu schaffen. Dieses Verlangen bildet nicht nur eine Forderung der Einpassung des Neubaus in die Landschaft und das Straßennetz, sondern eine Forderung sach- und fachgemäßer Ingenieurarbeit. Die Prüfung von Entwürfen auf Grund mangelhafter Unterlagen ist unmöglich.

Für die Entwurfsbearbeitung und Prüfung ist es ferner angezeigt, die Höhe der vorhandenen Graben- und Bachsohlen, der Wege und Straßen in Abständen von höchstens 50 m anzugeben. Hier sei schon mitgeteilt, daß bei Herstellung von Straßenüberführungen u. dgl., wo eine Umleitung des Verkehrs über einen anderen Straßenzug unmöglich ist, die Überführungsrampen zweckmäßig neben der alten Straße angelegt werden, um eine ungezwungene Linienführung zu ermöglichen und die Ausgaben für kostspielige Behelfswege einzusparen. Die spätere landwirtschaftliche Nutzbarmachung des alten Straßengeländes erfordert weit weniger Kosten als die Herstellung, Unterhaltung und der Wiederabbau eines behelfsmäßigen Weges. Diese Nutzbarmachung übernehmen die benachbarten Gemeinden meist kostenlos, um Wegebaustoffe zu gewinnen.

Um die Kraftwagenstraßen vollständig planen zu können, ist es notwendig, die vorhandenen Dränagen womöglich in blauer Farbe in die Lagepläne eintragen bzw. eindrucken zu lassen und die notwendigen Änderungen im Zusammenhang mit denen für die Vorfluter zu bearbeiten. Für die Bearbeitung der letzten ist im Meßtischblatt und, soweit durchführbar, auch im Lageplan das Einzugsgebiet — durch gerissen gezeichnete blaue Linien od. dgl. — anzugeben. In die Bearbeitung der Umänderung der Entwässerungsanlagen des von der Kraftwagenstraße durchschnittenen Gebietes sind außer den Straßengräben auch die Entwässerungen der Isolierkoffer zum Schutze der Fahrbahndecke gegen Frostaufbrüche einzubeziehen.

Bei der Bearbeitung der Erdmassenberechnung scheint sich der Querprofilabstand von 50 m mit gelegentlichen Zwischenprofilen im Flachlande als ausreichend zu erweisen. Immerhin wäre es zweckmäßig, den Ungenauigkeitsgrad dieser Berechnungsart im Vergleich mit der eines Querprofilabstandes von 25 m praktisch zu untersuchen, um über das Wagnis von Bauherr und Unternehmer bei dem größeren Abstände ins Bild zu kommen. Für die Dispositionen der örtlichen Bauleitung und des Unternehmers ist das Eintragen der Bohrergebnisse in die Querschnitte (Querprofile) unbedingt erforderlich. Die Massenermittlung und

verteilung in der hergebrachten Form ist unzureichend, vielmehr ist eine Unterscheidung zwischen bindigen und nichtbindigen Böden zu treffen. Zur Aufstellung einer einwandfreien „Bodenbilanz“ sind außerdem nötig die Angabe der voraussichtlich bleibenden Auflockerung bzw. Verdichtung (Löß), die Erfassung der später durch Mutterboden zu ersetzenden Einschnittflächen, der Abschachtungen für Mutterbodengewinnung im Ab- und Auftrag, d. h. ein Bedarfs- und Verwendungsplan für Mutterboden — insbesondere dann, wenn größere Flächen, wie Mittelstreifen und Grünstreifen, mit Mutterboden zu versorgen sind — und endlich ein Verteilungsplan für die Verwendung von bindigen und nichtbindigen Bodenarten. Auch der geplante Aushub von Isolierkoffern in frostgefährdeten Böden ist bereits im Entwurf festzulegen. Die Vorarbeiten benötigen, eine gute Arbeitsdisposition vorausgesetzt, einige Techniker- und Zeichnerschichten mehr als bisher, dafür aber werden die Bauarbeiten selbst zielbewußter und wirtschaftlicher gestaltet werden können.

Weitere empfehlenswerte Einzelheiten sind die, daß die Bohrungen im 50-m-Abstände der Querschnitte, an den Stellen des Vorkommens von nichtbindigen Böden auch Untersuchungen zu beiden Seiten der Straßentrasse möglichst ausgiebig ausgeführt werden. Die Möglichkeiten der Herstellung verbreiteter Einschnitte werden hierdurch schon bei den ersten Vorarbeiten festgestellt. Die Gestaltung des Höhenplanes und der Anlageort von Über- und Unterführungen wird durch diese Kenntnis wesentlich, oft entscheidend beeinflusst. Die Formgebung der Einschnittverbreiterung kann im Entwurf bereits berücksichtigt werden.

Die größte Breite der Bahnkrone der Kraftwagenstraße einerseits und die unbedingt notwendige Beurteilungsmöglichkeit der Höhenlage der Bahnkörper über dem Gelände andererseits erfordert eine von der üblichen Darstellungsweise abweichende Behandlung des Höhenplanes. Die herkömmliche einfache Ausführung der Lage- und Höhenpläne reicht zur Prüfung der Entwürfe durch höhere Dienststellen, Anlieger, für Verhandlungen bei landespolizeilichen Terminen und für die Entwurfsbearbeitung im Sinne der bereits gemachten Ausführungen nicht aus. Die Technik der Mehrfarbendrucke ist so weit, daß trotz der vielen Farben (Schwarz, Blau, Braun und Rot) gute Pläne entstehen, wenn die Mutterpausen von tüchtigen Zeichnern hergestellt werden.

