

DIE BAUTECHNIK

12. Jahrgang

BERLIN, 18. Mai 1934

Heft 21

Alle Rechte vorbehalten.

Versuche mit gegliederten Holzstützen.

Von Prof. Otto Graf, Technische Hochschule Stuttgart.

Durch Versuche, die in den Jahren 1927 bis 1929 ausgeführt wurden¹⁾, ist darauf aufmerksam gemacht worden, daß für die Ermittlung der Tragfähigkeit gegliederter Holzstützen nicht das volle rechnerische Trägheitsmoment eingeführt werden darf. Die damaligen Feststellungen sowie weitere, für die Deutsche Reichsbahn ausgeführte Versuche²⁾ wurden bei Abfassung der DIN 1052 benutzt. Dasselbst ist im § 7 folgendes verlangt:

Bezeichnet J_1 das Trägheitsmoment des mehrteiligen Druckstabes und J_0 das des Vollstabes, das durch Zusammenschieben der Einzelquerschnitte entstehen würde, so ist zur Ermittlung der Knickzahl ω als wirksames Trägheitsmoment J_w des mehrteiligen Druckstabes

$$(1) \quad J_w = J_0 + \frac{J_1 - J_0}{4}$$

anzunehmen.

Bei mehrteiligen Stäben mit hochwertigen Bindungen (starke Verbolzung mit besonders wirksamen Zwischenstücken, federnd gespannten Rahmenaussteifungen, durchgehenden Längsbindungen usw.) kann ein höheres wirksames Trägheitsmoment bis

$$(2) \quad J_w = J_0 + \frac{J_1 - J_0}{2}$$

auf Grund von Versuchen ermittelt werden.

der Herr Reichspostminister Mittel bereitgestellt, um zu prüfen, ob Stützen aus amerikanischem Pechkiefernholz mehr leisten als solche aus deutschem Kiefernholz, und ob Stützen der Bauart Meltzer widerstandsfähiger sind, als die bis dahin untersuchten Stützen aus zwei oder vier starken Lamellen³⁾, die unter Benutzung von Querhölzern durch Schrauben oder durch Schrauben und Dübel verbunden waren. Über diese Versuche wird unter A. berichtet.

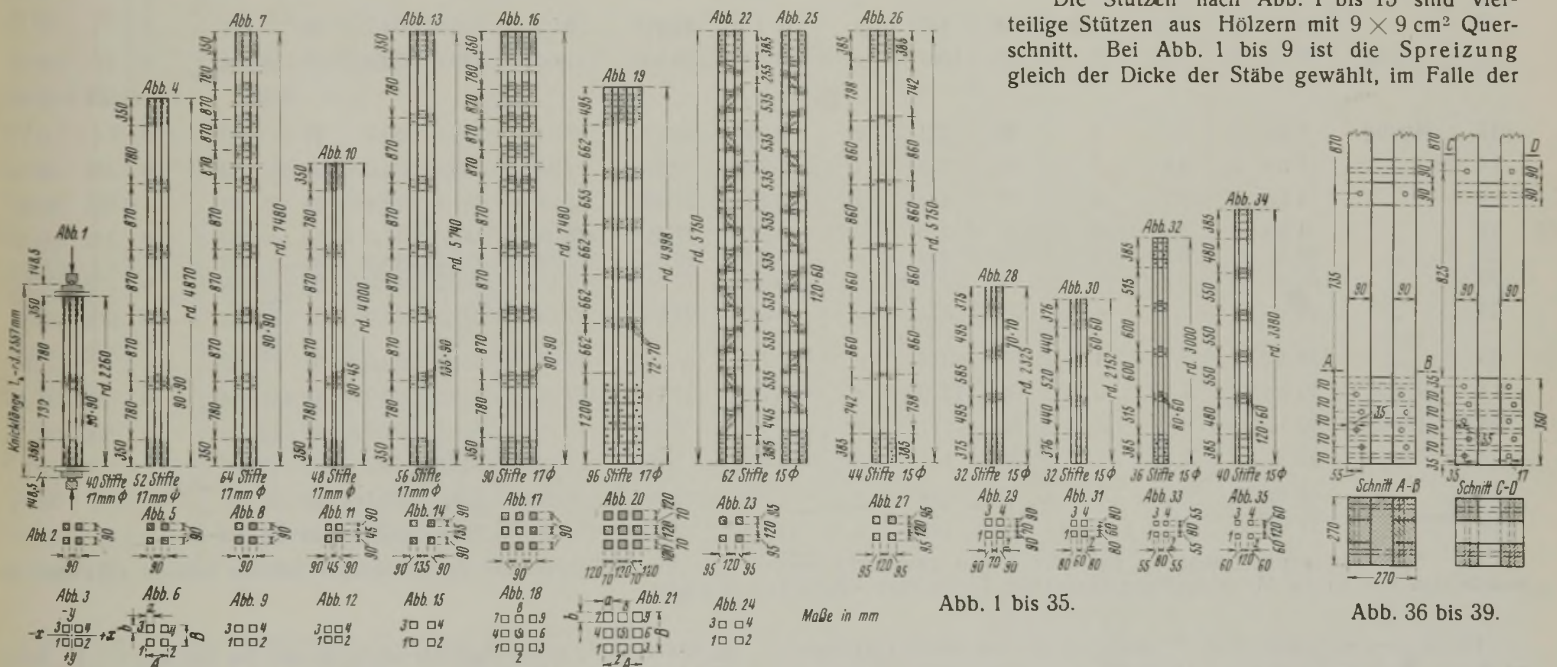
Schon vorher sind die früheren Versuche unmittelbar ergänzt worden; dabei handelt es sich um zweiteilige Stützen mit Schrauben, deren Einzelstäbe abweichend von früheren Ausführungen zwischen den Beihölzern, also im freien Teile der Lamellen, durch Schrauben verbunden wurden, um die Reibung der Querverbindung mehr als bisher zur Geltung zu bringen⁴⁾. Davon ist einiges unter B. mitgeteilt⁵⁾.

A. Versuche mit Stützen aus deutschem Kiefernholz und aus amerikanischem Pechkiefernholz.

1. Bauart und Abmessungen der Stützen.

Über die Bauart der Stützen geben Abb. 1 bis 35 Auskunft. Die Abmessungen der Hölzer sind in der Zusammenstellung 1 angegeben.

Die Stützen nach Abb. 1 bis 15 sind vierteilige Stützen aus Hölzern mit $9 \times 9 \text{ cm}^2$ Querschnitt. Bei Abb. 1 bis 9 ist die Spreizung gleich der Dicke der Stäbe gewählt, im Falle der



Wenn nichts anderes vereinbart wird, sollen dabei die Sicherheitszahlen $\nu = 3,75$ bis $5,25$ (gemäß Abb. 2 der DIN 1052) betragen⁶⁾.

Hiernach darf das durch die Spreizung entstehende Mehr des rechnerischen Trägheitsmomentes J_1 im allgemeinen nur zu einem Viertel, im günstigsten Falle zur Hälfte als wirkend eingeführt werden. Für die Beurteilung nach Gl. (2) kommen zur Zeit verleimte Stützen in Betracht, wenn die Bauteile dauernd trocken bleiben, auch bei der Verleimung lufttrocken waren⁷⁾.

Es erschien geboten, weiter zu verfolgen, ob andere als die bis dahin geprüften Stützen zuverlässig mehr tragen, als Gl. (1) angibt. Hierzu hat

¹⁾ Bautechn. 1928, Heft 15, S. 209 ff.; Festschrift der Technischen Hochschule Stuttgart zur Vollendung ihres 1. Jahrhunderts 1929, S. 119; ferner Heft 319 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, herausgegeben vom VDI, Berlin 1930.

²⁾ Vgl. Schaechterle, Bautechn. 1932, Heft 37, S. 468 ff., sowie Heft 38, S. 481 ff.

³⁾ Die Deutsche Reichspost verlangt für Turmbauten $\nu = 3$, weil dabei besondere Verhältnisse vorliegen und weil die bisherige Erfahrung diesen Sicherheitsgrad für die Turmbauten als genügend ergeben hat.

⁴⁾ Vgl. Heft 319 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, S. 14, sowie Bauing. 1931, S. 864, Abb. 6.

Abb. 10 bis 12 gleich der halben Stabdicke und bei Abb. 13 bis 15 gleich der 1,5fachen Stabdicke. Die Einzelheiten der Verbindungen sind in Abb. 36 bis 39 wiedergegeben.

Die Stützen nach Abb. 1, 4 u. 7 unterscheiden sich lediglich durch ihre Knicklänge; der Schlankheitsgrad beträgt nach DIN 1052 $\lambda_w = \text{rd. } 39, 79$ und 118 . Bei den Stützen nach Abb. 10 u. 13 ist $\lambda_w = \text{rd. } 73$ und 81 , also wenig verschieden von dem rechnerischen Schlankheitsgrade der Stützen nach Abb. 4.

Die Stützen nach Abb. 16 bis 21 sind neunteilig mit Hölzern 9×9 und $12 \times 12 \text{ cm}$, bei 9 bzw. 7 cm Spreizung. λ_w beträgt bei Abb. 16 rd. 77, bei Abb. 19 rd. 44.

In den Stützen nach Abb. 22 bis 25 sind die Querhölzer geneigt zur Stabachse angeordnet. λ_w beträgt rd. 83.

⁵⁾ Der Vergleich erstreckt sich hier nur auf die Tragfähigkeit.

⁶⁾ Genagelte Stützen mit durchgehenden Stegen lieferten Höchstlasten nach Gl. (1). Vgl. Stoy, Bautechn. 1933, S. 586 u. 587.

⁷⁾ Die Kosten der Versuche haben die Deutsche Reichsbahngesellschaft sowie der Württembergische Forstwirtschaftsrat getragen.

⁸⁾ Die Versuche unter A. und B. hat Herr Ingenieur Kaufmann durchgeführt; ferner war Herr Ingenieur Roller beteiligt.

Zusammen-																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15		16		17
													Schlankheitsgrade		Krümmung des Stabes vor dem Versuch, vgl. Abb. 3		x	y	
													λ_1	λ_w	mm	mm			
Bezeichnung des Probekörpers	Bauart des Stabes vgl. Abb.	Dicke cm	Anzahl der Querverbindungen	Anzahl der Stifte	Querschnitt f_k cm ²	Bezugsachse	Trägheitsmomente			Stablänge l cm	Knicklänge l _K cm	Probekörper		0	0				
							J ₀ cm ⁴	J ₁ cm ⁴	J _w cm ⁴			0	0						
19	4teilig	1 bis 3	9,2	3	40	326	y	8 993	29 523	14 126	225,9	255,6	27	39	0	0			
20	"	1 bis 3	9,4	3	40	316	x	8 598	28 951	13 687	225,9	255,6	27	39	0	0			
1	"	4 bis 6	9,4	6	52	321	x	8 483	29 035	13 621	487,3	517,0	54	79	+ 3	- 2			
2	"	4 bis 6	9,3	6	52	313	y	8 225	27 851	13 132	487,0	516,7	55	80	0	0			
8	"	7 bis 9	9,3	9	64	330	y	8 993	29 979	14 240	748,1	777,8	82	118	+ 3	+ 5			
9	"	7 bis 9	9,3	9	64	322	x	8 555	28 818	13 620	748,0	777,7	82	119	- 7	+ 5			
15	"	10 bis 12	4,8	5	48	326	x	8 993	17 984	11 241	400,1	429,8	58	73	0	0			
16	"	10 bis 12	5,0	5	48	317	y	8 319	17 298	10 563	400,2	429,9	58	74	0	0			
10	"	13 bis 15	13,9	7	56	326	x	8 651	44 453	17 601	574,2	603,9	52	82	- 2	0			
11	"	13 bis 15	14,1	7	56	338	y	9 294	47 630	18 878	574,2	603,9	51	81	0	0			
6	9teilig	16 bis 18	9,3	9	90	719	x	42 668	161 620	72 406	748,1	777,8	52	78	- 2	- 2			
7	"	16 bis 18	9,5	9	90	719	x	42 347	166 063	73 276	747,9	777,6	51	77	0	- 4			
3	4teilig mit Schrägstreben	22 bis 25	12,3	2	62	352	y	10 135	43 537	18 485	574,9	604,6	54	83	- 1	- 1			
4	"	22 bis 25	12,0	2	62	358	x	10 633	43 746	18 911	574,7	604,4	55	83	0	0			
12	4teilig	26 u. 27	12,3	2	44	356	y	10 242	43 998	18 681	574,9	604,6	54	84	0	0			
13	"	26 u. 27	12,2	2	44	345	y	9 920	42 245	18 001	575,0	604,7	55	84	0	0			
0	9teilig	19 bis 21	7,2	6	93	1267	y	133 400	326 100	181 600	499,8	529,5	33	44	0	0			
Probekörper																			
17	4teilig	1 bis 3	9,2	3	40	321	y	8 555	28 526	13 547	225,6	255,3	27	39	0	0			
18	"	1 bis 3	9,2	3	40	326	x	8 942	29 358	14 046	225,9	255,6	27	39	0	0			
5	"	4 bis 6	9,2	6	52	313	y	8 364	27 889	13 245	487,1	516,8	55	79	+ 4	+ 4			
21	"	4 bis 6	9,2	6	52	315	y	8 225	27 718	13 098	487,3	517,0	55	80	0	0			
22	"	30 u. 31	6,2	4	32	254	y	5 208	13 815	7 360	215,2	244,9	33	46	+ 2	0			
23	"	30 u. 31	6,2	4	32	252	y	5 309	13 942	7 467	215,2	244,9	33	45	0	+ 1			
24	"	28 u. 29	7,1	4	32	321	y	8 579	22 837	12 143	232,5	262,2	31	43	0	0			
25	"	28 u. 29	7,1	4	32	324	y	8 748	23 183	12 357	232,3	262,0	31	42	- 1	+ 1			
14	9teilig	19 bis 21	7,1	6	96	1279	x	135 739	323 149	182 591	500,2	529,9	33	44	0	0			
26	4teilig	32 u. 33	8,1	5	36	117	y	1 134	5 598	2 250	298,1	327,8	47	75	0	0			
27	"	32 u. 33	8,1	5	36	115	y	1 092	5 451	2 182	300,0	329,7	48	76	+ 4	- 1			
28	"	34 u. 35	12,0	6	40	144	y	1 728	12 096	4 320	338,0	367,7	40	67	+ 3	+ 3			
29	"	34 u. 35	12,2	6	40	142	y	1 706	12 202	4 330	336,5	366,2	40	66	- 5	- 1			

*) Sollten genaue Angaben über die Maße gewünscht werden, die die Einzelteile der Versuchskörper bei der Prüfung aufwiesen, so wende man sich an die Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart.

Die Stützen nach Abb. 26 u. 27 haben nur an den Enden Querhölzer; an den in Abb. 26 ersichtlichen Abschnitten waren Querverbindungen aus Stahlstiften; im übrigen weisen die Stützen die gleichen Abmessungen auf wie die Stützen nach Abb. 22 u. 25.

Die Stützen nach Abb. 22 bis 35 sind auf Wunsch von Herrn Paul Meltzer aufgenommen worden. Über die Stützen nach Abb. 28 bis 35 geben die Zeichnungen und die Zusammenstellung 1 Auskunft.

Der Schlankheitsgrad der Einzelstäbe ist in der Regel unter $\lambda = 34$ gehalten, wobei als Knicklänge die Entfernung der Mitten der Querverbindungen gilt. Nur bei den Stützen nach Abb. 32 wurde $\lambda = \text{rd. } 38$ erreicht.

2. Herstellung der Stützen.

Die Stützen sind von der Firma Paul Meltzer hergestellt worden.

Die Druckflächen wurden in der Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart genau eben und senkrecht zur Stabachse bearbeitet.

3. Eigenschaften der verwendeten Hölzer und der Bolzen.

Über den Feuchtigkeitsgehalt der Hölzer zur Zeit der Prüfung der Stützen ist in den Spalten 29 bis 31 der Zusammenstellung 1 berichtet; er betrug beim deutschen Kiefernholz 17,1 bis 28%, beim Pechkiefernholz 16 bis 23,7%; im Durchschnitt war der Unterschied unerheblich.

