

ARMIERTER BETON.

1911. MÄRZ.

INHALT:

- Tetmajers Eisenbetonversuche. Bearbeitet von den Professoren Bernhard Kirsch und Dr.-Ing. Rudolf Saliger (Wien). (Fortsetzung von S. 34.) S. 81.
- Die Haupthalle des Empfangsgebäudes im neuen Personen-Bahnhof Karlsruhe. Von Dipl.-Ing. Spangenberg und Dipl.-Ing. Stark (Karlsruhe). (Schluß von S. 63.) S. 87.
- Biegung mit Achsialdruck. Von Professor Hager (München). S. 98.
- Die Wölbwirkung des Voutenbalkens. Von Dipl.-Ing. Max Mayer (Pierrevillers). S. 103.
- Literaturschau. Von Regierungsbaumeister Dr.-Ing. F. Kögler (Dresden). S. 106.
- Bericht über die XIV. Hauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins (E. V.) S. 113.
- II. Tagung der höheren technischen Baupolizeibeamten. S. 115.
- Mitteilungen über Patente. S. 115. — Bücherbesprechungen S. 116. — Neue Bücher. S. 116.

TETMAJERS EISENBETONVERSUCHE.

Bearbeitet

von den Professoren Bernhard Kirsch und Dr.-Ing. Rudolf Saliger (Wien).

(Fortsetzung von S. 34.)

II. Zugversuche.

Tabelle II. Querschnitt $F = 15 \cdot 15 = 225 \text{ cm}^2$; Eisenquerschnitte F_e . Zugfestigkeit des Betons $\sigma_z = \frac{P - F_e \sigma_e}{F}$ (σ_e berechnet aus den gemessenen Dehnungen). 1–3 Trockenlagerung, 4–6 Naßlagerung. Alter 1 Jahr 6 bis 7 Monate. Dehnung in mm auf 1 m Länge, gemessen bei Versuch 1 und 4. Hierzu die Fig. 17–26. Die Figuren 18–26 stellen die Dehnungen auf 20 cm Meßlänge dar.

Tabelle II.

Mischung	Eisen	Versuch	Riß-		Mischung	Eisen	Versuch	Riß-	
			Dehnung	Spannung				Dehnung	Spannung
			$\frac{1}{1000} \text{ mm}$	kg/cm^2				$\frac{1}{1000} \text{ mm}$	kg/cm^2
A	ohne	1–3	42	15,4	A	1 \varnothing 10	1–3	—	12,7
		4–6	60	18,9			4–6	—	15,6
B	ohne	1–3	48	14,0	B	1 \varnothing 10	1–3	30	12,4
		4–6	55	15,9			4–6	36	14,0
C	ohne	1–3	42	9,8	C	1 \varnothing 10	1–3	25	9,1
		4–6	18	10,5			4–6	24	12,6
D	ohne	1–3	—	11,8	D	1 \varnothing 10	1–3	—	18,6
		4–6	31	11,2			4–6	—	15,3
A	1 \varnothing 20	1–3	62	14,3	A	2 \varnothing 10	1–3	56	16,5
		4–6	—	16,6			4–6	58	21,2
B	1 \varnothing 20	1–3	78	14,5	A	4 \varnothing 10	1–3	93	17,2
		4–6	79	17,5			4–6	—	23,9
C	1 \varnothing 20	1–3	36	10,0	A	2 \varnothing 20	1–3	48	18,5
		4–6	—	14,4			4–6	70	15,4
D	1 \varnothing 20	1–3	39	11,6	A	4 \varnothing 20	1–3	81	13,3
		4–6	—	16,6			4–6	48	14,9

Folgerungen aus den Zugversuchen.

Das Verhalten der Zugproben ist sehr ungleichmäßig. Die Mittelwerte für die Zugfestigkeiten der trocken gelagerten Körper sind

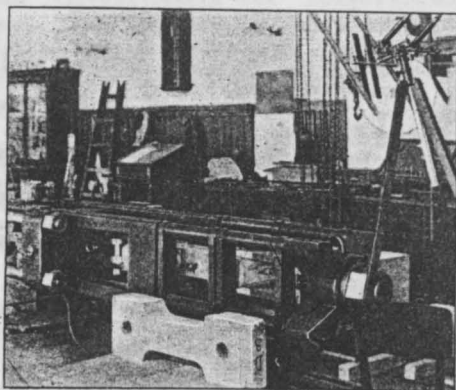


Fig. 17. Zugversuch.

fast durchweg kleiner als jene der naß gelagerten. Mischung C (1:2:4) gibt die kleinsten Festigkeiten (10,1—12,2 kg/cm² im Mittel), Mischung A

(1:3) die größten (14,1—20,5). Durch die Eisen- einlage wird eine geringe Vermehrung der Zug- festigkeit des Betons bewirkt: möglicherweise ist aber die zu späte Beobachtung der Rißbildung an dieser Erscheinung schuld.

Die Dehnung des Betons war in allen Fällen sehr gering. Der nicht bewehrte Beton hielt Längenänderungen bis 0,060 mm auf 1 m Länge aus, der bewehrte bis 0,093 mm auf 1 m Länge. Auffallend ist die geringe Dehnbarkeit der mit 1 Rundeseisen von 10 mm bewehrten Körper, die durchweg unter 0,036 mm auf 1 m Länge lag; deren Dehnung ist geringer als die der reinen Betonkörper. Die mit 2 und 4 Rundeseisen ver- stärkten Zugkörper konnten am stärksten (bis 0,093 mm auf 1 m Länge) gedehnt werden. Daß reiner und eisenverstärkter Beton verschiedener Dehnungen fähig seien, kann hieraus nicht gefol- gert werden.

Die aus den elastischen Formänderungen be- rechneten Werte E schwanken ohne Gesetz von 395 000 kg/cm² bis 491 000 kg/cm². Die Ungleich- mäßigkeit der Ergebnisse dürfte in den Probe- körpern und in der Versuchsdurchführung liegen, so daß ihnen nur geringe Bedeutung beizu- messen ist.

Tabelle III.

Mischung	Alter: 1 Jahr +	Eisen mm	Versuchsergebnisse			Mischung	Alter: 1 Jahr +	Eisen mm	Versuchsergebnisse		
			1—3 Mittel	4—6 Mittel	Gesamt- mittel				1—3 Mittel	4—6 Mittel	Gesamt- mittel
A	6 M. 5 T.	5	$r_1 = 15,1$ $\sigma_e = 3,62$	15,3 3,69	15,2 3,65	A	5 M. 17 T.	10	$r_1 = 27,4$ $\sigma_e = 3,25$	26,5 3,16	27,0 3,21
B	6 M. 2 T.	5	$r_1 = 16,0$ $\sigma_e = 3,84$	15,8 3,80	15,9 3,82	B	"	10	$r_1 = 27,0$ $\sigma_e = 3,21$	26,1 3,09	26,6 3,15
C	5 M. 27 T.	5	$r_1 = 15,6$ $\sigma_e = 3,76$	15,3 3,67	15,5 3,72	C	5 M. 10 T.	10	$r_1 = 27,2$ $\sigma_e = 3,28$	23,5 2,77	25,4 3,03
D	5 M. 14 T.	5	$r_1 = 15,3$ $\sigma_e = 3,69$	15,3 3,67	15,3 3,68	D	5 M. 6 T.	10	$r_1 = 26,0$ $\sigma_e = 3,10$	26,0 3,09	26,0 3,10
A	5 M. 25 T.	15	$r_1 = 39,6$ $\sigma_e = 3,14$	39,1 3,08	39,4 3,11	A	6 M. 26 T.	20	$r_1 = 37,8$ $\sigma_e = 2,28$	44,0 2,68	38,1 2,31
B	5 M. 21 T.	15	$r_1 = 34,5$ $\sigma_e = 2,75$	35,1 2,77	34,8 2,76	B	6 M. 25 T.	20	$r_1 = 36,7$ $\sigma_e = 2,19$	35,3 2,11	36,0 2,15
C	6 M. 17 T.	15	$r_1 = 36,2$ $\sigma_e = 2,90$	36,6 2,91	36,4 2,90	C	6 M. 18 T.	20	$r_1 = 36,4$ $\sigma_e = 2,17$	35,3 2,11	35,9 2,14
D	6 M. 13 T.	15	$r_1 = 27,2$ $\sigma_e = 2,15$	36,6 2,91	31,9 2,53	D	6 M. 13 T.	20	$r_1 = 34,0$ $\sigma_e = 2,03$	35,8 2,14	34,9 2,09
A	6 M. 27 T.	25	$r_1 = 47,8$ $\sigma_e = 2,77$	46,9 2,26	47,4 2,56	A zu naß	5 M. 29 T.	20	$r_1 = 40,9$ $\sigma_e = 2,44$	29,3 1,79	35,1 2,12
B	6 M. 23 T.	25	$r_1 = 40,2$ $\sigma_e = 2,40$	31,9 1,54	36,1 1,97	A zu trocken	6 M. 23 T.	20	$r_1 = 38,9$ $\sigma_e = 2,34$	45,6 2,73	42,3 2,53
C	6 M. 19 T.	25	$r_1 = 35,3$ $\sigma_e = 1,54$	33,9 1,36	34,6 1,74						
D	6 M. 14 T.	25	$r_1 = 34,3$ $\sigma_e = 1,65$	42,6 2,05	38,5 1,85						

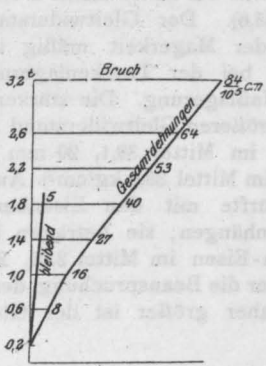


Fig. 18.
Zugversuch A₁ ohne Eisen.

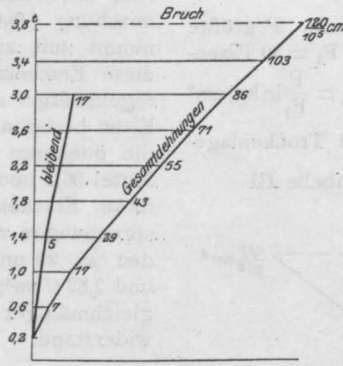


Fig. 19.
Zugversuch A₄ ohne Eisen.

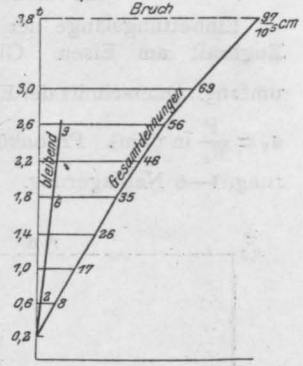


Fig. 20.
Zugversuch B₁ ohne Eisen.

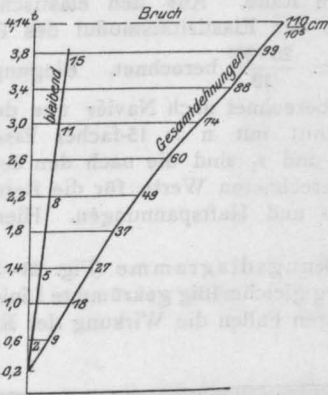


Fig. 21.
Zugversuch B₄ ohne Eisen.

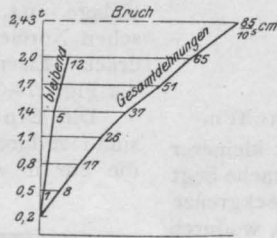


Fig. 22.
Zugversuch C₁ ohne Eisen.

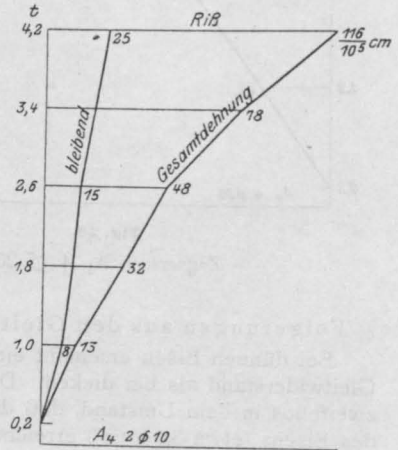


Fig. 23.
Zugversuch A₄ 2 ϕ 10.

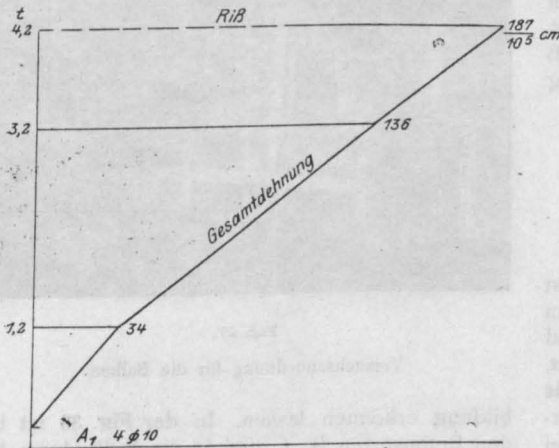


Fig. 24.
Zugversuch A₁ 4 ϕ 10.

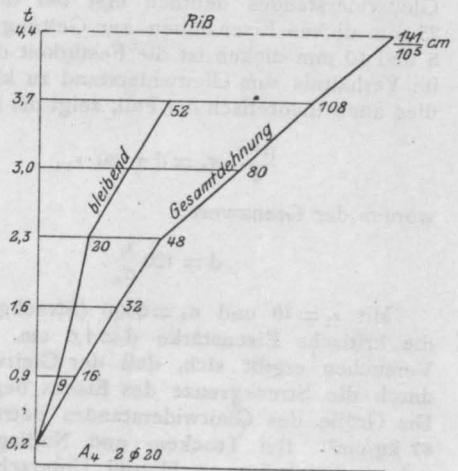


Fig. 25.
Zugversuch A₄ 2 ϕ 20.

III. Gleitversuche.

Einbettungslänge der Eisen 30 cm. P größte Zugkraft am Eisen. Gleitfläche $F_1 = 30$ Eisenumfang. Querschnitt der Eisen F_e . $\tau_1 = \frac{P}{F_1}$ in kg/cm^2
 $\sigma_e = \frac{P}{F_e}$ in t/cm^2 . Probekörper 1—3 Trockenlagerung, 4—6 Naßlagerung. Hierzu Tabelle III.

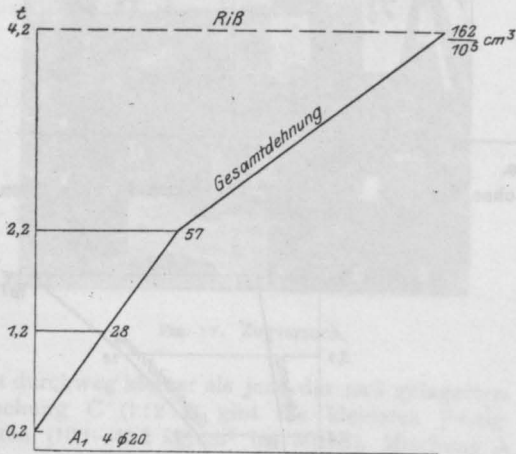


Fig. 26.

Zugversuch A_1 4 ϕ 20.

Folgerungen aus den Gleitversuchen.

Bei dünnen Eisen erscheint ein weit kleinerer Gleitwiderstand als bei dicken. Die Ursache liegt zweifellos in dem Umstand, daß die Streckgrenze des Eisens (etwa $3,0 \text{ t/cm}^2$) erreicht wird, wodurch Einschnürungen entstehen und der Zusammenhang sich lockert. In den ausgeführten Versuchen mit 30 cm Einbettungslänge kommt die Größe des Gleitwiderstandes deutlich erst bei den 20 und 25 mm dicken Eisenstäben zur Geltung, bei den 5 und 10 mm dicken ist die Festigkeit des Eisens im Verhältnis zum Gleitwiderstand zu klein. Daß dies auch theoretisch der Fall, zeigt die Beziehung

$$\frac{d^2 \pi}{4} \cdot \sigma_e = d \pi \cdot 30 \cdot \tau_1,$$

woraus der Grenzwert

$$d = 120 \frac{\tau_1}{\sigma_e}.$$

Mit $\tau_1 = 40$ und $\sigma_e = 3000$ (Streckgrenze) ist die kritische Eisenstärke $d = 1,6$ cm. Aus den Versuchen ergibt sich, daß der Gleitwiderstand durch die Streckgrenze des Eisens begrenzt ist. Die Größe des Gleitwiderstandes beträgt 35 bis 47 kg/cm^2 . Bei Trocken- und Naßlagerung ergeben sich keine merkbaren Unterschiede. Bei zu nasser Mischung ergibt die Trockenlagerung größeren Gleitwiderstand ($40,9$) als die Naßlage-

rung ($29,3$) und umgekehrt bei zu trockener Betonmischung ($38,9$ und $45,6$). Der Gleitwiderstand nimmt mit zunehmender Magerkeit mäßig ab; diese Erscheinung ist bei der Trockenlagerung regelmäßiger als bei Naßlagerung. Die stärkeren Eisen besitzen einen größeren Gleitwiderstand als die dünneren (25 mm im Mittel $39,1$, 20 mm im Mittel $36,2$ und 15 mm im Mittel $35,6 \text{ kg/cm}^2$). Auch diese Erscheinung dürfte mit den Eisenbeanspruchungen zusammenhängen; sie betragen bei den 25, 20 und 15 mm-Eisen im Mittel $2,03$, $2,17$ und $2,82 \text{ t/cm}^2$; je kleiner die Beanspruchung, desto gleichmäßiger und daher größer ist der Gleitwiderstand.

IV. Versuche mit Balken.

Einsenkungen, Rißbildung und Bruch.

Tabelle IV. Querschnitt $20 \cdot 30$ cm. Eisen 3 cm vom untern Rand. Aus den elastischen Einsenkungen ist der Elastizitätsmodul des Betons E mit $J = \frac{20 \cdot 30^3}{12}$ berechnet. Biegunszugspannung k berechnet nach Navier aus dem vollen Querschnitt mit $n = 15$ -facher Eiseneinlage. σ_d , σ_e und τ_1 sind die nach den deutschen Normen berechneten Werte für die Betondruck-, Eisenzug- und Haftspannungen. Hierzu die Fig. 27—35.

Die Einsenkungsdiagramme (Fig. 28—35) sind fast durchweg gleichmäßig gekrümmte Linien, die nur in wenigen Fällen die Wirkung der Riß-

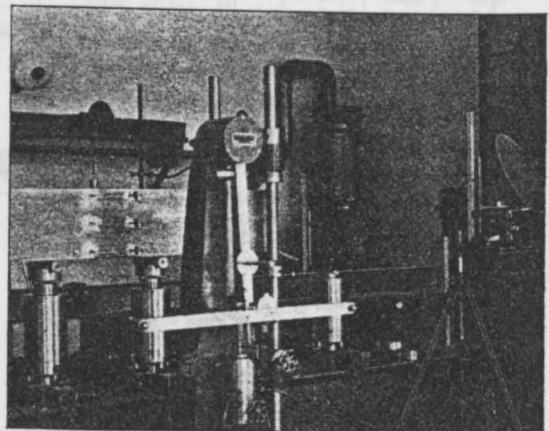


Fig. 27.

Versuchsanordnung für die Balken.

bildung erkennen lassen. In der Fig. 33 ist bei den Betonsorten B, C und D die Rißbildung bei $P = 1,5 \text{ t}$ offenbar, obwohl die Risse erst bei $2,0$, $2,0$ und $2,5 \text{ t}$ beobachtet worden sind. Fig. 33

Tabelle IV.