Im Höhenplan wird zweckmäßig die Höhenlage der beiden äußeren Bankkanten der Grünstreifen und des lotrecht darüber oder darunter liegenden Geländes neben den Höhen zugehöriger Gräben dargestellt. Der Übersichtlichkeit wegen werden meist zwei Höhenpläne unmittelbar übereinander, unter Benutzung des gleichen Gitters für Längen und Höhen — und einer Horizontverschiebung für den zweiten Plan — gezeichnet werden müssen. Diese getrennten Angaben sind besonders in Kurvenstrecken wichtig, um die Höhenunterschiede zwischen Bahn und Gelände auch ohne Zuhilfenahme von Querprofilen leicht prüfen zu können. Außerdem erscheint es zweckmäßig, in den Lageplänen eine Darstellung der Ränder der charakteristischen Querschnitte, d. h. der Profile an der höchsten und tiefsten Stelle des Damms und Einschnittes und an den Übergangsstellen vom Einschnitt zum Damm durch eine maßstäbliche Skizze (etwa im Maßstabe 1:200) zu geben. Dadurch wird die Beurteilung des Entwurfs hinsichtlich des Schutzes der Bahn gegen Schneeverwehungen ungemein erleichtert, weil die Größe des vorgelagerten Schneefeldes, der möglichen Schneemassen und des für ihr Unterbringen erforderlichen Raumes nur an Hand des Lageplanes bzw. Meßtischblattes nachprüfbar ist.

Die Kraftwagenstraßen werden einen großen Teil des Personen- und Güterverkehrs der Eisenbahnen übernehmen und das Gesamtvolumen des Verkehrs steigern. Bei der Beurteilung der künftigen Inanspruchnahme der Kraftwagenstraße ist mit der zunehmenden Dichte der Bevölkerung und damit auch mit der Zunahme der Güterversorgung und des -verbrauchs zu rechnen, deren oberste Grenze heute noch nicht zu übersehen ist.

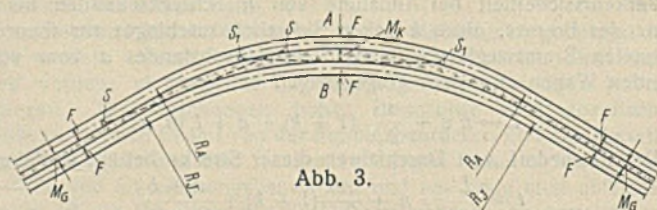


Abb. 3.

Darum müssen Verbreiterungsmöglichkeiten der Fahrbahn sichergestellt werden, soweit einengende Bauten diese verhindern würden und nennenswerte Kosten dadurch nicht entstehen. In Kriegszeiten werden lange und geschlossene Kolonnen nebeneinander, und zwar so dicht gedrängt auf den Bahnen verkehren, daß die Sicht für die Fahrzeuge der Gegenrichtung in Kurven verhindert wird, wenn nicht schon beim Bau für Sichtfreiheit gesorgt wird. In den meisten Fällen läßt sich der Entwurf ohne nennenswerte Mehrkosten so gestalten, daß die 400-m-Sicht auch in der Ebene der Bahn gewährleistet wird. Bei dem Krümmungshalbmesser von 2000 m und dem Normalquerschnitt mit einem nur 1 m breiten Mittelstreifen ist nach Ansicht des Verfassers eine Verbreiterung des Mittelstreifens nicht zu umgehen (Abb. 3).

Selbstverständlich hat man jede Gelegenheit zu einer Verbesserung der Sichtverhältnisse aufzugreifen, wenn sich eine solche Möglichkeit bietet. Z. B. sind die gekrümmten Fahrbahnen, wenn sie zufällig in einem für eine Bodenentnahme verbreiterten Einschnitt liegen, auseinanderzuziehen, anstatt sie streng nach dem Normalquerschnitt in der Mitte des verbreiterten Einschnitts durchzuführen. Die Pfeilerstellung eines über eine Bahnkurve führenden Bauwerks ist gegen den Bogenmittelpunkt zu verschieben usw.

Die vorgeschlagene Maßnahme ermöglicht es auch, die Flachlandbahnen abwechslungsreicher zu gestalten und den Autofahrer von der ermüdenden Eintönigkeit der Strecke vorübergehend zu entlasten²⁾.

²⁾ Vgl. Schönleben in Verk.-T. 1935, S. 163.

Der Ingenieur hat nach Art gewandter Architekten gegebenenfalls aus der Not eine Tugend zu machen und die Gestaltung der Bahn bei allen sich bietenden Gelegenheiten zu beleben.

Für Kurvenstrecken, besonders wenn sie von Bauwerken gekreuzt werden oder im Einschnitt liegen, wird zweckmäßig ein Nachweis der 400-m-Sicht für alle Fahrbahnstellen erbracht. Diese Notwendigkeit wird für die äußere Fahrbahn der Kurve durch die Tatsache verstärkt, daß die dem Mittelstreifen zunächst liegende Fahrbahn mit den höchsten Geschwindigkeiten befahren wird.

In diesem Zusammenhange wird noch darauf hingewiesen, daß Gradientenwechsel in der Kurve sehr unschön wirken, möglichst zu vermeiden oder sehr flach auszurunden sind. (Fortsetzung folgt.)

Alle Rechte vorbehalten.

Die neuen Hochbehälter der Wasserversorgung von Ulm a. Donau.

Von Baudirektor Feuchtinger, Ulm a. Donau.

Nach den Mitteilungen der Direktion des städtischen Wasserwerkes (Direktor Kurz) befanden sich bis zum Jahre 1871 in Ulm außer den aus früheren Jahrhunderten stammenden unterirdischen Wasserleitungen fünf kleine, durch Wasserräder angetriebene Pumpwerke in der Altstadt. Bei jedem dieser Pumpwerke befand sich ein kleiner örtlicher Wasserbehälter. Im Jahre 1871 wurde aus Nebentälern der Blau, eines Zuflusses der Donau,

verbraucht. Bei ernstlichen technischen Störungen im Betriebe und gleichzeitigem Ausbruch eines großen Brandes stünden daher keine genügenden Wassermengen zur Verfügung und könnte ein sehr gefährdender Zustand entstehen. Es wurde deshalb beschlossen, die Leistungsfähigkeit der Behälter um weitere 10 000 m³ zu erhöhen, wodurch eine Wasserreserve von 88% erreicht wird.