Die Druckfestigkeit ist in den Spalten 25 bis 27 der Zusammenstellung 1 angegeben; sie fand sich beim deutschen Kiefernholz zu 208

bis 438 kg/cm², beim Pechkiefernholz zu 347 bis 641 kg/cm², im Mittel beim deutschen Kiefernholz zu 326 kg/cm², beim Pechkiefernholz zu 464 kg/cm². Dabei ist zu beachten, daß das von der Firma Meltzer gelieferte Pechkiefernholz erheblich schwerer war als das deutsche Kiefernholz. Nach Spalte 28 der Zusammenstellung 1 betrug das Raumgewicht von 1 l des deutschen Kiefernholzes 0,46 bis 0,63, das des Pechkiefernholzes 0,65 bis 0,75 kg⁹⁾.

Die weitere Beurteilung der Beschaffenheit der Hölzer geschah nach der Ästigkeit. Dabei ist gemäß dem Normungsvorschlag des Verfassers verfahren worden¹⁰⁾, in dem folgende Grenzen der Astgrößen vorgehoben sind:

	Klasse A (gewöhnliches Bauholz)	Klasse B	Klasse C (Sonderklasse)	
Größter Astdurchmesser an den Kanten	1/3	1/5	1/8	der Breite der Fläche der Breite der Fläche cm
Im übrigen höchstens	1/2	1/3	1/5	
Überhaupt höchstens	8	6	4	
Summe der Astdurchmesser an jeder der 4 Flächen auf einer beliebig gelegenen Stablänge von 15 cm	2/3	1/2	2/5	der Breite der Fläche

⁹⁾ Vgl. auch Graf, Mitteilungen des Fachausschusses für Holzfragen 1932, Heft 4, S. 1 ff. — ¹⁰⁾ Ebenda S. 30.

stellung 1.

18		19		20				21			22			23			24			25			26			27			28			29			30			31			32								
Knicklast beim Versuch		σ_K		Knick- richtung des Stabes				Rechnungsmäßige Knick- spannungen für die Knickrichtung				Druckfestigkeit des Holzes in kg/cm ²			Mittleres Raum- gewicht r des Holzes			Feuchtigkeitsgehalt des Holzes in % des Trockengewichts			Klasseneinteilung der Hölzer Stab																												
P kg	σ_K kg/cm ²	(vgl. Abb. 3)		σ_1 kg/cm ²	$\frac{\sigma_K}{\sigma_1}$	σ_w kg/cm ²	$\frac{\sigma_K}{\sigma_w}$	von	bis	Mittel- werte	von	bis	Mittel- werte	kg/l	von	bis	Mittel- werte	1	2	3	4	5	6	7	8	9																							
aus Kiefernholz																																																	
68 500	210	{ +x }		246	0,85	222	0,95	316	417	380	0,56	18,1	20,7	19,9	B	B	B	C																															
72 000	228	{ -y }		246	0,93	222	1,03	393	438	408	0,57	18,7	20,1	19,5	B	B	C	C																															
30 500	95	{ -y }		192	0,49	142	0,67	242	350	304	0,52	19,6	20,5	20,0	A	A	A	B																															
30 100	96	{ +x }		190	0,51	140	0,69	270	330	305	0,51	19,6	20,5	19,9	A	A	A	A																															
20 800	63	{ -x }		136	0,46	72	0,87	295	379	330	0,52	20,1	23,6	21,8	A	A	A	B																															
13 400	42	{ +y }		136	0,31	71	0,59	280	346	300	0,54	19,5	22,8	20,8	A	A	A	A																															
40 900	125	{ -y }		184	0,68	154	0,81	348	375	361	0,63	18,8	20,5	19,6	C	B	C	B																															
35 900	113	{ -x }		184	0,61	152	0,74	294	367	328	0,56	19,5	20,7	20,2	C	C	C	B																															
22 400	69	{ +y }		196	0,35	136	0,51	227	316	284	0,46	18,9	20,5	19,6	A	A	C	B																															
25 400	75	{ -x }		198	0,38	138	0,54	314	362	339	0,50	18,0	20,2	18,8	A	B	A	B																															
55 600	77	{ -y }		196	0,39	144	0,53	314	393	358	0,53	17,4	20,3	18,7	B	C	C	B	< A	C	< A	< A	< A	< A	< A	< A	< A	A																					
53 900	75	{ -y }		198	0,38	146	0,51	279	395	343	0,53	17,1	19,6	18,7	B	A	A	A	< A	B	< A	< A	< A	< A	< A	< A	< A	< A	A																				
40 400	115	{ +x }		192	0,60	134	0,86	261	297	275	0,46	18,9	20,0	19,6	A	B	A	A																															
39 000	109	{ -y }		190	0,57	134	0,81	250	312	287	0,50	18,7	21,8	20,0	A	A	A	B																															
32 700	92	{ +x }		192	0,48	132	0,70	331	374	352	0,48	17,3	18,6	18,1	A	B	B	B																															
25 900	75	{ +x }		190	0,39	132	0,57	286	358	317	0,46	17,9	18,3	18,2	C	A	A	A																															
196 000	155	{ -x }		234	0,66	212	0,73	208	339	276	0,46	21,0	28,0	25,0																																			
aus Pechkiefernholz																																																	
84 800	264	{ -x }		246	1,07	222	1,19	377	460	426	0,66	19,5	20,2	19,8	C	C	C	C																															
74 300	228	{ -y }		246	0,93	222	1,03	371	428	397	0,65	19,3	21,3	20,2	C	C	C	B																															
36 100	115	{ +x }		190	0,61	142	0,81	365	510	459	0,75	18,6	20,4	19,9	B	C	C	A																															
52 600	167	{ -x }		190	0,88	140	1,19	457	509	482	0,68	18,6	21,1	19,7	C	A	C	C																															
73 000	287	{ +x }		234	1,23	208	1,38	440	484	454	0,72	19,0	21,0	19,9	C	C	C	C																															
71 000	282	{ -x }		234	1,20	210	1,34	419	485	457	0,67	19,8	20,4	20,0	C	C	C	C																															
89 000	277	{ -y }		238	1,16	214	1,29	347	533	458	0,75	18,5	22,5	20,5	C	C	C	C																															
101 500	313	{ +y }		238	1,32	216	1,45	405	536	496	0,74	20,5	21,8	21,0	C	C	C	B																															
291 000	228	{ -y }		234	0,97	212	1,08	351	456	406	0,67	19,7	23,7	21,5	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C														
18 800	161	{ -x }		206	0,78	150	1,07	472	548	509	0,66	17,2	19,3	18,4	C	C	C	C																															
24 900	216	{ +x }		204	1,06	148	1,46	533	641	582	0,72	16,0	18,2	17,2	C	C	C	C																															
21 200	147	{ +x }		220	0,67	166	0,89	446	574	517	0,68	17,6	19,2	18,1	C	C	C	C																															
21 000	148	{ -x }		220	0,67	168	0,88	—	—	—	—	—	—	—	C	C	C	C																															

Das Ergebnis der zugehörigen Feststellungen ist in der Spalte 32 der Zusammenstellung 1 wiedergegeben. Hiernach war das verwendete deutsche Kiefernholz weit ästiger als das Pechkiefernholz. Zum Beispiel waren in den Stützen aus deutschem Kiefernholz 37 Stäbe der Klasse A, in denen aus Pechkiefernholz nur zwei solche. Dieser Umstand ist m. E. bei der Beurteilung der Ergebnisse als wesentlich zu berücksichtigen. Dabei sei dahingestellt, ob es möglich ist, deutsches Kiefernholz in ausreichender Menge so zu beschaffen, daß es dem hier verwendeten Pechkiefernholz gleichwertig ist.

Die Bolzen, zum Teil aus Bronze, zum Teil aus Stahl, besaßen eine Zugfestigkeit von rd. 59 bis rd. 80 kg/mm².

4. Prüfung der Stützen.

Die Art der Belastungseinrichtung ist aus Abb. 1 ersichtlich¹¹⁾. Die Stützen wurden mit den Mitten ihrer Endflächen in die Maschinenachse gestellt und langsam und in Stufen belastet.

5. Versuchsergebnisse.

Über die Höchstlasten, sowie über die zugehörigen Knickspannungen σ_K geben die Spalten 18 und 19 der Zusammenstellung 1 Auskunft. Die Knickrichtung ist in Spalte 20 angegeben. Die Trägheitsmomente J_0 , J_1 und J_w finden sich in den Spalten 9 bis 11, die Stablänge und die Knicklänge in den Spalten 12 und 13 (vgl. auch Abb. 1).

In der Spalte 21 sind die Spannungen σ_1 eingetragen, die sich ergeben, wenn das volle Trägheitsmoment J_1 als wirksam angesehen und im übrigen gemäß DIN 1052 verfahren wird.

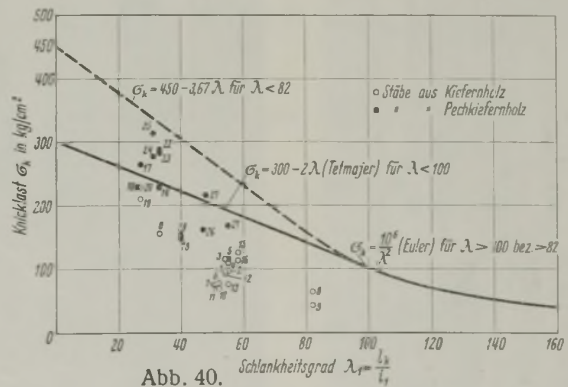


Abb. 40.

Diese Ergebnisse sind in Abb. 40 zeichnerisch dargestellt. Zum Slankheitsgrad λ_1 sind die beim Versuch erreichten Werte σ_K aufgetragen. Die beigeschriebenen Zahlen sind die in der Spalte 1 der Zusammenstellung 1 angegebenen Nummern der Stützen. Die offenen Kreise gelten für Stützen aus deutschem Kiefernholz, die geschlossenen für Stützen aus Pechkiefernholz. Für den Bereich bis $\lambda = 100$ ist eine ausgezogene

¹¹⁾ Weiteres s. Bauing. 1926, S. 277 ff., sowie 1931, S. 862 ff.

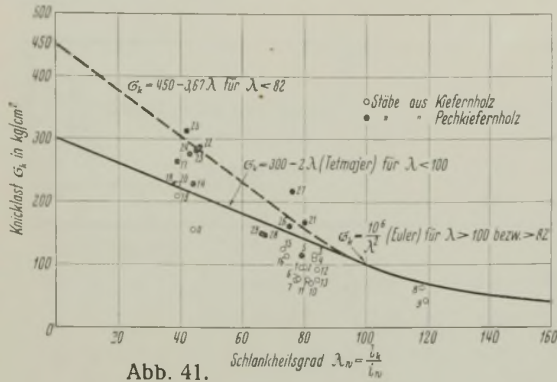


Abb. 41.

Gerade eingezeichnet, die die rechnerischen Höchstlasten nach DIN 1052 wiedergibt, wenn die Druckfestigkeit des Holzes zu 300 kg/cm² vorausgesetzt wird. Der Wert 300 kg/cm² ist etwas kleiner als die für das deutsche Kiefernholz gefundene mittlere Druckfestigkeit (vgl. unter A. 3)¹²⁾. Die gestrichelte Gerade gilt für Holz mit der Druckfestigkeit von 450 kg/cm²; diese Zahl liegt nahe dem Mittelwert des Pechkiefernholzes, wie es in den Stützen der Zusammenstellung 1 geliefert wurde. Für Stützen mit $\lambda > 82$ bzw. > 100 ist die Eulerlinie nach DIN 1052 eingetragen.

Die Stützen aus deutschem Kiefernholz haben nach Abb. 40 durchweg kleinere Höchstlasten geliefert, als sie bei Einführung des Trägheitsmomentes J_1 ermittelt werden. Dasselbe gilt für die Stützen aus Pechkiefernholz, wenn dabei sinngemäß auf die gestrichelte Linie der Abb. 40 Bezug genommen wird. — Wird das Trägheitsmoment gemäß Gl. (1) eingeführt und damit der Schlankheitsgrad λ_w ermittelt, so finden sich die in Abb. 41 dargestellten Beziehungen zwischen Versuch und Rechnung. Werden hier zunächst die offenen Kreise, gültig für die Stützen aus deutschem Kiefernholz, in bezug auf ihre Lage zu dem ausgezogenen Linienzug betrachtet, so zeigt sich, daß der Rechnungswert nur mit der Stütze 20 (Bauart nach Abb. 1 bis 3) erreicht wurde; alle übrigen Stützen trugen weniger, als die Rechnung erwarten ließ.

Bei den Stützen aus Pechkiefernholz haben vier Stützen größere Höchstlasten geliefert, als die Rechnung nach der gestrichelten Linie angibt. Im Mittel blieben die Versuchswerte wohl kleiner als die Rechnungswerte; jedoch ist der Unterschied geringer als bei den Stützen aus deutschem Holz¹³⁾.

¹²⁾ Mitteilungen des Fachausschusses für Holzfragen, Heft 4, S. 12.

¹³⁾ Die Deutsche Reichspost setzt für ausgesuchtes astarmes Pechkiefernholz $\sigma_{zul} = 110$ kg/cm² bei $\nu = 3$. Wird dementsprechend in Abb. 41 für die Schlankheitsgrade bis $\lambda_w = 100$ eine Linie für $\sigma_k = 330 - 2 \lambda$ kg/cm² eingezeichnet, so bleibt die Mehrzahl der Versuchswerte von Stützen aus Pechkiefernholz über dieser Linie.

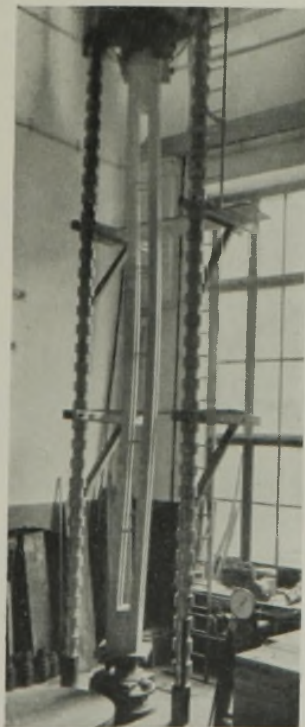
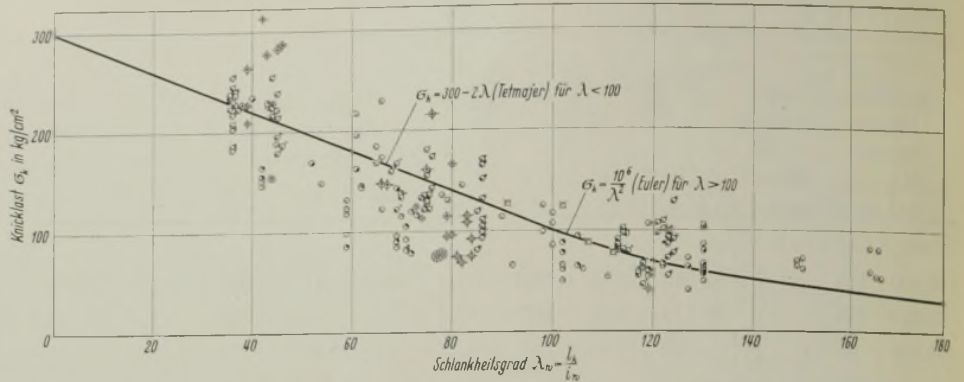


Abb. 44. Stütze 12, Bauart nach Abb. 26 u. 27, nach dem Ausrücken.



Abb. 45. Stütze 17, Bauart nach Abb. 1 bis 3, nach dem Druckversuch. Zerstörung bei Stab 2 unten.



○ Versuche 1975 (MPA) ohne Dübel mit	○ Versuche 7121 (DRG) Versuchsgruppe I	○ Versuche 7541, Bauart Meltzer
○ Versuche 2628 (DRG)	○ Spreizung ohne	○ Teilung 4 teilig
○ Versuche 5630 (DRG) rd. 12 Tage alt, ohne Dübel mit	○ ohne mit	○ Spreizung 0,5 d
○ * * * * * 6 Monate alt, ohne	○ 0 d	○ 0,75 bis 1 d
	○ 1 d	○ 1,3 bis 1,5 d
	○ 2 d	○ 2 d
	○ 3 d	○ 3 d
		○ 9 teilig
		○ 0,6 d
		○ 1 d

Abb. 42.