Mi- schung	Eisen	Ver- such	Durchbiegung vor der Rißbildung			Rißbildung		Größte gemessene Durchbiegung		Bruch																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			Last- stufe P in t	Elas- tische Ein- senkung 1/1000 cm	E t/cm ²	P in t	k in kg/cm ²	Last- stufe P in t	Gesamt- ein- senkung 1/1000 cm	P in t	σ_d kg/cm ²	σ_c kg/cm ²	r_1 kg/cm ²																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
A	keine	1-3	0,5-1,25	10,3	218	1,89	32,7	0,5-1,75	37	wie bei der Rißbildung	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		4-6	0,5-1,1	7,3	246	1,89	32,7	0,5-1,5	27					B	keine	1-3	0,5-1,1	8	226	1,30	22,5	0,5-1,1	25	4-6	0,5-1,1	10,3	175	1,46	25,3	0,5-1,5	44	C	keine	1-3	0,5-0,9	6	200	1,21	20,9	0,5-1,1	28	4-6	0,5-1,1	9,3	193	1,21	20,9	0,5-1,1	23	D	keine	1-3	0,5-1,1	7,5	241	1,37	23,7	0,5-1,1	30	4-6	0,5-1,1	9,5	189	1,49	25,8	0,5-1,3	31	A	2 Ø 5	1-3	0,5-1,25	9,5	237	2,04	35,3	0,5-1,75	36	wie bei der Rißbildung	(111)	(10500)	(25)	4-6	0,5-1,4	13	208	2,09	36,2	0,5-2,0	43	B	2 Ø 5	1-3	0,5-1,25	14	161	1,41	24,4	0,5-1,25	23	4-6	0,5-1,5	16,3	184	1,66	28,7	0,5-1,7	49	C	2 Ø 5	1-3	0,5-1,1	9,5	189	1,20	20,8	0,5-1,1	38	4-6	0,5-1,1	9,3	194	1,33	23,1	0,5-1,3	48	D	2 Ø 5	1-3	0,5-1,1	7	258	1,48	25,6	0,5-1,4	23	4-6	0,5-1,1	9,7	187	1,47	25,5	0,5-1,5	42	A	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	13,3	203			0,5-2,3	110	2,88	89	3860	18,6	4-6	0,5-1,7	17	212	2,40	37,6	0,5-2,9	137	3,17	97	4260	20,5	B	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	18,3	148	1,73	27,2	0,5-2,3	179	2,61	80	3500	16,8	4-6	0,5-1,7	18,3	197	2,07	32,4	0,5-2,5	136	2,87	88	3850	18,5	C	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	17,5	155	1,58	24,8	0,5-2,0	164	2,49	76	3340	16,0	4-6	0,5-1,7	27	133	1,70	26,7	0,5-2,5	180	2,79	86	3740	18,0	D	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	16	169	1,68	26,4	0,5-2,3	169	2,52	77	3370	16,2	4-6	0,5-1,7	17,3	208	1,87	29,3	0,5-2,5	157	2,89	89	3870	18,6	A	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	22,3	202	2,43	33,6	0,5-5,0	215	5,47	124	3370	24,3	4-6	0,5-2,9	35	207	3,10	42,9	0,5-5,3	220	5,88	134	3630	26,1	B	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	27	167	2,50	34,5	0,5-4,5	237	5,06	115	3120	22,5	4-6	0,5-2,6	37,3	169	3,27	45,2	0,5-4,7	243	5,52	125	3400	24,6	C	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	25,3	177	2,63	36,3	0,5-4,5	275	5,39	122	3320	24,0	4-6	0,5-2,6	47,7	132	2,13	29,5	0,5-4,7	260	5,56	126	3430	24,7	D	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	29	155	2,63	36,3	0,5-4,0	215	5,18	118	3180	23,0	4-6	0,5-2,6	39	162	2,17	30,0	0,5-5,4	302	5,66	128	3500	25,3	A	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	29	207	3,77	46,5	0,5-7,5	265	8,50	186	2970	28,7	4-6	0,5-3,5	39,7	226	4,33	53,4	0,5-8,5	308	9,36	204	3280	32,0	B	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	33,3	181	3,70	45,7	0,5-6,5	297	7,61	167	2670	25,8	4-6	0,5-3,5	46,7	193	4,90	60,4	0,5-8,5	372	8,69	190	3040	29,3	C	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	42	143	3,00	37,1	0,5-4,5	183	5,56	127	1940	18,8	4-6	0,5-3,5	59	152	4,33	53,4	0,5-6,5	277	6,87	150	2410	23,2	D	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	34,3	175	3,20	39,5	0,5-7,5	364	7,45	163	2610	25,2	4-6	0,5-3,5	52,7	171	4,50	55,6	0,5-7,5	345	7,20	158	2520	24,3	A	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	42,3	213	4,83	52,0	0,5-9,5	362	11,46	192	2720	32,7	4-6	0,5-5,0	63	214	6,33	68,2	0,5-11,0	353	12,01	202	2850	34,2	B	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	54	167	3,93	42,3	0,5-8,5	334	8,98	150	2130	25,6	4-6	0,5-5,0	73,3	184	4,90	52,9	0,5-9,5	330	10,99	184	2600	31,3	C	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	55,3	163	4,23	45,6	0,5-7,5	329	7,98	134	1890	22,8	4-6	0,5-4,4	70	167	4,53	48,8	0,5-7,0	242	7,95	133	1840	22,7	D	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	54,3	166	5,00	53,8	0,5-8,5	343	9,01	152	2130	25,7	4-6	0,5-5,0	74,7	181	5,27	56,8	0,5-9,5	331	10,31	173
B	keine	1-3	0,5-1,1	8	226	1,30	22,5	0,5-1,1	25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		4-6	0,5-1,1	10,3	175	1,46	25,3	0,5-1,5	44					C	keine	1-3	0,5-0,9	6	200	1,21	20,9	0,5-1,1	28	4-6	0,5-1,1	9,3	193	1,21	20,9	0,5-1,1	23	D	keine	1-3	0,5-1,1	7,5	241	1,37	23,7	0,5-1,1	30	4-6	0,5-1,1	9,5	189	1,49	25,8	0,5-1,3	31	A	2 Ø 5	1-3	0,5-1,25	9,5	237	2,04	35,3	0,5-1,75	36	wie bei der Rißbildung	(111)	(10500)	(25)	4-6	0,5-1,4	13	208	2,09	36,2	0,5-2,0	43	B	2 Ø 5	1-3	0,5-1,25	14	161					1,41	24,4	0,5-1,25	23	4-6	0,5-1,5	16,3	184	1,66	28,7	0,5-1,7	49	C	2 Ø 5	1-3	0,5-1,1	9,5	189	1,20	20,8	0,5-1,1	38	4-6	0,5-1,1	9,3	194	1,33	23,1	0,5-1,3	48	D	2 Ø 5	1-3	0,5-1,1	7	258	1,48	25,6	0,5-1,4	23	4-6	0,5-1,1	9,7	187	1,47	25,5	0,5-1,5	42	A	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	13,3	203			0,5-2,3	110	2,88	89	3860	18,6	4-6	0,5-1,7	17	212	2,40	37,6	0,5-2,9	137	3,17	97	4260	20,5	B	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	18,3	148	1,73	27,2	0,5-2,3	179	2,61	80	3500	16,8	4-6	0,5-1,7	18,3	197	2,07	32,4	0,5-2,5	136	2,87	88	3850	18,5	C	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	17,5	155	1,58	24,8	0,5-2,0	164	2,49	76	3340	16,0	4-6	0,5-1,7	27	133	1,70	26,7	0,5-2,5	180	2,79	86	3740	18,0	D	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	16	169	1,68	26,4	0,5-2,3	169	2,52	77	3370	16,2	4-6	0,5-1,7	17,3	208	1,87	29,3	0,5-2,5	157	2,89	89	3870	18,6	A	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	22,3	202	2,43	33,6	0,5-5,0	215	5,47	124	3370	24,3	4-6	0,5-2,9	35	207	3,10	42,9	0,5-5,3	220	5,88	134	3630	26,1	B	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	27	167	2,50	34,5	0,5-4,5	237	5,06	115	3120	22,5	4-6	0,5-2,6	37,3	169	3,27	45,2	0,5-4,7	243	5,52	125	3400	24,6	C	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	25,3	177	2,63	36,3	0,5-4,5	275	5,39	122	3320	24,0	4-6	0,5-2,6	47,7	132	2,13	29,5	0,5-4,7	260	5,56	126	3430	24,7	D	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	29	155	2,63	36,3	0,5-4,0	215	5,18	118	3180	23,0	4-6	0,5-2,6	39	162	2,17	30,0	0,5-5,4	302	5,66	128	3500	25,3	A	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	29	207	3,77	46,5	0,5-7,5	265	8,50	186	2970	28,7	4-6	0,5-3,5	39,7	226	4,33	53,4	0,5-8,5	308	9,36	204	3280	32,0	B	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	33,3	181	3,70	45,7	0,5-6,5	297	7,61	167	2670	25,8	4-6	0,5-3,5	46,7	193	4,90	60,4	0,5-8,5	372	8,69	190	3040	29,3	C	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	42	143	3,00	37,1	0,5-4,5	183	5,56	127	1940	18,8	4-6	0,5-3,5	59	152	4,33	53,4	0,5-6,5	277	6,87	150	2410	23,2	D	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	34,3	175	3,20	39,5	0,5-7,5	364	7,45	163	2610	25,2	4-6	0,5-3,5	52,7	171	4,50	55,6	0,5-7,5	345	7,20	158	2520	24,3	A	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	42,3	213	4,83	52,0	0,5-9,5	362	11,46	192	2720	32,7	4-6	0,5-5,0	63	214	6,33	68,2	0,5-11,0	353	12,01	202	2850	34,2	B	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	54	167	3,93	42,3	0,5-8,5	334	8,98	150	2130	25,6	4-6	0,5-5,0	73,3	184	4,90	52,9	0,5-9,5	330	10,99	184	2600	31,3	C	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	55,3	163	4,23	45,6	0,5-7,5	329	7,98	134	1890	22,8	4-6	0,5-4,4	70	167	4,53	48,8	0,5-7,0	242	7,95	133	1840	22,7	D	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	54,3	166	5,00	53,8	0,5-8,5	343	9,01	152	2130	25,7	4-6	0,5-5,0	74,7	181	5,27	56,8	0,5-9,5	331	10,31	173	2430	29,4												
C	keine	1-3	0,5-0,9	6	200	1,21	20,9	0,5-1,1	28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		4-6	0,5-1,1	9,3	193	1,21	20,9	0,5-1,1	23					D	keine	1-3	0,5-1,1	7,5	241	1,37	23,7	0,5-1,1	30	4-6	0,5-1,1	9,5	189	1,49	25,8	0,5-1,3	31	A	2 Ø 5	1-3	0,5-1,25	9,5	237	2,04	35,3	0,5-1,75	36	wie bei der Rißbildung	(111)	(10500)	(25)	4-6	0,5-1,4	13	208	2,09	36,2	0,5-2,0	43	B	2 Ø 5	1-3	0,5-1,25	14	161					1,41	24,4	0,5-1,25	23	4-6	0,5-1,5	16,3	184	1,66	28,7	0,5-1,7	49	C	2 Ø 5					1-3	0,5-1,1	9,5	189	1,20	20,8	0,5-1,1	38	4-6	0,5-1,1	9,3	194	1,33	23,1	0,5-1,3	48	D	2 Ø 5	1-3	0,5-1,1	7	258	1,48	25,6	0,5-1,4	23	4-6	0,5-1,1	9,7	187	1,47	25,5	0,5-1,5	42	A	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	13,3	203			0,5-2,3	110	2,88	89	3860	18,6	4-6	0,5-1,7	17	212	2,40	37,6	0,5-2,9	137	3,17	97	4260	20,5	B	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	18,3	148	1,73	27,2	0,5-2,3	179	2,61	80	3500	16,8	4-6	0,5-1,7	18,3	197	2,07	32,4	0,5-2,5	136	2,87	88	3850	18,5	C	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	17,5	155	1,58	24,8	0,5-2,0	164	2,49	76	3340	16,0	4-6	0,5-1,7	27	133	1,70	26,7	0,5-2,5	180	2,79	86	3740	18,0	D	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	16	169	1,68	26,4	0,5-2,3	169	2,52	77	3370	16,2	4-6	0,5-1,7	17,3	208	1,87	29,3	0,5-2,5	157	2,89	89	3870	18,6	A	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	22,3	202	2,43	33,6	0,5-5,0	215	5,47	124	3370	24,3	4-6	0,5-2,9	35	207	3,10	42,9	0,5-5,3	220	5,88	134	3630	26,1	B	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	27	167	2,50	34,5	0,5-4,5	237	5,06	115	3120	22,5	4-6	0,5-2,6	37,3	169	3,27	45,2	0,5-4,7	243	5,52	125	3400	24,6	C	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	25,3	177	2,63	36,3	0,5-4,5	275	5,39	122	3320	24,0	4-6	0,5-2,6	47,7	132	2,13	29,5	0,5-4,7	260	5,56	126	3430	24,7	D	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	29	155	2,63	36,3	0,5-4,0	215	5,18	118	3180	23,0	4-6	0,5-2,6	39	162	2,17	30,0	0,5-5,4	302	5,66	128	3500	25,3	A	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	29	207	3,77	46,5	0,5-7,5	265	8,50	186	2970	28,7	4-6	0,5-3,5	39,7	226	4,33	53,4	0,5-8,5	308	9,36	204	3280	32,0	B	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	33,3	181	3,70	45,7	0,5-6,5	297	7,61	167	2670	25,8	4-6	0,5-3,5	46,7	193	4,90	60,4	0,5-8,5	372	8,69	190	3040	29,3	C	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	42	143	3,00	37,1	0,5-4,5	183	5,56	127	1940	18,8	4-6	0,5-3,5	59	152	4,33	53,4	0,5-6,5	277	6,87	150	2410	23,2	D	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	34,3	175	3,20	39,5	0,5-7,5	364	7,45	163	2610	25,2	4-6	0,5-3,5	52,7	171	4,50	55,6	0,5-7,5	345	7,20	158	2520	24,3	A	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	42,3	213	4,83	52,0	0,5-9,5	362	11,46	192	2720	32,7	4-6	0,5-5,0	63	214	6,33	68,2	0,5-11,0	353	12,01	202	2850	34,2	B	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	54	167	3,93	42,3	0,5-8,5	334	8,98	150	2130	25,6	4-6	0,5-5,0	73,3	184	4,90	52,9	0,5-9,5	330	10,99	184	2600	31,3	C	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	55,3	163	4,23	45,6	0,5-7,5	329	7,98	134	1890	22,8	4-6	0,5-4,4	70	167	4,53	48,8	0,5-7,0	242	7,95	133	1840	22,7	D	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	54,3	166	5,00	53,8	0,5-8,5	343	9,01	152	2130	25,7	4-6	0,5-5,0	74,7	181	5,27	56,8	0,5-9,5	331	10,31	173	2430	29,4																										
D	keine	1-3	0,5-1,1	7,5	241	1,37	23,7	0,5-1,1	30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		4-6	0,5-1,1	9,5	189	1,49	25,8	0,5-1,3	31					A	2 Ø 5	1-3	0,5-1,25	9,5	237	2,04	35,3	0,5-1,75	36	wie bei der Rißbildung	(111)	(10500)	(25)	4-6	0,5-1,4	13	208	2,09	36,2	0,5-2,0	43	B	2 Ø 5	1-3	0,5-1,25	14	161					1,41	24,4	0,5-1,25	23	4-6	0,5-1,5	16,3	184	1,66	28,7	0,5-1,7	49	C	2 Ø 5					1-3	0,5-1,1	9,5	189	1,20	20,8	0,5-1,1	38	4-6	0,5-1,1	9,3	194	1,33	23,1					0,5-1,3	48	D	2 Ø 5	1-3	0,5-1,1	7	258	1,48	25,6	0,5-1,4	23	4-6	0,5-1,1	9,7	187	1,47	25,5	0,5-1,5	42	A	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	13,3	203			0,5-2,3	110	2,88	89	3860	18,6	4-6	0,5-1,7	17	212	2,40	37,6	0,5-2,9	137	3,17	97	4260	20,5	B	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	18,3	148	1,73	27,2	0,5-2,3	179	2,61	80	3500	16,8	4-6	0,5-1,7	18,3	197	2,07	32,4	0,5-2,5	136	2,87	88	3850	18,5	C	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	17,5	155	1,58	24,8	0,5-2,0	164	2,49	76	3340	16,0	4-6	0,5-1,7	27	133	1,70	26,7	0,5-2,5	180	2,79	86	3740	18,0	D	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	16	169	1,68	26,4	0,5-2,3	169	2,52	77	3370	16,2	4-6	0,5-1,7	17,3	208	1,87	29,3	0,5-2,5	157	2,89	89	3870	18,6	A	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	22,3	202	2,43	33,6	0,5-5,0	215	5,47	124	3370	24,3	4-6	0,5-2,9	35	207	3,10	42,9	0,5-5,3	220	5,88	134	3630	26,1	B	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	27	167	2,50	34,5	0,5-4,5	237	5,06	115	3120	22,5	4-6	0,5-2,6	37,3	169	3,27	45,2	0,5-4,7	243	5,52	125	3400	24,6	C	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	25,3	177	2,63	36,3	0,5-4,5	275	5,39	122	3320	24,0	4-6	0,5-2,6	47,7	132	2,13	29,5	0,5-4,7	260	5,56	126	3430	24,7	D	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	29	155	2,63	36,3	0,5-4,0	215	5,18	118	3180	23,0	4-6	0,5-2,6	39	162	2,17	30,0	0,5-5,4	302	5,66	128	3500	25,3	A	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	29	207	3,77	46,5	0,5-7,5	265	8,50	186	2970	28,7	4-6	0,5-3,5	39,7	226	4,33	53,4	0,5-8,5	308	9,36	204	3280	32,0	B	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	33,3	181	3,70	45,7	0,5-6,5	297	7,61	167	2670	25,8	4-6	0,5-3,5	46,7	193	4,90	60,4	0,5-8,5	372	8,69	190	3040	29,3	C	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	42	143	3,00	37,1	0,5-4,5	183	5,56	127	1940	18,8	4-6	0,5-3,5	59	152	4,33	53,4	0,5-6,5	277	6,87	150	2410	23,2	D	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	34,3	175	3,20	39,5	0,5-7,5	364	7,45	163	2610	25,2	4-6	0,5-3,5	52,7	171	4,50	55,6	0,5-7,5	345	7,20	158	2520	24,3	A	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	42,3	213	4,83	52,0	0,5-9,5	362	11,46	192	2720	32,7	4-6	0,5-5,0	63	214	6,33	68,2	0,5-11,0	353	12,01	202	2850	34,2	B	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	54	167	3,93	42,3	0,5-8,5	334	8,98	150	2130	25,6	4-6	0,5-5,0	73,3	184	4,90	52,9	0,5-9,5	330	10,99	184	2600	31,3	C	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	55,3	163	4,23	45,6	0,5-7,5	329	7,98	134	1890	22,8	4-6	0,5-4,4	70	167	4,53	48,8	0,5-7,0	242	7,95	133	1840	22,7	D	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	54,3	166	5,00	53,8	0,5-8,5	343	9,01	152	2130	25,7	4-6	0,5-5,0	74,7	181	5,27	56,8	0,5-9,5	331	10,31	173	2430	29,4																																								
A	2 Ø 5	1-3	0,5-1,25	9,5	237	2,04	35,3	0,5-1,75	36	wie bei der Rißbildung	(111)	(10500)	(25)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		4-6	0,5-1,4	13	208	2,09	36,2	0,5-2,0	43					B	2 Ø 5	1-3	0,5-1,25	14	161	1,41	24,4	0,5-1,25	23					4-6	0,5-1,5	16,3	184	1,66	28,7	0,5-1,7	49	C	2 Ø 5	1-3	0,5-1,1	9,5	189					1,20	20,8	0,5-1,1	38	4-6	0,5-1,1	9,3	194	1,33	23,1	0,5-1,3	48	D	2 Ø 5					1-3	0,5-1,1	7	258	1,48	25,6	0,5-1,4	23	4-6	0,5-1,1	9,7	187	1,47	25,5	0,5-1,5	42	A	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	13,3	203			0,5-2,3	110	2,88	89	3860	18,6	4-6	0,5-1,7	17	212	2,40	37,6	0,5-2,9	137	3,17	97	4260	20,5	B	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	18,3	148	1,73	27,2	0,5-2,3	179	2,61	80	3500	16,8	4-6	0,5-1,7	18,3	197	2,07	32,4	0,5-2,5	136	2,87	88	3850	18,5	C	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	17,5	155	1,58	24,8	0,5-2,0	164	2,49	76	3340	16,0	4-6	0,5-1,7	27	133	1,70	26,7	0,5-2,5	180	2,79	86	3740	18,0	D	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	16	169	1,68	26,4	0,5-2,3	169	2,52	77	3370	16,2	4-6	0,5-1,7	17,3	208	1,87	29,3	0,5-2,5	157	2,89	89	3870	18,6	A	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	22,3	202	2,43	33,6	0,5-5,0	215	5,47	124	3370	24,3	4-6	0,5-2,9	35	207	3,10	42,9	0,5-5,3	220	5,88	134	3630	26,1	B	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	27	167	2,50	34,5	0,5-4,5	237	5,06	115	3120	22,5	4-6	0,5-2,6	37,3	169	3,27	45,2	0,5-4,7	243	5,52	125	3400	24,6	C	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	25,3	177	2,63	36,3	0,5-4,5	275	5,39	122	3320	24,0	4-6	0,5-2,6	47,7	132	2,13	29,5	0,5-4,7	260	5,56	126	3430	24,7	D	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	29	155	2,63	36,3	0,5-4,0	215	5,18	118	3180	23,0	4-6	0,5-2,6	39	162	2,17	30,0	0,5-5,4	302	5,66	128	3500	25,3	A	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	29	207	3,77	46,5	0,5-7,5	265	8,50	186	2970	28,7	4-6	0,5-3,5	39,7	226	4,33	53,4	0,5-8,5	308	9,36	204	3280	32,0	B	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	33,3	181	3,70	45,7	0,5-6,5	297	7,61	167	2670	25,8	4-6	0,5-3,5	46,7	193	4,90	60,4	0,5-8,5	372	8,69	190	3040	29,3	C	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	42	143	3,00	37,1	0,5-4,5	183	5,56	127	1940	18,8	4-6	0,5-3,5	59	152	4,33	53,4	0,5-6,5	277	6,87	150	2410	23,2	D	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	34,3	175	3,20	39,5	0,5-7,5	364	7,45	163	2610	25,2	4-6	0,5-3,5	52,7	171	4,50	55,6	0,5-7,5	345	7,20	158	2520	24,3	A	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	42,3	213	4,83	52,0	0,5-9,5	362	11,46	192	2720	32,7	4-6	0,5-5,0	63	214	6,33	68,2	0,5-11,0	353	12,01	202	2850	34,2	B	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	54	167	3,93	42,3	0,5-8,5	334	8,98	150	2130	25,6	4-6	0,5-5,0	73,3	184	4,90	52,9	0,5-9,5	330	10,99	184	2600	31,3	C	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	55,3	163	4,23	45,6	0,5-7,5	329	7,98	134	1890	22,8	4-6	0,5-4,4	70	167	4,53	48,8	0,5-7,0	242	7,95	133	1840	22,7	D	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	54,3	166	5,00	53,8	0,5-8,5	343	9,01	152	2130	25,7	4-6	0,5-5,0	74,7	181	5,27	56,8	0,5-9,5	331	10,31	173	2430	29,4																																																														
B	2 Ø 5	1-3	0,5-1,25	14	161	1,41	24,4	0,5-1,25	23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		4-6	0,5-1,5	16,3	184	1,66	28,7	0,5-1,7	49					C	2 Ø 5	1-3	0,5-1,1	9,5	189	1,20	20,8	0,5-1,1	38					4-6	0,5-1,1	9,3	194	1,33	23,1	0,5-1,3	48	D	2 Ø 5	1-3	0,5-1,1	7	258					1,48	25,6	0,5-1,4	23	4-6	0,5-1,1	9,7	187	1,47	25,5	0,5-1,5	42	A	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	13,3	203			0,5-2,3	110	2,88	89	3860	18,6	4-6	0,5-1,7	17	212	2,40	37,6	0,5-2,9	137	3,17	97	4260	20,5	B	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	18,3	148	1,73	27,2	0,5-2,3	179	2,61	80	3500	16,8	4-6	0,5-1,7	18,3	197	2,07	32,4	0,5-2,5	136	2,87	88	3850	18,5	C	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	17,5	155	1,58	24,8	0,5-2,0	164	2,49	76	3340	16,0	4-6	0,5-1,7	27	133	1,70	26,7	0,5-2,5	180	2,79	86	3740	18,0	D	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	16	169	1,68	26,4	0,5-2,3	169	2,52	77	3370	16,2	4-6	0,5-1,7	17,3	208	1,87	29,3	0,5-2,5	157	2,89	89	3870	18,6	A	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	22,3	202	2,43	33,6	0,5-5,0	215	5,47	124	3370	24,3	4-6	0,5-2,9	35	207	3,10	42,9	0,5-5,3	220	5,88	134	3630	26,1	B	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	27	167	2,50	34,5	0,5-4,5	237	5,06	115	3120	22,5	4-6	0,5-2,6	37,3	169	3,27	45,2	0,5-4,7	243	5,52	125	3400	24,6	C	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	25,3	177	2,63	36,3	0,5-4,5	275	5,39	122	3320	24,0	4-6	0,5-2,6	47,7	132	2,13	29,5	0,5-4,7	260	5,56	126	3430	24,7	D	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	29	155	2,63	36,3	0,5-4,0	215	5,18	118	3180	23,0	4-6	0,5-2,6	39	162	2,17	30,0	0,5-5,4	302	5,66	128	3500	25,3	A	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	29	207	3,77	46,5	0,5-7,5	265	8,50	186	2970	28,7	4-6	0,5-3,5	39,7	226	4,33	53,4	0,5-8,5	308	9,36	204	3280	32,0	B	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	33,3	181	3,70	45,7	0,5-6,5	297	7,61	167	2670	25,8	4-6	0,5-3,5	46,7	193	4,90	60,4	0,5-8,5	372	8,69	190	3040	29,3	C	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	42	143	3,00	37,1	0,5-4,5	183	5,56	127	1940	18,8	4-6	0,5-3,5	59	152	4,33	53,4	0,5-6,5	277	6,87	150	2410	23,2	D	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	34,3	175	3,20	39,5	0,5-7,5	364	7,45	163	2610	25,2	4-6	0,5-3,5	52,7	171	4,50	55,6	0,5-7,5	345	7,20	158	2520	24,3	A	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	42,3	213	4,83	52,0	0,5-9,5	362	11,46	192	2720	32,7	4-6	0,5-5,0	63	214	6,33	68,2	0,5-11,0	353	12,01	202	2850	34,2	B	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	54	167	3,93	42,3	0,5-8,5	334	8,98	150	2130	25,6	4-6	0,5-5,0	73,3	184	4,90	52,9	0,5-9,5	330	10,99	184	2600	31,3	C	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	55,3	163	4,23	45,6	0,5-7,5	329	7,98	134	1890	22,8	4-6	0,5-4,4	70	167	4,53	48,8	0,5-7,0	242	7,95	133	1840	22,7	D	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	54,3	166	5,00	53,8	0,5-8,5	343	9,01	152	2130	25,7	4-6	0,5-5,0	74,7	181	5,27	56,8	0,5-9,5	331	10,31	173	2430	29,4																																																																																				
C	2 Ø 5	1-3	0,5-1,1	9,5	189	1,20	20,8	0,5-1,1	38																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		4-6	0,5-1,1	9,3	194	1,33	23,1	0,5-1,3	48					D	2 Ø 5	1-3	0,5-1,1	7	258	1,48	25,6	0,5-1,4	23					4-6	0,5-1,1	9,7	187	1,47	25,5	0,5-1,5	42	A	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	13,3	203			0,5-2,3	110	2,88	89	3860	18,6	4-6	0,5-1,7	17	212	2,40	37,6	0,5-2,9	137	3,17	97	4260	20,5	B	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	18,3	148	1,73	27,2	0,5-2,3	179	2,61	80	3500	16,8	4-6	0,5-1,7	18,3	197	2,07	32,4	0,5-2,5	136	2,87	88	3850	18,5	C	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	17,5	155	1,58	24,8	0,5-2,0	164	2,49	76	3340	16,0	4-6	0,5-1,7	27	133	1,70	26,7	0,5-2,5	180	2,79	86	3740	18,0	D	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	16	169	1,68	26,4	0,5-2,3	169	2,52	77	3370	16,2	4-6	0,5-1,7	17,3	208	1,87	29,3	0,5-2,5	157	2,89	89	3870	18,6	A	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	22,3	202	2,43	33,6	0,5-5,0	215	5,47	124	3370	24,3	4-6	0,5-2,9	35	207	3,10	42,9	0,5-5,3	220	5,88	134	3630	26,1	B	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	27	167	2,50	34,5	0,5-4,5	237	5,06	115	3120	22,5	4-6	0,5-2,6	37,3	169	3,27	45,2	0,5-4,7	243	5,52	125	3400	24,6	C	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	25,3	177	2,63	36,3	0,5-4,5	275	5,39	122	3320	24,0	4-6	0,5-2,6	47,7	132	2,13	29,5	0,5-4,7	260	5,56	126	3430	24,7	D	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	29	155	2,63	36,3	0,5-4,0	215	5,18	118	3180	23,0	4-6	0,5-2,6	39	162	2,17	30,0	0,5-5,4	302	5,66	128	3500	25,3	A	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	29	207	3,77	46,5	0,5-7,5	265	8,50	186	2970	28,7	4-6	0,5-3,5	39,7	226	4,33	53,4	0,5-8,5	308	9,36	204	3280	32,0	B	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	33,3	181	3,70	45,7	0,5-6,5	297	7,61	167	2670	25,8	4-6	0,5-3,5	46,7	193	4,90	60,4	0,5-8,5	372	8,69	190	3040	29,3	C	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	42	143	3,00	37,1	0,5-4,5	183	5,56	127	1940	18,8	4-6	0,5-3,5	59	152	4,33	53,4	0,5-6,5	277	6,87	150	2410	23,2	D	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	34,3	175	3,20	39,5	0,5-7,5	364	7,45	163	2610	25,2	4-6	0,5-3,5	52,7	171	4,50	55,6	0,5-7,5	345	7,20	158	2520	24,3	A	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	42,3	213	4,83	52,0	0,5-9,5	362	11,46	192	2720	32,7	4-6	0,5-5,0	63	214	6,33	68,2	0,5-11,0	353	12,01	202	2850	34,2	B	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	54	167	3,93	42,3	0,5-8,5	334	8,98	150	2130	25,6	4-6	0,5-5,0	73,3	184	4,90	52,9	0,5-9,5	330	10,99	184	2600	31,3	C	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	55,3	163	4,23	45,6	0,5-7,5	329	7,98	134	1890	22,8	4-6	0,5-4,4	70	167	4,53	48,8	0,5-7,0	242	7,95	133	1840	22,7	D	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	54,3	166	5,00	53,8	0,5-8,5	343	9,01	152	2130	25,7	4-6	0,5-5,0	74,7	181	5,27	56,8	0,5-9,5	331	10,31	173	2430	29,4																																																																																																										
D	2 Ø 5	1-3	0,5-1,1	7	258	1,48	25,6	0,5-1,4	23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		4-6	0,5-1,1	9,7	187	1,47	25,5	0,5-1,5	42					A	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	13,3	203			0,5-2,3	110	2,88	89	3860	18,6	4-6	0,5-1,7	17	212	2,40	37,6	0,5-2,9	137	3,17	97	4260	20,5	B	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	18,3	148	1,73	27,2	0,5-2,3	179	2,61	80	3500	16,8	4-6	0,5-1,7	18,3	197	2,07	32,4	0,5-2,5	136	2,87	88	3850	18,5	C	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	17,5	155	1,58	24,8	0,5-2,0	164	2,49	76	3340	16,0	4-6	0,5-1,7	27	133	1,70	26,7	0,5-2,5	180	2,79	86	3740	18,0	D	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	16	169	1,68	26,4	0,5-2,3	169	2,52	77	3370	16,2	4-6	0,5-1,7	17,3	208	1,87	29,3	0,5-2,5	157	2,89	89	3870	18,6	A	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	22,3	202	2,43	33,6	0,5-5,0	215	5,47	124	3370	24,3	4-6	0,5-2,9	35	207	3,10	42,9	0,5-5,3	220	5,88	134	3630	26,1	B	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	27	167	2,50	34,5	0,5-4,5	237	5,06	115	3120	22,5	4-6	0,5-2,6	37,3	169	3,27	45,2	0,5-4,7	243	5,52	125	3400	24,6	C	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	25,3	177	2,63	36,3	0,5-4,5	275	5,39	122	3320	24,0	4-6	0,5-2,6	47,7	132	2,13	29,5	0,5-4,7	260	5,56	126	3430	24,7	D	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	29	155	2,63	36,3	0,5-4,0	215	5,18	118	3180	23,0	4-6	0,5-2,6	39	162	2,17	30,0	0,5-5,4	302	5,66	128	3500	25,3	A	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	29	207	3,77	46,5	0,5-7,5	265	8,50	186	2970	28,7	4-6	0,5-3,5	39,7	226	4,33	53,4	0,5-8,5	308	9,36	204	3280	32,0	B	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	33,3	181	3,70	45,7	0,5-6,5	297	7,61	167	2670	25,8	4-6	0,5-3,5	46,7	193	4,90	60,4	0,5-8,5	372	8,69	190	3040	29,3	C	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	42	143	3,00	37,1	0,5-4,5	183	5,56	127	1940	18,8	4-6	0,5-3,5	59	152	4,33	53,4	0,5-6,5	277	6,87	150	2410	23,2	D	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	34,3	175	3,20	39,5	0,5-7,5	364	7,45	163	2610	25,2	4-6	0,5-3,5	52,7	171	4,50	55,6	0,5-7,5	345	7,20	158	2520	24,3	A	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	42,3	213	4,83	52,0	0,5-9,5	362	11,46	192	2720	32,7	4-6	0,5-5,0	63	214	6,33	68,2	0,5-11,0	353	12,01	202	2850	34,2	B	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	54	167	3,93	42,3	0,5-8,5	334	8,98	150	2130	25,6	4-6	0,5-5,0	73,3	184	4,90	52,9	0,5-9,5	330	10,99	184	2600	31,3	C	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	55,3	163	4,23	45,6	0,5-7,5	329	7,98	134	1890	22,8	4-6	0,5-4,4	70	167	4,53	48,8	0,5-7,0	242	7,95	133	1840	22,7	D	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	54,3	166	5,00	53,8	0,5-8,5	343	9,01	152	2130	25,7	4-6	0,5-5,0	74,7	181	5,27	56,8	0,5-9,5	331	10,31	173	2430	29,4																																																																																																																																
A	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	13,3	203			0,5-2,3	110	2,88	89	3860	18,6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		4-6	0,5-1,7	17	212	2,40	37,6	0,5-2,9	137	3,17	97	4260	20,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
B	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	18,3	148	1,73	27,2	0,5-2,3	179	2,61	80	3500	16,8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		4-6	0,5-1,7	18,3	197	2,07	32,4	0,5-2,5	136	2,87	88	3850	18,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
C	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	17,5	155	1,58	24,8	0,5-2,0	164	2,49	76	3340	16,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		4-6	0,5-1,7	27	133	1,70	26,7	0,5-2,5	180	2,79	86	3740	18,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
D	2 Ø 10	1-3	0,5-1,4	16	169	1,68	26,4	0,5-2,3	169	2,52	77	3370	16,2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		4-6	0,5-1,7	17,3	208	1,87	29,3	0,5-2,5	157	2,89	89	3870	18,6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
A	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	22,3	202	2,43	33,6	0,5-5,0	215	5,47	124	3370	24,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		4-6	0,5-2,9	35	207	3,10	42,9	0,5-5,3	220	5,88	134	3630	26,1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
B	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	27	167	2,50	34,5	0,5-4,5	237	5,06	115	3120	22,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		4-6	0,5-2,6	37,3	169	3,27	45,2	0,5-4,7	243	5,52	125	3400	24,6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
C	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	25,3	177	2,63	36,3	0,5-4,5	275	5,39	122	3320	24,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		4-6	0,5-2,6	47,7	132	2,13	29,5	0,5-4,7	260	5,56	126	3430	24,7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
D	2 Ø 15	1-3	0,5-2,0	29	155	2,63	36,3	0,5-4,0	215	5,18	118	3180	23,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		4-6	0,5-2,6	39	162	2,17	30,0	0,5-5,4	302	5,66	128	3500	25,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
A	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	29	207	3,77	46,5	0,5-7,5	265	8,50	186	2970	28,7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		4-6	0,5-3,5	39,7	226	4,33	53,4	0,5-8,5	308	9,36	204	3280	32,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
B	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	33,3	181	3,70	45,7	0,5-6,5	297	7,61	167	2670	25,8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		4-6	0,5-3,5	46,7	193	4,90	60,4	0,5-8,5	372	8,69	190	3040	29,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
C	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	42	143	3,00	37,1	0,5-4,5	183	5,56	127	1940	18,8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		4-6	0,5-3,5	59	152	4,33	53,4	0,5-6,5	277	6,87	150	2410	23,2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
D	2 Ø 20	1-3	0,5-2,5	34,3	175	3,20	39,5	0,5-7,5	364	7,45	163	2610	25,2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		4-6	0,5-3,5	52,7	171	4,50	55,6	0,5-7,5	345	7,20	158	2520	24,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
A	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	42,3	213	4,83	52,0	0,5-9,5	362	11,46	192	2720	32,7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		4-6	0,5-5,0	63	214	6,33	68,2	0,5-11,0	353	12,01	202	2850	34,2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
B	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	54	167	3,93	42,3	0,5-8,5	334	8,98	150	2130	25,6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		4-6	0,5-5,0	73,3	184	4,90	52,9	0,5-9,5	330	10,99	184	2600	31,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
C	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	55,3	163	4,23	45,6	0,5-7,5	329	7,98	134	1890	22,8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		4-6	0,5-4,4	70	167	4,53	48,8	0,5-7,0	242	7,95	133	1840	22,7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
D	2 Ø 25	1-3	0,5-3,5	54,3	166	5,00	53,8	0,5-8,5	343	9,01	152	2130	25,7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		4-6	0,5-5,0	74,7	181	5,27	56,8	0,5-9,5	331	10,31	173	2430	29,4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

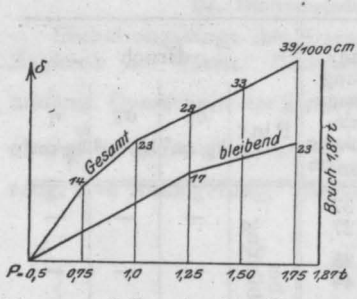


Fig. 28. Balken A₁ ohne Eisen.