Grundriß

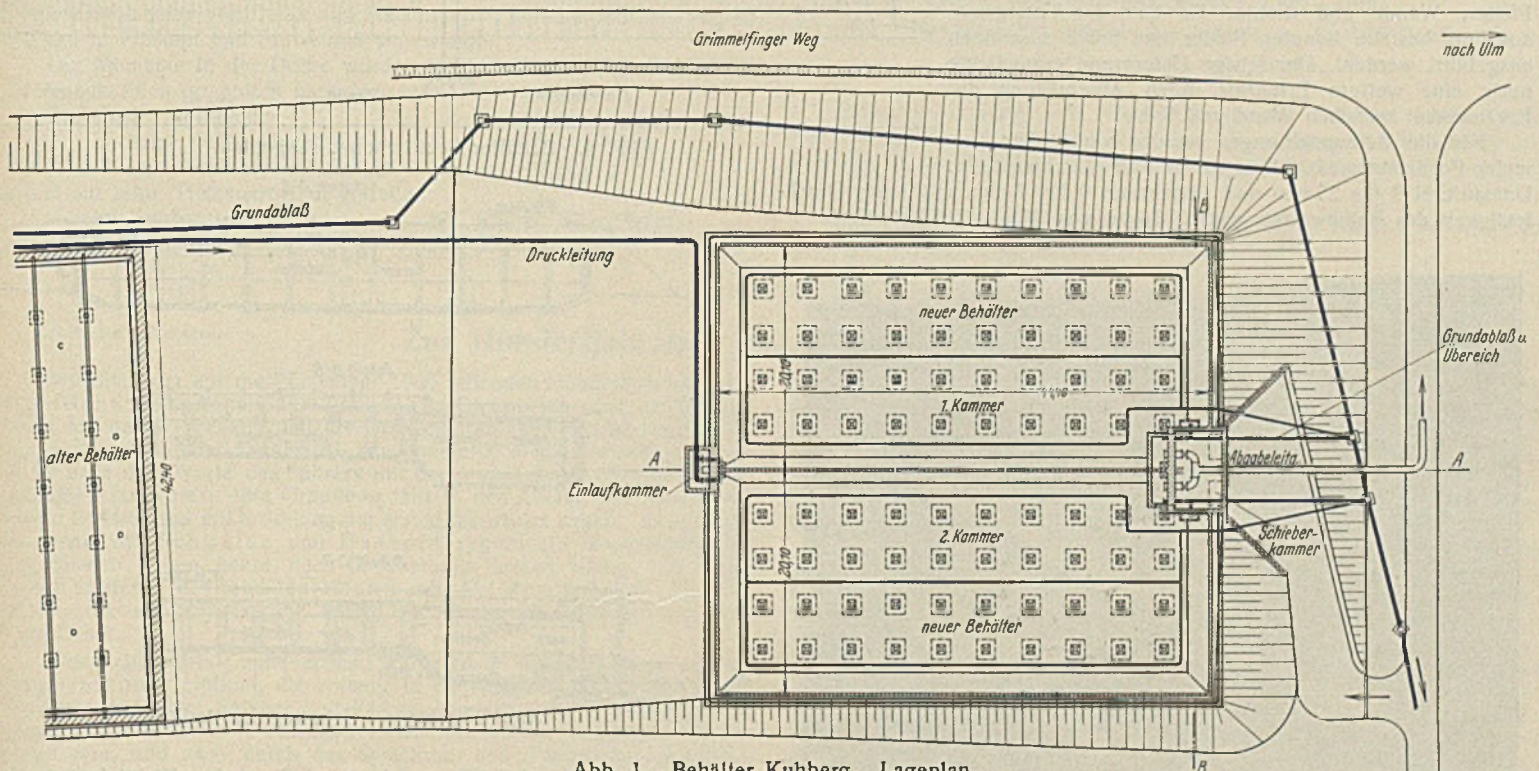


Abb. 1. Behälter Kuhberg. Lageplan.

Schnitt A-A

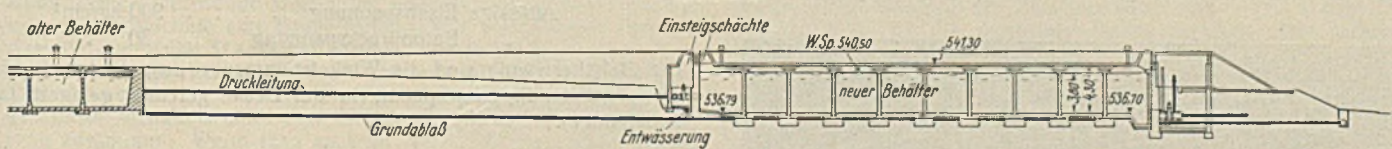


Abb. 2. Behälter Kuhberg.

Quellwasser der Stadt zugeleitet. Dieses Quellwasser wurde von einer Brunnenstube in der Stadt nach einem Behälter auf dem Michelsberg von 2400 m³ Inhalt geleitet. Diese Quellwasserversorgung deckt etwa ein Viertel des heutigen Gesamtwasserbedarfes der Stadt.

Im Anfange dieses Jahrhunderts wurde die Wasserversorgung durch eine Grundwasserentnahme im Donatal, ein Pumpwerk dort und einen Hochbehälter auf dem Kuhberg erweitert. Dieser Behälter hat einen Inhalt von 5400 m³. Der Speicherraum wuchs demnach von 2400 auf 2400 + 5400 = 7800 m³.

Mit dem Behälter am Michelsberg ist ein Pumpwerk verbunden, das noch einen weiteren Behälter versorgt, der — auf der obersten Höhe des Michelsberges gelegen — die höchsten Teile der bebauten Gebiete bedienen kann. Dieser Behälter hat einen Inhalt von 1000 m³.