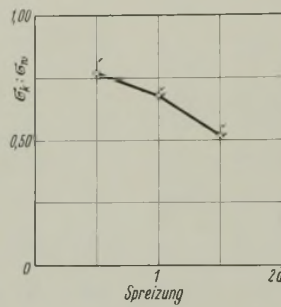


Abb. 43.

Der Unterschied, der sich hier für die Stützen aus verschiedenen Hölzern ergab, ist offensichtlich zunächst eine Folge der verschiedenen Druckfestigkeit der Hölzer. Weiter hat die größere Ästigkeit des verwendeten deutschen Kiefernholzes die Festigkeit der daraus gefertigten Stützen beeinflusst¹⁴⁾.

Will man weiterhin ein Urteil gewinnen über die Bedeutung der Bauart der Stützen

¹⁴⁾ Vgl. Bautechn. 1928, S. 209 ff. — Daß die Ästigkeit der Hölzer die Festigkeit von Stützen mit gebräuchlichen Schlankheitsgeraden wesentlich beeinflusst, erhellt aus den Versuchen von Newlin und Gahagan im Technical Bulletin 167 des United States Department of Agriculture, Washington 1930.

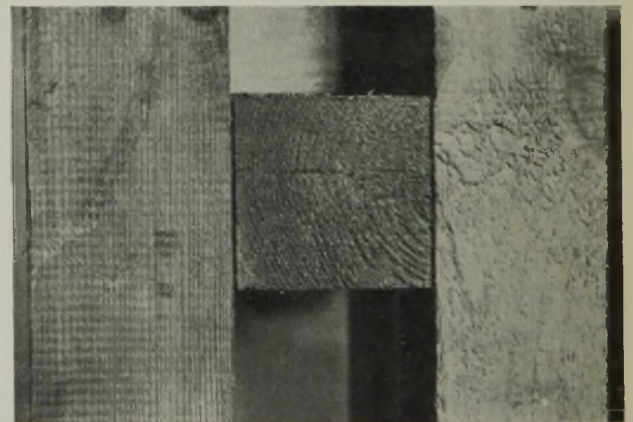


Abb. 46. Stütze 8, erste Querverbindung von unten, vor dem Versuch (vgl. auch Abb. 7 bis 9).

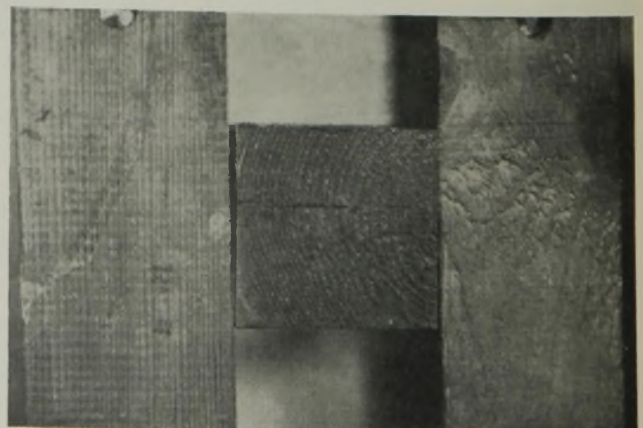


Abb. 47. Stütze 8, nach dem Versuch, Knickrichtung nach links.

nach Abb. 1 bis 35, so kann dies durch Eintragung der Ergebnisse in Abb. 42 geschehen. In dieser Darstellung finden sich die Ergebnisse aller Stuttgarter Versuche mit gegliederten Holzstützen (vgl. Fußnote 1 und 2). Hier tritt keine Überlegenheit der Stützen nach Abb. 1 bis 35 auf. Im einzelnen sei noch folgendes berichtet.

Die Stützen nach Abb. 4 bis 6 und 10 bis 15 unterscheiden sich durch die Spreizung¹⁵⁾. Von diesen Stützen ist in Abb. 43 das Verhältnis $\sigma_k : \sigma_w$ dargestellt. Man sieht hier ohne weiteres, daß die Beachtung der Spreizung gemäß Gl. (1) in Wirklichkeit noch eine Überschätzung der Spreizwirkung bringen kann.

In Abb. 44 ist die Stütze mit Bauart nach Abb. 26 u. 27 im Zustande am Ende des Versuchs wiedergegeben. An der Verformung erkennt man die Wirkung der Stabköpfe und der Druckplatten.

Über das Verhalten der Stützenenden und der Beihölzer geben Abb. 45 bis 47 Auskunft.

B. Aus Versuchen mit Stützen aus deutschem Fichtenholz.

1. Bauart und Abmessungen der Stützen.

Die Stützen waren in der Regel zweiteilig; die Breite der Lamellen betrug $B=25$ oder 30 cm, ihre Dicke $d=6$ cm. Die Spreizung ist zu 0 bis $3d$ gewählt worden; der Schlankheitsgrad war $\lambda_1 = \text{rd. } 20$ bis $\text{rd. } 120$. Die Querverbindungen sind in Abb. 48 u. 49 dargestellt. In Abb. 48 sind bei jedem Querholz vier Schrauben von $\frac{1}{2}$ " Durchm. eingezogen. In Abb. 49 finden sich bei den Querhölzern nur zwei Schrauben; dafür sind zwischen den Querhölzern zwei Schrauben eingezogen worden, die die Lamellen federnd zusammenhalten. Die Schrauben wurden unmittelbar vor dem Versuch mit einem Meßschlüssel so angezogen, daß auf jede Schraube der Beihölzer ein Moment von 70 kgcm,

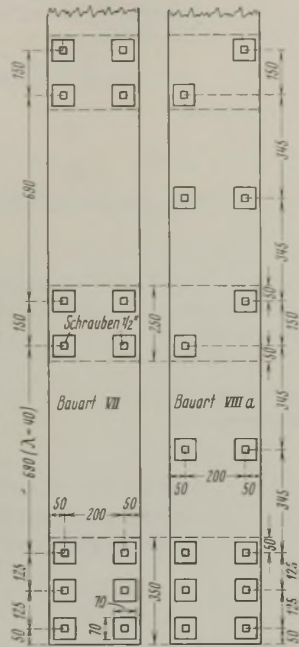


Abb. 48. Abb. 49.

¹⁵⁾ Stützen nach Abb. 10 bis 15 nur mit Kiefernholz hergestellt. Die Spreizung ist in Abb. 43 u. 51 auf die Dicke d der Einzelstäbe bezogen.

auf die Zwischenschrauben ein Moment von 280 kgcm ausgeübt wurde.

2. Herstellung der Stützen.

Das Holz ist von der Württembergischen Forstdirektion zur Verfügung gestellt worden. Das Aufschneiden der Stämme und der Zusammenbau der Stützen wurden von der Firma Karl Kübler AG in Göppingen besorgt.

3. Druckfestigkeit und Feuchtigkeit der Hölzer.

Die Druckfestigkeit fand sich zu 263 bis 380 , i. M. zu 314 kg/cm². Der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes betrug dabei $20,8$ bis $26,1$, i. M. 23% . Das Raumgewicht betrug $0,45$ bis $0,56$, i. M. $0,50$ kg/dm³.

4. Prüfung der Stützen.

Wie bei den Versuchen unter A. (vgl. unter A. 4).

5. Aus den Versuchsergebnissen¹⁶⁾.

Abb. 50 zeigt die Ergebnisse von schlanken Stützen. Der ausgezogene Linienzug und die lang gestrichelte Linie gelten für Stützen nach Abb. 49 mit Zwischenschrauben; die kurz gestrichelte Linie gehört zu Stützen nach Abb. 48, also ohne Zwischenschrauben.

Aus dem Verlauf der Linien in Abb. 50 geht hervor, daß die Wirkung der Spreizung bei Stützen nach Abb. 48 durch die Rechnung nach DIN 1052 in Gl. (1) genügend zutreffend wiedergegeben erscheint. Bei den Stützen mit Zwischenschrauben ist die Spreizung wirksamer gewesen, als die Rechnung nach DIN 1052 voraussetzt¹⁷⁾.

Bei kürzeren Stützen ($\lambda_w = \text{rd. } 80$ und $\text{rd. } 40$) blieb der Einfluß der Spreizung in dem Rahmen, der durch Gl. (1) gegeben ist; $\sigma_k : \sigma_w$ betrug bei den kürzeren Stützen, auch im Falle der Bauart nach Abb. 49, nur $0,7$ bis $1,2$.

¹⁶⁾ Die folgenden Mitteilungen beschränken sich auf die Feststellungen, die zur Beurteilung der Ergebnisse unter A. wichtig sind. Weitere Mitteilungen sind für später vorbehalten.

¹⁷⁾ Auch bei Verwendung von Zwischenschrauben ist Nachziehen vorzusehen; im Laufe der Zeit wird eine bleibende Verbiegung der Lamellen eintreten.

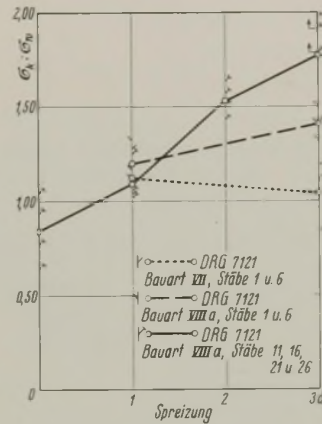


Abb. 50.

Pfeilerschutz durch ein kreuzweise verankertes schwimmendes Leitwerk.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Dr.-Ing. H. P. Witt und Dipl.-Ing. G. Goldammer, Dortmund.

I. Wirkungsweise des Leitwerkes.

Der Zweck eines Leitwerkes ist, Bauwerke gegen Schiffsanprall zu schützen. Ferner soll das Leitwerk verhindern, daß die Schiffe selber Schaden leiden, falls sie sich einem Gefahrenpunkte nähern.

Feste Leitwerke können die Forderung, erhebliche Schiffstöße elastisch aufzunehmen, nicht erfüllen. Pfahlbündel sind sehr starr, weil bei ihnen Schiffstöße vorwiegend Längskräfte erzeugen und die Verformungen aus Längskräften nur gering sind. Einzelne Pfähle oder Spundwände, die senkrecht in den Boden eingerammt sind und durch einen waagerechten Stoß nur auf Biegung beansprucht werden, können bei großer Wassertiefe am freien Ende zwar große waagerechte Wege zurücklegen. Die von den gebogenen Pfählen und Wänden auf das Schiff rückwirkende federnde Kraft ist aber nur äußerst gering, so daß auch diese Konstruktionen nur kleine Stöße auffangen können. Will man zudem durch Vergrößerung des Pfahldurchmessers und damit des Trägheitsmoments die aufnehmbaren Kräfte vergrößern, so verringert man damit gleichzeitig

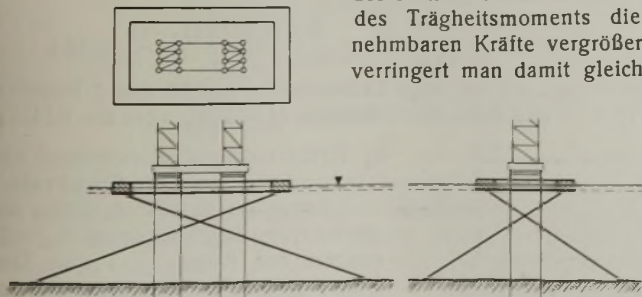


Abb. 1.

den waagerechten Weg, den die Pfahlspitze, ohne daß der Pfahl überlastet wird, zurücklegen kann. Das Wachsen der Kraft führt also zur Verlingerung des Weges. Für die Vernichtung der Energie eines anprallenden

Schiffes ist also bei der Wahl stärkerer Pfähle oder kräftigerer Spundwände nur wenig gewonnen.

Dagegen lassen sich durch schwimmende Leitwerke, die kreuzweise verankert sind, erhebliche Arbeiten aufnehmen, ohne daß es zur Zerstörung des Leitwerkes oder des anprallenden Schiffes kommt (Abb. 1).

Ein gegen waagerechte Stöße empfindlicher Pfeiler, etwa ein Hilfspfeiler für eine Brückenmontage, möge in sehr tiefem Wasser stehen. Er werde durch einen schwimmenden schweren, hölzernen Rahmen gegen Beschädigung durch anfahrende Schiffe geschützt. Der hölzerne Rahmen sei so verankert, daß eine waagerechte Kraft, die von außen an einer Seite des rechteckigen Rahmens angreift, das

Eintauchen der gegenüberliegenden Seite verursacht. Die angegriffene Seite des Rechtecks bewegt sich dabei nahezu waagrecht (Abb. 2).

Da Holz leichter ist als Wasser, wirkt bei untergetauchtem Holz eine aufwärts gerichtete Kraft. Dieser Auftrieb muß beim Herunterdrücken des Holzes überwunden werden. Wird das Holz nach unten getrieben, so ist eine Arbeit zu leisten, die sich aus der Größe des Auftriebs A und der Strecke y_0 ergibt, um die der Angriffspunkt der Mittelkraft des Auftriebs heruntergedrückt wird. Diese Arbeit wird durch das Produkt $A y_0$ ausgedrückt. Das Herunterdrücken des Holzes wird durch die angreifende Kraft P , also durch die Bewegungsenergie des antreibenden Schiffes, hervorgerufen. Hat das Schiff das Gewicht G_1 und die Geschwindigkeit v_1 , so ist die Bewegungsenergie des Schiffes $\frac{G_1 v_1^2}{2g}$, wenn g die Erd-

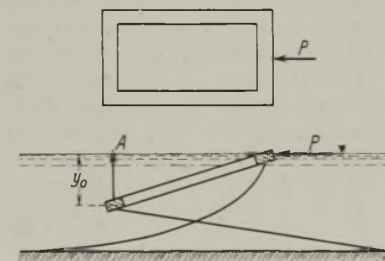


Abb. 2.

beschleunigung bedeutet. Die Bewegung des Schiffes kommt zum Stillstande, wenn die kinetische Energie durch die Überwindung des Auftriebs aufgezehrt ist, wenn also $\frac{G_1 v_1^2}{2g} = A y_0$ ist.

II. Überschlägliche Berechnung eines kreuzweise verankerten Leitwerkes.

Die für die Berechnung gewählten Bezeichnungen gehen aus Abb. 3 hervor. Zur Berechnung dient die Arbeitsgleichung

$$\frac{G_1 v_1^2}{2g} = A y = b h l (1 - \gamma) y + 2 b h l_2 (1 - \gamma) \frac{y}{2} + b h l (1 - \gamma) \cdot 0,$$

woraus die Eintauchtiefe $y = \frac{G_1 v_1^2}{2 g b h (l + l_2) (1 - \gamma)}$ folgt, wenn γ das spezifische Gewicht des Holzes ist.

Aus y folgt die Verschiebung des hinteren Balkens zu

$$\delta = \lambda (\cos \varphi - \cos \varphi_0) = \frac{t}{\sin \varphi_0} \left[\sqrt{1 - \left(\frac{t-y}{t} \right)^2} \sin^2 \varphi_0 - \cos \varphi_0 \right].$$

Die Verschiebung des vorderen Balkens ist $s = \delta + l_2 - \sqrt{l_2^2 - y^2}$.

Aus dem Wege s , den der vordere Balken nach dem Schiffstoß zurücklegt, der also der Bremsweg des Schiffes ist, läßt sich die mittlere Kraft P_{mittel} errechnen, mit der Leitwerk und Schiff aufeinander drücken. Es wird $P_{\text{mittel}} = \frac{\text{Arbeit}}{\text{Weg}} = \frac{G_1 v_1^2}{2 g s}$. Hierbei ist zu beachten, daß die Kraft,

die zwischen dem Leitwerk und dem Schiff wirkt, nicht konstant ist. Der Auftrieb wirkt erst in voller Größe, nachdem die drei nicht gestoßenen Balken voll eingetaucht sind. Außerdem muß der vordere Balken sich unter der Wirkung des Schiffanpralls erst durchgebogen haben, ehe die drei anderen Balken sich in Bewegung setzen. Nimmt man ein geradliniges Ansteigen der Kraft P an, wird $\max P = \frac{G_1 v_1^2}{g s}$.