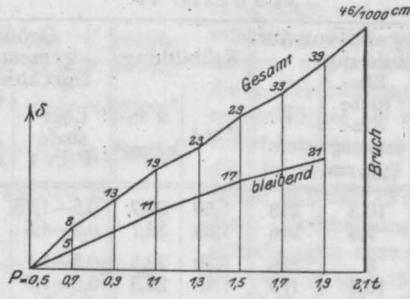


Fig. 29. Balken A₆ ohne Eisen.

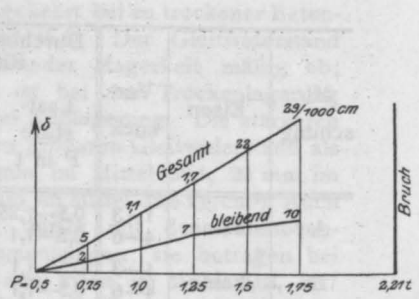


Fig. 30. Balken A₁ 2 ϕ 5.

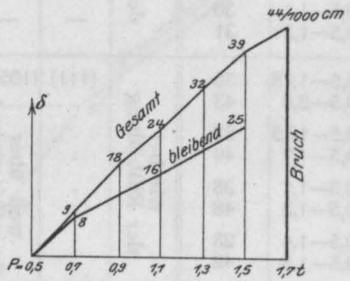


Fig. 31. Balken B₄ 2 ϕ 5.

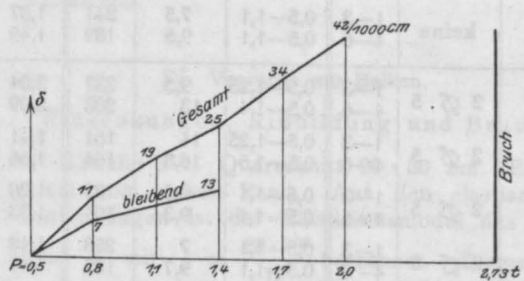


Fig. 32. Balken A₁ 2 ϕ 10.

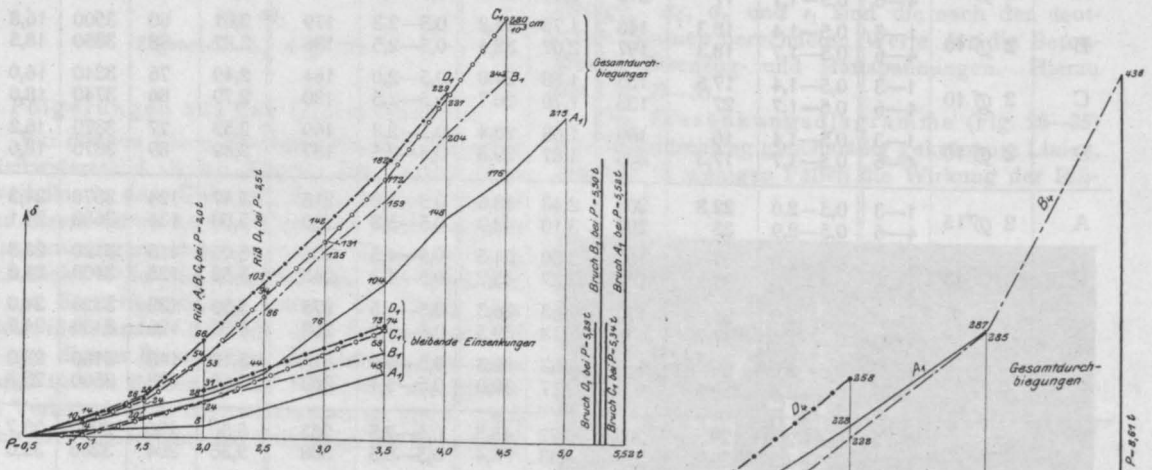


Fig. 33. Balken A₁ B₁ C₁ D₁ 2 ϕ 15.

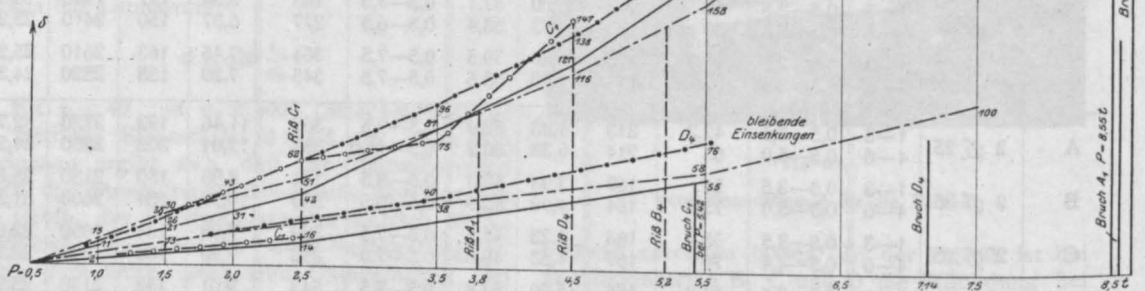


Fig. 34. Balken A₁ B₄ C₁ D₄ 2 ϕ 20.

zeigt auch das regelmäßige elastische Verhalten der vier Betonsorten A, B, C und D.

Die aus den elastischen Einsenkungen berechneten mittleren Elastizitätsmaße zeigen gute Gleichmäßigkeit (Tabelle IV).

Mischung A $E = 216\ 000\ \text{kg/cm}^2$ im Mittel

"	B	179 000	"	"	"
"	C	166 000	"	"	"
"	D	188 000	"	"	"

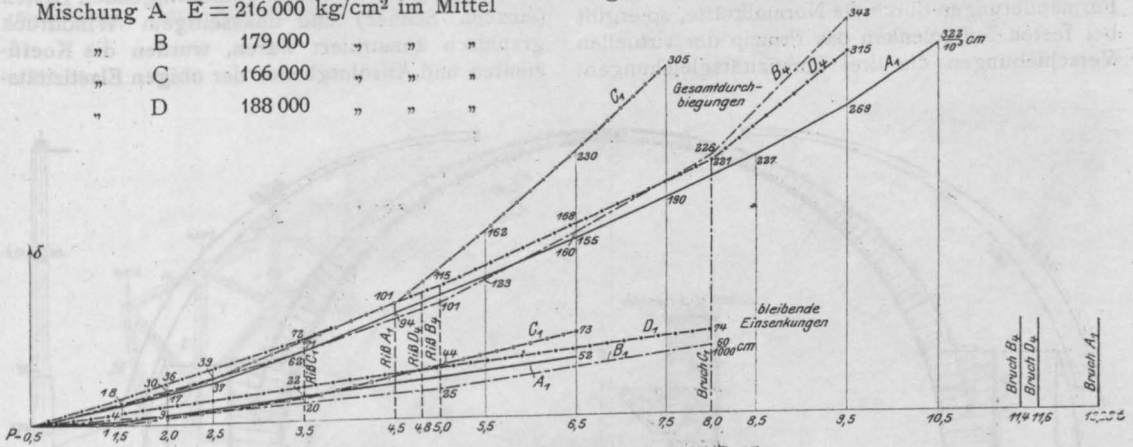


Fig. 35. Balken A₁ B₄ C₁ D₄ 2 ∅ 25.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen naß und trocken gelagerten Körpern ist nicht vorhanden. Dagegen haben die bewehrten Betonkörper kleinere Elastizitätsmoduln als die nicht bewehrten. Die Maße betragen im Gesamtmittel bei den nicht bewehrten Balken $E_I = 211\ 000$, $E_{II} = 211\ 000\ \text{kg/cm}^2$

Balken mit 2 ∅ 5 mm	202 000	196 000	"
" " 2 ∅ 10 "	178 000	165 000	"
" " 2 ∅ 15 "	172 000	147 000	"
" " 2 ∅ 20 "	181 000	145 000	"
" " 2 ∅ 25 "	182 000	134 000	"

es werden bloß die nicht bewehrten Betonkörper herangezogen:

Mischung	Balken E_b	Druck E_d	Verhältnis $E_b : E_d$	Mittel
A	232 000	307 000 kg/cm^2	1 : 1,33	1 : 1,32
B	200 000	291 000 "	1 : 1,45	
C	196 000	223 000 "	1 : 1,14	
D	215 000	291 000 "	1 : 1,35	

Die hier berechneten Biegeelastizitätsmoduln dürften kaum als reine Werte aufzufassen sein, da in ihnen die durch die Schubkräfte verursachten Formänderungen mit enthalten sind.

(Schluß folgt.)

DIE HAUPTHALLE DES EMPFANGS-GEBÄUDES IM NEUEN PERSONEN-BAHNHOF KARLSRUHE.

Von Dipl.-Ing. Spangenberg,
Direktor

und

Dipl.-Ing. Stark,
Ingenieur

der Aktiengesellschaft Dyckerhoff & Widmann in Karlsruhe.

(Schluß von Seite 63.)

E. Westlicher

Stirnbinder der Schalterhalle.

Der Stirnbinder der Schalterhalle (Fig. 19 u. 20) unterscheidet sich von dem Stirnbinder der Durchgangshalle im wesentlichen dadurch, daß das überhöhte Zugband hier freitragend über die ganze Halle ausgeführt und daß es an den auch als Dreigelenkbogen ausgebildeten Binder starr angeschlossen ist.

Als statisch bestimmtes System ist ein frei aufliegender Träger, bestehend aus Fußpfosten und steif anschließendem Querriegel, angenommen worden, an den sich die oberen Binderarme als Kragarme anschließen. Als die drei statisch unbestimmten Größen sind dementsprechend gewählt worden der Horizontalschub H_u an den Fußgelenken, der Horizontalschub H_o sowie die Querkraft V am Scheitelpunkt. Bezeichnet man die

Momente der gleich 1 gesetzten statisch unbestimmten Größen H_u , H_o und V mit m_u , m_o und m_v , so ist das Moment des statisch unbestimmten Systems

$$M = \mathfrak{M} + m_u H_u + m_o H_o + m_v V.$$

Vernachlässigt man wieder die unwesentlichen Formänderungen durch die Normalkräfte, so ergibt bei festen Fußgelenken das Prinzip der virtuellen Verschiebungen die drei Elastizitätsgleichungen:

Die Trägheitsmomente wurden hierbei wieder proportional den dritten Potenzen der jeweiligen Trägerhöhen gesetzt. Nachdem auf Figur 19 die Werte m längs den Binderaxen aufgetragen waren, sowie die Momente \mathfrak{M} der Auflasten, getrennt nach Eigengewicht, später aufzubringenden Lasten (einschl. Schnee) und linksseitigem Winddruck graphisch konstruiert waren, wurden die Koeffizienten und Absolutglieder der obigen Elastizitäts-

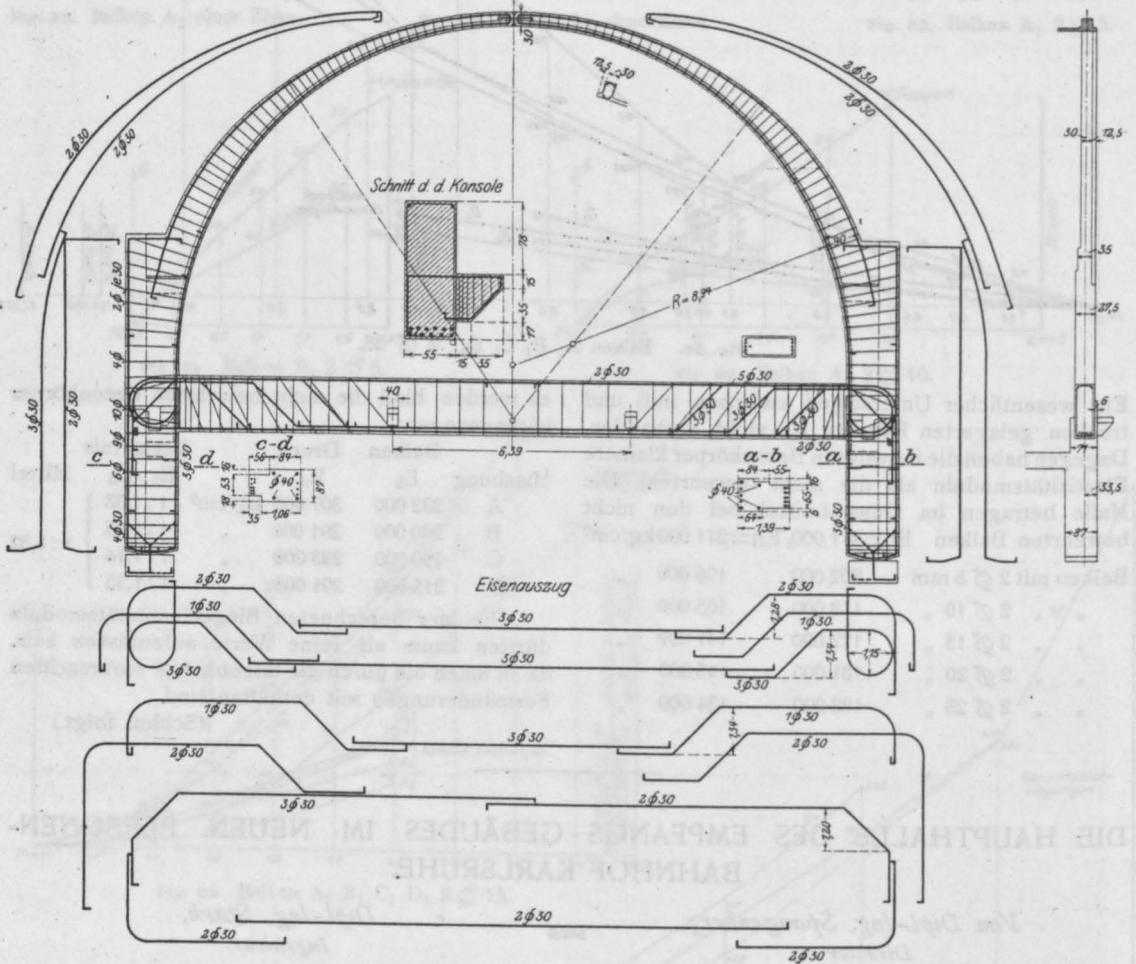


Fig. 20.

Konstruktion des Stirnbinders der Schalterhalle.

$$0 = \int \mathfrak{M} m_u \frac{ds}{J} + H_u \int m_u^2 \frac{ds}{J} + H_o \int m_u m_o \frac{ds}{J} + V \int m_u m_v \frac{ds}{J}$$

$$0 = \int \mathfrak{M} m_o \frac{ds}{J} + H_u \int m_o m_u \frac{ds}{J} + H_o \int m_o^2 \frac{ds}{J} + V \int m_o m_v \frac{ds}{J}$$

$$0 = \int \mathfrak{M} m_v \frac{ds}{J} + H_u \int m_v m_u \frac{ds}{J} + H_o \int m_v m_o \frac{ds}{J} + V \int m_v^2 \frac{ds}{J}$$

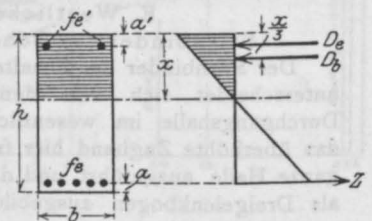


Fig. 21.

gleichungen tabellarisch (Tabelle II und III) berechnet, die Gleichungen gelöst, die Momente M sowie die Stützlinien des statisch unbestimmten Trägers bestimmt und schließlich die Maximalmomente ermittelt.

Eine genaue Dimensionierung mit Berücksichtigung der Normalkräfte erfolgte für die

für $\sigma_b = 40 \text{ kg/qcm}$ und $\sigma_e = 1000 \text{ kg/qcm}$ ist:

$$x = \frac{n \cdot \sigma_b}{n \sigma_b + \sigma_e} (h-a) = 0,375 \cdot 140 = 52,5 \text{ cm.}$$

Die Betondruckkraft wird dann:

$$D_b = \frac{1}{2} \cdot x \cdot b \cdot \sigma_b = \frac{1}{2} \cdot 52,5 \cdot 55 \cdot 40 = 57\,700 \text{ kg.}$$

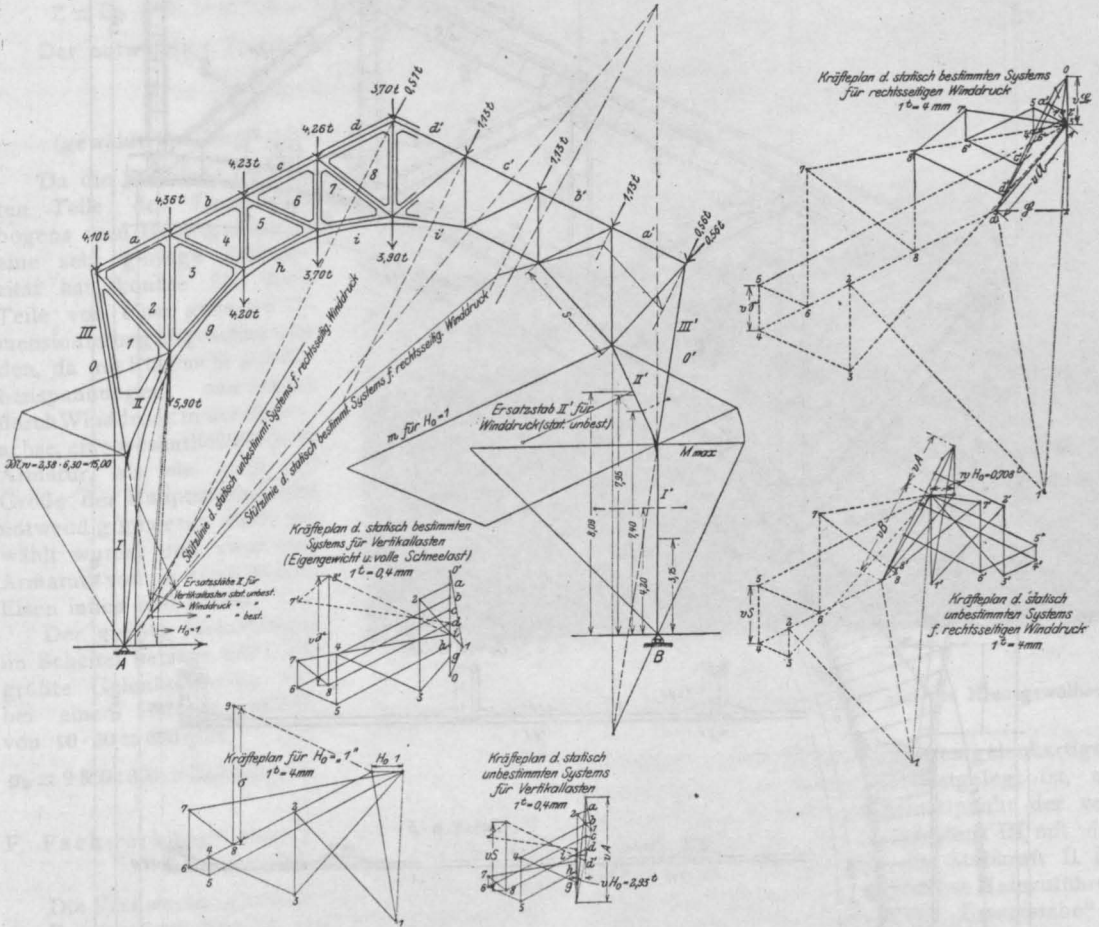


Fig. 22.

Statische Untersuchung der Fachwerkbogenbinder der Durchgangshalle.

Querschnitte am Anschluß des Riegels an die Pfosten nach dem früher bei den Bindern zwischen den Oberlichtern (Dreigelenkbogen mit beschränkter Breite der Druckplatte) behandelten Verfahren.

In Feldmitte des Riegels verschwindet die Normalkraft für das Maximalmoment fast völlig, es liegt also reine Biegung vor. Für diesen Fall gilt das genannte Verfahren auch, aber es vereinfacht sich, da das Moment der äußeren Kräfte für jeden Punkt des Querschnittes konstant ist. Es gestaltet sich für den 1,45 m hohen, 0,55 m breiten Träger bei einem größten Biegemoment von 74 tm, wie folgt (vgl. Fig. 21):

Das Moment der Betondruckkraft wird:

$$M_b = D_b \left(h-a-\frac{x}{3} \right) = 57\,700 \cdot 122,5 = 7\,070\,000 \text{ kgcm.}$$

Das äußere Moment ist . . . $M = 7\,400\,000 \text{ kgcm}$

Die Druckeisen müssen also ein Moment aufnehmen von . $M_e = 330\,000 \text{ kgcm.}$

Die Eisendruckkraft wird dann:

$$D_e = \frac{M_e}{h-a-a'} = \frac{330\,000}{136,5} = 2420 \text{ kg.}$$

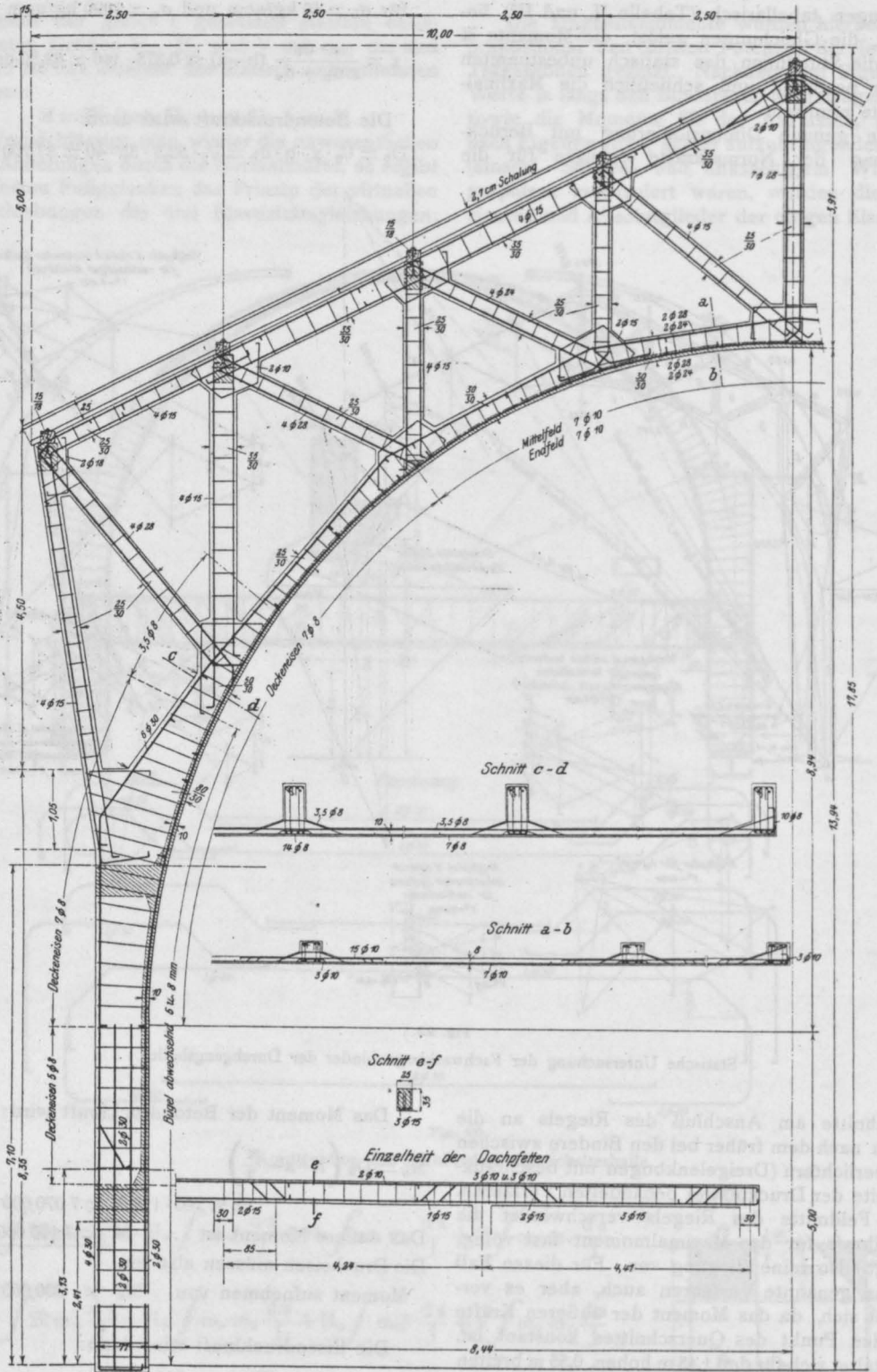


Fig. 23. Konstruktion der Fachwerkbogenbinder der Durchgangshalle.