Der tatsächliche Tagesverbrauch ist 22 000 m³ = 367 l/Kopf und Tag. Die Inhalte der Behälter decken also theoretisch nur 40% des Tages-

Zur günstigeren Verteilung auf die verschiedenen Stadtgebiete wurde nicht ein Behälter von 10 000 m³ Inhalt neu erstellt, sondern es wurde der vorhandene Behälter auf dem Kuhberg von 5400 m³ Inhalt um einen neuen Behälter von 6000 m³ und der vorhandene Behälter auf der Schillerhöhe am Michelsberg von 2400 m³ Inhalt um einen neuen Behälter von 3200 m³ Inhalt erweitert.

Schnitt B-B

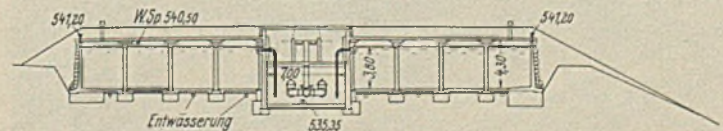


Abb. 3. Behälter Kuhberg.

Der Erweiterungsbehälter auf dem Kuhberg wurde auf demselben Grundstück wie der bestehende eingebaut und so untergebracht, daß zwischen dem alten und dem neuen Behälter das Gelände freigelassen wurde, um dort eine etwaige künftige, nochmalige Erweiterung vornehmen zu können. Der neue Behälter ist so angeordnet, und die Leitungen sind so geführt, daß das Wasser gleichmäßig in einer Richtung den neuen Behälter durchfließt.

Die Auflösung des Raumes im Inneren und die Abstützung der Decke mit Eisenbetonpfeilern sind aus Abb. 1 bis 3 zu ersehen. Die Decke ist eine Pilzdecke, Pfeiler samt Pfeilerfundamenten sind für sich ausgeführt, damit sie sich in dem aus Mergel bestehenden Untergrunde unabhängig von der zeitlich nach ihnen ausgeführten Eisenbetonsohle setzen können. Bei der Wahl der lichten Höhe des Behälterraumes wurde auch die statisch günstigste Höhe der Eisenbetonwände bei deren gewählter Profilform berücksichtigt. Abb. 4 bis 8 zeigen Einzelheiten der Bauausführung und Ansichten des fertigen Behälters.

Der Erweiterungsbehälter an der Schillerhöhe wurde, den dort bestehenden Geländebedingungen entsprechend, am Hang talseitig unmittelbar an den alten Behälter anschließend untergebracht. Der neue Behälter (Abb. 9 u. 10) ist zweiteilig, um jede Hälfte für sich ausführen zu können, was den Vorteil bietet, daß die Leitungsanschlüsse an die alten bestehenden Behälter günstiger ausgeführt werden konnten.

Auch dieser Behälter hat eine Pilzdecke, Eisenbetonpfeiler, -Wände und -Sohle. Da hier der Untergrund aus Fels besteht, konnten Pfeiler und Sohle zusammen ausgeführt werden. Der felsige Untergrund ermöglichte noch eine weitere Ersparnis durch Abschragung der Eckenwinkel zwischen Wand und Sohle.

Für die Betonmischungen wurden verwendet: normaler Portlandzement 300 kg/m³ und als Zuschlagstoffe: Donauriesel 9 bis 25 mm und Donausand 0 bis 7 mm, mit einer Druckfestigkeit des Betonwürfels nach 7 Tagen von $W_{b7} = 216 \text{ kg/cm}^2$.

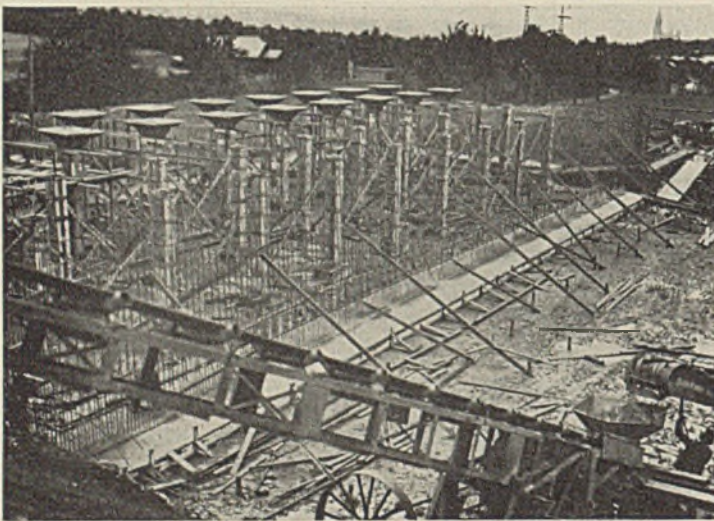


Abb. 4. Behälter Kuhberg. Betonierung der Innenpfeiler.

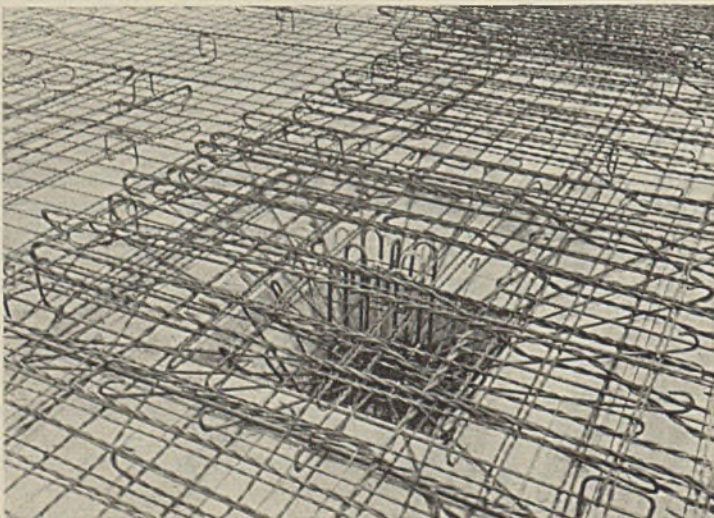


Abb. 5. Behälter Kuhberg. Betonierung der Decke.