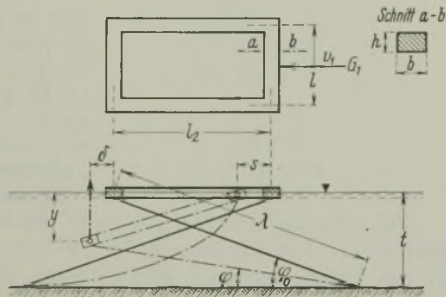


Abb. 3.

Als rechnerisches Beispiel seien folgende Zahlen eingesetzt:

$$b = 0,90 \text{ m}, h = 0,78 \text{ m}, l = 28,5 \text{ m}, l_2 = 35,7 \text{ m}, \gamma = 0,75 \text{ t/m}^3, \varphi_0 = 32^\circ, t = 22 \text{ m}, G_1 = 1000 \text{ t}, v_1 = 1 \text{ m/sek.}$$

Dann wird $s = 2,78 \text{ m}$ und $\max P = 37,3 \text{ t}$, womit die Berechnung des dynamisch beanspruchten Leitwerkes auf eine statische Aufgabe zurückgeführt ist.

Nimmt man an, daß der gleiche Schiffstoß auf die lange Leitwerkseite ausgeübt wird, so wird $s = 2,85 \text{ m}$ und $\max P = 35,1 \text{ t}$.

III. Genauere Berechnung eines kreuzweise verankerten Leitwerkes.

Bei der vorstehenden überschläglichen Berechnung waren die Massenkraft des Leitwerkes nicht berücksichtigt. Dieses war gewissermaßen masselos angenommen, denn die Kräfte, die erforderlich sind, um das Leitwerk zu beschleunigen, blieben außer Ansatz. Ferner war auf das Gesetz nicht eingegangen, das zwischen dem Auftrieb und damit der auf das Schiff wirkenden bremsenden Kraft H einerseits und dem bereits vom Leitwerk zurückgelegten Weg s andererseits besteht. Will man diese Beziehung ableiten, so erkennt man sofort, daß die Funktion in zwei Abschnitte zerfällt. Der 1. Bereich gilt bis zu dem Augenblick, bei dem der rückwärtige Balken voll eingetaucht ist. Von diesem Punkte an gilt der 2. Bereich.

a) Der waagerechte Schub des eingetauchten Leitwerkes.

Die Beziehung zwischen dem zurückgelegten Wege s und der waagerechten Kraft H ist im 1. Bereich aus Abb. 4 zu entnehmen. Die Momentengleichung um den Punkt 0 ergibt unter Vernachlässigung von kleinen Größen höherer Ordnung:

$$A_2' l_2 + 2 A_1' \cdot \frac{2}{3} \cdot l_2 - H l_2 \cdot \text{tg } \varphi_0 = 0$$

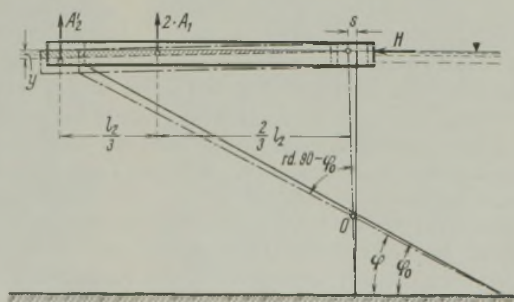


Abb. 4.

oder $H = \frac{3 A_2' + 4 A_1'}{3 \cdot \text{tg } \varphi_0}$, wobei unter $A_2' = b y l$ der Auftrieb des rückwärtigen Balkens und unter $A_1' = b \cdot \frac{y}{2} \cdot l_2$ der Auftrieb eines seitlichen Balkens zu verstehen ist. Beachtet man noch, daß $y \approx \frac{s}{\text{tg } \varphi_0}$, so erhält man $H = \frac{3 l + 2 l_2}{3 \cdot \text{tg}^2 \varphi_0} \cdot b s$.

Mit den oben angegebenen Abmessungen wird $H = 120,5 \text{ s}$ beim Stoß auf die kurze Seite und $H = 125,5 \text{ s}$ beim Stoß auf die Mitte der langen Seite. H ist in t , s in m einzusetzen.

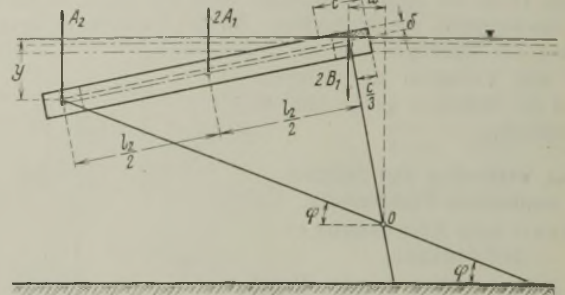


Abb. 5.

Für den 2. Bereich ergeben sich aus Abb. 5 unter teilweiser Vernachlässigung von kleinen Gliedern höherer Ordnung folgende Beziehungen:

$$c = \frac{l_2}{y} \cdot \delta, \quad \delta = h (1 - \gamma),$$

so daß das Gewicht B_1 der an einem seitlichen Balken nicht mitverdrängten Wassermenge

$$B_1 = \frac{h^2 (1 - \gamma)^2 l_2 b}{2 y} \text{ ist.}$$

Auftrieb des rückwärtigen Balkens $A_2 = b h l (1 - \gamma)$,

Auftrieb eines seitlichen Balkens $A_1 = b h l_2 (1 - \gamma)$,

Momentengleichung um den Punkt 0:

$$A_2 (\sqrt{l_2^2 - y^2} + x) + 2 A_1 \left(\frac{\sqrt{l_2^2 - y^2}}{2} + x \right) - 2 B_1 \left(\frac{c}{3} + x \right) = H [y + (\sqrt{l_2^2 - y^2} + x) \text{tg } \varphi].$$

Vernachlässigt man den Einfluß von x , so erhält man eine Gleichung zwischen H , y , $\text{tg } \varphi$ und den Leitwerkabmessungen.

Aus Abb. 3 folgt nun

$$\text{tg } \varphi = \frac{t - y}{\sqrt{\left(\frac{t}{\sin \varphi_0} \right)^2 - (t - y)^2}} \quad \text{und} \quad s = y \cdot \sin \varphi_0 + \frac{y^2}{2 l_2},$$

womit eine Beziehung zwischen H und s für den 2. Bereich gewonnen ist. Diese Beziehung ist in Abb. 6 für die oben angegebenen Leitwerkabmessungen dargestellt.

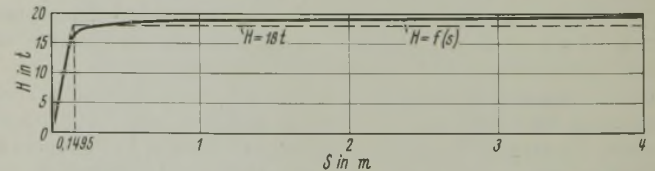


Abb. 6.

Man erkennt, daß im 2. Bereich die waagerechte Kraft mit ausreichender Genauigkeit durch die Gerade $H = 18 t$ ersetzt wird, so daß man zweckmäßig den 1. Bereich $H = 120,5 \text{ s}$ bis $s = 0,1495 \text{ m}$ verlängert, da mit diesem Werte ebenfalls $H = 18 t$ wird. Der gleiche Wert ergibt sich, wenn man nach Abb. 5 die waagerechte Kraft überschläglich ermittelt, mit

$$H = \frac{A_2 l_2 + 2 A_1 \cdot \frac{l_2}{2}}{l_2 \cdot \text{tg } \varphi_0} = \frac{b h (l + l_2) (1 - \gamma)}{\text{tg } \varphi_0} = 18 \text{ t.}$$

Beim Stoß auf die lange Leitwerkseite wird für den 2. Bereich wieder $H = 18 t$, so daß dann der 1. Bereich $H = 125,5 \text{ s}$ bis $s = 0,1435 \text{ m}$ gilt.

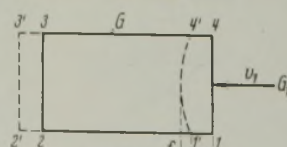


Abb. 7.

b) Ermittlung der auf das Leitwerk einwirkenden Stoßkraft.

Durch den Schiffstoß erfährt das Leitwerk eine Beschleunigung b , außerdem erleidet der Balken 1—4 eine Durchbiegung f (Abb. 7). Die Untersuchung wird mit folgenden Annahmen durchgeführt:

1. Die Reibungskräfte, die das Wasser dem schwimmenden Leitwerk beim Verschieben entgegengesetzt, werden vernachlässigt. (Der wirkliche vom Leitwerk zurückgelegte Weg bleibt also hinter dem errechneten zurück.)

2. Die Masse des Stabes 1—4 wird an seinen Endpunkten vereinigt gedacht. (Die tatsächliche Durchbiegung des Stabes 1—4 ist also kleiner als die errechnete.)
3. Die Stäbe 1—2, 2—3 und 3—4 werden als starr angenommen. (Durch diese Maßnahme bleibt die tatsächliche Beanspruchung des Stabes 1—4 hinter der errechneten zurück, weil die ganze elastische Formänderung nach dieser Annahme allein vom Stab 1—4 aufzunehmen ist.)
4. Die Formänderungen, die der Schiffskörper unter dem Anprall erleidet, werden vernachlässigt. (Hierdurch werden aus dem gleichen Grunde wie beim Punkte 3 die wirklichen Kräfte kleiner als die errechneten.)

Sämtliche Annahmen sind also so getroffen, daß das Leitwerk eine größere Sicherheit aufweist, als die Rechnung zu erkennen gibt.

Nach dem Anprall des Schiffes gilt, solange das Schiff mit dem Leitwerk in Berührung bleibt, für jeden Zeitpunkt $s + f = s_1$ (Abb. 7) oder auch $\frac{d^2 s}{dt^2} + \frac{d^2 f}{dt^2} = \frac{d^2 s_1}{dt^2}$. In dieser Gleichung lassen sich sämtliche Glieder als Funktionen von s ausdrücken.

Es ist $f = \frac{Pl^3}{48 EJ}$, wobei $P = H + P_1$ sich aus der waagerechten Kraft, die den Auftriebskräften das Gleichgewicht hält, und der Kraft, die zur Beschleunigung der Leitwerkmasse erforderlich ist, zusammensetzt. Im 1. Bereich steigt H geradlinig an, so daß $H = Ks$ ist. P_1 läßt sich durch das Massenträgheitsmoment und durch die Beschleunigung des Leitwerkes, also durch $b = \frac{d^2 s}{dt^2}$ ersetzen.

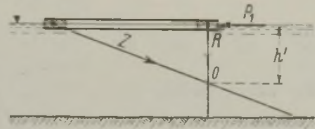


Abb. 8.

Aus Abb. 8 ergibt sich

$$M_0 = P_1 h' = J_0 \varepsilon = J_0 \cdot \frac{b}{h'} \quad P_1 = \frac{J_0}{h'^2} \cdot b = \frac{J_0}{h'^2} \cdot \frac{d^2 s}{dt^2} = D \cdot \frac{d^2 s}{dt^2}$$

wobei M_0 das Beschleunigungsmoment um den Schnittpunkt O der Ankerkräfte Z und R, J_0 das Massenträgheitsmoment um die Achse O und ε die Winkelbeschleunigung um diese Achse bedeuten.

$$\text{Es wird also } \frac{d^2 f}{dt^2} = \frac{l^3}{48 EJ} \left(K \cdot \frac{d^2 s}{dt^2} + D \cdot \frac{d^4 s}{dt^4} \right)$$

Das 3. Glied der Grundgleichung, nämlich $\frac{d^2 s_1}{dt^2}$, ist die Beschleunigung bzw. Verzögerung des stoßenden Schiffskörpers. Sie ist abhängig von der Masse $\frac{G_1}{g}$ des Schiffes und von der Kraft $P = H + P_1$, die zwischen Leitwerk und Schiff wirkt. Es ist

$$\frac{d^2 s_1}{dt^2} = - \frac{H + P_1}{G_1} \cdot g = - \frac{g}{G_1} \left(Ks + D \cdot \frac{d^2 s}{dt^2} \right)$$

Damit wird die Grundgleichung zur Differentialgleichung 4. Ordnung mit konstanten Koeffizienten:

$$\frac{d^2 s}{dt^2} + \frac{l^3}{48 EJ} \left(K \cdot \frac{d^2 s}{dt^2} + D \cdot \frac{d^4 s}{dt^4} \right) = - \frac{g}{G_1} \left(Ks + D \cdot \frac{d^2 s}{dt^2} \right)$$

mit der Lösung $s = c_1 \cdot \cos \alpha t + c_2 \cdot \sin \alpha t + c_3 \cdot \cos \beta t + c_4 \cdot \sin \beta t$, wobei

$$\alpha = \sqrt{\frac{a_1}{2} - \sqrt{\frac{a_1^2}{4} - u_1}} \quad \beta = \sqrt{\frac{a_1}{2} + \sqrt{\frac{a_1^2}{4} - u_1}}$$

$$a_1 = \frac{48 EJ}{D l^3} \left(1 + \frac{K l^3}{48 EJ} + \frac{Dg}{G_1} \right) \quad \text{und} \quad u_1 = \frac{48 EJ}{D l^3} \cdot \frac{g}{G_1} \cdot K$$

Zur Bestimmung der vier Integrationskonstanten dienen die Verhältnisse am Anfang der Bewegung. Zur Zeit $t = 0$ wird $s = 0$, $v = 0$, $b = 0$ und $\frac{df}{dt} = v_1$.

Unter Beachtung dieser Randbedingungen wird im 1. Bereich

$$s_1 = \frac{48 v_1 EJ}{l^3 D (\beta^2 - \alpha^2)} \left(\frac{1}{\alpha} \cdot \sin \alpha t - \frac{1}{\beta} \cdot \sin \beta t \right)$$

$$v_1 = \frac{48 v_1 EJ}{l^3 D (\beta^2 - \alpha^2)} (\cos \alpha t - \cos \beta t)$$

$$b_1 = \frac{-48 v_1 EJ}{l^3 D (\beta^2 - \alpha^2)} (\alpha \cdot \sin \alpha t - \beta \cdot \cos \beta t)$$

$$\text{und } P_1 = K s_1 + D b_1$$

Diese letzten vier Gleichungen ermöglichen, den Weg, die Geschwindigkeit, die Beschleunigung der Enden 1 bis 4 des vorderen Balkens (s. Abb. 7) und die auf das Schiff wirkende Bremskraft für jeden Augenblick des 1. Bereiches zu bestimmen. Ferner kann man aus der ersten der vier Gleichungen entnehmen, in welcher Zeit t der 1. Bereich durchlaufen ist, oder in bezug auf Abb. 6, wann s den Wert 0,1495 m bzw. für den Stoß auf die lange Seite den Wert 0,1435 m erreicht.

Im 2. Bereich ist die Entwicklung der Beziehungen genau die gleiche. Es ist wieder $s + f = s_1$, also auch $\frac{d^2 s}{dt^2} + \frac{d^2 f}{dt^2} = \frac{d^2 s_1}{dt^2}$. Ferner bleibt

$f = \frac{Pl^3}{48 EJ}$ und $P = H + P_1$. P_1 ist jetzt unverändert $= D \cdot \frac{d^2 s}{dt^2}$, aber H ist eine Konstante. Die Grundgleichung lautet daher jetzt

$$\frac{d^2 s}{dt^2} + \frac{l^3}{48 EJ} \cdot D \cdot \frac{d^4 s}{dt^4} = - \frac{g}{G_1} \left(H + D \cdot \frac{d^2 s}{dt^2} \right)$$

mit der Lösung $b_{11} = C_1 \cdot \sin(\sqrt{a_{11}} t) + C_2 \cdot \cos(\sqrt{a_{11}} t) - \frac{u_{11}}{a_{11}}$, wobei

$$a_{11} = \frac{48 EJ}{D l^3} \left(1 + \frac{Dg}{G_1} \right) \quad \text{und} \quad u_{11} = \frac{48 EJ}{D l^3} \cdot \frac{g}{G_1} \cdot H$$

Die Konstanten C_1 und C_2 bestimmen sich aus den Stetigkeitsbedingungen zur Zeit t_1 , also beim Übergang vom 1. Bereich zum 2. Bereich.