Die Druckeinlage verlangt also einen Querschnitt von:

$$f_e' = \frac{D_e \cdot x}{n \cdot \sigma_b (x - a')} = \frac{2420 \cdot 52,50}{15 \cdot 40 \cdot 49,0} = 4,32 \text{ qcm}$$

(gewählt 2 à 30 \varnothing mit $f_e' = 14,14$ qcm).

Die Eisenzugkraft wird:

$$Z = D_b + D_e = 57\,700 + 2\,420 = 60\,120 \text{ kg}$$

Der notwendige Zugeisenquerschnitt ist also:

$$f_e = \frac{60\,120}{1\,000} = 60,12 \text{ qcm}$$

(gewählt 11 à 30 \varnothing mit $f_e = 77,77$ qcm)

Da die Stützlinie im oberen Teile des Dreigelenkbogens vom Hauptgesims ab eine sehr geringe Exzentrizität hat, konnte für diese Teile von einer genauen Dimensionierung abgesehen werden, da mit Rücksicht auf Nebenspannungen, namentlich durch Winddruck in der Hallenachse, eine wesentlich stärkere Armatur, als sie nach der Größe der Hauptspannungen notwendig gewesen wäre, gewählt wurde, und zwar eine Armatur von je zwei 30 mm-Eisen innen und außen.

Der größte Gelenkdruck im Scheitel beträgt 9,82 t, die größte Gelenkpressung also bei einer Berührungsfäche von $10 \cdot 30 = 300$ qcm

$$\sigma_b = 9\,820 : 300 = 32,7 \text{ kg/qcm.}$$

F. Fachwerkbogenbinder der Durchgangshalle.

Die Fachwerkbogenbinder des nördlichen Teils der Durchgangshalle (vgl. Fig. 22 und 23) sind als Zweigelenkrahmen mit Fußgelenken einfach statisch unbestimmt. Als statisch unbestimmte Größe ist der Horizontalschub H_0 in den Fußgelenken gewählt.

Für die Berechnung wurden wie bei Eisenkonstruktionen an den Knotenpunkten Gelenke angenommen. Beim Übergang vom Fachwerk zu den Fußpfosten war es aber notwendig, eine steife Verbindung zu schaffen, um das Bindersystem stabil zu machen. Es gehen deshalb die biegefest ausgebildeten Fußpfosten I kontinuierlich, also ohne Gelenke, in die untersten Untergurtstäbe II des Fachwerkes über, bilden also gewissermaßen zusammen eine starre Scheibe, an welche das Fachwerk in zwei Punkten gelenkartig angeschlossen ist. Insbesondere sind die verhältnismäßig

schwachen Endpfosten III des Fachwerkes gelenkartig auf der starren Scheibe gelagert angenommen.

Die statische Berechnung begann mit der graphischen Ermittlung der Stabkräfte σ des statisch bestimmten Systems für vertikale Vollbelastung, rechtsseitigen Winddruck sowie für einen Horizontalschub $H_0 = 1$.

Die Stabkraft des untersten Untergurtstabes II erhielt man leicht aus der Bedingung, daß sie mit der der Größe und Richtung nach bekannten Auflagerkraft sowie der der Richtung nach bekannten Stabkraft des Endpfostens III im Gleichgewicht stehen muß. Während also ein Punkt

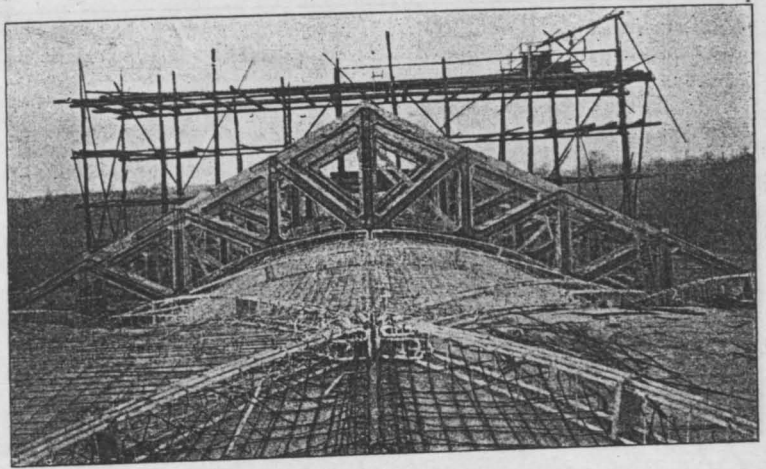


Fig. 24.

Shalung und Eiseneinlagen der Fachwerkbogenbinder und des Kreuzgewölbes.

der Krafrichtung durch den oberen gelenkartigen Knotenpunkt des Stabes II festgelegt ist, ergibt sich ein zweiter als Schnittpunkt der verlängerten Stabachse des Endpfostens III mit der Auflagerkraft. Es ist also die Stabkraft II im Kräfteplan nicht parallel zur Stabachse II einzuführen sondern parallel einem fingierten „Ersatzstabe“ II zwischen dem oberen Endpunkte des wirklichen Stabes II und dem Schnittpunkt des verlängerten Endpfostens III mit der Auflagerkraft.

Außer den Stabkräften wurden die Momente in den Fußpfosten I und untersten Untergurtstäben II berechnet. Der Horizontalschub H_0 wurde sodann tabellarisch bestimmt nach der bekannten Formel:

$$H_0 = \frac{\int \frac{M \cdot m \cdot ds}{EJ} + \sum \frac{\sigma \cdot \sigma \cdot s}{EF}}{\int \frac{m^2 ds}{EJ} + \sum \frac{\sigma^2 \cdot s}{EF}}$$

worin m und σ die Momente bzw. Stabkräfte des statisch bestimmten Systems, für $H_0 = 1$, s und d die Stablängen bedeuten.

Hierauf wurden die Momente und Stabkräfte des statisch unbestimmten Systems berechnet und für die letzteren noch zur Kontrolle die Kräftepläne konstruiert.

Bei der Dimensionierung wurden außerdem die Momente in den Untergurtstäben infolge Belastung durch die angehängte Monierschale des Gewölbes berücksichtigt.

Durch den Umstand, daß das Fachwerk keine Gelenke hat, sondern steife Knotenpunkte, treten wesentliche Nebenspannungen in den Stäben auf. Diese Nebenspannungen sind bei der starren Eisenbetonkonstruktion natürlich höher wie bei einer

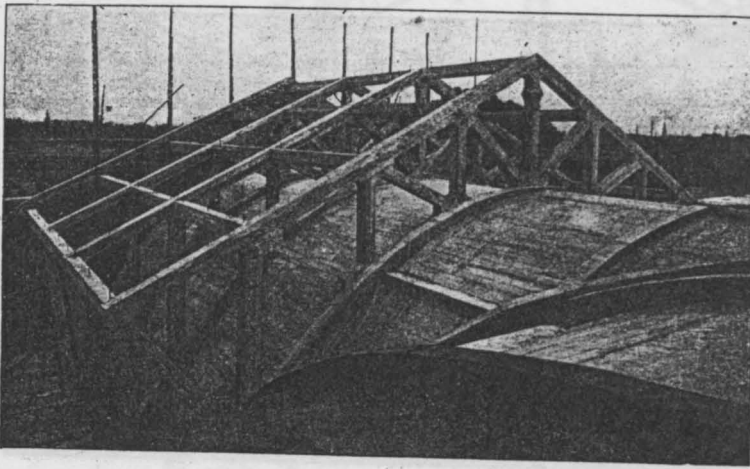


Fig. 25.

Fachwerkbogenbinder nach der Ausschalung.

Eisenkonstruktion. Die umständliche Berechnung dieser Nebenspannungen ist nicht durchgeführt worden, dafür sind die zulässigen Grenzwerte für die berechneten Spannungen sehr niedrig angenommen worden, für den Beton mit 30 kg/qcm, für die Eisen mit 850 kg/qcm.

Ansichten vom Bau der Fachwerkbogenbinder sind in den Figuren 24 und 25 gegeben.

G. Binder des Kreuzgewölbes.

Von den das Kreuzgewölbe tragenden Gratbindern, deren Fußgelenke in Höhe des Hallenbodens liegen, zweigen sich oben die Rand- und Zwischenbinder ab, die jeweils, wie die ebenfalls zum Scheitel durchlaufenden Gratbinder, Scheitelpunkte besitzen (vgl. Fig. 26, 27). Das Bindersystem ist aufzufassen als ein System übereinander gelagerter Dreigelenkbogen, von denen lediglich die Gratbinder und Randbinder in einer Ebene liegen, während die Zwischenbinder im Grundriß abgelenkt sind, und zwar an der Stelle, wo sie von den Gratbindern abzweigen. Infolge der Ablenkung der Momente und Kräfte an dieser Stelle

um rd. 45° müssen Momente und Kräfte quer zum Binder auftreten, die sich jedoch mit den entsprechenden Momenten und Kräften des anderen Zwischenbinders ins Gleichgewicht setzen also für die Berechnung ausgeschieden werden können*). Die Zwischenbinder können demnach in ihrer Projektion auf eine ihrer zwei Ebenen wie jeder andere Dreigelenkbogen berechnet werden, die Momente in der anderen Ebene ergeben sich dann einfach dadurch, daß die errechneten Momente der einen Ebene in die andere Ebene zurückprojiziert werden.

Die Gratbinder nehmen sukzessiv die Momente und Kräfte der auf ihnen aufruhenden anderen Binder auf. Es sind also jeweils die Momente und Kräfte der übereinanderlagernden Binder fortlaufend zu addieren, um die Gesamtwirkung der Kräfte im Gratbinder zu erhalten. Die Gratbinder sind vom Hauptgesims an abwärts mit der Wandkonstruktion der beiden Hallen steif verbunden. Die dadurch bedingte entlastende Wirkung wird nach dem zu Anfang Gesagten gesichert durch Streben in der Wandkonstruktion, die vom oberen nach dem unteren Wandriegel laufen. Für die statische Berechnung ist demgemäß unter Vernachlässigung der sonstigen Versteifungen lediglich

angenommen worden, daß in Höhe des oberen Wandriegels der durchlaufende Binder gelenkartig an einen festen Punkt angeschlossen ist, da der Zusammenhang mit den sonstigen Teilen der Wandkonstruktion für den Binderteil oberhalb des Fixpunktes keinen großen Einfluß hat, unterhalb desselben aber die Dimensionierung so reichlich erfolgt, daß eine genaue Berechnung sich erübrigt. Der Gratbinder und entsprechend die übrigen Binder stellen sich also für die Berechnung als Dreigelenkbogen mit 2 Festpunkten in gleicher Höhe dar und sind als solche 2 fach statisch unbestimmt.

Die statische Berechnung erfolgte wieder nach dem Prinzip der virtuellen Verschiebungen, indem nach Feststellung der Momente M des Dreigelenkbogens aus den Momenten des freiaufliegenden Trägers für dieselben Belastungsfälle wie bisher die Momente m der gleich 1 gesetzten

*) Da der Grundriß der Halle 17/18 m beträgt, also nur annähernd ein Quadrat ist, ist in Wirklichkeit kein vollständiger, sondern bloß ein annähernder Ausgleich der Kräfte und Momente quer zum Gratbinder vorhanden.

I. Randbinder.

II. Zwischenbinder.

III. Gratbinder.

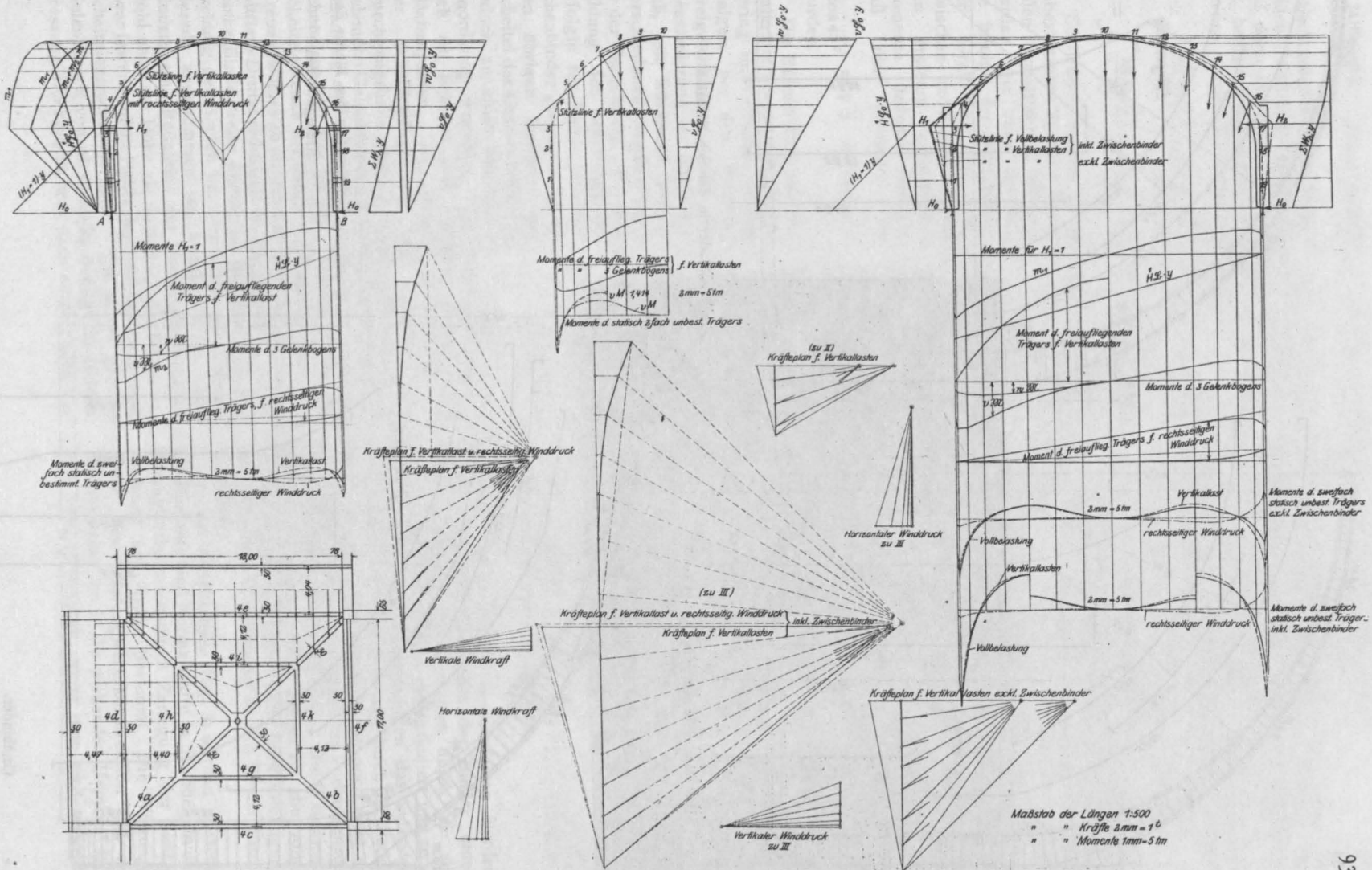
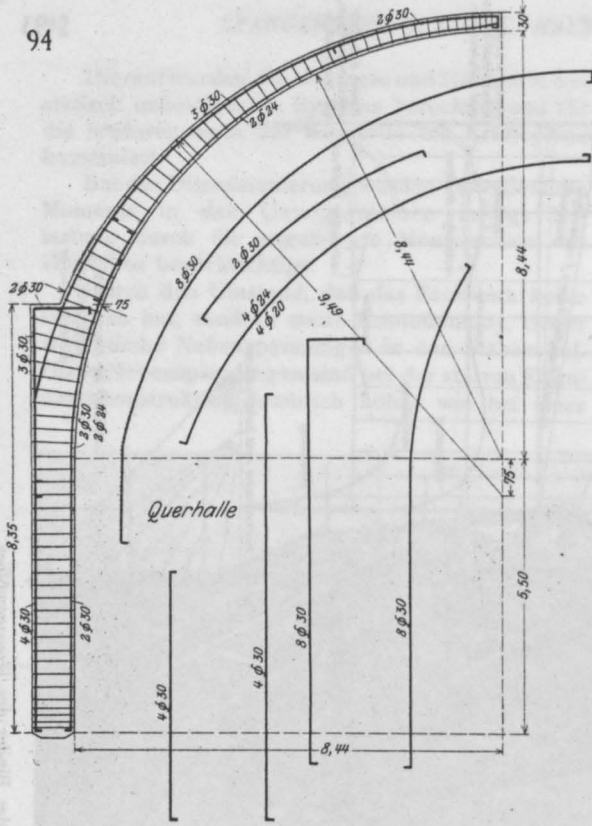
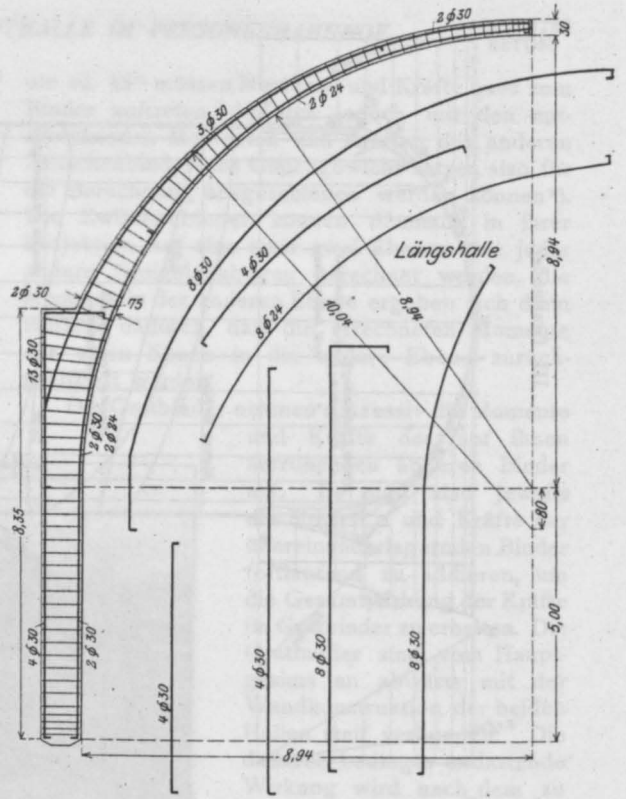


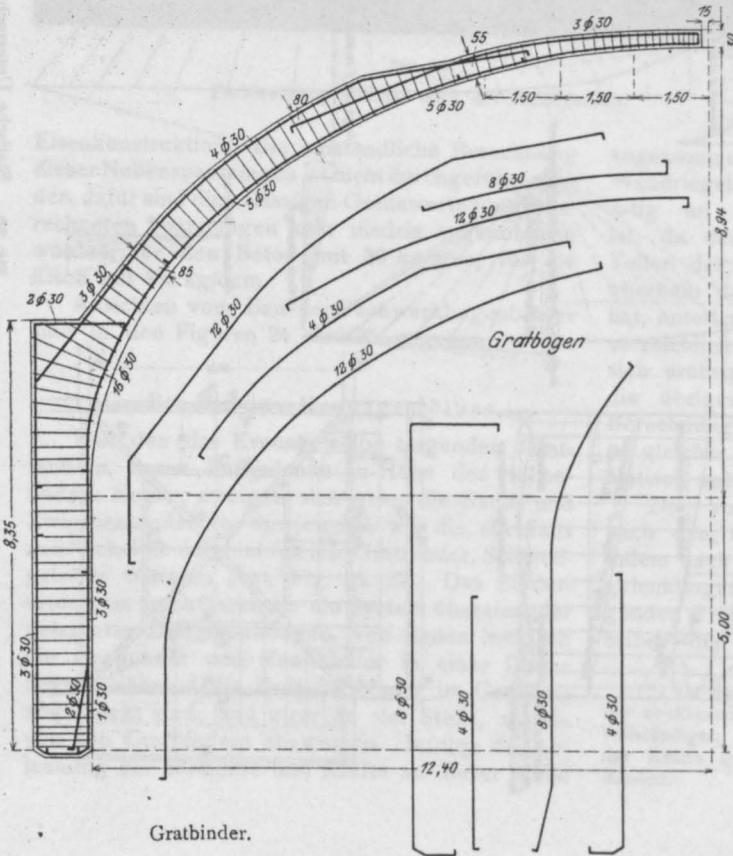
Fig. 26. Statische Untersuchung der Binder des Kreuzgewölbes.



Randbinder in der Durchgangshalle.



Randbinder in der Schalterhalle.



Gratbinder.

Fig. 27.

Konstruktion der Binder des Kreuzgewölbes.

statisch unbestimmten Größe H_1 bzw. H_2 an den beiden Festpunkten graphisch bestimmt wurden und dann die statisch unbestimmten Größen für die beiden Belastungsfälle tabellarisch ermittelt wurden aus den Elastizitätsgleichungen:

$$0 = \int \frac{\mathfrak{M} m_1 ds}{J} + H_1 \int \frac{m_1^2 ds}{J} + H_2 \int \frac{m_1 m_2 ds}{J}$$

$$0 = \int \frac{\mathfrak{M} m_2 ds}{J} + H_1 \int \frac{m_1 m_2 ds}{J} + H_2 \int \frac{m_2^2 ds}{J}$$

Schließlich wurden die Momente des statisch unbestimmten Systems berechnet und die Stützlinien konstruiert. Hierbei wurden, wie oben erwähnt, die infolge der Verbindung der Gratbinder mit den Zwischen- und Randbindern in den ersteren auftretenden Momente dadurch erhalten, daß die letzteren mit $\frac{1}{\cos 45^\circ} = \sqrt{2}$ multipliziert wurden.

Die Exzentrizität der Normalkräfte erwies sich als sehr gering im Verhältnis zu derjenigen bei den normalen Dreigelenkbogen. Die Dimensionierung erfolgte reichlich, mit Rücksicht auf die verschiedenen Annäherungen in der Berechnung. Die Ausbildung der Scheitelgelenke erfolgte für Rand- und Zwischenbinder genau so wie bei den übrigen Bindern. Am Scheitel der Gratbinder wurde jedoch zu einer besonderen Anordnung gegriffen. Die Gratbinder spalten sich am Scheitel und berühren sich in zwei Flächenpaaren, die jeweils in den Ebenen der Scheitelgelenkfläche der Schalter- und Durchgangshalle liegen, sodaß also die durchgehenden Gelenkfugen der beiden Hallen durchweg geradlinig sind und sich im Scheitel rechtwinkelig schneiden (vgl. Fig. 26, 28). Während aber die Scheitelgelenke der Rand- und Zwischenbinder des Kreuzgewölbes so ausgebildet sind, daß die auf das mittlere Drittel reduzierte Berührungsfläche auf die ganze Binderbreite durchgeht, daß also eine Verdrehung der Binder um eine horizontal liegende Gerade angenommen ist, findet bei den Gratbindern eine Reduktion der Berührungsfläche sowohl nach der Höhe als auch nach der Breite und zwar jeweils auf die Hälfte des 30/30 cm betragenden Scheitelquerschnittes statt. Bei einem größten Gelenkdruck von rd. 13 000 kg beträgt die Gelenkpressung 57,5 kg/qcm, was nach eingehenden Ver-

suchen unserer Firma anlässlich des Baues der König-Friedrich-August-Brücke in Dresden für Eisenbetongelenke, bei entsprechendem Mischungsverhältnis, durchaus zulässig ist.

Die Armatur und die Betonierung der Kreuzgewölbebinder ist auf Figur 24 und 29, die Armatur des Mittelgelenkes auf Figur 28 zu sehen.

H. Wand-Konstruktion.

Die Berechnung der Wandkonstruktion in der Durchgangshalle (Fig. 2) bot keine Schwierigkeiten. Die durchweg vertikal bis zu den Fuß-

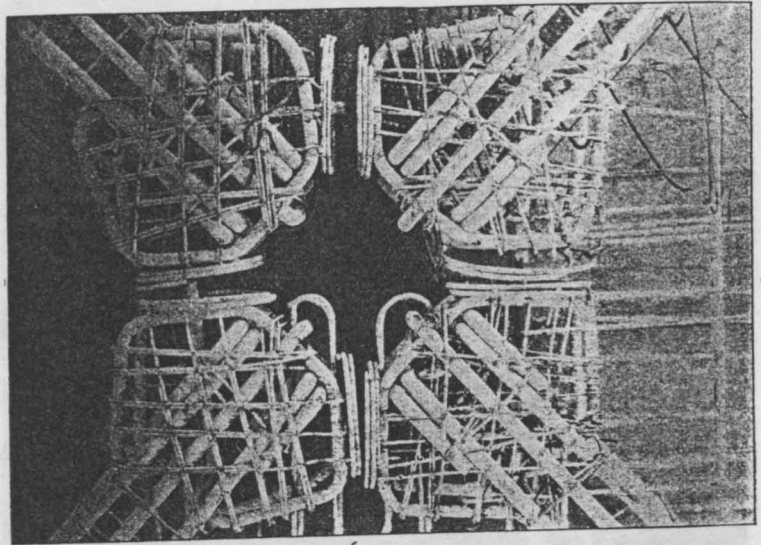


Fig. 28.

Gelenk der Gratbinder des Kreuzgewölbes.

gelenken durchlaufenden Binderpfosten wurden direkt nach den Momenten der Binder unter Berücksichtigung der Auflasten durch die anschließenden Gebäudeteile dimensioniert und zwar derart, daß die Eisenspannungen das zulässige Maß auch bei alleiniger Belastung durch die Binder, wenn die genannten Gebäudeteile noch nicht erstellt sind, die Betonspannungen bei Vorhandensein dieser Lasten nicht überschreiten. Die Wandriegel wurden als kontinuierliche Träger für die vollen auf sie kommenden Lasten unter Berücksichtigung der teilweisen Einspannung in den Binderpfosten berechnet.

In der Schalterhalle (Fig. 3) wurden zunächst die Momente und Normalkräfte in den Riegeln und Sprengwerkpfosten durch Zerlegung der Bindermomente und -kräfte bestimmt. Die Wirkungsweise dieser Sprengwerkskonstruktion und der Drehungssinn der in ihr wirkenden Momente läßt sich veranschaulichen, wenn man sich vorstellt,

das die Stützlinien der verschiedenen Dreigelenk-Bögen eine Fläche bestimmen, die im wesentlichen im Halleninnern liegt und die mit „Stützfläche“ bezeichnet werden möge. Projiziert man nun die Achslinien der Sprengwerke auf diese Stützfläche und zerlegt die Kräfte der einzelnen Stützlinien nach diesen gedachten Sprengwerken, so erhält man die in den Sprengwerksstäben und den beiden Riegeln wirkenden Kräfte nach Lage, Größe und Richtung. Die Sprengwerksstreben erhalten gegenüber den normalen Bindern dem Grade der Kraftablenkung entsprechend erhöhte Spannungen, da bei gleichbleibender Exzentrizität die Normalkraft vergrößert wird. Der obere Riegel erhält Normaldruck, der

wurde aber auch die Beanspruchung der Wandkonstruktion durch den Schub des Kreuzgewölbes ermittelt, der sich infolge des steifen Anschlusses der Kreuzgewölbepfeiler an die Wandkonstruktion in den Hallenwänden fortpflanzt und Biegemomente in den Fußpfosten der Hallenpfeiler hervorruft.

Bei der Dimensionierung der Wandpfosten und -riegel wurden die oben gekennzeichneten Verfahren angewendet und zwar derart, daß die in einer Ebene quer zur Wand wirkenden Momente jeweils mit der herrschenden Normalkraft zu exzentrischem Druck oder Zug zusammengefaßt wurden, während für die in der Wandebene drehenden Momente ohne Rücksicht auf die Normalkräfte die Eiseneinlagen bestimmt und diese dann den für die erstgenannte Kraftwirkung ermittelten Eiseneinlagen zuge schlagen wurden

Die Konstruktion einer Wand der Schalterhalle ist in Fig. 30 dargestellt.