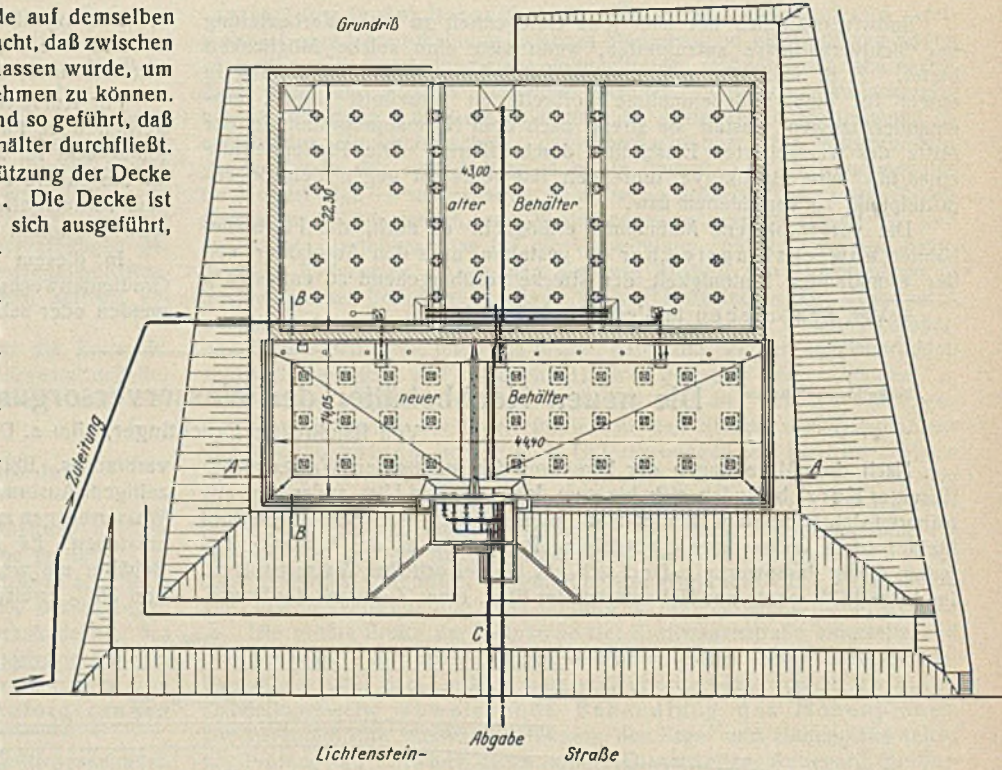


Abb. 9. Behälter Schillerhöhe. Lageplan.

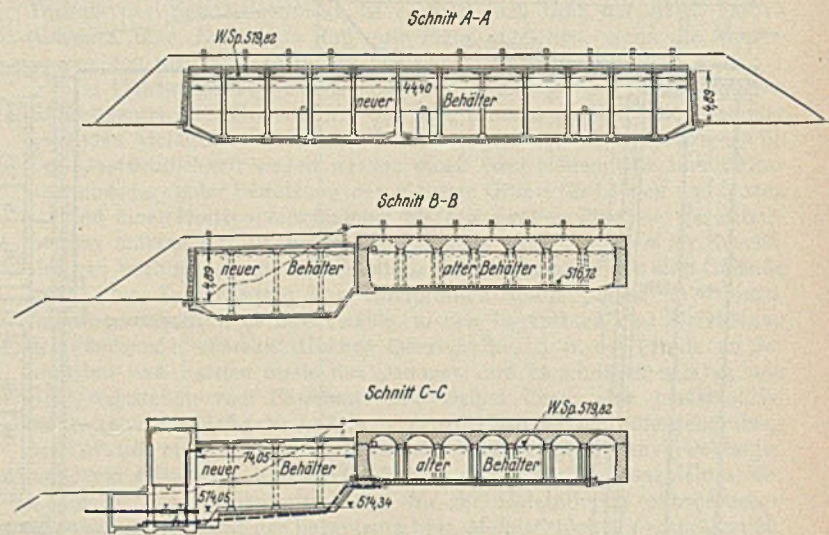


Abb. 10 a bis c. Behälter Schillerhöhe.

Mit Rücksicht auf die hier zu fordernde besondere Dichtigkeit wurden vorgeschrieben:

- zulässige Eisenspannung 900 kg/cm²
- Betondruckspannung 30

Die Behälterwände sind als Winkelstützmauer ausgebildet, in der Fußplatte vollständig eingespannt, in der Decke gelenkig gelagert (zugleich Arbeitsfuge).



Abb. 7. Behälter Kuhberg. Ansicht und Schieberkammer.



Abb. 6. Behälter Kuhberg. Betonierung der Decke.



Abb. 8. Behälter Kuhberg. Innenansicht.

Für die statische Berechnung der Pilzdecke wurde das Verfahren der stellvertretenden Rahmen unter Berücksichtigung des veränderlichen Trägheitsmomentes von Decke und Stützen durch Einschaltung von starren Stücken in Pilzkopf und Stützenfuß angewendet.

Die Momente in der Decke wurden bestimmt unter Berechnung der Übergangszahlen (graphisch nach Mörsch).

Die Kosten betragen:

beim Kuhbergbehälter 143 843 RM
„ Schillerhöhebehälter 97 560 „

wobei auf reine Tiefbauarbeiten entfallen:

beim Kuhbergbehälter 17,7 RM/m³ Wasserinhalt
„ Schillerhöhebehälter 25,0 „

Die ausführenden Firmen waren:

beim Kuhbergbehälter: Firma Richard Vogel, Ulm;

„ Schillerhöhebehälter: die Arbeitsgemeinschaft Züblin, Stuttgart, und Kugler, Ulm.

Entwurfsverfassung und Bauausführung der Behälter selbst lagen dem städtischen Tiefbauamt Ulm unter Oberleitung des Verfassers ob. Betelligt waren außerdem: Baurat Schefold, Stadtbaumeister Luppert und Unsöld.

Die wasserversorgungstechnischen Grundlagen lieferte die eingangs erwähnte Direktion des städtischen Wasserwerkes.

Alle Rechte vorbehalten.

Zur Hundertjahrfeier der Chemnitzer Akademie.