Zur Zeit $t = t_1$ wird $b_{11} = b_1$ und $\left(\frac{df}{dt}\right)_{11} = \left(\frac{df}{dt}\right)_1$.

Die Bestimmung von C_1 und C_2 geschieht zweckmäßig in jedem Fall zahlenmäßig.

Die Ermittlung von v_{11} und s_{11} geschieht durch Integration der Gleichung

$b_{11} = C_1 \cdot \sin \sqrt{a_{11}} t + C_2 \cdot \cos \sqrt{a_{11}} t - \frac{u_{11}}{a_{11}}$, wobei sich die Integrationskonstanten C_1 und C_2 aus den Stetigkeitsbedingungen $v_{11} = v_1$ und $s_{11} = s_1$ für den Fall $t = t_1$ bestimmen lassen. Die Kraft P_{11} , die das Leitwerk angeht, ermittelt sich aus $P_{11} = H + D b_{11}$.

Legt man den gleichen Anprall und die gleichen Abmessungen zugrunde wie bei dem unter II (überschlägliche Berechnung) angegebenen Beispiel, und nimmt man h' , die Tiefe des Kreuzungspunktes der Anker R und Z (Abb. 8), in allen Fällen mit dem runden Werte von 20 m an, so erhält man mit $E = 100 \text{ t/cm}^2$ für den Stoß auf die kurze Leitwerkseite

$$J = \frac{h b^3}{12} = 4740000 \text{ cm}^4$$

$$J_0 = \frac{2}{3} \cdot m_1 (l_2^2 + 3h'^2) + m_2 (l_2^2 + 2h'^2) = \frac{2}{3} \cdot \frac{l_2 b h \gamma}{g} (l_2^2 + 3h'^2) + \frac{l b h \gamma}{g} (l_2^2 + 2h'^2) = 631000 \text{ cm}^2 \text{ sek}^2$$

$$D = 0,1575 \text{ cm}^{-1} \text{ t sek}^2 \quad a_1 = 14,85 \text{ sek}^{-2} \quad u_1 = 7,40 \text{ sek}^{-4} \\ \alpha = 0,725 \text{ sek}^{-1} \quad \beta = 3,77 \text{ sek}^{-1}$$

$$s_1 = 63,0 \cdot \sin 0,725 t - 12,2 \cdot \sin 3,77 t \text{ in cm}$$

$$t_1 = 0,567 \text{ sek für } s = 14,95 \text{ cm}$$

$$v_1 = 46,0 (\cos 0,725 t - \cos 3,77 t) \text{ in cm sek}^{-1}$$

$$b_1 = -33,2 \cdot \sin 0,725 t + 174,0 \cdot \sin 3,77 t \text{ in cm sek}^{-2}$$

$$P_1 = 70,8 \cdot \sin 0,725 t + 12,7 \cdot \sin 3,77 t \text{ in t}$$

$$a_{11} = 7,21 \text{ sek}^{-2} \quad u_{11} = 110,5 \text{ cm sek}^{-4}$$

$$s_{11} = -20,8 \cdot \sin 2,69 t + 5,95 \cdot \cos 2,69 t - 7,65 t^2 + 94,0 t - 15,35 \text{ in cm}$$

$$v_{11} = -55,9 \cdot \cos 2,69 t - 16,0 \cdot \sin 2,69 t - 15,3 t + 94,0 \text{ in cm sek}^{-1}$$

$$b_{11} = 150,3 \cdot \sin 2,69 t - 43,0 \cdot \cos 2,69 t - 15,3 \text{ in cm sek}^{-2}$$

$$P_{11} = 23,7 \cdot \sin 2,69 t - 6,8 \cdot \cos 2,69 t + 15,6 \text{ in t}$$

Für den Stoß auf die lange Leitwerkseite ergibt sich

$$J = 4740000 \text{ cm}^4 \quad J_0 = 513000 \text{ cm}^4 \quad D = 0,128 \text{ cm}^{-1} \text{ t sek}^2$$

$$a_1 = 14,2 \text{ sek}^{-2} \quad u_1 = 4,81 \text{ sek}^{-4} \quad \alpha = 0,592 \text{ sek}^{-1} \quad \beta = 3,72 \text{ sek}^{-1}$$

$$s_1 = 48,9 \cdot \sin 0,592 t - 7,79 \cdot \sin 3,72 t \text{ in cm } t_1 = 0,672 \text{ sek für } s = 14,35 \text{ cm}$$

$$v_1 = 29,0 (\cos 0,592 t - \cos 3,72 t) \text{ in cm sek}^{-1}$$

$$b_1 = -17,1 \cdot \sin 0,592 t + 107,9 \cdot \sin 3,72 t \text{ in cm sek}^{-2}$$

$$P_1 = 59,2 \cdot \sin 0,592 t + 4,0 \cdot \sin 3,72 t \text{ in t}$$

$$a_{11} = 4,4 \text{ sek}^{-2} \quad u_{11} = 69 \text{ cm sek}^{-4}$$

$$s_{11} = -19,2 \cdot \sin 2,1 t + 14,2 \cdot \cos 2,1 t - 7,9 t^2 + 110,3 t - 39,2 \text{ in cm}$$

$$v_{11} = -40,3 \cdot \cos 2,1 t - 29,9 \cdot \sin 2,1 t - 15,7 t + 110,3 \text{ in cm sek}^{-1}$$

$$b_{11} = 84,5 \cdot \sin 2,1 t - 62,7 \cdot \cos 2,1 t - 15,7 \text{ in cm sek}^{-2}$$

$$P_{11} = 10,8 \cdot \sin 2,1 t - 8,04 \cdot \cos 2,1 t + 15,99 \text{ in t}$$

Zur Erhöhung der Anschaulichkeit wurden die Weg-Zeit- und die Kraft-Zeit-Diagramme für den Schiffstoß auf die schmale und die lange Leitwerkseite aufgetragen (Abb. 9 bis 12).

Man erkennt daraus, daß das Leitwerk etwa erst nach 12 bis 13 sek wieder seine ursprüngliche Stellung einnimmt.

Der größte waagerechte Ausschlag beträgt beim Stoß auf die kurze Seite etwa 290 cm, beim Stoß auf die lange Seite etwa 355 cm gegenüber 278 cm und 285 cm nach der überschläglichen Berechnung. Die überschlägliche Berechnung muß kleinere Werte ergeben, weil bei ihr angenommen wird, daß die waagerechte Kraft H von vornherein in voller Größe wirkt. Zu diesem waagerechten Ausschlag des ganzen Leitwerkes kommt noch die Durchbiegung des unmittelbar getroffenen Balkens hinzu. Diese beträgt bei den gewählten Verhältnissen $\max f = 41 \text{ cm}$, wenn der Stoß auf eine kurze Leitwerkseite ausgeübt wird, und $\max f = 59 \text{ cm}$ beim Stoß auf die lange Seite.

Die größte Kraft zwischen Leitwerk und Schiff beträgt $\max P = 40,3 \text{ t}$, wenn der Stoß auf die kurze Seite ausgeübt wird, und $\max P = 29,5 \text{ t}$, wenn die Mitte der langen Seite senkrecht gestoßen wird. Die überschläglich ermittelten Werte waren $\max P = 37,3 \text{ t}$ und $35,1 \text{ t}$. Sie geben also bereits einen recht guten Anhalt.

c) Ermittlung der Spannungen im rechteckigen Leitwerkrahmen.

Der Querschnitt der Rahmenseiten möge aus einzelnen verdübelten Balken bestehen, so daß man statisch den Balken als geschlossenen Querschnitt auffassen darf.

Beim Stoß auf die kurze Leitwerkseite beträgt die Stützweite $l = 28,5$ m. Aus $\max P$ ergibt sich als Biegemoment $M = \frac{40,3 \cdot 28,5}{4}$

$= 288$ tm. Dazu kommt noch der infolge der Bewegung des Leitwerkes erzeugte Wasserwiderstand. Nach Engels,

Handb. des Wasserbaues, 1. Aufl. 1914, S. 878, beträgt der Widerstand $\omega = k \cdot \frac{v^2}{2g}$, wobei k eine aus Versuchen ermittelte Konstante ist. Für $k = 1,3$ und $v = 1$ m/sek wird $\omega = 0,066$ t/m².

Für eine Balkenhöhe $h = 0,78$ m ergibt sich als laufende Belastung $w' = 0,78 \omega = 0,052$ t/m. Daraus ermittelt sich das Moment aus dem Wasserwiderstand nach Abb. 13 zu

$$M_w = 0,052 \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{l}{2} + 0,052 \cdot \frac{l^2}{8} = 0,052 \cdot \frac{3}{8} \cdot l^2 = 16$$
 tm.

Das größte Moment überhaupt ist dann $\max M = M + M_w = 288 + 16 = 304$ tm, wobei angenommen ist, daß das größte Moment aus Auftrieb und Beharrung mit dem größten Moment aus dem Wasserwiderstand gleichzeitig auftreten würde.

Wirkt der Stoß auf die lange Leitwerkseite, so wird $M = 264$ tm, $M_w = 25$ tm und $\max M = 289$ tm.

Mit dem Widerstandsmoment $W = h \cdot \frac{b^2}{6} = 105 200$ cm³ wird bei $\max M = 304$ tm $\sigma = 289$ kg/cm² und bei $\max M = 289$ tm $\sigma = 275$ kg/cm². Dies sind Beanspruchungen, die für den vorliegenden Fall im Hinblick auf die weitgehende Berechnung als Katastrophenbelastung unbedenklich zugelassen werden können.

IV. Vergleiche kreuzweise verankerter schwimmender Leitwerke mit eingerammten Pfahlgruppen.

Die Untersuchungen haben ergeben, daß ein schwimmendes Leitwerk in der Lage ist, erhebliche Bewegungsenergien abzubremesen. Das durchgerechnete Beispiel zeigt die Aufnahme eines Schiffstoßes eines 1000-t-Kahnes, der mit 1 m/sek Geschwindigkeit das Leitwerk anfährt. Die verrichtete Arbeit beträgt also $A = \frac{G}{g} \cdot \frac{v^2}{2} \approx 50$ tm.

Der Vergleich mit dem Arbeitsvermögen eines eingerammten Holzpfeils zeigt die Überlegenheit der schwimmenden Leitwerkkonstruktion. Ein bei 8 m Wassertiefe und 10 m Einspannlänge senkrecht in den Boden eingerammter Pfahl von 30 cm Durchm. kann bei 200 kg/cm² zulässiger Beanspruchung eine in Wasserspiegelhöhe angreifende waagerechte Kraft von 540 kg aufnehmen, wobei der Kraftangriffspunkt um 44 cm verschoben wird. Der angegebene Pfahl kann also nur eine Arbeit von $0,54 \cdot 0,44 \cdot \frac{1}{2} = 0,12$ tm abbremesen. Um die gleiche Wirkung zu erzielen

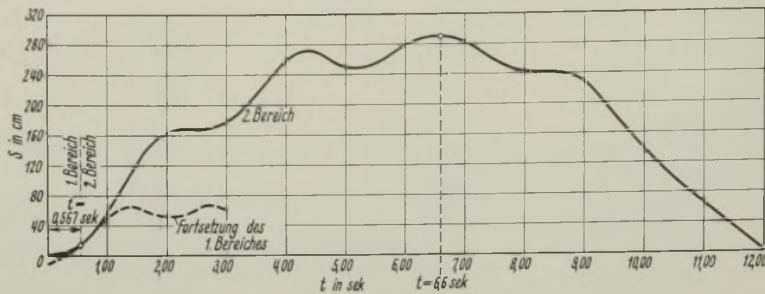


Abb. 9. Weg-Zeit-Diagramm für den Stoß auf die kurze Seite.

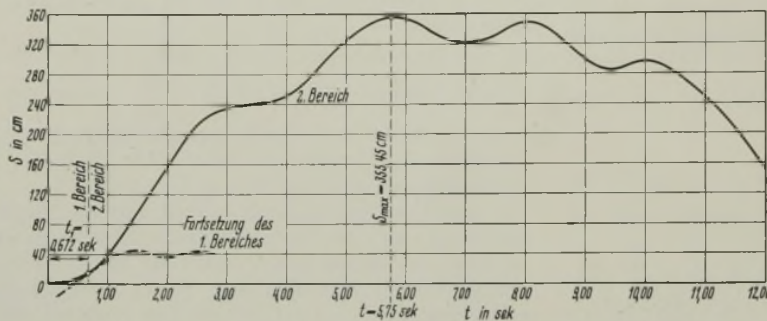


Abb. 10. Weg-Zeit-Diagramm für den Stoß auf die lange Seite.

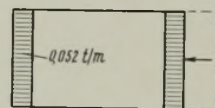


Abb. 13.

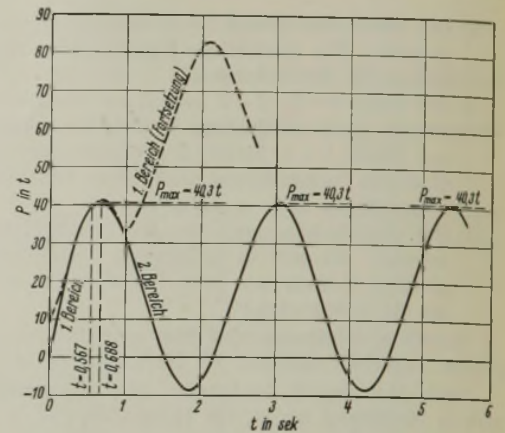


Abb. 11. Kraft-Zeit-Diagramm für den Stoß auf die kurze Seite.

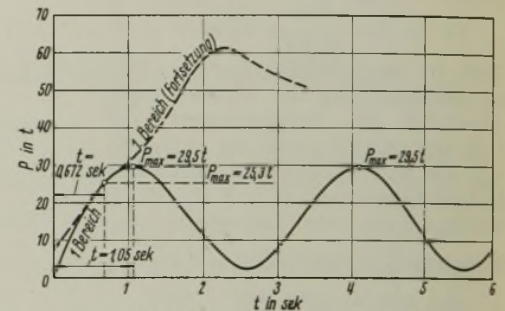


Abb. 12. Kraft-Zeit-Diagramm für den Stoß auf die lange Seite.

wie das berechnete schwimmende Leitwerk, muß man also über 400 senkrecht eingerammte Pfähle von 30 cm Durchm. durch einen Aussteifungsrahmen so miteinander verbinden, daß alle Pfähle beim Stoß aus irgendeiner Richtung ungefähr gleichmäßig zur Stoßverrichtung herangezogen werden.

Wählt man einen Pfahlbock aus zwei Pfählen (30 cm Durchm.), von denen der eine senkrecht steht und der andere unter der Neigung 1:6 gerammt ist, so kann bei 10 m Einspannlänge und einfacher Knicksicherheit eine waagerechte Kraft von 6660 kg im Schnittpunkte beider Pfähle aufgenommen werden. Die Kraft erzeugt eine Verschiebung von 6,9 cm, woraus sich eine auf das Schiff gerichtete Bremswirkung von 0,23 tm ergibt. Also auch bei der Anordnung von Pfahlböcken braucht man wieder über 400 miteinander steif verbundene Pfähle, um die gleiche Wirkung wie das oben geschilderte schwimmende Leitwerk zu erzielen, nämlich ein Bremsvermögen von 50 tm aufzubringen.

Noch vorteilhafter ist die Verwendung schwimmender Leitwerke bei größeren Wassertiefen, wie überhaupt die Konstruktion als Pfeilerschutz überall dort angebracht ist, wo das Rammen von Pfählen oder Spundwänden Schwierigkeiten macht.