J. Unterkonstruktion in Schalter- und Durchgangshalle.

(Zugbänder, Auflagerquader, Fußgelenke und Hallenboden.)

Die Fußgelenke der Hallenpfeiler sind wie die Scheitelgelenke als „Plattgelenke“ mit Reduktion der Berührungsfläche auf das mittlere Drittel ausgeführt, während die Pfeilerbreite hierbei keine Reduktion erfährt. Lediglich im Kreuzgewölbe tritt auch hier

eine Reduktion nach zwei Richtungen ein, da hier eine Verdrehung nicht um eine Gerade parallel der Hallenachse, sondern um eine um etwa 45° dagegen verdrehte Gerade stattfindet. Die zulässige Gelenkpressung ist in den Berührungsflächen zu höchstens 60 kg/qcm angenommen.

Unterhalb der Gelenke sind Eisenbetonquader angeordnet, die den zum Teil sehr bedeutenden Gelenkdruck — am Kreuzgewölbepfeiler 128 t — auf die aus Bruchsteinmauerwerk bestehenden Kellermauern, deren zulässige Pressung 10 kg/qcm beträgt, übertragen müssen. Die Auflagerquader sind den hierbei auftretenden in zwei Hauptbiegungsebenen wirkenden Momenten entsprechend oben und unten kreuzweise armiert. Sie erhalten zum Teil eine sehr beträchtliche Größe, so haben die Gelenkquader unter den nördlichen Pfeilern des Kreuzgewölbes bei einer Höhe von 70 cm eine Grundfläche von $144/112 \text{ cm}$.

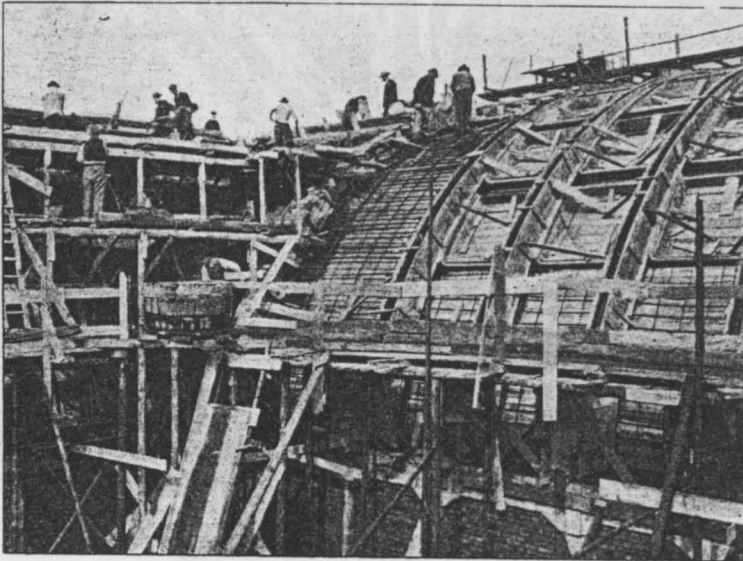


Fig. 29.

— Betonierung des Kreuzgewölbes.

im Halleninnern wirkt, der also Zug auf der Außenseite des Riegels hervorruft, der untere Riegel Normalzug, der ebenfalls im Halleninneren wirkt, also Druck auf der Außenseite des Riegels bedingt. Auf der Innenseite der Riegel treten naturgemäß die entgegengesetzten Spannungen auf. Das gleiche Resultat erhält man selbstverständlich, wenn man die Randspannungen der normalen Binder nach den einzelnen Stäben der Sprengwerkskonstruktion analytisch oder graphisch zerlegt.

Außer diesen Hauptkräften wirken in der Wandkonstruktion noch andere Kräfte, die zum Teil einen bedeutenden Einfluß auf die Größe der Spannungen haben. So wurden die Zusatzkräfte und Zusatzmomente durch das Eigengewicht der Wandkonstruktion sowie die exzentrisch angreifenden Auflasten der anschließenden Gebäudeteile bei der Dimensionierung berücksichtigt. Außerdem

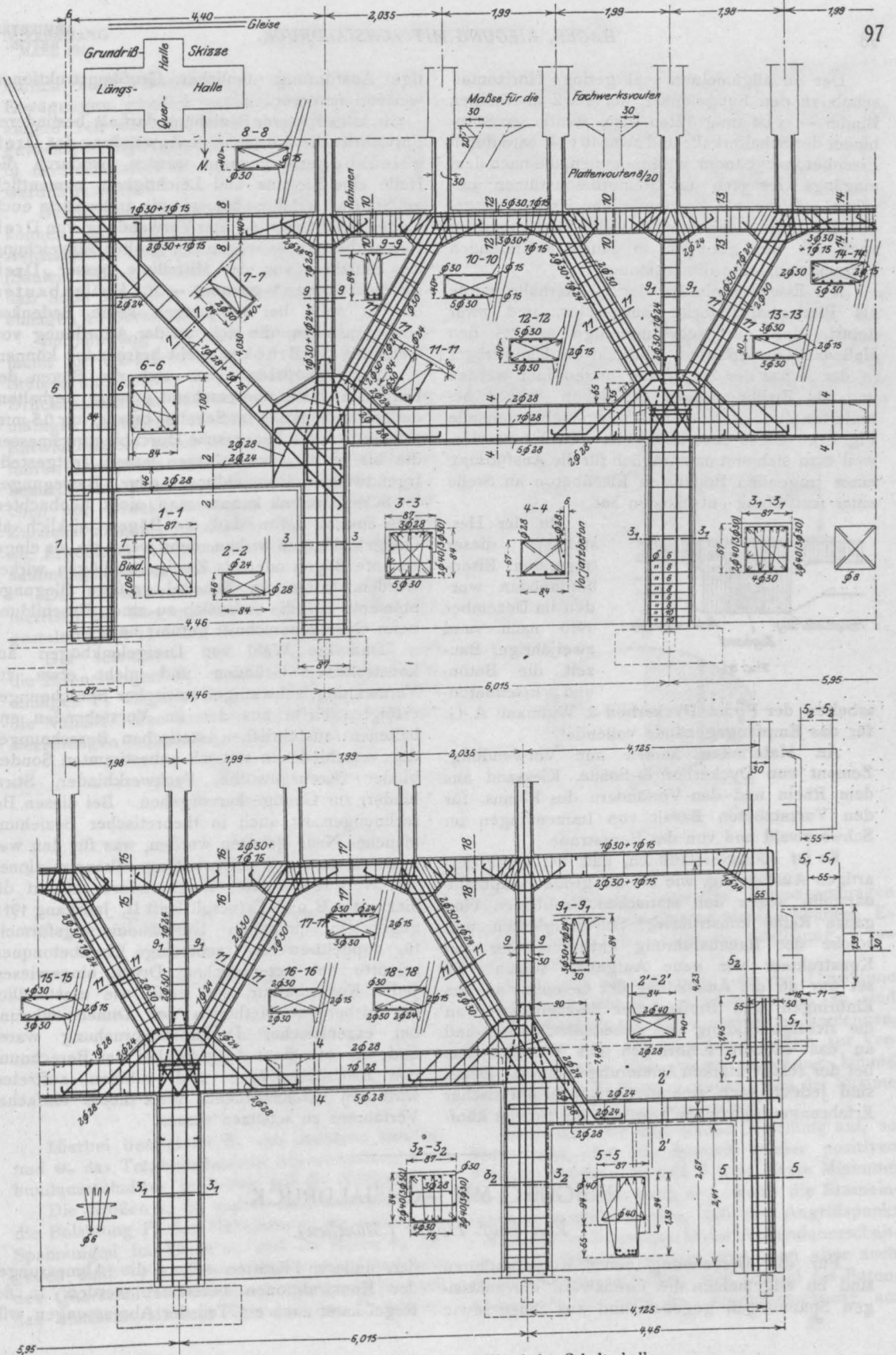


Fig. 30. Konstruktion einer Wand der Schalterhalle.

Der im allgemeinen sehr geringe Horizontal-schub an den Fußgelenken der stark überhöhten Binder — er ist am größten beim westlichen Stirnbinder der Schaltherhalle und zwar 10 t — wird durch Eisenbetonzugbänder aufgenommen, die nach dem eingangs Gesagten auf Stampfbetonstützen aufliegen. Diese als kontinuierliche Träger ausgebildeten Zugbänder wurden außer für Normalzug auch für die geringen in ihnen auftretenden Biegemomente dimensioniert.

Der Eisenbetonboden der Schaltherhalle wurde als Plattenbalkendecke ausgeführt, und zwar derart, daß die Nebenunterzüge parallel den Hallenachsen verlaufen, während die Hauptträger in der Achse der Zugbänder angeordnet werden und als Zwillingsträger die schon früher betonierten Zugbänder umfassen (vgl. nebenstehende Fig. 31). Diese Anordnung ist gewählt worden, weil man sich erst nachträglich für die Ausführung eines tragenden Bodens in Eisenbeton an Stelle einer Auffüllung entschieden hat.

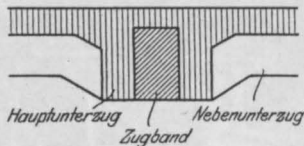


Fig. 31.

Mit der Herstellung dieser tragenden Eisenbetonböden wurden im Dezember 1910 nach rund zweijähriger Bauzeit die Beton- und Eisenbeton-

arbeiten der Firma Dyckerhoff & Widmann A.-G. für das Empfangsgebäude vollendet.

An Materialien kamen zur Verwendung: Zement von Dyckerhoff & Söhne, Kiessand aus dem Rhein und den Vorländern des Rheins, für den Vorsatzbeton Basalt von Immendingen im Schwarzwald und von der Bergstraße.

Es ist selbstverständlich, daß bei einer derartigen Ausführung, wie sie die große Haupthalle darstellt, außer den statischen Problemen eine ganze Reihe konstruktiver Schwierigkeiten und solche der Bauausführung auftreten, die den Konstrukteur vor neue Aufgaben stellen. Es sei nur an die Ausbildung der Gelenke, an das Einbringen und Stoßen der Eiseneinlagen, an die richtige Bildung von Arbeitsabschnitten und an das saubere Einbringen des Vorsatzbetons bei der relativ starken Armierung erinnert. Dabei sind jedoch auch eine große Anzahl praktischer Erfahrungen gewonnen worden, die für die künf-

tige Ausführung ähnlicher Großkonstruktionen wertvoll sein werden.

In konstruktiver Beziehung darf als besonderer Fortschritt die konsequente Anwendung des Dreigelenkbogens genannt werden, wodurch die Halle eine Eleganz und Leichtigkeit, namentlich am Scheitel, erhalten hat, wie sie anderwärts noch nicht erreicht wurde. Der Verwendung von Dreigelenkbögen — wegen der großen Abweichung der Stützlinie von der Mittellinie besser „Dreigelenkrahmen“ genannt — für Hallenbauten dürften auch bei denjenigen keine Bedenken entgegenstehen, die sich mit der Anordnung von Gelenken bei Brücken nicht befremden können.

Beim Ausrüsten haben sich die Bögen der Karlsruher Halle überraschend günstig verhalten; die größte Senkung im Scheitel betrug nur 0,5 mm, sie wurde durch Leunersche Durchbiegungsmesser, die bis zu $\frac{1}{1000}$ mm ablesen lassen, festgestellt. Irgendwelche Rissebildung oder Bewegungen im Scheiteltgelenk konnte man nicht beobachten. Das spricht dafür, daß die Bögen wirklich als Dreigelenkbogen wirken, denn wenn sie als eingespannte Bögen oder als Zweigelenkbögen wirken würden, treten im Scheitel größere Biegemomente auf, die sicherlich zu einer Rissebildung beim Gelenkquerschnitt geführt hätten.

Daß die Wahl von Dreigelenkbögen aus konstruktiven Gründen und nicht etwa zur Vermeidung schwieriger statischer Berechnungen erfolgte, dürfte aus den im Vorstehenden enthaltenen ausführlichen statischen Berechnungen der verschiedenen statisch unbestimmten Sonderbinder (Kreuzgewölbe, Fachwerkbinder, Stirnbinder) zur Genüge hervorgehen. Bei diesen Berechnungen ist auch in theoretischer Beziehung manches Neue geboten worden, was für den weiteren Ausbau von Eisenbetongroßkonstruktionen von Wert sein dürfte. Insbesondere sei auf die hier unter B und C (vergl. Heft II, Jahrgang 1911) gegebenen einfachen Dimensionierungsformeln für doppelbewehrte rechteckige Eisenbetonquerschnitte bei exzentrischem Druck hingewiesen. Jeder Konstrukteur, der weiß, wie umständlich die bisherigen Methoden der Dimensionierung bei exzentrischer Druckbeanspruchung waren und wie oft diese Aufgabe bei der Berechnung von Eisenbetonbögen und -rahmen auftreten, wird den wirtschaftlichen Wert dieses einfachen Verfahrens zu schätzen wissen.

BIEGUNG MIT ACHSIALDRUCK.

Von Prof. Hager (München).

Für die Berechnung neuer Konstruktionen sind im allgemeinen die Grenzwerte der zulässigen Spannungen gegeben und aus ihnen sowie

den äußeren Kräften sollen die Abmessungen der Konstruktionen berechnet werden. In der Regel kann noch ein Teil der Abmessungen will-

kürlich nach konstruktiven und wirtschaftlichen Erwägungen gewählt werden, während dann der andere Teil aus Gleichungen, welche die Gleichgewichtsbedingungen und andere Voraussetzungen in mathematischer Form aussprechen, berechnet werden müssen.

Beim Entwerfen von Eisenbetonkonstruktionen können die Umrißlinien der auf Biegung mit Achsialdruck beanspruchten Konstruktionsglieder (Säulen, Stützen) meist angenommen werden, so daß dann nur noch die Abmessungen der Eiseneinlagen zu berechnen sind.

Im Jahrgang 1909 dieser Zeitschrift hat Hohmann für die Berechnung der Eiseneinlagen in Stützen und Säulen, in denen zugleich Zug- und Druckspannungen auftreten, ein sehr zweckmäßiges Verfahren veröffentlicht. Die folgenden Entwicklungen sollen nun ein Berechnungsverfahren für solche auf Biegung mit Achsialdruck beanspruchte Konstruktionsglieder liefern, in welchen nur Druckspannungen aufzunehmen sind. Zunächst mögen aber der Übersichtlichkeit wegen die Ergebnisse Hohmanns noch einmal kurz zusammengestellt werden.

Der zu untersuchende Querschnitt sei symmetrisch zur Biegungsebene, sonst aber beliebig gestaltet (Fig. 1).

Der schraffierte Teil des Querschnitts und die Eiseneinlagen F_e' erhalten Druck-, die Eiseneinlagen F_e Zugspannungen. NN in Fig. 1 sei die Nulllinie. Man kann dann der Figur folgende Beziehungen entnehmen:

$$x = \frac{\sigma_b}{\sigma_e + \sigma_b} \cdot h \dots \dots \dots (1)$$

$$P = \int \sigma dF,$$

$$P \cdot (e + x) = \int \sigma y dF,$$

$$\sigma = \frac{\sigma_b}{x} \cdot y,$$

$$P = \frac{\sigma_b}{x} \int y \cdot dF = \mathfrak{S}_n,$$

$$P(e + x) = \frac{\sigma_b}{x} \int y^2 \cdot dF = \frac{\sigma_b}{x} \Theta_v.$$

Hierbei bezeichnet \mathfrak{S}_n das statische Moment und Θ_v das Trägheitsmoment des wirksamen Verbundquerschnittes in bezug auf die Nulllinie NN.

Die Größen x , \mathfrak{S}_n und Θ_v sind bekannt, wenn die Belastung P , der Hebelarm e , die zulässigen Spannungen im Eisen σ_e und im Beton σ_b gegeben sind. Ferner sind durch die Umrißlinie des Querschnittes und durch die Länge x auch das statische Moment \mathfrak{S}_b und das Trägheits-

moment Θ_b der wirksamen Betonfläche hinsichtlich der Nulllinie NN gegeben.

Aus diesen Größen berechnet Hohmann die Querschnitte der Eiseneinlagen zu

$$\left. \begin{aligned} F_e &= \frac{\Theta_v - \Theta_b - c' (\mathfrak{S}_n - \mathfrak{S}_b)}{n \cdot c (c + c')} \\ F_e' &= \frac{\Theta_v - \Theta_b + c (\mathfrak{S}_n - \mathfrak{S}_b)}{n \cdot c' (c + c')} \end{aligned} \right\} \dots \dots (2)$$

Wird ein zur Biegungsebene symmetrisch gestalteter Verbundquerschnitt so exzentrisch belastet, daß nur Druckspannungen auftreten können, so kann das Hohmannsche Verfahren nicht angewendet werden, weil nur noch die zulässige Spannung des Betons σ_b der Rechnung zugrunde gelegt werden kann, während die weit unter der

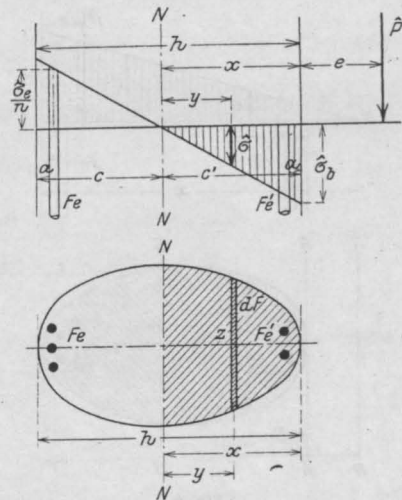


Fig. 1.

zulässigen Grenze liegenden Eisen Spannungen σ_e und σ_e' nicht angenommen werden können. Es kann deshalb auch x nicht aus Gleichung (1) berechnet werden.

Setzt man also P , e , σ_b und die Umrißlinie des Querschnittes als gegeben voraus, so sind die Unbekannten F_e , F_e' , x und σ_e zu berechnen, für welche aber nur drei Gleichungen zur Verfügung stehen. Eine vierte Gleichung könnte man aus der Bedingung finden, daß die Summe $F_e + F_e'$ ein Minimum werden soll.

Stellt man nun eine solche Gleichung auf, so findet man, daß die Summe zweier positiven Eisenquerschnitte F_e und F_e' zu einem Minimum wird, wenn $x = \infty$ wird, d. h. wenn die Eiseneinlagen so verteilt werden, daß der Angriffspunkt der Kraft P der Schwerpunkt des Verbundquerschnittes wird. Dieses Ergebnis kann man aber auch durch Überlegung finden, weil sowohl der Betonquerschnitt als auch die Eisenquerschnitte am

besten ausgenützt sind, wenn eine über den Querschnitt gleichmäßig verteilte Spannung σ_b entsteht.

Jedoch können nicht in allen Fällen die Querschnitte der Eiseneinlagen F_e und F_e' so bemessen werden, daß der Verbundquerschnitt zu einem zentrisch belasteten wird, wenn die Betonrandspannung zugleich den größten zulässigen Wert σ_b beibehalten soll. Es wird später auf den Grenzfall näher eingegangen werden.

1. Der Angriffspunkt wird Schwerpunkt des Verbundquerschnittes.

In diesem Fall würde $e = s$ werden (Fig. 2). Bezeichnet man mit F_b die wirksame Betonfläche des Querschnittes und mit \mathfrak{S}_{bl} das statische Mo-

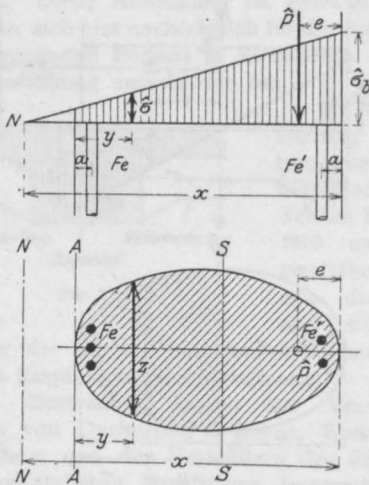


Fig. 2.

ment der Betonfläche links der Schwerlinie SS (Fig. 2) bezogen auf diese Schwerlinie und desgleichen mit \mathfrak{S}_{br} das statische Moment der rechts von SS gelegenen Betonfläche, so kann man für den zentrisch belasteten Verbundquerschnitt folgende beiden Gleichungen aufstellen:

$$[F_b + n(F_e + F_e')] \sigma_b = P;$$

$$\mathfrak{S}_{bl} + n \cdot F_e (h - e - a) = \mathfrak{S}_{br} + n \cdot F_e' (e - a).$$

Aus diesen beiden Gleichungen findet man die Unbekannten F_e und F_e' zu:

$$F_e = \frac{(e - a) \left(\frac{P}{\sigma_b} - F_b \right) - \mathfrak{S}_{bl} + \mathfrak{S}_{br}}{n(h - 2a)} \dots (3)$$

$$F_e' = \frac{(h - e - a) \left(\frac{P}{\sigma_b} - F_b \right) + \mathfrak{S}_{bl} - \mathfrak{S}_{br}}{n(h - 2a)} \dots (4)$$

Die Gleichung (3) zeigt, daß für F_e nur solange ein positiver Wert sich ergibt, als

$$\mathfrak{S}_{br} + \frac{P}{\sigma_b} \cdot e + a F_b \geq \frac{P}{\sigma_b} \cdot a + e F_b + \mathfrak{S}_{bl} \dots (5)$$

Wenn diese Ungleichung nicht mehr erfüllt ist, würde F_e negativ werden. Daraus geht hervor, daß der Verbundquerschnitt nur so lange in einen zentrisch belasteten Querschnitt verwandelt werden kann, als sich aus Gleichung (3) $F_e > 0$ berechnet oder im äußersten Fall $F_e = 0$ wird.

Beispiel.

Das Konstruktionsglied habe einen rechteckigen Querschnitt (Fig. 3).

$$\mathfrak{S}_{bl} = \frac{b(h - e)^2}{2},$$

$$\mathfrak{S}_{br} = \frac{b e^2}{2},$$

$$F_b = b \cdot h.$$

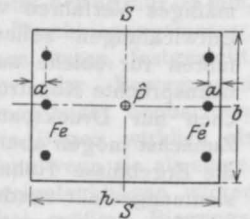


Fig. 3.

Diese Werte in die Gleichungen (3) und (4) eingesetzt, ergibt:

$$F_e = \frac{P(e - a)}{\sigma_b \cdot n(h - 2a)} - \frac{b \cdot h}{2n},$$

$$F_e' = \frac{P(h - e - a)}{\sigma_b (h - 2a)n} - \frac{b \cdot h}{2n}.$$

Die Ungleichung (5) lautet für diesen Sonderfall:

$$\frac{P}{\sigma_b} \cdot e + a b h \geq \frac{P}{\sigma_b} \cdot a + \frac{b h^2}{2}.$$

Für den Grenzfall $F_e = 0$ wird

$$\frac{P}{\sigma_b} \cdot e + a b h = \frac{P}{\sigma_b} \cdot a + \frac{b h^2}{2},$$

$$e = a + \frac{\sigma_b \cdot b \cdot h (h - 2a)}{2P}.$$

Zahlenbeispiel.

$P = 49\,000$ kg; $\sigma_b = 35$ kg/cm²; $h = 40$ cm; $b = 30$ cm, $a = 4$ cm; $e = 18$ cm. Im Grenzfall dürfte sein:

$$e = 4 + \frac{35 \cdot 1200 \cdot 32}{2 \cdot 49\,000} = 17,7 \text{ cm.}$$

Da im speziellen Fall $e > 17,7$ ist, kann also der Querschnitt durch richtige Verteilung der Eiseneinlagen in einen zentrisch belasteten verwandelt werden. Für die Eisenquerschnitte ergeben sich:

$$F_e = \frac{49\,000 \cdot 14}{35 \cdot 15 \cdot 32} - \frac{1200}{2 \cdot 15} = 0,8 \text{ cm}^2,$$

$$F_e' = \frac{49\,000 \cdot 18}{35 \cdot 32 \cdot 15} - \frac{1200}{2 \cdot 15} = 12,5 \text{ cm}^2.$$

2. Der Angriffspunkt der Last und der Schwerpunkt des Verbundquerschnittes fallen nicht zusammen.

Es soll hier nur der Fall behandelt werden, daß der Angriffspunkt der Last noch innerhalb des Kernes des Verbundquerschnittes liegt, also im Querschnitt nur Druckspannungen auftreten, da für den Fall, daß teilweise Zugspannungen aufzunehmen sind, die Hohmannschen Gleichungen für die Berechnung von F_e und F_e' anzuwenden sind.

In Fig. 2 ist der hier zu betrachtende Belastungsfall dargestellt, wobei $e < s$ ist.

Die Summe der Eisenquerschnitte $F_e + F_e'$ wird in diesem Falle ein Kleinstwert, wenn $F_e = 0$ gemacht wird. Häufig wird nun F_e aus konstruktiven Rücksichten oder wegen anderer Be-

$$P(e-a) \frac{x}{\sigma_b} = (x-h)(h-a) \int_0^h z \, dy \\ + (2h-x-a) \int_0^h y \cdot z \, dy - \int_0^h z \cdot y^2 \cdot dy \\ + (x-h+a)(h-2a) \cdot n \cdot F_e$$

Bezeichnet man

$$\int_0^h z \, dy = F_b = \text{die Betonquerschnittsfläche,}$$

$$\int_0^h z y \, dy = \mathfrak{S}_{bA} = \text{das statische Moment der Betonfläche hinsichtlich der Geraden AA,}$$

$$\int_0^h z y^2 \, dy = \mathfrak{O}_{bA} = \text{das Trägheitsmoment der}$$

Betonfläche hinsichtlich der Geraden AA, so kann man die Gleichung nach x auflösen und schreiben:

$$x = \frac{(2h-a)\mathfrak{S}_{bA} - F_b h(h-a) - \mathfrak{O}_{bA} - (h-a)(h-2a)nF_e}{\frac{P}{\sigma_b}(e-a) - F_b(h-a) + \mathfrak{S}_{bA} - (h-2a)nF_e} \dots \dots \dots (6)$$

lastungsfälle nicht zu Null angenommen werden können. In solchen Fällen ist F_e als gegeben zu betrachten, so daß dann nur noch F_e' als Unbekannte zu berechnen ist. Es soll daher im folgenden F_e als gegeben vorausgesetzt werden. Will man aber $F_e + F_e'$ zu einem Minimum machen, so ist in den folgenden Gleichungen $F_e = 0$ zu setzen, sofern dies für das zu berechnende Konstruktionsglied zulässig ist.

Bildet man nach Fig. 2 das Moment um die Eiseneinlagen F_e' , so erhält man:

$$P(e-a) = \int_0^h \sigma \cdot z(h-y-a) \, dy + \sigma_e F_e(h-2a),$$

$$\sigma = \frac{\sigma_b}{x}(x-h+y);$$

$$\sigma_e = \frac{\sigma_b}{x}(x-h+a)n;$$

$$P(e-a) = \frac{\sigma_b}{x} \int_0^h z(x-h+y)(h-a-y) \, dy$$

$$+ \frac{\sigma_b}{x}(x-h+a)n \cdot F_e(h-2a);$$

Die Eisenquerschnittsfläche F_e' erhält man aus der Gleichgewichtsbedingung:

$$P = \int_0^h \sigma z \, dy + \sigma_e' F_e' + \sigma_e F_e;$$

$$\sigma_e' = \frac{\sigma_b}{x}(x-a)n;$$

$$P = \frac{\sigma_b}{x} \int_0^h (x-h+y)z \, dy + \frac{\sigma_b}{x}(x-a)nF_e' \\ + \frac{\sigma_b}{x}(x-h+a)nF_e;$$

$$\frac{Px}{\sigma_b} = (x-h) \int_0^h z \, dy + \int_0^h z y \, dy \\ + (x-a)nF_e' + (x-h+a)nF_e;$$

$$\frac{Px}{\sigma_b} = (x-h)F_b + \mathfrak{S}_{bA} + (x-a)nF_e' \\ + (x-h+a)nF_e;$$

nach F_e' aufgelöst:

$$F_e' = \frac{P \frac{x}{\sigma_b} - (x-h)F_b - \mathfrak{S}_{bA} - (x-h+a)nF_e}{n(x-a)} \quad (7)$$

Im Falle $F_e = 0$ fällt das letzte Glied im Zähler weg.