Anlässlich der auf die Pfingsttage 1936 fallenden Hundertjahrfeier der Staatlichen Akademie für Technik in Chemnitz seien einige Hinweise auf den Werdegang und die Gegenwart dieser Lehranstalt gebracht. Im Gründungsjahr der Akademie hatte Chemnitz 20 000 Einwohner, heute ist es nach dem Worte des Führers mit Essen zusammen „Hauptstadt der deutschen Industrie“. Ihre Gründung fällt in den Anfang der neuen Zeit, die für Deutschland mit Eröffnung der ersten Eisenbahn anhub. Es entstand die erste von Schwalbe und Haubold gegründete Maschinenfabrik; ihre Namen haben heute noch in Chemnitz besten Klang. Im Jahre darauf eröffnete Richard Hartmann mit drei Arbeitern eine ähnliche Fabrik, die sich in fast 100 Jahren zu einem Großunternehmen entwickelt hat.

Dem Zeitbedürfnis entsprechend wurde am 2. Mai 1836 die Königliche Gewerbschule eröffnet, die anfangs in einjährigem Lehrgang nicht nur Mechaniker, Weber, Spinner und Färber, sondern auch Kaufleute, Lithographen, Apotheker u. a. ausbildete. Die Chemnitzer Schlüsselindustrien waren nun, und zwar durch das Sprachrohr des „Sächsischen Industrievereins“, von vornherein stark maßgebend für den Ausbau der Anstalt, die schon 1848 einen Neubau bekam und im Zeichen der raschen Aufwärtsentwicklung schnell wachsende Bedeutung erlangte. Schon 1837 konnte der jungen Gewerbeschule eine Baugewerkschule angegliedert werden, die jetzige fünfsemestrige Staatsbauschule. Ihr folgte als weitere neue Anstalt 1855 die Werkmeisterschule, die Vorläuferin der heutigen Höheren Maschinenbauschule, und 1882 die Färbereischule. Bereits 1878 faßte man diese Anstalten unter dem Namen Technische Staatslehranstalten zusammen. Wenn man auch im Jahre 1922 diese gemeinsame Bezeichnung aufgab und die Anstalten wieder einzeln benannte, so ist doch der Vorteil einer gemeinsamen Direktion und eines gemeinsamen Lehr- und Beamtenkörpers erhalten geblieben, wie auch der Vorteil, alle hier vorhandenen Sammlungen und Laboratorien den Studierenden aller hier vereinigten Anstalten zugänglich machen zu können.

Die Gewerbschule vermittelte schon zu Anfang neben der eigentlich technischen eine weitgehende allgemeine Bildung, die damals etwa der heutigen Realschulbildung entsprach. Zu der maschinentechnischen trat bald eine chemische Ausbildung; im Jahre 1878 folgte die Einrichtung der Abteilung für Architekten und Bauingenieure und 1892 die Gründung der elektrotechnischen Abteilung, der sich 1915 die textiltechnische als fünfte Abteilung der Akademie anschloß. Im Jahre 1862 erhielt die Gewerbeschule den Namen „Höhere Gewerbschule“ und diese wiederum 1900 in besonderer Anerkennung ihrer Leistungen die Bezeichnung „Gewerbeakademie“. Zur stärkeren Betonung des Charakters und der Bedeutung der Anstalt wurde 1929 der Name in „Staatliche Akademie für Technik“ umgewandelt. Gleichzeitig wurden die Aufnahmebedingungen insofern maßvoll verschärft, als alle Bewerber mit Obersekundareife nunmehr eine Aufnahmeprüfung ablegen, während die Unterprimareife davon befreit.

Die vorgeschriebene praktische Betätigung vor dem Studium, die schon lange Zeit auf 1 1/2 Jahre festgelegt war, wurde auf 2 Jahre erhöht. Die Studienpläne werden dauernd den jeweiligen Industriebedürfnissen angepaßt. Einzelne wichtiger gewordene Gebiete, wie das Hochbau-Ingenieurwesen, die Textilchemie, die Feinmechanik und letzthin das Flugwesen, wurden entsprechend betont; die gesamte Studiendauer wurde aber absichtlich bei sieben Semestern belassen.

Die fünf Hauptabteilungen der Akademie umfassen in Abteilung M die Ausbildung von Ingenieuren für Maschinenbau und Feinmechanik, in Abteilung C die Ausbildung von Ingenieuren der chemischen und textilchemischen Technik, in Abteilung H die Ausbildung von Architekten und Hochbau-Ingenieuren, in Abteilung E die Ausbildung von Elektro-Ingenieuren für Starkstrom- und Fernmeldetechnik und Feinmechanik und schließlich in Abteilung T die Ausbildung von Textil-Ingenieuren für Betrieb und Konstruktion. Der Ingenieurchemiker kann also auch eine weitere Ausbildung in der Textilchemie, der Maschinenbauer und Elektriker eine solche in der Feinmechanik und der Maschinenbauer im Flugzeugbau und Autobau erhalten. Dabei bleibt aber der Grundsatz, daß zunächst eine grundlegende allgemeintechnische Ausbildung vorgesehen ist und die Ausbildung auf Sondergebieten nur in den oberen Semestern gepflegt wird, um ein einseitiges Spezialistentum nicht aufkommen zu lassen.

Die Lehrweise an der Akademie ist eine seminaristische mit Vorträgen und Übungen, zu deren Besuch die Studierenden verpflichtet sind. Allen Abteilungen gemeinsam ist eine starke Betonung der allgemeinbildenden Fächer, wie Deutsch, Literatur, Kulturgeschichte, Volkswirtschaft und Englisch, und der mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundlehren mit höherer Mathematik, Physik und Chemie. Hierauf und auf der gründlichen Vorpraxis aufbauend, werden weitgehend im Sinne der Bedürfnisse die grundlegenden technischen Fächer und die Einzelfachgebiete des Ingenieurberufs durch Vortrag und reichliche Übungen gelehrt. Umfangreiche und nach dem neuesten Stande der Wissenschaft und Praxis eingerichtete Laboratorien für Chemie, Physik, Starkstrom- und Fernmeldetechnik, Kraftmaschinen-, Werkzeugmaschinen- und Autobau, Technologie, Textiltechnik usw., eine amtliche Autoprüfstelle, eine Werkstatt für Segelflugzeugbau, eine Lehrwerkstatt für Autogen- und Elektroschweißung, eine vorzügliche Materialprüfanstalt für Werkstoffe des Maschinen-, Hoch- und Tiefbaues, die sowohl Prüfungen für die Industrie ausführt als auch für Lehrübungen eingerichtet ist, erhöhen den Wert des Studiums durch anschauliche Versuche und durch Einführung in die Bedürfnisse der Industrie.