Da man im allgemeinen nur Pfeiler schützen wird, die gegen waagerechte Stöße empfindlich sind, und da man solche Pfeiler nur für vorübergehende Zwecke errichtet, so muß man es als Vorteil ansehen, daß schwimmende Leitwerke sich leicht wieder entfernen lassen. Zum Schutze von Kaimauern sind sie nicht geeignet, weil die kreuzweise verankerten Leitwerke das zu schützende Bauwerk umfassen müssen.

Das angegebene Beispiel eines schwimmenden Leitwerkes von 30 m Länge und 20 m Breite stellt aus konstruktiven Gründen wohl schon die obere Grenze in den möglichen Abmessungen dar, aber Pfeiler größerer Abmessungen werden auch kaum auftreten. Die beschriebene Leitwerkausbildung erscheint daher als Schutz von Hilfspfeilern bei größerer Wassertiefe oder steinigem Untergrund als eine besonders zweckmäßige Konstruktion.

Einfluß der Querschnittform einer Wandöffnung auf Wasserabführung und auf Querschnitt des ausfließenden Strahles.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Dr.-Ing. Chr. Keutner, Privatdozent an der Technischen Hochschule Danzig.
(Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau der Technischen Hochschule Danzig.)
(Schluß aus Heft 19.)

Die Größe dieser Randgeschwindigkeiten kann nur mit besonderen Instrumenten gemessen werden, da an diesen scharfkantigen Rändern sich der Strahl unmittelbar ablöst. Die eingetragenen Randgeschwindigkeiten wurden zeichnerisch durch sinngemäßes Verlängern der v_v -Linien ge-

wonnen. Eine ähnliche Erscheinung zeigt die waagerechte Geschwindigkeitsverteilung. Theoretisch würde sich die Geschwindigkeit v_t in den einzelnen Schnitten in gleicher Größe über die ganze Breite b erstrecken. Tatsächlich konnte aber eine Geschwindigkeitsverteilung (v_v -Linie) ermittelt

werden, die von der theoretischen Geraden wesentlich abweicht. Der Geschwindigkeitsverlust ist in der Mitte am größten und nimmt nach den Rändern zu ab. Die Randgeschwindigkeiten an den Seitenkanten wurden ebenso wie in der Öffnungsmitte zeichnerisch bestimmt. Bei kleinen Druckhöhen dürfte in den Schnitten *a* und *b* der Öffnung die theoretische Geschwindigkeit an den Seitenkanten nicht voll erreicht werden; es ergibt sich zeichnerisch ein Geschwindigkeitsverlust, den man bei großen Druckhöhen nur im Schnitt *a* erhält. Die senkrechte Geschwindigkeitsverteilung zeigt große Ähnlichkeit mit der im Strahle über einer Wehrkrone und unter einer Schütztafel gemessenen⁵⁾. Die kleinsten Geschwindigkeiten wurden in einer quadratischen Öffnung h_{II} etwas unterhalb des Mittelschnittes *b* in der Mitte gemessen. Die Geschwindigkeit verteilt sich demnach schalenförmig über die gesamte Öffnung, sie ist in der Mitte am kleinsten und nimmt nach den Rändern hin zu⁶⁾. Beachtlich dürfte noch folgende Erscheinung sein: daß $\angle v_{u(I)} = \angle v_{u(II)}$ und $\angle v_{o(I)} < \angle v_{o(II)}$ ist. Der Geschwindigkeitsverlust ist an der Unterkante bei beiden Druckhöhen gleich groß. Nach der Quergeschwindigkeitsbetrachtung⁷⁾, die an einem Wehrkörper entwickelt wurde, wird dieser Verlust von den aufwärtssteigenden Wasserfäden hervorgerufen. Da die Abmessung $w = 0,3$ m (Abb. 1) bei beiden Druckhöhen gleich groß war, müssen auch die Winkel, unter denen die Wasserfäden aufsteigen und der Öffnung zuströmen, gleich groß sein, und damit auch die hervorgerufenen Geschwindigkeitsverluste. Anders verhält es sich mit den abwärts strömenden Wasserfäden. Bei großer Druckhöhe ist der Bewegungswinkel steiler als bei kleiner, aus dieser Anschauung heraus kann auch der verschieden große Geschwindigkeitsverlust an der Oberkante erklärt werden. Die Quergeschwindigkeitsbetrachtung kann demnach vom Wehrkörper voll übernommen werden und braucht für Ausflußöffnungen und damit auch für dreiseitige Wehre (Ponceletüberfälle) nur mehr durch den „räumlichen“ Begriff der Quergeschwindigkeiten ergänzt werden. Ebenso wie das aufwärts- bzw. abwärtsströmende Wasserteilchen die waagerechte Fortbewegungsrichtung des ober bzw. unter ihm sich bewegende Teilchen stört, es in eine andere Richtung zwingt und dadurch den Geschwindigkeitsverlust in der anfänglichen Richtung verursacht, wirken die von der Seite der Öffnung zuströmenden Wasserfäden auch auf die daneben sich bewegenden Teilchen hemmend ein. Der Winkel, den die von der Seite zuströmenden Teilchen einnehmen, hängt außer von der Breite *b* auch noch von der Abmessung der Wand *B* ab, diese Abhängigkeit wurde bei dreiseitigen Wehren durch den Faktor „Öffnungsverhältnis“ berücksichtigt. Durch die Stauröhre wurde aber nur die waagerechte Geschwindigkeitskomponente ($v \cdot \cos \varphi$) des Wasserfadens, wenn φ der Neigungswinkel eines nach unten gerichteten Fadens ist, gemessen⁸⁾. Die Richtung und die Geschwindigkeit der gekrümmten Wasserfäden kann nur auf Grund einer eingehenden Untersuchung aus der Energiebilanz, ähnlich wie sie der Verfasser für Wehrkörper entwickelte, bestimmt werden. Die Kenntnis der waagerechten mit der Stauröhre ermittelten Geschwindigkeitskomponente ist zu einer Geschwindigkeitsuntersuchung voll ausreichend, da die parabelförmige theoretische v_f -Linie in Abb. 1 u. 6 waagerechte Wasserfäden zur Voraussetzung hat.

Die zweite Geschwindigkeitsuntersuchung wurde in einer kreisrunden Öffnung, deren Durchmesser gleich der Seitenlänge des Quadrates war, vorgenommen (Abb. 7). Die senkrechte Geschwindigkeitsverteilung zeigt dasselbe Charakteristikum wie die des Quadrates. Legt man die entsprechenden v_o -Linien übereinander, so zeigt sich, daß sowohl die senkrechte Geschwindigkeitsverteilung in der Mitte als auch die waagerechten in den Schnitten *a*, *b* und *c* und die Größe der auftretenden Geschwindigkeitsverluste bei Kreis und Quadrat voll übereinstimmen.

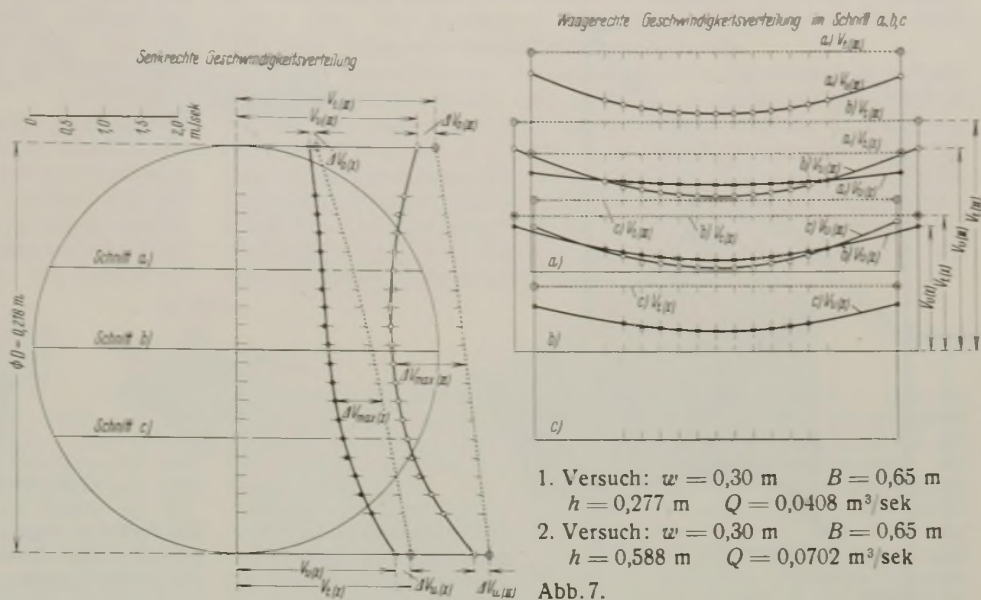
Die dritte Geschwindigkeitsmessung wurde an einem schlitzzartigen Rechteck mit dem Verhältnis $t/b = 3,63$ vorgenommen. Bei diesem

⁵⁾ Chr. Keutner, Der Einfluß der Krümmung der Wasserfäden auf die Energiebilanz und das Wasserabführungsvermögen von abgerundeten und scharfkantigen Wehrkörpern, Wkr. u. Ww. 1933. S. 25; vgl. die v_o -Linie mit der in Abb. 2 a. a. O. gezeigten v_o -Linie; auch $\angle v_{max}$ tritt bei beiden Strömungsvorgängen in angenähert derselben Höhenlage auf; vgl. auch Fußnote³⁾b), S. 268, Abb. 4.

⁶⁾ L. A. Ott, Ausfluß, Durchfluß und Überfall, Wkr. u. Ww. 1932, S. 205 bis 210; vgl. Abb. 11 auf S. 207 mit dem Meßergebnis auf Abb. 6.

⁷⁾ Chr. Keutner, Neues Berechnungsverfahren für den Abfluß an Wehr aus der Geschwindigkeitsverteilung des Wassers über der Wehrkrone, Bautechn. 1929, Heft 37, S. 577.

⁸⁾ s. Fußnote⁵⁾, S. 27, Abb. 3.



schmalen Rechteck konnte nur die senkrechte Geschwindigkeitsverteilung gemessen werden, da man auf die Feststellung der waagerechten, wegen der Gefahr, daß Luft von seitwärts in die Stauröhre dringt, verzichten mußte (Abb. 8). Bei diesem rechteckigen Öffnungsquerschnitt stimmt die senkrechte v_o -Linie weder bei der Druckhöhe h_I noch bei h_{II} mit der in der Mitte einer quadratischen Öffnung [$v_{o(Quadrat)}$] gemessenen überein. Die Geschwindigkeitsverluste sind bei dieser Form im allgemeinen bedeutend geringer als beim Quadrat. Auch treten die größten Verluste $\angle v_{max}$ an anderen Stellen auf, sie liegen näher der Unterkante der Öffnung. Sie können wiederum auf die Schwerpunktgeschwindigkeit v_s bezogen und wie folgt gegenübergestellt werden:

bei h_I ist $\angle v_{max(I)} = 0,51$ m/sek = rd. 27,9% von $v_{s(I)}$ und
bei h_{II} ist $\angle v_{max(II)} = 0,74$ m/sek = rd. 24,3% von $v_{s(II)}$.

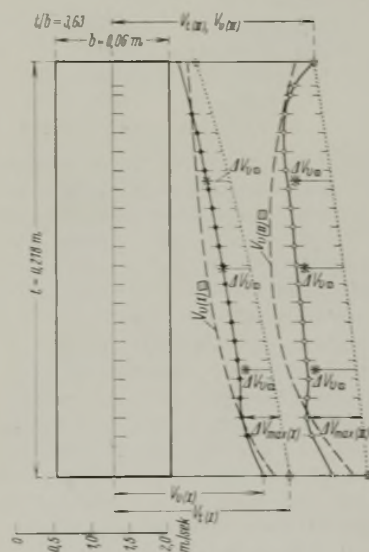


Abb. 8. 1. Versuch: $w = 0,30$ m $B = 0,65$ m
 $h = 0,282$ m $Q = 0,0156$ m³/sek
2. Versuch: $w = 0,30$ m $B = 0,65$ m
 $h = 0,581$ m $Q = 0,0281$ m³/sek

Vergleicht man diese Gegenüberstellung mit der bei einem Quadrate, dann kann man erkennen, daß die größten Geschwindigkeitsverluste hier um rd. 7% geringer sind. Ebenso unterscheidet sich die Form der v_o -Linie besonders bei h_I sehr von der bei einem Quadrate. War sie dort konkav, so ist sie hier im oberen und größten Teil konvex, ähnlich der theoretischen parabelförmigen Geschwindigkeitsverteilung; eine ähnliche Gestalt hat der mittlere Teil der v_o -Linie bei h_{II} . Charakteristisch bei h_I und h_{II} sind die Knickpunkte der beiden v_o -Linien, unterhalb deren die konvexe Linie in eine konkave übergeht. Bei h_{II} hat auch der oberste Teil eine konvexe Form. Es dürften demnach im mittleren Teile der Ausflußöffnung andere Strömungsvorgänge auftreten als im oberen und unteren Teile und auch als im mittleren Teile einer quadratischen

Öffnung. Beachtlich ist außerdem, daß beim Rechteck im untersten Teile der Öffnung die Geschwindigkeitsverluste größer sind als in demselben Teile bei einem Quadrat. Betrachtet man das Rechteck mit der Breite $b = 0,06$ m als Seitenteil eines Quadrates, d. h. bestimmt man aus der waagerechten Geschwindigkeitsverteilung in einer quadratischen Öffnung (Abb. 6) den Geschwindigkeitsverlust $\angle v_{o(Quadrat)}$, der in einer Entfernung von $b/2 = 0,03$ m vom Seitenrande auftritt, und vergleicht ihn mit dem tatsächlich auftretenden Verlust in der betreffenden Höhenlage (Abb. 8), dann erkennt man, daß bei h_I die beiden Größen angenähert übereinstimmen, während bei h_{II} die tatsächlich auftretenden Verluste durchweg etwas größer sind als $v_{o(Quadrat)}$. Das Rechteck zeigt demnach bei größerer Druckhöhe andere Geschwindigkeitsverluste als das entsprechende Seitenteil eines Quadrates. Nur eingehende systematische Untersuchungen mit veränderlicher Breite *b* und gleicher Höhe *t* können Aufschluß geben über

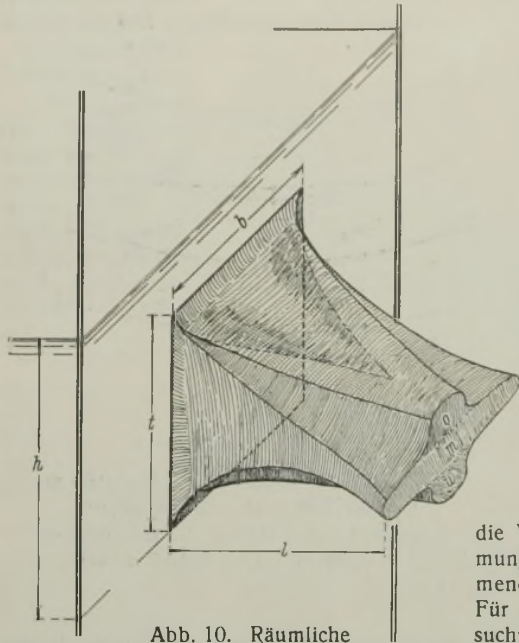


Abb. 10. Räumliche Darstellung eines ausfließenden Strahls.

Öffnung, wenn die Seitenlänge gleich dem Durchmesser ist, in ihren größten Flächenteilen die gleichen Strömungsvorgänge besitzen. Über die Größe der Geschwindigkeiten an den Seitenrändern konnten noch keine Erfahrungen gewonnen werden; die Randgeschwindigkeiten wurden rein zeichnerisch ermittelt.