Sonderfälle.

a) Rechteckiger Querschnitt.

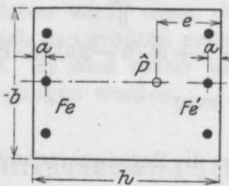


Fig. 4.

$$F_b = b h; \quad \mathcal{S}_{bA} = \frac{b h^2}{2}; \quad \Theta_{bA} = \frac{b h^3}{3}.$$

Die Werte in Gl. (6) u. (7) eingesetzt:

$$x = \frac{(h-a)(h-2a)F_e n + b h^2 \left(\frac{h}{3} - \frac{a}{2} \right)}{(h-2a)n F_e + b h \left(\frac{h}{2} - a \right) - \frac{P}{\sigma_b} (e-a)};$$

oder für $F_e = 0$:

$$x = \frac{b h^2 \left(\frac{h}{3} - \frac{a}{2} \right)}{b h \left(\frac{h}{2} - a \right) - \frac{P}{\sigma_b} (e-a)};$$

$$F_e' = \frac{P \frac{x}{\sigma_b} - b h \left(x - \frac{h}{2} \right) - (x - h + a) n F_e}{n(x-a)}$$

oder für $F_e = 0$:

$$F_e' = \frac{P \frac{x}{\sigma_b} - b h \left(x - \frac{h}{2} \right)}{n(x-a)}.$$

Zahlenbeispiel.

$P = 49000$ kg; $\sigma_b = 35$ kg/cm²; $b = 30$ cm; $h = 40$ cm;
 $a = 4$ cm; $e = 15$ cm; $F_e = 2,36$ cm²;

$$x = \frac{36 \cdot 32 \cdot 2,36 \cdot 15 + 30 \cdot 40^2 \cdot 11,33}{32 \cdot 15 \cdot 2,36 + 1200 \cdot 16 - \frac{49000}{35} \cdot 11} = 118,6 \text{ cm};$$

$$F_e' = \frac{49000 \cdot \frac{118,6}{35} - 1200 \cdot 98,6 - 82,6 \cdot 15 \cdot 2,36}{15 \cdot 114,6}$$

= 26,6 m². in Gleichung (6) und (7) eingesetzt:

$$x = \frac{157 \cdot 124000 - 2800 \cdot 80 \cdot 77 - 7093333 - 77 \cdot 74 \cdot 15 \cdot 2,36}{2500 \cdot 22 - 2800 \cdot 77 + 124000 - 74 \cdot 15 \cdot 2,36} = 129,3 \text{ cm}.$$

Da $x > h$ ist, treten in dem Querschnitt nur Druckspannungen auf und die Gleichung (7) kann zur Berechnung von F_e' verwendet werden:

$$F_e' = \frac{2500 \cdot 129,3 - 99,5 \cdot 2800 - 124000 - 102,5 \cdot 15 \cdot 2,36}{15 \cdot 126,3} = 31,4 \text{ cm}^2.$$

Desgleichen für $F_e = 0$:

$$x = \frac{30 \cdot 40^2 \cdot 11,33}{1200 \cdot 16 - \frac{49000}{35} \cdot 11} = 143,1;$$

$$F_e' = \frac{49000 \cdot \frac{143,1}{35} - 1200 (143,1 - 20)}{15(143,1 - 4)} = 25,2.$$

Wie zu erwarten war, ist für $F_e = 2,36$ cm² $F_e + F_e' = 28,96$ cm² größer als für $F_e = 0$, wobei $F_e + F_e' = F_e' = 25,2$ cm² ist.

b) T-förmiger Querschnitt.

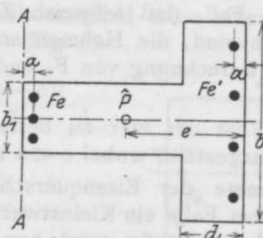


Fig. 5.

$$F_b = h b - (b - b_1)(h - d);$$

$$\mathcal{S}_{bA} = \frac{b h^2}{2} - (b - b_1) \frac{(h - d)^2}{2};$$

$$\Theta_{bA} = \frac{b h^3}{3} - (b - b_1) \frac{(h - d)^3}{3}.$$

Die Werte in die Gleichungen (6) u. (7) eingesetzt ergeben die gesuchten Größen x und F_e' .

Für die praktische Rechnung ist es jedoch zweckmäßiger, F_b , \mathcal{S}_{bA} und Θ_{bA} nach den oben stehenden Gleichungen zu berechnen und die berechneten Werte in die Gleichungen (6) und (7) einzusetzen.

Zahlenbeispiel.

$h = 80$ cm; $b = 50$ cm; $b_1 = 30$ cm; $d = 20$ cm;
 $a = 3$ cm; $e = 25$ cm;

$P = 87500$ kg; $\sigma_b = 35$ kg/cm²; $F_e = 2,36$ cm²;

$$F_b = 80 \cdot 50 - 20 \cdot 60 = 2800 \text{ cm}^2;$$

$$\mathcal{S}_{bA} = \frac{50 \cdot 80^2}{2} - \frac{20 \cdot 60^2}{2} = 124000 \text{ cm}^3;$$

$$\Theta_{bA} = \frac{50 \cdot 80^3}{3} - \frac{20 \cdot 60^3}{3} = 7093333 \text{ cm}^4$$

in Gleichung (6) und (7) eingesetzt:

Es wäre nur noch zu prüfen, ob der Querschnitt nicht zu einem zentrisch belasteten gemacht werden kann.

Nach der Ungleichung (5) ist noch zu bilden:

$$G_{br} = \frac{30}{2} (25 - 20)^2 + 50 \cdot 20 \left(5 + \frac{20}{2} \right) = 15375;$$

$$G_{bl} = \frac{30}{2} (80 - 25)^2 = 45375;$$

$$F_b = 2800; \quad \frac{P}{\sigma_b} = 2500; \quad e = s = 25.$$

Ungleichung (5) lautet mit diesen Werten:

$$15375 + 2500 \cdot 25 + 3 \cdot 2800 \geq 2500 \cdot 3 + 25 \cdot 2800 + 45375;$$

$$84275 \geq 122875.$$

Die Ungleichung ist, wie zu erwarten war, nicht erfüllt, so daß also unter der Annahme von $\sigma_b = 35 \text{ kg/cm}^2$ der Querschnitt durch entsprechende Verteilung der Eisenquerschnitte F_e und F_e' nicht zu einem zentrisch belasteten gemacht werden kann.

DIE WÖLBWIRKUNG DES VOUTENBALKENS.

Von Diplom-Ingenieur Max Mayer (Pierrevillers).

Man hat lange Zeit die konstruktive Anordnung von Vouten an den Einspannstellen von Platten und Balken nur insofern in der statischen Berechnung der Eisenbetonbauten berücksichtigt, als sie eine rationelle Dimensionierung der ganz oder teilweise eingespannten Querschnitte gestattet, und hat im übrigen den Balken wie einen solchen von konstantem Trägheitsmoment behandelt. Erst neuerdings hat man den wichtigen verschiebenden Einfluß der Vouten auf die Biegemomente berechnen gelernt nach einem Verfahren von Dr.-Ing. Max Ritter, dessen Originalquelle („Über die Berechnung elastisch eingespannter und kontinuierlicher Balken mit veränderlichem Trägheitsmoment“ von Dipl.-Ing. Max Ritter in der Schweizerischen Bauzeitung vom 1. und 8. Mai 1909) viel zu wenig bekannt ist.

Eine Berechnung nach diesem genaueren Verfahren würde aber nur dann vollkommen zutreffen, wenn die Verstärkung des Balkens gegen das Auflager zu von der horizontalen Balkenachse aus gleichmäßig nach oben und unten angeordnet würde. Die selbstverständliche Verlegung der Vouten an die Unterseite allein bringt auch in die statischen Verhältnisse eine Einseitigkeit. Sie behindert die Formänderung des Trägers in solcher Weise, daß ein Seitenschub, ein Bestreben nach einem Auseinanderdrängen der Widerlager entsteht, genau so wie umgekehrt eine etwaige Verstärkung an der Oberseite der Auflager eine Zugwirkung herbeiführen würde. Man kann sich ja sehr gut vorstellen, daß die Vouten der Unterseite in die einspannenden Mauern hereingeschoben werden müßten, wenn der durchgehende Balkenquerschnitt seine gewöhnliche Formänderung erleiden sollte, und daß der Widerstand gegen diese Bewegung einen Druck im Balken herbeiführt. Auch kann man davon ausgehen, daß infolge der Vouten die Balkenachse keine Gerade mehr ist, sondern eine nach unten konvexe gebrochene Linie, die bei der

Formänderung eine Verkürzung erfährt und daher auch einen Achsialdruck erleiden muß.

Jedenfalls steht die Tatsache eines Horizontal-schubes und damit einer gewölbeähnlichen Stützwirkung im Voutenbalken außer Zweifel und man findet sie in der neuesten Literatur wiederholt angedeutet. Jedoch ist bisher darüber nicht mehr bekannt geworden als der geläufige Spruch, daß ihr Einfluß gering sei und im günstigen Sinne wirke. Nun kann aber einerseits dieser Einfluß, wie wir sehen werden, unter Umständen sehr bedeutend werden, so daß seine Kenntnis in Fällen scharfer Konkurrenz oder auch bei vielfacher Wiederholung der gleichen Trägerform sehr erwünscht sein kann; andererseits müssen wir hier wieder daran erinnern, daß alle solche Vernachlässigungen ausnahmslos Fehler nach beiden Seiten bedingen und daß auch die Vouten in gewissen Fällen zum Ausgleich ihrer Vorteile recht unangenehme Nebenwirkungen mit sich bringen können. Wir wollen hierfür bloß die Beanspruchung der Widerlager durch den fraglichen Horizontal-schub erwähnen.

Eine Berechnung der Wölbwirkung des Voutenbalkens ist also sicher nicht ohne Interesse, zumal sich zeigen wird, daß sie im praktischen Fall nach unseren fertigen Formeln sehr einfach vorzunehmen ist. Für diesen ersten Versuch begnügen wir uns mit einer angenäherten Rechnung, in deren Entwicklung wir eine Reihe von Vernachlässigungen zulassen, deren Einfluß hernach abzuschätzen sein wird.

Die gesamte Tragfähigkeit des Balkens denken wir uns zusammengesetzt aus seiner Biegefestigkeit und seiner Wölbwirkung, die zu einem statisch unbestimmten System zusammenwirken. Wir können ihr folglich nur mittels einer Betrachtung der Formänderungen beikommen und wollen zunächst untersuchen, welche Lasten bei einer angenommenen Einsenkung der Balkenmitte von

den beiden Widerständen aufgenommen werden. Wir setzen dafür einen symmetrischen Balken mit Vouten voraus, der beiderseits zwischen unverschieblichen Widerlagern vollkommen eingespannt ist.

Eine gleichmäßig verteilte Biegunslast p pro Längeneinheit bewirkt bei einer Spannweite l einen Biegungs Pfeil

$$f = \frac{p l^4}{384 E J}$$

nach bekannter Formel. Hierzu würde ein Biegemoment in Balkenmitte von

$$M = \frac{p l^2}{24}$$

gehören. Wir wollen jedoch von vornherein annehmen, daß der Einfluß der Vouten auf die Momentenverteilung nach Max Ritter berücksichtigt sei und daß man hiernach für das Feldmoment den Wert

$$M' = \frac{p l^2}{n}$$

gefunden habe. Es fragt sich nun, welche Änderung des Biegungs Pfeiles durch diese andere Momentenverteilung hervorgerufen wird. Man könnte sehr wohl durch Integrieren der elastischen Linie den theoretisch genauen Wert hierfür aufstellen und in die Rechnung einführen. Mit Rücksicht auf die allgemeine Unsicherheit der Formänderungen des gebogenen Eisenbetonstabes wollen wir jedoch von dieser Umständlichkeit absehen; wir glauben eine gute und sicher reichlich genügende Schätzung aufzustellen, wenn wir annehmen, daß der Biegungs Pfeil durch die Vouten ebensoviel herabgemindert wird wie das Feldmoment. Wir bilden also zu der Formel

$$M' = \frac{24}{n} \cdot M$$

die analoge

$$f' = \frac{24}{n} \cdot f = \frac{p l^4}{16 n E J}$$

Die Voute sei nun so konstruiert, daß sie bei einer passenden Länge eine Höhe $2a$ habe; dann liegt die Mitte des Einspannungsquerschnittes um a tiefer als die Balkenachse des mittleren Teiles. Wir ersetzen nun die Balkenachse, die nach gewöhnlichen Begriffen eine gebrochene Linie ist, durch eine Parabel, die durch die Mitten der Einspann- und des Mittelquerschnittes geht. Wenn man bedenkt, daß wir für unseren Zweck als Stützlinie den geometrischen Ort der Druckmittelpunkte in den einzelnen Querschnitten brauchen (man darf dabei jetzt aber nur die Formänderungen infolge des Seitenschubes vor Augen haben) und daß an der einspringenden Ecke des Voutenansatzes sich der Druck naturgemäß nach unten konzentrieren wird, so wird ersichtlich, daß die

Annahme einer Parabel als Stützlinie der zu untersuchenden Wölbwirkung jedenfalls die größte Wahrscheinlichkeit für sich hat; die ganzen Spannungsverhältnisse, wie sie hier vorliegen, sind ja noch so wenig geklärt, daß wir damit wohl die beste gegenwärtig überhaupt mögliche Annäherung erreichen.

Der Anteil der Last, den die Wölbwirkung allein aufnimmt, sei q pro Längeneinheit. Nach einem bekannten, leicht zu übersehenden Gesetz der Gleichgewichtslehre wird dann der Horizontalschub

$$H = \frac{q l^2}{8 a}$$

Für die Bogenlänge unserer parabelförmigen Wölbungsachse benutzen wir die Näherungsformel

$$s = l + \frac{8}{3} \cdot \frac{a^2}{l}$$

(Dr. Aug. Föppl, Vorlesungen über technische Mechanik, zweiter Band: Graphische Statik, 2. Auflage. Leipzig, Teubner 1903. Seite 82).

Diese Achse erfährt unter dem Druck H eine Verkürzung, die wir wieder mit einer unbedeutenden Vernachlässigung durch

$$\Delta s = s \cdot \frac{H}{F \cdot E}$$

darstellen wollen.

Dadurch wird die Bogenlänge nach der Formänderung

$$\begin{aligned} s' &= s - \Delta s = s \left(1 - \frac{H}{F \cdot E} \right) \\ &= \left(1 + \frac{8}{3} \cdot \frac{a^2}{l} \right) \cdot \left(1 - \frac{H}{F \cdot E} \right). \end{aligned}$$

Die zugehörige neue Pfeilhöhe wird

$$\begin{aligned} a' &= \sqrt{\frac{3}{8} l \cdot (s' - l)} \\ &= \sqrt{\frac{3}{8} l \cdot \left[\left(1 + \frac{8}{3} \cdot \frac{a^2}{l} \right) \left(1 - \frac{H}{F \cdot E} \right) - 1 \right]} \\ &= \sqrt{a^2 - \frac{3}{8} \cdot l^2 \cdot \frac{H}{F \cdot E} - a^2 \cdot \frac{H}{F \cdot E}}. \end{aligned}$$

Damit wird die Einsenkung der Plattenmitte infolge des Horizontalschubes

$$\begin{aligned} f'' &= a - a' = a - \sqrt{a^2 - \frac{3}{8} \cdot l^2 \cdot \frac{H}{F \cdot E} - a^2 \cdot \frac{H}{F \cdot E}} \\ &= a \left(1 - \sqrt{1 - \frac{H}{F \cdot E} \left(1 + \frac{3}{8} \cdot \frac{l^2}{a^2} \right)} \right) \end{aligned}$$

Wenn wir überlegen, daß in normalen Verhältnissen zum Beispiel $\frac{l}{a} = 30$ oder mehr ist, so

können wir unbedenklich die 1 in der inneren Klammer gegen den anderen Summanden vernachlässigen und bekommen

$$f'' = a \left(1 - \sqrt{1 - \frac{3}{8} \cdot \frac{l^2}{a^2} \cdot \frac{H}{F \cdot E}} \right).$$

Wenn wir nun weiter die übliche Näherungsformel

$$\sqrt{1 \pm a} = 1 \pm \frac{a}{2}$$

zur Anwendung bringen, was wegen der entschieden überwiegenden Größe des Produktes $F \cdot E$ im Nenner wohl statthaft ist, so wird

$$f'' = a \cdot \frac{3}{16} \cdot \frac{l^2}{a^2} \cdot \frac{H}{F \cdot E}.$$

Setzen wir hierin wie oben

$$H = \frac{q l^2}{8a}$$

ein, so wird endlich

$$f'' = \frac{3}{128} \cdot \frac{l^4}{a^2} \cdot \frac{q}{F \cdot E}.$$

Nunmehr drehen wir die beiden erhaltenen Formeln für die Biegungspfeile um, da wir die Belastung brauchen, die bei einem bestimmten Biegungspfeil aufgenommen wird, und bekommen

$$p = \frac{16 n E J}{l^4} \times f' \text{ und } q = \frac{128 a^2 F \cdot E}{3 l^4} \times f''.$$

In beiden Fällen sind, was von vornherein selbstverständlich war, die Belastungen und die Biegungspfeile einander proportional; und da zu einem bestimmten Biegungspfeil die beiden den letzten Formeln entsprechenden Belastungen erforderlich sind, deren Summe die Gesamtlast

$$p + q = r$$

ergibt, so muß für einen bestimmten Träger das Verhältnis der beiden Lastanteile immer konstant sein. Demnach ergibt sich unabhängig von der Größe der Formänderung nach Gleichsetzung der Biegungspfeile

$$\frac{q}{p} = \frac{\text{Wölbwirkung}}{\text{Biegungsfestigkeit}} = \frac{128 a^2 F E}{48 n E J} = \frac{8 a^2 F}{3 n J}.$$

Wir stehen nun vor der neuen Frage, welche Werte für Querschnittfläche und Trägheitsmoment hier eingesetzt werden sollen, da sie doch von wechselnder Größe sind, wir sie aber bisher als konstant vorausgesetzt haben. Da es sich nicht um die einzelnen Zahlenwerte von F und J handelt, sondern bloß um ihr Verhältnis zueinander, und da die beiden Größen sich bei wechselndem Querschnitt wenn auch nicht gleichmäßig, so doch

wenigstens im gleichen Sinn ändern, so können wir sie leicht durch ungefähr zutreffende Ausdrücke ersetzen; es erscheint dem ganzen Näherungscharakter unserer Rechnung sehr gut angepaßt, wenn wir die für den Hauptteil des Balkens gültigen Werte

$$F = b \cdot h \text{ und } J = \frac{b h^3}{12}$$

einführen, so daß

$$\frac{q}{p} = \frac{8 a^2 \cdot b \cdot h}{3 n \cdot \frac{b h^3}{12}} = \frac{32 a^2}{n h^2},$$

also

Wölbwirkung: Biegungswiderstand = $32 a^2 : n h^2$ wird.

Für eine überschlägige Kopfrechnung kann man auch noch 32 gegen n streichen und so die Formel auf den denkbar einfachsten Ausdruck reduzieren. Daß der Einfluß der Wölbwirkung proportional mit dem Quadrate der relativen Voutenhöhe wächst, war zu erwarten.

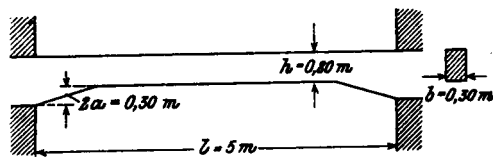
Beispiel.

Für den untenstehend aufgezeichneten Träger habe sich der nach Max Ritter normale Wert $n = 30$ ergeben; hiermit wird

$$\frac{q}{p} = \frac{32 \cdot 15^2}{30 \cdot 80^2} = \frac{15}{400} = 3,75\%.$$

Man müßte den Träger also um $3\frac{3}{4}\%$ überlasten, damit die der gewöhnlichen Rechnung entsprechenden Biegungsspannungen erreicht würden.

Für den Anteil der Wölbwirkung bekommen



wir somit ein angemessenes Ergebnis, das die bisherigen Vermutungen über den die Biegung entlastenden Einfluß der Achskrümmung bestätigt.

Interessant und unseres Erachtens bedeutungsvoller werden aber die übrigen Konsequenzen unserer Darlegungen.

Aus der Gesamtbelastung r bekommen wir den Belastungsanteil, der durch die Wölbung aufgenommen wird, nach obigem aus

$$q = \frac{32 a^2}{32 a^2 + n h^2} \cdot r,$$

und da

$$H = \frac{q l^2}{8 a},$$

so wird

$$H = \frac{4rla^2}{32a^2 + nh^2}$$

In unserem Beispiel gibt dies, wenn wir $r = 12 \text{ t/m}$ annehmen,

$$H = \frac{4 \cdot 12 \cdot 0,15 \cdot 5^2}{32 \cdot 0,15^2 + 30 \cdot 0,80^2} = \sim 9 \text{ t.}$$

Der Zahlenbetrag dieser Kraft ist unerwartet groß und wirft ein ganz neues Licht auf die Sache. Denn es ist klar, daß in den meisten Fällen dieser Seitenschub einfach nicht aufgenommen werden kann, weil die erforderlichen Widerstände fehlen, daß folglich eine geringe Verlängerung des Trägers eintritt, die Wölbwirkung vollständig in Wegfall kommt und man es nach wie vor mit der Biegungsbeanspruchung allein zu tun hat.

Es kommen aber wirklich auch Fälle vor, in denen selbst eine geringe seitliche Verschiebung der Trägerenden ausgeschlossen ist; dann müssen die Widerlager stark genug konstruiert werden, um die berechnete Horizontalkraft aufzunehmen und muß für die weitere Fortpflanzung dieser Kraft bis in die Fundamente gesorgt werden. Wollte man zum Beispiel das letzte Feld eines Laufstegträgers mit einer Voute an eine dünne Silowand anstoßen, welcher man die Vertikalkräfte und vielleicht auch wegen der Nähe der Pfeiler das Einspannmoment wohl zutrauen könnte, so wäre auch noch zu überlegen, ob sie nicht durch den berechneten Seitenschub durchgedrückt werden könnte. Nach diesem Muster wird der Konstrukteur manchmal einen wunden Punkt überprüfen müssen.

In den meisten Fällen werden aber die Verhältnisse so liegen, daß ein elastisches Ausweichen der Widerlager eintritt. Dann wird, je nach der größeren oder kleineren Starrheit derselben, ein kleiner Teil des oben berechneten Horizontalschubes in Erscheinung treten. Man wird sich dann selten weiter um die Sache zu kümmern brauchen.

Wir wollen aber unseren Zweifel daran, ob überhaupt von einer „entlastenden“ Wirkung der

Wölbung die Rede sein kann, nicht unerwähnt und unbegründet lassen. Es hat nämlich selbstverständlich auch das gewölbartige Einklemmen zwischen die Widerlager innere Spannungen im Träger zur Folge; diese werden in unserem Beispiel für den Mittelquerschnitt

$$\frac{9000}{30 \times 80} = 3,75 \text{ kg/qcm,}$$

die sich zu den Druckspannungen aus der Biegungsbeanspruchung addieren. Die Spannungen werden also durch die Wölbwirkung in einem stärkeren Grade erhöht, als zuerst der für die Biegung in Betracht kommende Teil der äußeren Kräfte dadurch reduziert wird, und die gesamte Druckspannung des Betons erscheint nun höher, als man sie bisher gerechnet hat.

Auch für die Eisen können sich ungünstige Folgen herausstellen. Unsere Betrachtung der Formänderungen gilt nur für normale Armierungsverhältnisse, bei denen man den Eisenbetonquerschnitt hinsichtlich seiner Deformationen nach dem jetzigen Stand unserer Theorie noch durch einen homogenen Querschnitt ersetzen kann. Wenn nun aber wesentlich mehr Eisen an der Unterkante des Balkens gerade durchlaufen von einem Ende bis zum anderen, so können diese als innere Verspannung, als einbetonierte Zugstange gewissermaßen wirken; dann würde trotz nachgiebiger Widerlager ein großer Teil des berechneten Horizontalschubes auftreten und natürlich von den Eisen als innere Kraft aufgenommen werden müssen. Es ist aber ohne weiteres klar, daß in diesem Fall eben dann die einfache Biegungsrechnung vollkommen zutrifft und daß die angeführten Überlegungen nur ein anderer Ausdruck für die Grundlagen unserer Biegungstheorie sind in ihrer speziell dem Eisenbeton angepaßten Form. Im Gegensatz hierzu ist aber an der vorher besprochenen Vergrößerung der Betondruckspannung festzuhalten, weil die Reaktion der starren Widerlager als neue äußere Kraft zu den Lasten hinzutritt und somit auch eine Vermehrung der inneren Kräfte zur Folge haben muß.

LITERATURSCHAU.

Bearbeitet von Regierungsbaumeister Dr.-Ing. F. Kögler (Dresden).

L. bedeutet Hinweis auf die in der Zeitschrift „Armierter Beton“ früher erschienene Literaturschau.

I. Der Baustoff.

1. Herstellung und Verarbeitung.

Les ciments „Union Alca cements“. Es wird behauptet und an Prüfungsergebnissen zu beweisen versucht, daß der Alca-Zement

(natürlicher Zement mit besonders zubereiteten Zusätzen von Aluminaten und Silikaten) dem Portlandzement gleichwertig, ja sogar überlegen ist für die Herstellung wasserdichten und gegen das Meerwasser widerstandsfähigen Betons. Le Ciment 1910. Nr. 12.

Du gros sable dans la fabrication du ciment portland artificiel. Untersuchungen über die Frage, ob das Vorhandensein groben Sandes in den Rohstoffen bei der Zementfabrikation dem Zemente schadet oder nicht. F. Melin hat eine Verschlechterung festgestellt, die mit dem Gehalt an Quarzsand wächst (Abnahme der Zugfestigkeit). Mitteilungen der Versuchsergebnisse. *Revue mat. constr. trav. publ.* 1910. Nr. 12.

Il calcestruzzo con olii minerali. Beimischung von Ölen zum Beton vermindert dessen Sprödigkeit. Mitteilung von amerikanischen Versuchen. *Il Cemento* 1910. Nr. 17. — s. L. Juli 1910. I, 2. S. 302. — März 1910. I, 2. S. 131.

Gonflement, gélatinisation, absorption, coagulation. Erklärung dieser Begriffe nach W. Michaëlis sen. *Revue mat. constr. trav. publ.* 1910. Nr. 12. — s. L. Oktober 1910. I, 2. S. 402.

Sulla modificazione del tempo di presa del cemento portland. Vortrag von Bamber vor den Mitgliedern des englischen „Concrete-institute“ über die Mittel, das Abbinden des Portlandzementes zu beschleunigen oder zu verlangsamen. Erörterung der Wirksamkeit dieser Mittel. *Il Cemento* 1910. Nr. 16.

Le macchine per la macinazione del cemento all' esposizione di Berlino. Maschinen zur Zementherstellung und -bereitung. Mit Abb. *Il Cemento* 1910. Nr. 17 und 19.

Le mescolatrici da malta e calcestruzzo alla esposizione di Berlino. Mischmaschinen für Mörtel und Beton auf der Ausstellung in Berlin. Mit Abb. *Il Cemento* 1910. Nr. 18.