Das Recht auf uneingeschränktes Hochschulstudium und die Zulassung zu den akademischen Prüfungen ist den Absolventen der Akademie seit 1902 ausdrücklich gewährt. Nach wie vor gelingt es alten Chemnitzern, in etwa sechs Semestern das Studium einschließlich der Diplomprüfung

abzuschließen. Ferner ist das Vollstudium an den Handelshochschulen Leipzig und Nürnberg zugestanden. Die Akademie will deshalb aber keine Vorschule von Hochschulen sein, vielmehr erblickt sie ihr Ziel darin, selbst tüchtige Ingenieure heranzubilden. Sie ist eben eine technische Akademie mit streng wissenschaftlicher Behandlung des Lehrstoffes bei starker Betonung der praktischen Ingenieurausbildung.

Die körperliche Eräftigung der studierenden Jugend wird im Rahmen des Lehrplans durch turnerische und sportliche Übungen gepflegt, und

die Zugehörigkeit zu den Verbänden der Partei ist schon immer vom Hause betont worden.

So steht die hundertjährige Bildungsstätte, umringt von einer unabsehbaren Reihe dankbarer Schüler und betreut von einer arbeitsfreudigen praxisnahen Lehrerschaft, unter der zielbewußten Leitung des seit zehn Jahren amtierenden Akademiedirektors Prof. Dr.-Ing. Schimpke an der Schwelle des zweiten Jahrhunderts, in sich gefestigt und gewillt, ihre Aufgabe auch weiterhin zu erfüllen.
Unold.

Vermischtes.

Der Deutsche Binnenschiffahrtstag 1936 wird im Zusammenhang mit der 64. ordentlichen Hauptversammlung des Zentral-Vereins für deutsche Binnenschiffahrt e.V. und der diesjährigen Mitgliederversammlung des Vereins zur Wahrung der Rheinschiffahrtsinteressen e.V. am 27. und 28. Mai in Duisburg abgehalten. Am 29. Mai findet er mit der Hauptversammlung der Hafenbautechnischen Gesellschaft in Düsseldorf seine Fortsetzung. Im Mittelpunkt der Tagung steht eine Kundgebung im Duisburger Stadttheater am 28. Mai, auf der neben dem Vorsitzenden Generaldirektor Dr. h. c. Joh. W. Welker (Duisburg) der Herr Reichs- und Preußische Verkehrsminister Freiherr von Eltz-Rübenach, der Leiter der Reichsbetriebsgemeinschaft Verkehr und öffentliche Betriebe Herr Körner und Oberbürgermeister Dillgardt (Duisburg) sprechen werden. Den Hauptvortrag über „Wirtschaft und Binnenschiffahrt“ hält der Vorsitzende des Vereins für die bergbaulichen Interessen Bergassessor Dr.-Ing. Brandt. Unter den Fachvorträgen sind besonders beachtenswert die Referate über „Die Fortschritte der Schiffbautechnik“ (Dr.-Ing. Kempf, Leiter der Hamburgischen Schiffbauversuchsanstalt, Hamburg), „Die Binnenschiffahrt im Zuge der neuen deutschen Rechtsentwicklung“ (Rechtsanwalt und Notar Dr. Prause, Breslau) und „Kraftwagen und Binnenschiffahrt“ (Präsident Dr.-Ing. Scholz, Reichs-Kraftwagen-Betriebsverband, Berlin).

Auskunft in Berlin: Geschäftsstelle des Zentral-Vereins für deutsche Binnenschiffahrt e.V., Berlin NW 87, Klopstockstraße 42; in Duisburg: Geschäftsstelle des Vereins zur Wahrung der Rheinschiffahrtsinteressen e.V., Duisburg, Haus Rhein.

Dieselrammen. Für Rammarbeiten aller Art waren schon vor längerer Zeit Geräte entstanden, die zum Heben des Bären explosive Benzin- oder Benzol-Luftgemische unmittelbar im Bären verwenden¹⁾. Kürzlich ist es nun gelungen, einen Rammbären zu entwickeln, der mit denselben Kraftstoffen wie ein Dieselmotor betrieben wird und bei dem wie an den Explosionsrammen das Anheben durch den Bären selbst geschieht. Wie am Dieselmotor sind die Betriebskosten der Dieselramme ungewöhnlich niedrig. Es werden z. B. mit dem Rammbären von 310 kg Gewicht in 7 h reiner Schlagzeit nur 4,5 kg Gasöl und 1,1 kg Motorenöl verbraucht.

Gebaut werden die Dieselrammen nach Pat. von Prof. Seidl in einer kleineren Ausführung (300 kg Bärgewicht, Abb. 1) von der Delmag, Eßlingen, und in größerer Bauart (bis 1800 kg) von Menck & Hambrock G. m. b. H.

Das Unterteil des Dieselbären (Abb. 2) enthält die Brennstoffpumpe und den Treibstoffbehälter. Auf der Oberseite ist der Kolben angebracht. Der Bärkörper, in den der Zylinder, zur Kolbenlage passend, eingebohrt ist, ist an zwei Stangen geführt, die vom Unterteil gehalten werden und durch ein Querstück an den oberen Enden verbunden sind.