Hatte man im II. Abschnitt das Wasserabführungsvermögen der einzelnen Querschnittformen mit dem gleichen Flächeninhalt bei verschiedener Druckhöhe miteinander verglichen, so kann dasselbe der drei Querschnittformen mit der gleichen Querschnittshöhe ($t = D$) ebenfalls zum Vergleich gegenübergestellt werden:

Querschnittform	Zusammenstellung II.		Ausflußbeiwert	
	Druckhöhe $h_1 = 0,28 \text{ m}$	Druckhöhe $h_{11} = 0,58 \text{ m}$	h_1	h_{11}
Quadrat	- 0,4 %	- 1,9 %	0,605	0,603
Rechteck $t/b = 3,63$	+ 5,1 %	+ 14,2 %	0,664	0,701
Kreis	$\pm 0,0 \%$	$\pm 0,0 \%$	0,611	0,614

d. h. das Quadrat führt je Flächeneinheit bei h_1 und h_{11} etwas weniger Wasser ab als die kreisrunde Öffnung; das Rechteck besitzt dagegen bei beiden Druckhöhen ein bedeutend größeres Wasserabführungsvermögen, deshalb sind auch die μ -Werte beim Rechteck am größten. Daraus geht auch hervor, daß bei einer schlitzenartigen rechteckigen Öffnung andere Strömungsvorgänge auftreten als bei einer quadratischen. Diese Zusammenstellung zeigt ein wesentlich anderes Bild als die im II. Abschnitt.

Es ist demnach grundsätzlich zu unterscheiden, ob ein Vergleich über das Wasserabführungsvermögen verschiedener Querschnittformen mit gleicher Querschnittfläche oder mit gleicher Querschnittshöhe gemacht werden soll. Ist gleiche Querschnittfläche bei einem Entwurf Bedingung und die Konstruktionshöhe t beliebig wählbar, dann ist dem Rechteck I ($t/b = 0,199$) der Vorrang vor der kreisrunden Öffnung zu geben; liegt dagegen die Konstruktionshöhe t fest und ist die Anzahl der Öffnungen beliebig wählbar, dann ist das Rechteck ($t/b = 3,63$) dem Kreis vorzuziehen.

IV. Die Strahlform des ausfließenden Strahles bei den verschiedenen Öffnungsquerschnitten.

Der Ausflußbeiwert μ schließt, wie an einem Wehrkörper festgestellt werden konnte, eine Geschwindigkeitsverminderung und eine Durchflußquerschnittverkleinerung ein. Bei einer Wandöffnung kann die Strahlquerschnittverkleinerung deutlich wahrgenommen werden (Abbildung 9). Der Strahl löst sich an der scharfkantigen Unterseite der Öffnung kurvenförmig ab, wie an einem scharfkantigen Wehrkörper. Die Größe der Ablösung Δh_1 dürfte zum überwiegenden Teile von der Druckhöhe h , der Querschnittshöhe t und

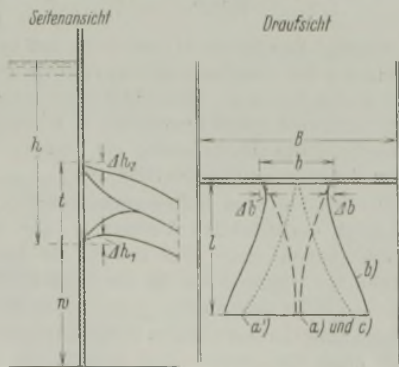


Abb. 9.

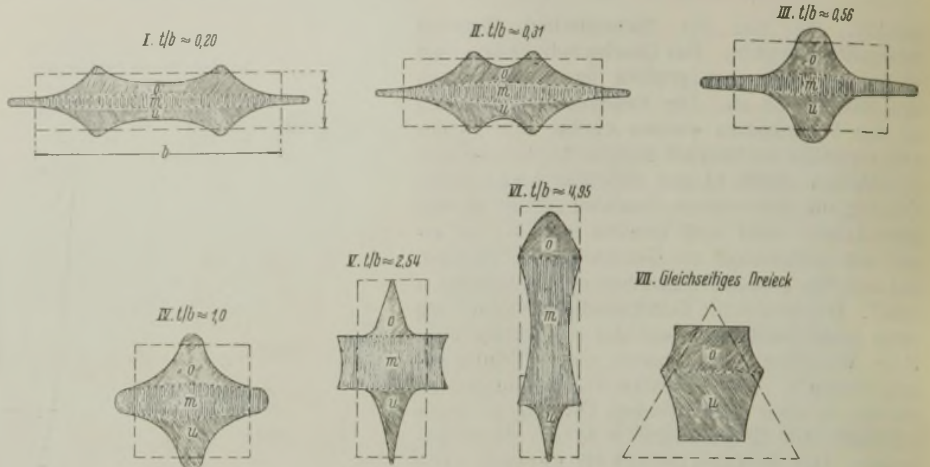


Abb. 11. Querschnittformen des ausfließenden Strahls.

der Größe ω abhängig sein. An der oberen Kante der Öffnung kann ebenfalls eine Ablösung des Strahles beobachtet werden, die ähnlich der an der Unterkante einer Schütztafel gemessenen ist; sie dürfte ebenfalls von den vorhin erwähnten Größen beeinflusst werden. Auch an den Seitenkanten findet eine Ablösung statt. Die Größe dieser Ablösung Δb dürfte außer von den bereits erwähnten Faktoren noch von dem Verhältnis b/B (Öffnungsverhältnis bei dreiseitigen Wehren) abhängen⁹⁾. Betrachtet man den ausfließenden Strahl näher, dann beobachtet man, daß er bei rechteckigen Öffnungsquerschnitten aus drei Teilen zu bestehen scheint. Das Mittelstück b löst sich von den Seitenkanten ab und verbreitert sich „schürzenartig“. Der obere und untere Teil des Strahles a und c zeigt eine gegenteilige Tendenz: die Wasserfäden, die sich von den Ecken ablösen, suchen sich in der Mitte zu vereinigen. Der obere Teil überlagert die Strahlschürze, während der untere unter ihr gleichsam eine Rippe bildet. Der Querschnitt des ausfließenden Strahles wurde bei jeweils gleicher Druckhöhe h und in der gleichen Entfernung l von der Wand aus beobachtet und in großen Zügen gemessen. Abb. 10 zeigt eine Skizze in räumlicher Darstellung. Man erkennt, wie sich die Strahlschürze M verbreitert, wie der obere Teil O über ihr liegt und wie die Rippe U gleichsam die Strahlschürze trägt. Abb. 11 zeigt die Skizzen für die Querschnittformen I bis VII. Man kann bei rechteckigen Querschnitten gut erkennen, wie mit größer werdendem Verhältnis t/b der Anteil des Mittelstückes M an dem Wasserabführungsvermögen wächst und die Anteile des Ober- bzw. Unterteiles kleiner werden. Aus der Geschwindigkeitsuntersuchung des III. Abschnitts kann entnommen werden, daß das Mittelstück M die kleinsten Geschwindigkeiten besitzt, damit wird dann auch das Wasserabführungsvermögen mit größer werdendem t/b geringer (s. Zusammenstellung I). Das gleichseitige Dreieck VII weist nur zwei wahrnehmbare Teile auf. Die Wasserfäden, die die Spitze (Teil O) verlassen, ziehen sich auseinander (a' in Abb. 9), und die Wasserfäden der unteren beiden Ecken suchen sich zu vereinigen (c in Abb. 9). Aus der elliptischen Öffnung VIII behält der ausfließende Strahl die Ellipsenform bei. In einer Entfernung $l = \text{rd. } 0,2 \text{ m}$ von der Wand lag die große Achse noch waagrecht, aber bereits bei $l = \text{rd. } 0,5 \text{ m}$ hatte sich die Ellipse um 90° gedreht, so daß die große Achse nun senkrecht stand. Der ausfließende Strahl aus einer kreisrunden Öffnung IX besaß bei $l = \text{rd. } 0,2 \text{ m}$ einen elliptischen Querschnitt mit der großen Achse waagrecht (Achsenverhältnis rd. 11 : 10), bei $l = \text{rd. } 0,5 \text{ m}$ lag die große Achse auch noch waagrecht, nur hatte sich das Achsenverhältnis rd. 1 : 2 gebildet. Das Ergebnis kann kurz zusammengefaßt werden:

Der ausfließende Strahl zieht sich im allgemeinen in seiner Breitenausdehnung bei breiten, aber niedrigen Öffnungen zusammen (z. B. Ellipse Achsenverhältnis $b/a = 0,5$, und der untere Teil des Dreiecks) und nimmt dafür an Querschnittshöhe zu. Bei schmälere, aber hohen Öffnungen verbreitert er sich schürzenartig (Kreis und oberer Teil des Dreiecks), seine Querschnittshöhe wird damit immer kleiner.

V. Schlußfolgerung.

1. Das Wasserabführungsvermögen von Wandöffnungen kann allgemein durch Gl. (10) ausgedrückt werden. Der Wert A und der Exponent x werden von einer Reihe von Faktoren beeinflusst, die die Funktionsdarstellung 11) zeigt. Die große Anzahl der Faktoren erschwert die Ermittlung einer allgemein gültigen Gleichung ungemein. Auf ebenso große Schwierigkeiten dürfte die Bestimmung der Ausflußbeiwerte μ für die verschiedenen Querschnittformen und Größenverhältnisse stoßen. Eine Zusammenfassung wenigstens der rechteckigen Querschnittformen könnte vielleicht auf Grund des Froudeschen Gesetzes möglich sein¹⁰⁾.

⁹⁾ S. Fußnote ³⁾ a) S. 400, Abb. 2, 3 u. 4. Bei zwei- und dreiseitigen Wehren ist eine ähnliche Abhängigkeit zu beobachten.

¹⁰⁾ S. Fußnote ⁵⁾, S. 45, Abb. 9.

2. Zusammenstellung I zeigt das Wasserabführungsvermögen der einzelnen Querschnittformen bei gleicher Querschnittfläche, während der Zusammenstellung II gleiche Querschnitthöhe zugrunde liegt. Bei den Schlüssen, die daraus gezogen werden können, ist auf die Fragestellung zu achten.

3. Die tatsächliche Geschwindigkeitsverteilung in einer quadratischen, kreisrunden und in einer rechteckig schlitzartigen Öffnung unterscheidet sich sehr stark von der theoretischen. Die Geschwindigkeit ist bei größerer Druckhöhe in der Mitte der Öffnung am kleinsten und nimmt nach den Rändern hin zu; sie ist schalenförmig über den ganzen Querschnitt verteilt. Die Geschwindigkeitsverluste sind bei der quadratischen und der kreisrunden Öffnung angenähert gleich groß, während sie im allgemeinen bei

der untersuchten rechteckigen Öffnung im größten Flächenteile bedeutend kleiner sind. Die gemessenen Geschwindigkeitsverluste dürften durch „räumliche Quergeschwindigkeiten“ verursacht sein.

4. Der Querschnitt des austretenden Strahles ist von der Querschnittgestaltung der Öffnung sehr stark abhängig. Je größer das Mittelstück M mit den verhältnismäßig kleinen Geschwindigkeiten durch Verkleinerung der Breite b wird, um so geringer ist das Wasserabführungsvermögen bei einer Gegenüberstellung mit Ausflußöffnungen gleicher Querschnittfläche (Zusammenstellung I). Ist bei einer Gegenüberstellung gleich große Querschnitthöhe Voraussetzung, dann ist das Wasserabführungsvermögen des schlitzartigen Rechteckes, bezogen auf die Flächeneinheit, größer als das eines Quadrates (Zusammenstellung II).

Vermischtes.

Geheimrat H. Boost 70 Jahre alt. Am 8. Mai d. J. vollendete Geheimrat Professor Hermann Boost, ein nationaler Mann von besonderer Art, sein siebzigstes Lebensjahr. Ein an Erfolgen reiches Leben liegt hinter ihm. Schon als junger Assistent bei Müller-Breslau war er 1894 bis 1897 an der Konstruktion und statischen Berechnung des Berliner Doms beteiligt, 1900 wurde er Professor für Statik an der Technischen Hochschule Aachen, 1902 Professor für Ingenieur-Baukonstruktionen, Beton- und Eisenbetonbau, Massiv- und Holzbrücken an der Technischen Hochschule Berlin. Als solcher hat er einer Generation von Bauingenieuren das wissenschaftliche Rüstzeug für die Praxis übermitteln. Bei ihm ist tiefgründiges Wissen mit praktischem Blick gepaart. Sein lauterer Charakter, sein Wohlwollen und seine stete Hilfsbereitschaft werden ihm bei Fachgenossen und Studierenden das beste Andenken sichern.

Seiner Feder entstammen mehrere wertvolle Bücher, z. B. der Eisenhochbau 1920, der Eisenbetonbau 1920. Neben dieser fachwissenschaftlichen Tätigkeit ist er als Gutachter und Schiedsrichter eine gesuchte Persönlichkeit. Eine Spezialität von ihm ist die geschickte Anordnung von Verstärkungen an Monumentalbauten.

Im Laufe der Jahre hatte er alle akademischen Ehrenämter inne, bis er 1933 aus dem Dienste schied. Da er aber noch eine ungewöhnliche Elastizität besitzt, stellte er sich damals für die neue Fakultät für allgemeine Technologie zur Verfügung und erhielt auch einen Lehrauftrag, weil man seine reichen Erfahrungen auch in Zukunft ausnutzen wollte. Dr. Sch.

Technische Hochschule Hannover. Dem Direktor Leonard Goedhart in Düsseldorf ist die akademische Würde eines Doktor-Ingenieur ehrenhalber verliehen worden, weil er das Naßbaggerwesen in hervorragender Weise gefördert hat.

Zum 75jährigen Bestehen der Firma Julius Römheld AG in Mainz. Die Eisengießerei Julius Römheld wurde von Julius Römheld in Weisenau bei Mainz am 1. April 1859 gegründet. 1863 wurde der Betrieb nach Mainz in das sog. „Gartenfeld“ (Rheinallee 85/87), verlegt. Dort, auf eigenem Grund und Boden, wurden ihm die Abteilungen für Maschinen- und Apparatebau und Eisenkonstruktionen angegliedert. Im Frühjahr 1908 wurde dann unter Leitung von Kommerzienrat Wilhelm Römheld, dem Sohne des Begründers, eine stark erweiterte, neuzeitlich eingerichtete Fabrik auf dem städtischen Industriegebiet (Rheinallee 92) errichtet, die den ganzen Betrieb der Firma aufnahm.

Seit dem Tode von Wilhelm Römheld (1909) leitet sein Sohn, Dipl.-Ing. Wilhelm Th. Römheld, die Firma. Im Dezember 1922 wurde das Unternehmen in eine Aktiengesellschaft umgewandelt, deren sämtliche Aktien im Besitze der engsten Familie sind.

Schon von der Gründung der Firma an nahm bei ihr die Herstellung von Apparaten für die chemische Industrie unter den Erzeugnissen der Abteilung Eisengießerei den breitesten Raum ein. Besonders die Apparate aus säure- und feuerbeständigem Gußeisen erwarben sich bald einen guten Ruf. Der Eisengießerei wurde ein chemisches Laboratorium angegliedert, in dem nicht nur die Rohstoffe, sondern auch alle Schmelzungen genau untersucht und erprobt werden. Unter der Marke „Duracid“ wurde ein hochsäurebeständiger Siliziumeisenguß auf den Markt gebracht, der praktisch von den meisten Säuren nicht angegriffen und als Ersatz für Steinzeug, Gold und Platin verwendet wird. Die Erzeugnisse finden auch im Auslande guten Absatz. Die Eisengießerei liefert auch nach der Schablone geformte Apparate bis zu 12000 kg Stückgewicht.

Die Maschinenfabrik befaßt sich u. a. mit der Bearbeitung von Apparaten für die chemische Industrie, mit dem Bau von selbsttätigen Waagen und Fördervorrichtungen für Zementfabriken.

In der Abteilung Stahlbau werden besonders Hochbaukonstruktionen für Fabrikbauten, Brücken sowie stählerne Gittermaste für Hochspannungsleitungen und Beleuchtungszwecke hergestellt. Angegliedert ist eine Abteilung für Blecharbeiten, in der Apparate für die chemische Industrie gefertigt werden.

Wenn die Firma in den vergangenen Jahren auch schwer um ihren Bestand zu kämpfen hatte, so darf sie doch dank der zähen Arbeit aller Werksangehörigen jetzt wieder mit Zuversicht in die Zukunft blicken; durch fortgesetzte Vervollkommnung ihrer Sondererzeugnisse ist sie bestrebt, ihren alten Ruf zu erhalten und beizutragen an dem Aufbau der deutschen Wirtschaft.