Neuere Maschinen zur Betonbereitung und -verarbeitung. Beschreibung neuer Betonmischmaschinen. *Deutsche Bauzeitung Mitt.* 1910. Nr. 24. — s. L. Februar 1911. I, 1. S. 70.

The new stone crushing plant of the Tomkins Cove Stone Co., Tomkins Cove, N. Y. Die modernen Betriebseinrichtungen einer Steinbruch- und -brechanlage in der Nähe von New York werden beschrieben. Mit vielen Abb. *Engg. News* 12. Januar 1911. S. 29. — *Engg. Rec.* 7. Januar 1911. S. 8. — Im Zusammenhang damit: Reducing the cost of broken stone. *Engg. News* 12. Januar 1911. S. 48.

Eine Studienreise ins Ausland. Von Dr. Fiebelkorn. Ausführliche Mitteilungen über den Besuch von Kalk- und Zementfabriken in Südfrankreich mit vielen Einzelheiten über die Rohstoffgewinnung, -verarbeitung und die Eigenschaften der erzeugten Kalke und Zemente. Mit zahlreichen Abb. und Photographien. *Tonindustriezeitung* 1910. Nr. 143, 146, 149.

2. Prüfung und Untersuchung.

Über die Hydratation und Konstitution des Portlandzementes. Mitteilungen über

einen neuen bemerkenswerten Versuch von S. Kaisermann zur Ergründung des chemischen Aufbaues des Zementklinkers sowie der Vorgänge, welche sich beim Abbinden und Erhärten abspielen, mit Hilfe mikroskopischer und mikrochemischer Untersuchungen unter Anwendung einer von ihm erdachten, sehr zweckmäßigen Färbemethode, und kritische Besprechung der Ergebnisse von Professor Dr. W. Michaëlis. *Tonindustriezeitung* 1911. Nr. 4.

Aggiunta di sale al calcestruzzo. Bericht über Versuche v. Empergers, betr. den Salzzusatz zu solchem Beton, der später mit Salzwasser in Berührung kommt. *Il Cemento* 1910. Nr. 20. — s. L. Juli 1910. I, 2. S. 302.

Note au sujet du béton sous l'eau de mer. Erörterungen über die Ursachen der Zerstörung des Betons im Meerwasser. *Revue mat. constr. trav. publ.* 1910. Nr. 12. — s. L. April 1910. I, 2. S. 173.

I tubi di cemento per le paludie e le acque sotterranee. Untersuchung des Grundwassers und seiner Einwirkung auf Beton (Kanalisationsröhren) in Osnabrück. Chemische Erklärungen. *Il Cemento* 1910. Nr. 16. — s. L. Juli 1910. I, 2. S. 303.

Waterproofing Concrete. Kurze Mitteilung über eine Reihe von Versuchen mit verschiedenen Zusätzen zur Erzielung wasserdichten Betons. Schlußfolgerungen. *Concr. and Constr. Eng.* 1911. Nr. 1. — s. L. Oktober 1910. I, 2. S. 402.

Versuch zur Wasserdichtung von Beton. Von Dipl.-Ing. E. Schiek, Budapest. Bei Fundierung eines großen Getreidesilos im Hochwasserbereich der Donau wurde bei Herstellung der 10 cm starken Dichtungsschicht statt reinen Wassers Kaliseifenlösung mit bestem Erfolg verwendet und zur weiteren Klärung ein Versuch mit Seifenbeton angestellt, dessen Ergebnisse mitgeteilt werden. *Beton und Eisen* 1911. Heft 1.

Über Versuche mit Steinerhaltungsmitteln. Von Professor Dr. Rathgen. Versuche mit Magnesiumfluat, Doppelfluat, Testalin, Zapon, Szerelmey, Karnaubawachs, Bienenwachs. Mitteilung der Ergebnisse. *Zeitschrift für Bauwesen* 1910. Nr. 10 bis 12.

Über Schmelzen des Metakalciumsilikates CaSiO_3 und des Aluminiumsilikates $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$. Prof. Dr. Dölter hat die genannten Silikate durch Zusammenschmelzen ihrer Komponenten dargestellt und hierbei, während sie in den flüssigen Aggregatzustand übergingen, ihre Leitfähigkeit gemessen, um eventuell auf diesem Wege die Konstitution des Zementes zu ermitteln. Kurze Mitteilungen hierüber von Prof. Rohland (Stuttgart). *Tonindustriezeitung* 1911. Nr. 10.

Der Wert mikroskopischer Untersuchungen für die Beurteilung von Hochofenschlacke. Mitteilung eines Vortrages von

Dr. Passow (Blankenese), in welchem auf die Wichtigkeit der mikroskopischen Untersuchung der zur Zementfabrikation verwendeten Schlacke hingewiesen wird, da für die Bereitung eines einwandfreien Zementes nicht allein die chemische Zusammensetzung, sondern auch der Zustand nach der Granulation von wesentlicher Bedeutung ist. Zement und Beton 1910. Nr. 52. — s. L. Oktober 1910. I, 2. S. 402.

Unrichtig zusammengesetzter Mörtel. Von Professor v. d. Kloes, Delft. Verfasser betont die Wichtigkeit der Frage, empfiehlt sie dringend dem Internationalen Verband für die Materialprüfungen der Technik zur Aufnahme in den Kreis seiner Arbeiten und gibt eine Zusammenstellung von Traß- und Zementmörtelmischungen nach dem jeweiligen Zwecke geordnet. Betonzeitung 1911. Nr. 1. — s. L. September 1910. I, 2. S. 372. — Mai 1910. I, 1. S. 221.

Sulle differenze dei risultati ottenuti nelle prove dei cementi adoperandi sabbie di differenti nature. Nachweis, daß die Verwendung von Sanden verschiedener Herkunft, selbst wenn sie den italienischen Vorschriften für den Normsand entsprechen, doch recht unterschiedliche Festigkeitszahlen für Mörtel liefert; es wird eine Vorschrift verlangt, wonach der Normsand aus einer bestimmten Grube bezogen werden muß. Mitteilung von Versuchsergebnissen. Il Cemento 1910. Nr. 22.

Nuova macchina di prova della resistenza alla compressione (sistema Martens). Beschreibung der Martensschen Presse. Mit Abb. Il Cemento 1910. Nr. 22.

Presse de 500 tonnes. Ausführliche Beschreibung einer Presse nach Amsler-Laffon Söhne in Schaffhausen. Der Druck wird auf hydraulischem Wege übertragen (mit Öl); gemessen wird er an der Verlängerung der beiden seitlichen Säulen; Gewicht der Presse 7000 kg, der Ölpumpe 500 kg; Hubgeschwindigkeit 1,5 cm/min. Mit guter Abbildung. Revue mat. constr. trav. publ. 1910. Nr. 12.

Apparecchio per prelevare campioni di cemento. Apparat zum Entnehmen von Zementproben aus Silos usw. in gewisser Tiefe unter der Oberfläche, besteht aus einer Röhre mit seitlichem Schlitz, in den der Zement durch Drehen der Röhre eindringt. Mit Abb. Il Cemento 1910. Nr. 17.

Il VI. congresso dell'associazione italiana per gli studi del materiale da costruzione. Bericht über Sitzung, Beschlüsse und Berichte eines italienischen Ausschusses für die Prüfung und Erforschung der Baustoffe. Il Cemento 1910. Nr. 20.

3. Wirtschaftliches.

Labor costs on forms for a covered concrete reservoir. Von J. D. Stevenson. Die Ar-

beitskosten der Schalung für die verschiedenen Bauteile einer Kläranlage in Pittsburgh werden angegeben. Engg. Record 17. Dez. 1910. S. 717 S. auch V, 4. Construction d'un quai etc.

II. Theorie.

Shear members in reinforced concrete beams. Von Maurice Béhar. Verfasser erläutert die Lage und Wirkung der Scherkräfte bei einem gleichmäßig belasteten Balken und die zweckmäßigste Anordnung der Eiseneinlagen, um diese Kräfte aufzunehmen. Concrete and Constr. Eng. 1911. Heft 1.

Zwei sich kreuzende Balken mit gleichmäßig verteilter Belastung. Von Ing. Carl Steiner. Verfasser leitet in Verallgemeinerung einer früheren Berechnung (s. L. Juni 1910, II, S. 260) Formeln mit elementaren Hilfsmitteln für den Fall ab, daß der Kreuzungspunkt an beliebiger Stelle der Balken liege. Zement u. Beton 1910. Nr. 49, 51, 52.

Il massimo momento negativo nelle travi di cemento armato perfettamente incastrate agli estremi. A. Danusso stellt durch Rechnung fest, daß das Spannungsmoment starr eingespannter Eisenbetonbalken (je nach dem Verhältnisse der Trägheitsmomente am Balkenende und in Balkenmitte) schwankt zwischen den Werten $M = \frac{1}{12} ql^2$ und $\frac{1}{15} ql^2$, für eine volle, gleichmäßig verteilte Belastung. Die entsprechenden Mittenmomente sind $M = \frac{1}{24} ql^2$ und $\frac{1}{17} ql^2$. Il Cemento 1910. Nr. 17

Vereinfachte Berechnung des Viereckträgers in Eisenbeton. Von Dipl.-Ing. L. Schiek. Unter Vereinfachung der Annahmen werden für Obergurt, Untergurt und Stütze einfache Formeln abgeleitet und am Schlusse der ganze Berechnungsgang kurz angegeben. Zement u. Beton 1910. Nr. 52.

Beitrag zur Berechnung von Gewölben mit Zwischenpfeilern. Von Prof. Otzen, Hannover. Verfasser geht vom Zusammenhang der Formänderung von Pfeiler und Gewölbe aus und gibt zwei Methoden zur Berechnung der Gewölbe- und Pfeilerstärken an, deren eine von der geringsten Abmessung des Gewölbes, die andere von der Annahme bestimmter Pfeilerabmessungen ausgeht. Dtsche. Bztg. Mitt. 1910. Nr. 23.

Zur Berechnung der Einspannung und des Spannungsverlaufes bei in das Erdreich eingegrabenen Pfählen. Von Ing. Heinrich Will, Hamburg. Verfasser nimmt erstens an, daß im eingegrabenen Pfahlende der Spannungsverlauf von der Erdoberfläche bis zur Nulllinie die Form einer Parabel, die tieferliegende Gegenreaktion lineare Spannungszunahme aufweise; und zweitens,

daß sich die größten Spannungen wie ihre Abstände von der Erdoberfläche verhalten. Er stellt dann einige Gleichungen über die Lage der Nulllinie und die Größe der größten Spannungen auf und bespricht die an einem Beispiel errechneten Ergebnisse im Hinblick auf andere Berechnungsweisen. Beton u. Eisen 1911. Heft 2.

III. Eisenbetonversuchswesen; Feuerproben.

Die Haftfestigkeit in Eisenbeton. Ganz allgemein gehaltener Überblick über den jetzigen Stand der Untersuchungen zu dieser Frage; Erwähnung der Versuche von Preuß. Schweiz. Bztg. 1910. Nr. 27.

Nuove ricerche sull'aderenza del ferro al calcestruzzo. Mitteilung und Besprechung der Ergebnisse von Versuchen von Berry über die Haftung des Eisens im Beton bei Druck-, Zug- und Biegungsversuchen. Letztere haben nur etwa 17 kg/qcm ergeben. Il Cemento 1910. Nr. 22.

Some thermal properties of concrete. Von C. L. Norton, Professor des Technologischen Institutes in Massachusetts. Untersuchungen über 1. linearen Ausdehnungskoeffizienten, 2. Festigkeitsverminderung nach Erhitzen, 3. spez. Wärme, 4. Wärmeleitungsvermögen des Betons. Für gewöhnliche Temperaturen ergab sich der Ausdehnungskoeffizient zu 0,000 0099 für 1° C, bis 300° C stieg er ein wenig, von da ab fiel er auf 0 bei 800°. Die Festigkeitsverminderung wurde für verschiedene Werte der Proben, der Temperatur und der Dauer angestellt. Die spez. Wärme wurde für verschiedene Betonmischungen und Temperaturen bestimmt, sie pendelt um den Wert 0,2. Über das Leitungsvermögen wird nächstens in einer besonderen Schrift berichtet. Engg. Rec. 14. Dez. 1910. S. 746.

Sulla resistenza al fuoco delle pareti in cemento armato. Versuche über die Widerstandsfähigkeit verschiedener Baustoffe gegen Feuer werden besprochen und ein Zusammenhang zwischen dieser und der Zugfestigkeit näher und zahlenmäßig untersucht. Eine Betonstärke von 10–20 cm wird für Wände als ausreichend feuersicher bezeichnet. Il Cemento 1910. Nr. 22. — Cement Age Juni 1908.

A discussion of the basis of design for reinforced-concrete flat slabs. Von A. R. Lord. Die Berechnung seitlich aufliegender Eisenbetondecken wird an der Hand von Versuchen in Minneapolis (s. L. Februar 1911, III) besprochen. Engg. News 29. Dezember 1911, S. 716. — Engg. Rec. 24. Dezember 1910, S. 737.

I vantaggi del cemento armato contro l'incendio. Vortrag von Prof. Dr. Saliger über die Feuersicherheit des Eisenbetons, im Vergleich mit anderen Bauweisen. Il Cemento 1910. Nr. 16. s. L. August 1910. III. S. 335.

Fires: Effects on building material and permanent elimination. Von Frank B. Gilbreth, New York. Die Vorteile der Eisenbetonbauweise gegenüber anderen Baumaterialien zur Abminderung von Feuerschäden werden ausführlich dargelegt. Concrete and Constr. Eng. 1911. Heft 1.

Partial failure of a tile and concrete grain bin, Ft. William, Ont. Aus einem aus Hohlziegeln und Beton mit Flacheisenbewehrung gebauten, zylindrischen Getreidesilo ist ein großes Stück der Wand ausgebrochen, wobei die Ziegel und der Beton aus der Bewehrung, die in ihrer Lage verblieb, herausgedrückt wurden. Die Ursache liegt wahrscheinlich am Entwurf. Mit Abb. Eng. News 19. Jan. 1911. S. 76.

Rovina di una palestra in cemento armato. Praktische und theoretische Betrachtungen über den Einsturz eines Hallendaches von 13,34 m Lichtweite, der auf mangelhafte Abmessungen zurückzuführen ist. Il Cemento 1910. Nr. 19. s. L. März 1910. V, 1. S. 134.

IV. Amtliche Vorschriften über Eisenbetonbau.

Schweizer Normen für Portlandzement. Abdruck derselben. Beton-Zeitung 1911. Nr. 1 u. 2. — s. L. April 1910. IV. S. 176.

Runderlaß, betreffend baupolizeiliche Prüfung und Abnahme der auf Druck beanspruchten Bauteile aus Stampfbeton. Vom Minister der öffentlichen Arbeiten. Die größte Druckbeanspruchung des Stampfbetons für ruhende Last darf $\frac{1}{5}$ seiner Druckfestigkeit nach 28tägiger Erhärtung nicht überschreiten. Bei Stützen und Pfeilern ist diese Beanspruchung mit zunehmendem Verhältnis von Höhe (Länge) zur kleinsten Dicke abzumindern und höchstens anzunehmen für das Verhältnis 1:1 zu $\frac{1}{5}$ für das Verhältnis 5:1 zu $\frac{1}{10}$, für das Verhältnis 10:1 zu $\frac{1}{20}$ der Druckfestigkeit. Zwischenwerte sind geradlinig einzuschalten. Zugspannungen im Beton sind bei Berechnung der größten Kantenpressung unberücksichtigt zu lassen. Zentralbl. d. Bauv. 1910. Nr. 103. — Beton u. Eisen 1911. Heft 1. — Arm. Beton 1911. Heft 2.

V. Ausführungen.

1. Allgemeines über Beton und Eisenbeton, Zement-, Beton- und Eisenbetonwaren. Bauunfälle.

Sawdust Concrete. Als Unterlage für neuen Korkfußboden verwendete man Beton aus 17 Zement, 27 Sand und $\frac{1}{4}$ Sägemehl in einer Stärke von 25 mm, um eine Unterlage zu haben, in die man Nägel einschlagen konnte. Eng. Rec. 7. Januar 1911. S. 29.

Il trattamento esterno delle superfici di cemento. Über die Behandlung der Außenflächen von Beton usw.; Fingerzeige zur Auswahl der Baustoffe, zur Verarbeitung und zur Behandlung während und nach dem Erhärten, mit Werkzeugen, Säuren usw. Einfluß der Behandlung auf die Eigenschaften des Betons. Lesenswerte Mitteilungen aus der Praxis. *Il Cemento* 1910. Nr. 23 ff. nach Rock Products. 10. Sept.

Importanza del cemento armato nella esecuzione. Difetti possibili di questa e cause relative. Über die verschiedenen Fehler, die bei der Ausführung von Eisenbetontragwerken begangen werden, ihre Folgen, und Mittel zu ihrer Vermeidung. Ausführliche Besprechung von praktischem Werte. *Il Cemento* 1910. Nr. 23 usw.

Concrete manufacturing plant, Northern Pacific Railway. Die Eisenbahngesellschaft hat eine Anlage errichtet zur Herstellung von Pfählen und Balken aus Eisenbeton, aus denen mittels Rammen und Kranen bei geringen Höhen Viadukte in einfachster Weise gebaut werden. Mit Abb. *Eng. Record* 17. Dez. 1910. S. 718.

Vorläufer neuzeitlicher Betontechnik. Mitteilungen über ein im Jahre 1834 erschienenes Buch des Schweden C. G. Rydin, in welchem der Bau von Betonhäusern vorgeschlagen und erörtert wird, und über die der Erforschung und Anwendung des Betons gewidmeten Arbeiten des älteren Coignet, der als Erfinder des Eisenbetons im heutigen Sinne gilt, und u. a. bereits 1852 in Paris ein Gebäude — 20×14 m Grundfläche, 3 Stockwerke — aus Beton mit I-Eiseneinlagen errichtete, das noch heute in durchaus einwandfreiem Zustande besteht. *Zentralbl. der Bauverw.* 1911. Nr. 5.

Concrete telegraph poles. Auf dem Dache eines Gebäudes in Niagara Falls baute man 5,3 m hohe Telegraphenmasten aus Eisenbeton; ihr Querschnitt ist quadratisch mit 53 cm Seitenlänge am Fuß und 25 cm an der Spitze. Die Bewehrung besteht aus acht 13 mm starken Rundeisen. *Eng. Record* 17. Dez. 1910. S. 704.

Armatura meccanica per costruzioni in calcestruzzo. Beschreibung und Abbildung einer Schalung für Betonwände, die sich mittels Schrauben auf und in den schon fertigen Beton stützt und an diesen Schrauben dann höhergerückt wird. *Il Cemento* 1910. Nr. 18 nach: *Ciment chaux Plâtre*. Nr. 272.

2. Ausführungen im Hochbau.

Plancher tubulaire en béton armé, Syst. Faber. Holzziegeldecke mit Betonzwischenlagen und Eisenbewehrung in diesen. Gute Abb. *Revue mat. Constr. trav. publ.* 1910. Nr. 12.

Badeanstalt Naturheilverein in Hamburg. Von Ing. Ulscht. Beschreibung einiger Teile der Eisenbetonausführungen insbesondere

des Heißwasserbehälters unter Angabe der Berechnung. Mit Abb. *Zement und Beton* 1911. Heft 3.

Der Eisenbetonbau auf der Weltausstellung in Brüssel. Es werden kurz beschrieben: 1. 2 Straßenbrücken, von denen die eine in besonders folgerichtiger Weise alle charakteristischen Merkmale des Eisenbetons wie aufgelöste Widerlager, Fahrbahn und Flügelmauern zeigt. Sie besitzt bei 14,80 m Breite 14,62 m Lichtweite. 2. Ein Schornstein, System „Monnoyer et Fils“, von 70 m Höhe und 3,5 m Durchmesser aus eigenartigen Formstücken; in gleicher Weise ist ein nahe der Ausstellung stehender 45 m hoher Wasserturm hergestellt. Beide Bauwerke zeigen ein sehr geschmackvolles Aussehen. 3. Eine neue Art von Eisenbetonpfählen von Frankignoul, Lüttich, die bei der Gründung des einzigen massiven Gebäudes der Ausstellung verwendet wurden. Mit Abb. *Beton u. Eisen* 1911. Heft 1.

Die Eisenbetonkonstruktionen in dem Neubau der 42. Gemeindeschule in Stettin. Vom Stadtbauing. Weißmann, Stettin. Mitteilung der konstruktiven Anordnung und statischen Berechnung der aus Eisenbeton hergestellten Stützen, Unterzüge und Treppen. Mit Abb. *Beton und Eisen* 1911. Heft 1.

Automobilgarage in Eisenbeton. Von Dipl.-Ing. Schiek. Beschreibung der Überdachung des 18×20 m großen Raums mit allen Einzelheiten. Mit Abb. *Zement u. Beton* 1911. Nr. 1.

Konstruktion der Großmarkthalle am Südbahnhof München. Beschreibung eines Eisenbetonbaues von nicht gewöhnlichen Abmessungen. Die Anlage besteht aus 4 Haupthallen von 20 m Höhe, 16,5 m Breite und 97,6 m Länge. Zwischen je 2 Haupthallen liegen noch 8,8 m breite und 7,2 m hohe Nebenhallen. Die Haupthallenbinder erhielten in Höhe der Nebenhallendecke Gelenke. Angaben und zahlreiche Abbildungen über Gesamt- und Einzelanordnungen und Gerüste. *Dtsch. Btzg. Mitt.* 1911. Nr. 1.

Grandstand and grounds of the Cleveland Baseball Club. Die Säulen, Treppen, Fußböden und Sitze der Zuschauertribüne sind größtenteils in Eisenbeton errichtet. Mit Abb. *Eng. Record* 17. Dez. 1910. S. 705.

Eisenbetonkonstruktionen im Neubau des Kollegiengebäudes der Universität Freiburg i. B. Von Dipl.-Ing. H. Marcus. Von der umfangreichen Verwendung des Eisenbetons bei genanntem Bau werden zwei besonders interessante Teile eingehend beschrieben, d. s.: 1. die Decke des größten Hörsaales, zugleich Aulafußboden, von elliptischem Grundriß mit 17,6 m kleinstem und 23,6 m größtem Durchmesser, als Kassettendecke mit 40/90 cm großen Trägern und 14 cm starker Deckenplatte; 2. die Decke über der großen Eingangshalle, die rund 40 m

lang und 16,4 m breit ist und in der Breite durch 2 Säulenreihen von je 3,1 und 10,2 m Stützweite in 3 Schiffe eingeteilt ist. Mit zahlreichen Abb. und Einzelheiten. Deutsche Bauzeitung Mitt. 1911. Nr. 1 und 2.

Der konstruktive Aufbau der Lutherkirche zu Worms a. Rh. Von Stadtbaurat Steinberger, Darmstadt. Die Kirche besteht aus einer Halle mit innen vorgelegten Pfeilern, auf die Vertikallasten des Daches und die Seitenschübe des Deckengewölbes übertragen werden. Die Windkräfte des Daches werden nach dem Turm geleitet und von diesem aufgenommen. Statische Berechnung der aus Eisenbeton bestehenden Hauptteile, d. h. des Gewölbes und der Pfeiler der Kirche sowie des Kuppelaufbaues und Fundamentes des Turmes. Mit einer Abb. Beton u. Eisen 1911. Heft 2. — Zement u. Beton 1911. Nr. 4.

Die Eisenbetonkonstruktion im Züricher Stadttheater. U. a. Dachbinder als trapezförmige Rahmen (sich rechtwinklig kreuzend) mit daranhängtem Dachboden. Mit Abb. Schweizerische Bauzeitung 1911. Nr. 1.

Der Betonhohlsteinbau in Rußland. Von W. Rothert. Einige kritische Betrachtungen über Betonhohlsteine und über ihre Verwendung im russischen Hausbau. Mit vielen Abb. Zement und Beton 1911. Nr. 2 und 4.

Costruzioni in blocchi forati. Beschreibung und Abb. einiger Häuser aus Betonhohlblöcken in Italien. Il Cemento 1910. Nr. 20.

Concrete protection coating of a small tank tower. Einfache und billige Instandsetzung eines eisernen, angerosteten, 18 m hohen Ständergerüsts durch Umhüllen mit spiralförmig bewehrtem Beton. Mit Abb. Engg. News 5. Januar 1911. S. 7.

Le costruzioni in cemento armato del Teatro Municipale di Basilea. Ausführliche Beschreibung des Stadttheaters in Basel, bei dem Eisenbeton in ausgedehntestem Maße verwendet wurde. Die Ränge werden von auskragenden Platten (bis zu 5 m) getragen; das Dach ist eine Eisenbetonkuppel. Sämtliche Eisenteile sind feuersicher ummantelt. Mit Abb. Il Cemento 1910. Nr. 21. — Le Ciment 1910. Nr. 12.

Straßenbahnwagenhalle in Eisenbeton in Wiesbaden. Die dreischiffige Halle bedeckt eine Grundfläche von 31,8 × 26,6 m und enthält sieben Gleise. Die 7 vierstieligen Binder liegen in 5,1 m Abstand voneinander und besitzen im mittleren Teile einen mansardenähnlichen Aufbau mit verglasten Seitenwänden. Zur Vereinfachung der Berechnung ist der Binder in 2 Teile zerlegt, von denen der mittlere als Zweigelenrahmen, die Seitenfelder als steife Rahmen mit Fußgelenk berechnet wurden. Angaben über Einzelheiten

und Kosten. Zahlreiche Abb. Deutsche Bauzeitung Mitt. 1911. Nr. 1.

Il cemento armato all' esposizione di Torino. Il palazzo stabile. Der Ausstellungspalast in Turin, etwa 50 × 100 qm Grundfläche, hat ein Gerippe vollständig in Eisenbeton; die Verkleidung wurde nur vorläufig für die Ausstellung angebracht und soll später, nach Übernahme des Palastes durch die Stadt, eine endgültige Ausführung erhalten. Das Eisenbetongerippe zeigt u. a. mehrere weitgespannte Bögen auf schlanken Säulen; auf den Bögen ruht eine Kuppel mit Laterne. Beschreibung mit Abb., leider ohne Einzelheiten. Erörterung der Annahmen, die die Grundlage für die statische Berechnung bilden. Il Cemento 1910. Nr. 17.

Die unterirdischen Bedürfnisanstalten in Charlottenburg. Von Stadtbaumeister Zangemeister. Beschreibung der in mehrfacher Beziehung bemerkenswerten Bauten, deren Umfassungen und Abdeckungen aus Kiesbeton mit teilweisen Eiseneinlagen bestehen und durchgängig ziemlich erheblich unter Grundwasserspiegel zu gründen waren. Mit Abb. Zentralbl. d. Bauverw. 1911. Nr. 3.

Eisenbetonschornsteine. Die „Dansk-Beton-Bjalke-Co.“ in Kopenhagen hat in den letzten Jahren eine Reihe schöner Schornsteinbauten aus Eisenbeton ausgeführt, die sich von anderen durch die vom Oberg. Möhl erdachte, eigenartige „Kleeblattform“ des Querschnittes unterscheiden. Diese Form bezweckte in erster Linie eine wesentliche Abminderung der Schalungskosten, entspricht aber auch den statischen und ästhetischen Anforderungen, wie die beigegebenen Einzelzeichnungen und Abb. zeigen, in einwandfreier Weise. Beton und Eisen 1911. Heft 2.

I silos granari di Brema. Getreidesilos in Bremen. Mit Abb. Il Cemento 1910. Nr. 20. —

3. Ausführungen im Brückenbau.

Reinforced concrete bridges. Kurze Mitteilung über eine Anzahl neuer Eisenbetonbrücken in England und Frankreich von untergeordneter Bedeutung. Mit Abb. Concrete and Constr. Eng. 1911. Nr. 1.