Soll die Ramme in Betrieb gesetzt werden, so zieht man den Bärkörper durch eine Handwinde hoch und läßt ihn fallen. Durch den Auf-

schlag des Bären auf den Unterteil wird im Zylinder die Verdichtung erzeugt, die zur Selbstzündung des eingespritzten und zerstäubten Kraftstoffes führt. Die darauf folgende Explosion treibt den Bären hoch. Beim Schlagen trennen sich Kolben und Zylinder, wobei der Auspuff und die Spülung stattfinden. Die Fallhöhe des Bären kann man an den Ausführungen von Menck & Hambrock G. m. b. H. durch Drehen einer Steuerstange mit Hilfe von Steuerseilen zwischen 0,6 und 1,2 m verändern. Die Schlagzahl beträgt 55 bis 70 Schläge/min. Schlag und Zündung geschehen gleichzeitig. Die Schlagwirkung ist die gleiche wie die einer Freifallramme. Infolge der verhältnismäßig niedrigen Fallhöhe fällt der Schlag gedämpft aus und zieht dadurch in der Nähe liegende Bauwerke weniger in Mitleidenschaft. Da die Bärenhöhe niedrig ist, kann man mit den Dieselrammen auch unter Brücken oder in niedrigen Räumen arbeiten. Die Bären können an einem Rohr-Rammgerüst (Abb. 3) oder frei an Seilen hängend verwendet werden.

Die Rammen müssen gut gewartet werden, da die Energieerzeugung im Bären selbst stattfindet. Menck & Hambrock G. m. b. H. baut die Dieselrammen in fünf Größen mit 310, 500, 800, 1200 und 1800 kg Bärgewicht. — Die Ramme wird auch mit einem Schnellschlagbären versehen.

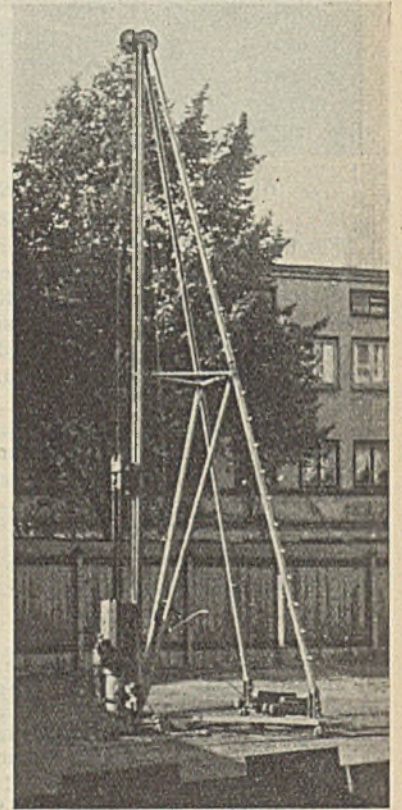


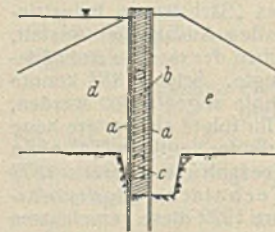
Abb. 3. Rohrgerüst für Dieselbären (Menck & Hambrock, G. m. b. H.).

Patentschau.

Dichtungskern für Erdämme, insbesondere Staudämme. (KI. 84 a, Nr. 604 204 vom 15. 11. 1930 von Dr.-Ing. F. Collorio in Osterode, Harz.)

Um die den Bestand des Dammes gefährdende Rissebildung zu vermeiden und eine Verbilligung in der Herstellung der Dichtungskerne zu erreichen, wird der Dichtungskern aus zwei oder mehr hintereinander angeordneten, nicht miteinander verbundenen dichten elastischen, im Baugrund verankerten Wänden hergestellt und der Zwischenraum zwischen den Wänden mit durchlässigem Füllstoff ausgefüllt. Die Wände *a* sind zur Aufnahme der Kontrolleinrichtungen *c* genügend weit voneinander entfernt und können den je nach dem Wechsel des Wasserspiegels auftretenden erheblichen Bewegungen

der Schüttung *de* ohne Zerstörung ihres Gefüges folgen. Wenn später der Baustoff der Wände verrottet und brüchig ist, kann der zwischen den Wänden liegende Füllstoff *b* durch Zementinspritzungen oder durch Einspülung von Lehm verdichtet werden.



Berichtigungen.

In Bautechn. 1936, Heft 18, S. 249, ist in den Abb. 2 u. 3 die Höhenzahl + 488,00 dreimal zu berichtigen in + 448,00.

In Bautechn. 1936, Heft 17, S. 242, r. Sp. Fußnote, ist anstatt DRP. 612492 zu setzen: DRP. 612494.

INHALT: Wehrverschlüsse mit Aufsatzklappe. — Vorschläge zu den Entwurfsarbeiten für Kraftwagenstraßen im Flachlande. — Die neuen Hochbehälter der Wasserversorgung von Ulm a. Donau. — Zur Hundertjahrfeier der Chemnitzer Akademie. — Vermischtes: Der Deutsche Binnenschiffahrtstag 1936. — Dieselrammen. — Patentschau. — Berichtigungen.

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



Abb. 1. 300 kg-Dieselramme der Delmag beim Rammen von Larssen-Spundwänden.

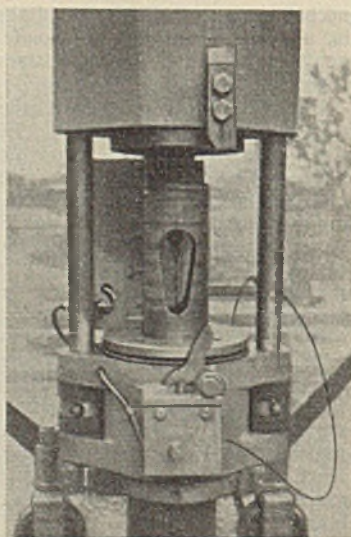


Abb. 2. Diesel-Rammbär (Delmag). Der Bärkörper ist ausgehoben, so daß der Kolben auf dem Unterteil sichtbar ist.

¹⁾ Bautechn. 1934, Heft 28, S. 409, und 1932, Heft 30, S. 398.