Wasserbaudirektor Franz Schmitz †. Am 9. April d. J. starb am Herzschlage der Wasserbaudirektor Schmitz bei der Wasserbaudirektion Münster. Er war im Jahre 1869 in Warendorf geboren und studierte an der Technischen Hochschule Aachen den Wasser- und Straßenbau. Als Regierungsbaumeister war er von Dezember 1899 ab bei den Wasserbauämtern Hoya, Naumburg a. d. S. und Eberswalde tätig. 1909 wurde er Vorstand des Wasserbauamts Landsberg a. d. W. und 1912 zum Königlichen Baurat ernannt. 1916 wurde er Regierungs- u. Baurat und als solcher 1917 als Dezernent an die Regierung Allenstein versetzt. Im Jahre 1921 kam er als Oberregierungs- u. -baurat an die Wasserbaudirektion Münster und wurde dort 1927 zum Wasserbaudirektor befördert.

Besonders große Aufgaben waren ihm in letzter Zeit durch die Erweiterung des Dortmund-Ems-Kanals gestellt. Die rasche Einleitung dieser Arbeiten zur Behebung der Arbeitslosigkeit stellte größte Anforderungen an seine Arbeitskraft und an sein Wissen und Können. Es ist ihm gelungen, die Arbeiten schnell in Gang zu bringen, so daß er noch die Freude erlebte, durch seine aufopfernde Tätigkeit Tausende von Volksgenossen wieder an Arbeit und Brot gebracht zu haben. Pigge.

Wasserleitungstunnel unter der Hafeneinfahrt in Vancouver. Eng. News-Rec. 1934, Bd. 112, Nr. 1, v. 4. Januar, S. 1, berichtet über einen Wasserleitungstunnel, der unter der Hafeneinfahrt von Vancouver zur Vergrößerung der Zuleitung und zur Vermeidung von Störungen in der Versorgung eines großen Stadtgebietes angelegt wurde. Der Bau begann 1931, in Betrieb genommen wurde der Druckstollen im Juni 1933 nach einem

Kostenaufwande von 1 Mill. \$. Das Wasser wurde seit 1886 durch Entnahme von dem Capilano-Fluß zugeführt. Das bedeutende Unternehmen umfaßte schon damals die besonders schwierige Kreuzung der Hafeneinfahrt, die eine Breite von 360 m und eine Tiefe von 18 m hat. Die gesamte zu unterdückernde Flutwasserbreite beträgt 800 m. Man hatte damals gußeiserne Rohre mit nachgiebigen Anschlüssen auf die Sohle des Hafenbettes abgesenkt, die sich bis zum Neubau des Druckstollens gut bewährte. Die Schifffahrt war bedeutend ge-

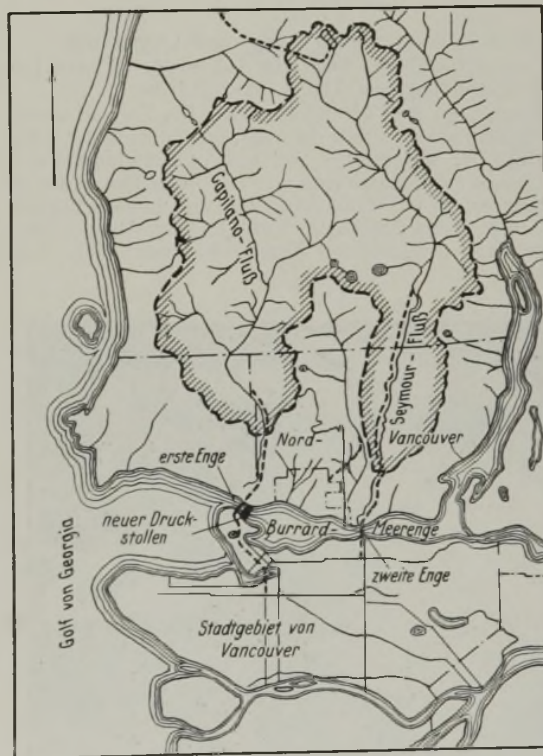


Abb. 1.

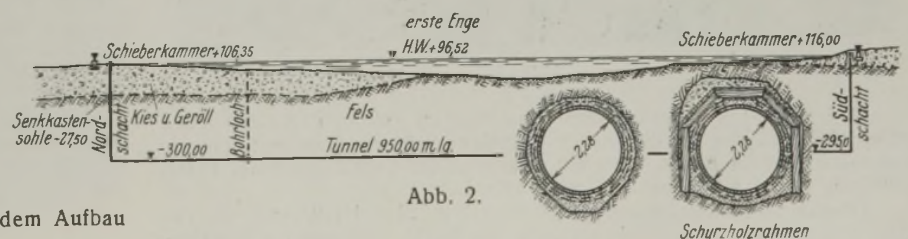


Abb. 2.

stiegen. Die am Grunde liegende alte Rohrleitung war besonders bei niedrigem Wasser und durch ausgeworfene Schiffsanker zufälligen Beschädigungen ausgesetzt. Der Verlauf der Wasserleitungen ist aus dem Lageplan (Abb. 1) ersichtlich.

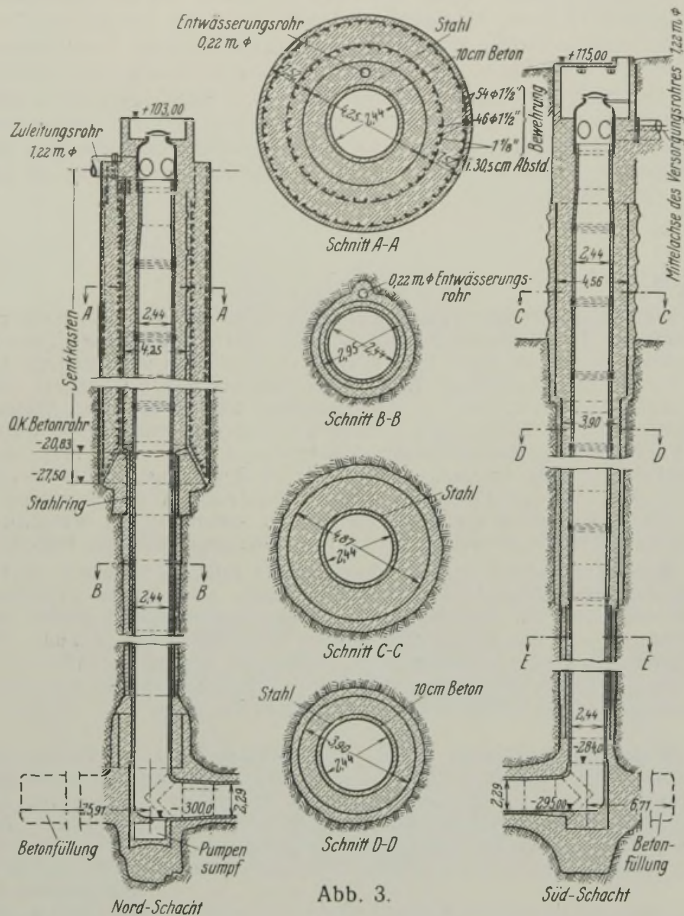


Abb. 3.

Abb. 2 zeigt die neue Dükeranlage im Längs- und Querschnitt.

Der Tunnel liegt im gewachsenen Fels und hat an den Enden lotrechte Schächte, deren Ausbildung aus Abb. 3 ersichtlich ist.

Über den Granitfelsen liegt eine Tertiärformation. Der Entwurf wurde auf Grund sorgfältiger geologischer Untersuchungen, besonders in der Nähe der Schächte aufgestellt. Der waagerechte Teil besteht aus einem Stahlrohr mit äußerer und innerer Betonumkleidung. Die lotrechten Schächte haben einen Gußstahldom von 7,5 cm Wanddicke mit je vier Rohranschlüssen von 1,22 m Durchm. und einem Mannloch von gleichem Durchmesser erhalten. Die Arbeiten im waagerechten Tunnel begannen von dem nördlichen Schacht aus.

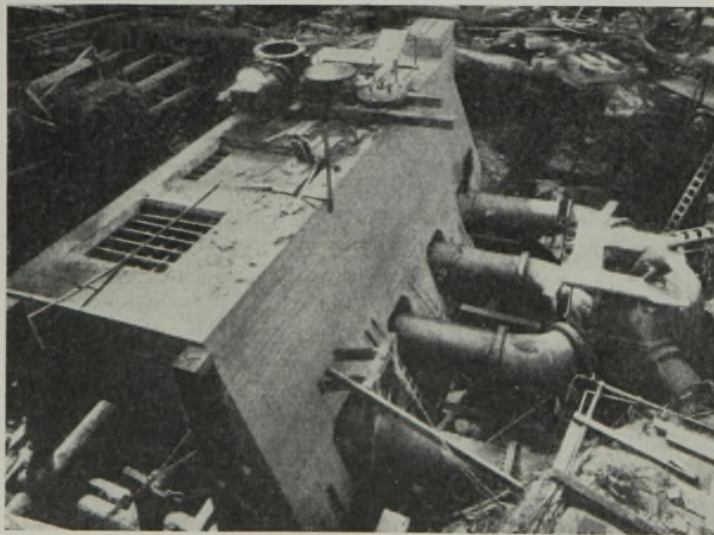


Abb. 4.

Ungefähr 10 m seitwärts des Schachtes im Stanley-Park und etwa 20 m seitwärts des Nordschachtes befinden sich die Schieberkammern. Die erstere ist im Boden betoniert, während die zweite auf einer Pfahlgründung steht. Ein Schaubild zeigt Abb. 4.

Oberkante Pfahlgründung liegt etwa 2 m über HHW und ist von einer Erdschüttung mit Steinbekleidung überdeckt. Die aus der Schieber-

kammer austretenden vier Rohre sind durch Gußstahlschieber abschließbar. Sie stehen am Nordufer mit einem Zuleitungsrohr von 1,52 m Durchm., am Südufer mit einem Versorgungsrohr für die Stadt von 1,78 m Durchm. in Verbindung. Nach Vollendung des Dükers und der Ventilkammern wurde stark chlorhaltiges Wasser eingelassen und unter Druck gestellt. Nach bakteriologischen Untersuchungen des durchgeleiteten Wassers wurde der Düker bald nach der Fertigstellung in Betrieb genommen. — Zs —

Patentschau.

Eiserne Spundwand. (Kl. 84c, Nr. 571 306 vom 6. 7. 1928 von Friedrich Heumann in Berlin-Grünwald.) Zur Herstellung der Spundwand wird zwischen je zwei im Walz- oder Ziehverfahren oder einer Vereinigung beider Verfahren hergestellte, an beiden Seiten mit Klauen versehene nietlose Eisenrohre *a* ein Profilleisen *b* eingeschaltet, dessen Flansche von den Klauen umfaßt werden.

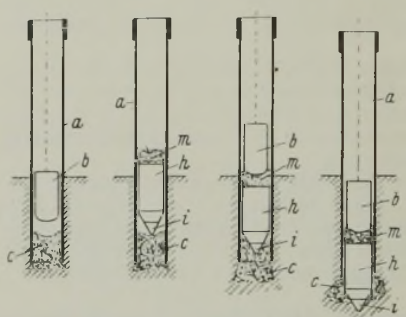
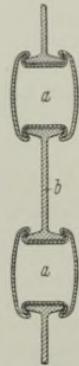


Abb. 1. Abb. 2. Abb. 3. Abb. 4.

Verfahren zum Eintreiben von Vortreibrohren. (Kl. 84c, Nr. 577 682 vom 22. 6. 1930 von Cie. Intie des Pieux Armés Frankignoul, St. Ame. in Lüttich, Belgien, Zusatz zum Patent 550 484.) Um auch beim Auftreten außergewöhnlicher Hindernisse, z. B. festgebundene Schlackenbänke, das Eintreiben zu ermöglichen, wird das Rohr mit dem nach dem Hauptpatent erzeugten Betonstopfen im Boden belassen und auf den Betonstopfen ein loser Hilfstreibkopf mit harter Spitze aufgesetzt, auf den die Rammschläge ausgeübt werden. Nachdem der Betonstopfen *c* im Rohr *a* durch Schläge mittels des Rammbären *b* gebildet und durch

weiteres Rammen das Rohr bis zu einer Tiefe eingetrieben ist, wo infolge von Hindernissen ein weiteres Senken unterbleibt, wird der Bär *b* aus dem Rohr herausgezogen und der mit der Eisenspitze *i* ausgerüstete Betonkörper *h* in das Rohr eingeführt, so daß er sich auf den Betonstopfen *c* aufsetzt. Durch leichtes Rammen dringt die Spitze *i* in den Betonstopfen *c* ein. Nach dem Einbringen erdfeuchten Betons *m* in das Rohr wird das Rammen fortgesetzt, wobei der Beton *m* den Betonkörper *h* vor Beschädigung durch die Schläge des Rammbären schützt, andererseits auch eine Abdichtung gegen Grundwasser herbeiführt. Bei weiterem Rammen dringt das Rohr *a* unter Überwindung der besonderen Hindernisse tiefer in den Boden ein, indem der Betonkörper *h* mit seiner Eisenspitze *i* entweder noch tiefer in den Stopfen *c* eindringt, oder den Stopfen derart verstärkt, daß die Hindernisse überwunden werden. Ist das Rohr bis zur gewünschten Tiefe eingerammt, so wird es stufenweise zurückgezogen und der Betonpfahl durch Stampfen erzeugt, wobei der Hilfstreibkörper *h, i* im Boden zurückbleibt.

Personalmeldungen.

Preußen. Die Regierungsbauräte (W) Dr.-Ing. Groth bei der Verwaltung der Berliner Wasserstraßen (Polizeipräsidium in Berlin) und Klaus bei der Elbstrombauverwaltung in Magdeburg sind zu Regierungs- und Bauräten, der Regierungsbaurat (W) Knauth beim Staubeckenbauamte in Ottmachau ist zu dessen Vorstände ernannt worden. Der Regierungsbauingenieur (W) Dr. Beermann beim Kulturbaubeamten I in Düsseldorf ist zum Regierungsbaurat ernannt worden.

Versetzt: Regierungsbaurat (W) Huch vom Wasserbauamte in Celle an das Wasserbauamt in Wittenberg als Vorstand, der Regierungsbauingenieur (W) Gutberlet von Gumbinnen nach Marne in Holst. als Bauleiter, infolge Verlegung des Wasserbauamts I in Kassel zum 1. Mai 1934 nach Münden als „Wasserbauamt Münden“ die bei ihm beschäftigten Regierungsbauräte (W) Gustav Schmidt (Vorstand), Knoll und Thiele von Kassel nach Münden.

Unter Wiederaufnahme in den Staatsdienst sind zur dienstlichen Verwendung überwiesen worden: die Regierungsbauingenieure (W) Walter Temp dem Kulturbaubeamten in Lötzen, Heinrich Buhrow dem Schleppamte in Duisburg-Ruhrort, Otto Hermandung dem Wasserbauamte in Münster.

Der Regierungsbauingenieur (W) Theodor Schmitz, beurlaubt zur Reichswasserstraßenverwaltung, ist von dieser als Regierungsbaurat übernommen worden.

Das Wasserbauamt Kassel II führt fortan die Bezeichnung „Wasserbauamt Kassel“.

¹⁾ S. Bautechn. 1933, Heft 41, S. 590.

INHALT: Versuche mit gegliederten Holzstützen. — Pfeilerschutz durch ein kreuzweise verankertes schwimmendes Leitwerk. — Einfluß der Querschnittform einer Wandöffnung auf Wasserabführung und auf Querschnitt des austretenden Strahles. (Schluß). — Vermischtes: Geheimrat H. Boost 70 Jahre alt. — Technische Hochschule Hannover. — 75 jähriges Bestehen der Firma Julius Rühmheld AG in Mainz. — Wasserbaudirektor Franz Schmitz f. — Wasserleitungstunnel unter der Hafeneinfahrt in Vancouver. — Patentschau. — Personalmeldungen.

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