A long concrete girder bridge. Die Brücke dient zur Überführung einer zweigleisigen Eisenbahn über den French Broad River bei Asheville N. C.; sie hat 22 Öffnungen von 9,1 m Weite, die von 3 über die ganze Brücke durchgehenden parallelen Eisenbetonbalken mit starker Bewehrung überspannt sind. Die beiden äußeren Träger — die Trägerentfernung beträgt 4 m — sind 2,3 m hoch und 0,61 m breit, der mittlere ist 2,9 m hoch und 0,46 m breit; zwischen ihnen sind 0,62 m starke Eisenbetonplatten gespannt. Die Träger sind längsbeweglich durch 2 Lagen von Teerpappe auf den Betonpfeilern gelagert, die bis auf

den festen Fels gehen und von denen jeder vierte als Gruppenpfeiler stärker ausgebildet ist. Mit Abb. Engg. Rec. 7. Jan. 1911. S. 12.

Il cemento armato all'Esposizione di Torino. Sottopassaggio Corso Dante. Wegeunterführung von 40 m Länge, 10,0 m lichter Weite und 5,70 m lichter Höhe als Halbkreisgewölbe in Eisenbeton. Stärke 40 cm. Bewehrung außen und innen 4 \varnothing 12 mm auf 1 m, Gründung mittels breiter Platten auf schlechtem Baugrunde (1,0 kg/qcm). Betondruckspannung im Gewölbe 20 kg/qcm, Eisenzugspannung 1000 kg/qcm. Mit Abb., auch des Lehrgerüsts. Il Cemento 1910. Nr. 18.

Ponte in calcestruzzo armato. Kleine Eisenbetonbrücke für eine elektrische Bahn, eine Art Bogen mit aufgelösten Widerlagern, mit sehr geringer Scheitelstärke. Lichtweite der Mittenöffnung 9,14 m. Mit Abb. Il Cemento 1910. Nr. 16.

Nuovo ponte in cemento armato sulla Werle presso Salzuflen. Straßenbrücke mit aufgehängter Fahrbahn und Zugband; 28 m lichte Weite, 2,80 m lichte Breite zwischen den Bögen, 2 Fußsteige von je 0,90 m Breite, Zugband aus 2 L. Nr. 30. Mit Abb. Il Cemento 1910. Nr. 21. — s. L. November 1910. V, 3. S. 444.

The new Charles River Bridge. Boston Elevated Railway. Die 350 m lange Brücke dient zur Überführung von zwei Hochbahngleisen mit außen liegenden, 1,2 m breiten Fußwegen. Sie besteht aus Zweigelenkbogenrippenträgern aus Eisenbeton von 31–39 m Stützweite und 5,9 m Pfeilhöhe. Die beiden Hauptträger sind unter den Fußwegen angeordnet, ihre Breite beträgt 1,22 m, ihre Höhe 1,37 m im Scheitel und 1,83 m am Kämpfer, sie sind oben und unten mit je sechs Formeisen bewehrt. Die Fahrbahn wird durch acht starke, T-förmige Eisenbetonbalken getragen, die entweder an den Hauptrippen oder auf kurzen Säulen ruhen. Auf diesen ruhen vier schwere I-Träger, einer unter jeder Schiene; sie sind einbetoniert und durch Eisenbetonplatten verbunden. Die Betonmischung ist überall 1:2:4; und zwar verwendete man dazu denselben Granit wie für die Pfeilerherstellung, also anstatt Sand pulverförmigen Granit. Die Gelenke bestehen aus Stahlformguß und Gußeisen. Mit vielen Abbildungen. Engg. Record 17. Dez. 1910. S. 692.

Due ponti ferroviari in cemento armato in Ungheria. Bogenbrücke für Eisenbahn von 60 m Stützweite, mit T-förmigem Querschnitt der Bogenrippen. Beschreibung mit Abb. Il Cemento 1910. Nr. 21.

Neuere Bauausführungen in Eisenbeton bei der württembergischen Staatseisenbahnverwaltung. Von Baurat Jori und Regierungsbaumeister Schaechterle. Eingehende Beschreibung und Darstellung einer neuen eingleisigen Eisenbahnbrücke über den Neckar bei Tübingen aus Eisenbeton. Die Brücke besitzt zwei

Öffnungen von je 34 m lichter Weite; die Gewölbe sind in je zwei 1,3 m breite Rippen aufgelöst, die als Dreigelenkbogen mit 28,0 m Spannweite und nur 2,55 m Pfeilhöhe ausgebildet wurden. Die Fahrbahn liegt teils über, teils zwischen der Tragkonstruktion. Die Kosten betragen rd. 140 000 M. Mit statischer Berechnung des Bogens und der Gelenke nach den Hertzschen Formeln, vielen Einzelheiten der Ausführung und zahlreichen Abbildungen. Beton u. Eisen 1911. Heft 1 u. 2.

Essai du pont des Plagnes sur l'Avre. Kürze Beschreibung und Abbildung einer eleganten Straßenbrücke von 35 m Stützweite und 4 m Breite. Mitteilung der Ergebnisse der Probelastung. Le ciment armé 1910. Nr. 12.

Der Einfluß der Temperatur auf die Spannungen in Eisenbetongewölben. Aus Beobachtungen an der Allerheiligenbrücke über den Pramfluß in Schärding (Eisenbeton) leitet S. Stern die Angabe her, daß die Temperaturschwankungen des Bogens nur rund $\frac{1}{3}$ von denen der Luft betragen, daß es also genügt, für die Spannungsberechnung eine Temperaturschwankung von $\pm 10^\circ$ in Ansatz zu bringen. Das stimmt mit früheren Beobachtungen grundsätzlich überein. Östr. Woch. öff. Baud. 1911. Nr. 3. Mit guten Abbildungen.

Cinque anni di esperienze su un arco sperimentale di metri 20 di luce. Ein Dreigelenkbogen aus Eisenbeton von 20 m Stützweite, 12 cm Scheitel-, 22 cm Kämpfer- und 32 cm Bruchfugenstärke ist durch 5 Jahre belastet und beobachtet worden. Deutlich wahrnehmbar waren die Bewegungen des Scheitels infolge der Temperaturschwankungen (Zahlenangaben); die Beanspruchungen durch die Bruchlast sind: im Scheitel 320 kg/qcm, im Kämpfer 224 kg/qcm, in der Bruchfuge 366 kg/qcm. Mischungsverhältnis 1:7,5. Il Cemento 1910. Nr. 22.

Eine neue Art von unvollständigen Gelenken bei Eisenbetonbogen. Eisenbeton-Federgelenke bei französischen Brücken. Östr. Woch. öff. Baud. 1910. Nr. 44. — s. L. Oktober 1910. V, 3. S. 406/07.

4. Ausführungen im Wasserbau.

Consolidation de terrains à l'aide du ciment armé. Befestigung von Böschungen usw. Mit Abb. Le ciment armé 1910. Nr. 12. s. L. Febr. 1911. V, 2. S.

Il cemento armato all'Esposizione di Torino. Sistemazione della sponda destra del Po. Spundwand aus Eisenbetonbohlen als Uferschutz am rechten Poufer in Turin; 1 lfdm kostet 200 L. Die Bohlen wurden gerammt. Mit Abb. Il Cemento 1910. Nr. 18.

Die Edertalsperre. Einige Mitteilungen von Ziegler über diese im Bau begriffene größte Talsperre Europas oberhalb Hemfurt im Fürsten-

tum Waldeck. Sie erhält 407 m. Kronenlänge, 42 m Höhe, 200 Mill. cbm Fassungsvermögen und soll zur Speisung des künftigen Rhein-Weser-Kanals, ferner eines Kraftwerkes und zur Verbesserung der Wasserführung der Eder, Fulda und Weser dienen. Die Kosten sind auf 18 Mill. Mark einschl. 8 Mill. Mark für Grunderwerb veranschlagt. Beton u. Eisen 1911. Heft 1.

The Shoshone Dam, Wyoming, U. S. A. Interessante Mitteilungen über die Größenverhältnisse, die Bauausführung und die vielseitige wirtschaftliche Bestimmung dieser angeblich höchsten Talsperre der Welt. Die Anlage wurde durch eine schluchtartige Gestaltung der Ufer des Shoshoneflusses an der Baustelle sehr begünstigt. Bei einer Gesamthöhe von 250' über Talsohle besitzt die Mauer nur eine lichte Breite von 70 bzw. 180' am Fuße und an der Oberkante. Mit Abb. Concrete and Constr. Eng. 1911. Nr. 1.

Barker dam, near Boulder, Col., U. S. A. Beschreibung des Baues einer Talsperre von 185' Höhe. Mit Abb. Concr. and Constr. Eng. 1911. Nr. 1.

Molo in cemento armato a Seviglia. Ladebrücke aus Eisenbeton für ein Schmalspurgleis und für den dieses umschließenden Portalkran. Mit Abb. Il Cemento 1910. Nr. 23. — s. L. August 1910. V, 4. S. 338.

Construction d'un quai en ciment armé au port de Monaco. Landebrücke mit Rippenbalken von rd. 12 m Stützweite auf massiven Pfeilern. Mit Abb. In der Einleitung Mitteilung einer erfreulichen, gerechten Würdigung der Eisenbetonbauweise von seiten der Eisenindustrie. Le ciment armé 1910. Nr. 12.

Gli escavatori e le draghe alla seconda Esposizione di Berlino. Beschreibung von Baggern, Schaufelgräbern usw. Mit Abb. Il Cemento 1910. Nr. 16.

Neuere Bauten von Pontons und Schwimm-Caissons. Einige Abb. von Ausführungen der Fa. Gabellini am Tiber und am Po. Beton u. Eisen 1911. Heft 1. — s. L. März 1909. V, 4. S. 147.

5. Ausführungen im Straßen-, Eisenbahn-, Tunnel- und städtischen Tiefbau.

Über Eisenbetonschwellen. Von Rgbmstr. Braun. Beschreibung und Abbildung einer großen Zahl von Eisenbetonschwellen, unter Anführung von Einzelheiten. (XVI. Intern. Straßen- und Kleinbahnkongreß). Verkehrstechnische Woche 1910. Nr. 2.

Concrete snow sheds on the Great Northern Railway. Mit Abb. Eng. Record 24. Dez. 1910. S. 729. — s. L. Februar 1911.

Rebuilding the La Salle Str. Tunnel under Chicago River. Beim Neubau des Tunnels wurde Eisenbeton zur Auskleidung des den Tunnel bildenden Metallmantels und vor allem zum Bau der Tunnelrampen für Decken, Wände und Säulen verwendet. Mit Abb. Eng. News 12. Jan. 1911. S. 52; Eng. Rec. 24. Dez. 1910. S. 724.

Waterproofing the New Ulm concrete reservoir. Der Boden eines zylindrischen Wasserbehälters von 23 m Durchmesser und 9 m Höhe aus Eisenbeton war in einer Fuge zwischen Beton von 7 Tage verschiedenen Alters gerissen, vor allem wegen des elastischen Untergrundes. Das Aufstemmen des Risses auf 63 mm Tiefe und Ausfüllen mit Mörtel 1:1 war erfolglos. Durch mehrfache Anstriche mit Dichtungsmitteln und Verstärken des Bodens durch Aufbringen einer 15 cm starken Betonschicht, die radial und tangential mit Rundeisen bewehrt ist, brachte man schließlich den Behälter wasserdicht. Mit Abb. Eng. Record 17. Dez. 1910. S. 702.

Neuere Ausführungen von Wasserbehältern in Eisenbeton. Von M. Mateesen. Beschreibung eines Hochbehälters in Bad Elster, bestehend aus 2 runden Kammern von je 10,45 m innerem Durchmesser und 300 cbm Inhalt mit vorgebauter Schieberkammer. Mit Abb. Beton u. Eisen 1911. Heft 2.

VI. Allgemeine Fragen.

Geltung und Wirksamkeit der Mathematik: Von P. Stachel. Z. d. V. d. Ing. 1910. Nr. 1.

BERICHT ÜBER DIE XIV. HAUPTVERSAMMLUNG DES DEUTSCHEN BETON-VEREINS, E. V.

Am 13., 14. und 15. Februar cr. hielt der „Deutsche Beton-Verein“ seine diesjährige XIV. Hauptversammlung im Architektenhause in Berlin ab. Der erste Tag war, wie früher, für Erledigung der inneren Vereinsangelegenheiten bestimmt. Der zweite und dritte Tag war, wie üblich, Vorträgen und Besprechungen technisch-wissenschaftlicher Art gewidmet. Mit Rücksicht auf die von Jahr zu Jahr sich steigende Anzahl der Besucher dieser Vorträge fanden dieselben im Beethovensaale der Philharmonie statt. Die Versammlungen waren auch in diesem

Jahre sehr gut besucht. Den Vorträgen und Erläuterungen, die zum großen Teil unter Vorführung von Lichtbildern erfolgten, wurde das regste Interesse entgegengebracht, was die langen Debatten besonders bewiesen.

Am ersten Tage wurde der Jahresbericht verlesen, die Rechnungslegung, Neuwahl der Vorstandsmitglieder, Wahl der Rechnungsprüfer erledigt, die Vorlage des Voranschlages für 1911/12 und der Antrag des Vorstandes auf Änderung der Satzungen besprochen. Hierauf erfolgte Berichterstattung des wirtschaftlichen Ausschusses und

des Vorstandes über verschiedene geschäftliche Angelegenheiten. Allgemeine Aussprache über Wünsche und Anfragen aus dem Kreise der Mitglieder.

Aus dem Jahresbericht 1910/11 mögen im folgenden einige wichtige Beschlüsse und Erfolge kurz gestreift werden:

Durch einen Erlaß des Ministers der öffentl. Arbeiten vom 31. Januar 1910, wonach die zulässigen Beanspruchungen des Eisens im Eisenbau auf 1200 kg/cm^2 , für gewisse Fälle sogar auf 1400 und 1600 kg/cm^2 erhöht und die bislang zulässige Durchbiegung von Trägern zugunsten der Beanspruchung gemildert wurden, hat der reine Eisenbau einen wirtschaftlichen Vorsprung erlangt gegenüber dem Eisenbetonbau, bei dem nur 1000 kg/cm^2 zugelassen sind. Der Vorstand richtet sein Bestreben darauf, die schon früher auch für den Eisenbetonbau zugelassene Spannung des Eisens von 1200 kg/cm^2 wieder zu erlangen.

Ein zweiter Antrag des Vereins an den „Deutschen Ausschuss für Eisenbeton“ betrifft die Einführung eines neuen Prüfungsverfahrens für Eisenbetonbauten mit Kontrollbalken an Stelle von Würfelproben. Dieser Antrag wird später eingehend besprochen werden.

Eine Frage von hoher wirtschaftlicher Bedeutung ist die Verwendung gebrochener Hochofenschlacke als Zuschlag zum Beton. Der „Verein deutscher Eisenhüttenleute“ ist deshalb an den „Deutschen Beton-Verein“ mit der Bitte herangetreten, bei Aufstellung der Arbeitspläne und Durchführung der Versuche, welche die Frage der Verwendungsmöglichkeit von gebrochener Hochofenschlacke zur Betonbereitung klären sollen, mitzuwirken.

Eine weitere Frage ist diejenige der Eigenschaften des Bimsbetons und seine Verwendungsmöglichkeit zu Eisenbetonbauten. Bimssand und Bimskies werden jetzt schon vielfach zu Beton für Decken und sonstige Bauwerksteile verwendet. Da einwandfreie Versuchsergebnisse über die Eigenschaften dieser Materialien, mit und ohne Verwendung von Eiseneinlagen fehlen, beschloß der Vorstand deshalb die Durchführung entsprechender Versuche. Bei diesen kommt in Betracht die Feststellung des genauen Gewichts und der Festigkeiten verschieden zusammengesetzten Bimsbetons und die Ermittlung seiner Dichtigkeit, soweit sie zum Schutze der Eiseneinlagen in Frage kommt.

Die Schiedsgerichtsordnung und Sachverständigenliste des Deutschen Beton-Vereins wurde, laut Beschluß der XIV. Hauptversammlung, den Ministerien derjenigen Bundesstaaten, die bei der Aufstellung durch Entscheidung von Vertretern sich beteiligt hatten, mit dem Ersuchen um Anerkennung und Einführung bei ihren Verwaltungen vorgelegt. Bayern und Sachsen haben diesem Wunsche entsprochen, in Württemberg und Hessen steht die Entscheidung noch aus, Baden steht der Schiedsgerichtsordnung grundsätzlich ablehnend gegenüber, Preußen ist noch mit der Bearbeitung seiner Schiedsgerichtsordnung beschäftigt. Allgemeinen Beifall hat bei den Behörden die Sachverständigenliste gefunden. Die Schiedsgerichtsordnung soll nunmehr auch den anderen Bundesstaaten und den größeren Kommunalverwaltungen mit der Bitte um Einführung übersandt werden.

Seit dem Jahre 1910 ist durch den Beton-Verein in der Erkenntnis, daß neben den wissenschaftlichen Fragen auch die wirtschaftlichen Fragen des Betonbaugewerbes in dem Verein behandelt werden müssen, ein besonderer Wirtschaftlicher Ausschuss gegründet worden. Den Bestrebungen des Ausschusses ist es gelungen, eine wirtschaftliche Organisation des ganzen Betonbaugewerbes in einem „Betonarbeiter-Verband für Deutschland“ herbeizuführen, der am 20. Januar d. J. mit dem Sitz in Leipzig gegründet wurde.

Angestrebt wird ferner eine besondere Betonbau-Berufsgenossenschaft, während jetzt die Betonbau-

geschäfte den verschiedenartigsten Berufsgenossenschaften eingereiht sind.

Ferner sei noch erwähnt, daß für die Ausarbeitung neuer Vorschriften für Betonrundeisen ein Ausschuss gegründet wurde, der zu prüfen hat, welche Anforderungen an das Betonrundeisen des Handels gestellt werden müssen, ohne daß dadurch eine Verteuerung desselben eintritt. Die Frage wird gemeinschaftlich mit dem „Verein Deutscher Eisenhüttenleute“ behandelt. Wichtig ist dabei namentlich das Verhältnis der Streckgrenze des Eisens zur Bruchfestigkeit. Es sind zunächst noch Versuche auszuführen, um bestehende Meinungsverschiedenheiten zu klären.

Über die weiteren bisherigen Arbeiten des „Deutschen Ausschusses“ wurde noch ausführlich berichtet. Hier sei nur erwähnt, daß, abgesehen von den bereits in Stuttgart ausgeführten und veröffentlichten Versuchen über den Gleitwiderstand, die Versuche über die beste Bügelbewehrung bei Eisenbetonsäulen, die als Vorversuche zu den Versuchen mit Eisenbetonsäulen dienen sollen, in Groß-Lichterfelde abgeschlossen und Ende vorigen Jahres veröffentlicht worden sind. Erschienen ist ferner soeben eine auf Arbeiten in Darmstadt beruhende Veröffentlichung über den Einfluß der Elektrizität auf nichtarmierten Beton, ferner eine Dresdner Arbeit über den Gleitwiderstand bei wiederholten, auch stoßweisen Belastungen.

Für die nächste Zeit stehen zur Veröffentlichung bevor: Berichte über die reinen Betonversuche und die Versuche über das Verhalten des Eisens im Mauerwerk, ferner über das Verhalten von Zink, Blei und Kupfer im Beton. In Bearbeitung befinden sich zur Ausführung in Groß-Lichterfelde zurzeit noch Arbeitspläne über Einwirkung des Einflusses der Luft, des Wassers, des Frostes, mehrfachen Gefrierens usw. auf die Erhärtung des Betons.

An allen deutschen Versuchsanstalten sind noch weitere Versuche für den Deutschen Ausschuss im Gange, auf die aber hier nicht näher eingegangen werden kann.

Die Verhandlungen während des zweiten und dritten Tages fanden, wie eingangs erwähnt, unter starker Beteiligung auch von Seiten der staatlichen und städtischen Behörden im Beethovensaal der Philharmonie statt. Bei der zur Verfügung stehenden kurzen Zeit mußten leider alle Vorträge auf das knappste bemessen werden, und deshalb wurden auch die anschließenden Erörterungen, die teilweise noch zu mancher wissenswerten Erläuterung hätten führen können, leider sehr verkürzt.

Herr Regierungsbaumeister Schaechtere von der Kgl. Generaldirektion der Württembergischen Staatseisenbahnen stellte in seinem Vortrag über: „Die Anwendung des Eisenbetons im Eisenbahnbau“ fest, daß der Eisenbetonbau, namentlich in Württemberg bei den Eisenbahnbauten schon eine recht beträchtliche Anwendung gefunden hat. Ganz besonders hervorzuheben ist die architektonische Wirkung, die durch Eisenbahnbrücken und Wegeüberführungen in hügeliger und gebirgiger Gegend erzielt worden ist. Mit den bis jetzt für Eisenbahnzwecke errichteten Eisenbetonbauten liegen in jeder Beziehung gute Erfahrungen vor.

Ein neues, sehr lohnendes Verwendungsgebiet für die Eisenbetonbauweise wurde durch den Herrn Dr.-Ing. Mautner, Oberg. der Fa. Karl Brandt, Düsseldorf, über: „Neuere Eisenbeton-Konstruktionen im Gebiete des Bergbaues“ sehr ausführlich besprochen, über welchen in der Zeitschrift noch berichtet werden soll.

Veranlassung zu interessanten Vergleichen zwischen der Eisenbetonbauweise in Amerika und der unseren gab der Vortrag des Herrn Diplom.-Ing. Franz Widmann der Firma Dyckerhoff & Widmann A.-G. über: „Beton- und Eisenbetonbauten in den Vereinigten Staaten von Nordamerika“, der sich namentlich auf die abweichende Art der Baudispositionen und der Bauausführung erstreckte.

Von großem Interesse waren die Ausführungen des Herrn Otto Schott über: „Arbeiten am Panamakanal“.

Ebenso wie die Mitteilungen des Vorredners stützte sich dieser sehr instruktive Vortrag auf eigene Beobachtungen während einer längeren Studienreise, welche durch eigene und teilweise von der amerikanischen Bauverwaltung zur Verfügung gestellte Aufnahmen erläutert wurden.

Die drei sich auf theoretischem bezw. dem Versuchswesen bewegenden Vorträge des Herrn Baudirektor von Bach in Stuttgart, Geh. Reg.-Rats Prof. Rudeloff vom Kgl. Materialprüfungsamt in Groß-Lichterfelde und Dr.-Ing. Kleinogel in Dresden brachten viel Wissenswertes und Nützliches zutage. Der Vortrag des ersteren, der nicht auf der Tagesordnung stand, brachte unter dem Titel: „Wirkung verschiedener Hakenformen des Eisens im Eisenbeton“ eine Übersicht über die Versuchsergebnisse mit eingelegten Eisen ohne Haken, solche mit rechtwinkligen, spitzwinkligen und sogenannten

Considèreschen Haken. Dieser Vortrag brachte eine längere Debatte, namentlich bezüglich der Haftspannungen bezw. des Gleitwiderstandes.

Die letztere Frage wurde durch den Vortrag des Herrn Dr.-Ing. Kleinogel über: „Die Entbehrlichkeit der Berechnung der Haftspannung“ näher besprochen.

Der Vortrag des Herrn Geh. Reg.-Rats Prof. Rudeloff über: „Versuche mit Betonsäulen“ gab in seinem ersten Teile eine Übersicht über die Versuchsergebnisse, in seinem zweiten Teil Vergleiche mit anderen Versuchen ähnlicher Art und die aus den Versuchen zu ziehenden Schlußfolgerungen.

Den Schluß der sehr interessanten Verhandlungen bildeten kürzere Mitteilungen verschiedenen Inhalts.

II. TAGUNG DER HÖHEREN TECHNISCHEN BAUPOLIZEIBEAMTEN.

Gleichzeitig mit der Tagung des Deutschen Beton-Vereins versammelten sich wieder die Mitglieder der im vorigen Jahre gegründeten Vereinigung im Architektenhause am 13. Februar. Das Interesse, das mit Recht den Verhandlungen dieser jungen Vereinigung entgegengebracht wird, zeigte sich auch in dem starken Besuch nicht nur von Mitgliedern, sondern auch von Gästen und offiziellen Vertretern verschiedener Behörden.

Die reichhaltige Tagesordnung enthielt unter anderen einen Vortrag von Oberbaurat Dr. von Emperger, Wien, über die Güteprobe des Betons

mit Hilfe von Kontrollbalken, ferner einen Vortrag von dem Königl. Oberlehrer Geusen, Dortmund, über die baupolizeiliche Behandlung von Eisenkonstruktionen, die Besprechung einiger architektonischer Fragen und Referate über die Beantwortung verschiedener vom Deutschen Beton-Verein gestellter Fragen.

Der genaue Bericht über diese interessante Tagung wird in Kürze im Buchhandel erscheinen und sei den interessierten Fachkreisen hiermit zum Studium empfohlen.

MITTEILUNGEN ÜBER PATENTE.

Mitgeteilt vom Patentbureau J. Bett & Co., Berlin SW. 48, Friedrichstraße 224.

Abonnenten unserer Zeitschrift erhalten dort kostenlos Auskunft über alle Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichen-Angelegenheiten usw.

Gegen die Erteilung kann während der zweimonatlichen Auslage Einspruch erhoben werden.

Patent-Anmeldungen.

80a. R. 29 915. Selbsttätiger Ziegelabschneider; Zus. z. Anm. R. 27 940. Johannes Roth, Ludwigshafen a. Rh. Frankenthalerstr. 202. 30. 12. 09.

80a. B. 52 982. Zusammenstellbare Form mit gegeneinander verstellbaren Wänden zur Herstellung von Kunststeinen o. dgl. Witwe Wilhelmine Berschin und deren Kinder: Karoline, Anna, Eugen, Karl und Mina Berschin, Dinkelscherben. 2. 2. 09.

80a. O. 6831. Zementrohr-Stampfmachine. Max Orenstein, Berlin, Geisbergstr. 34. 23. 12. 09.

80a. St. 13 512. Bewässerungsmundstück für Ziegelstrangpressen mit gegeneinander verstellbaren Seitenwänden. Robert Stöcker, Cronenbergerstr. 64, und Carl Ludwigs, Eisenstr. 13, Solingen. 19. 11. 08.

Patent-Erteilungen.

80a 230 812. Vorrichtung an Strangpressen zum Überführen der vom Strang abgeschnittenen Steine auf die Fördervorrichtung, wobei die abgeschnittenen Steine durch einen Zwischenträger vom Abschneidewagen abgenommen und an die Fördervorrichtung abgegeben werden.

Heinrich Horn, Görlitz, Biesnitzerstr. 86. 1. 7. 09. H. 47 404.

80a. 231 989. Betonmischmaschine mit auf Rollenpaaren gelagerter und mit Laufringen versehener Mischtrommel. Emil Scheibel, Frenkendorf, Schweiz.

80a. 231 918. Ausstoßvorrichtung für Pressen. Aktiengesellschaft Norddeutsche Steingutfabrik, Grohn b. Vegesack. 3. 2. 10. A. 18 312.

Gebrauchsmuster-Eintragungen.

80a. 450 249. Ziegelsteinzähler, betätigt durch den Abschneideapparat an der Presse. Wilhelm Scheibe, Gera, R. 7. 1. 11. Sch. 38 703.

80a. 449 833. Abmeß- und Zuführungsapparat für Mörtel- und Beton-Mischmaschinen. Willy Steger, Lüdingworth b. Cuxhafen. 22. 12. 10. St. 14 280.

80a. 449 836. Vorrichtung an Formtischen für Zementziegel zur selbsttätigen Zurückbeförderung des während des Formens der Ziegel überflüssig werdenden Zementmörtels in den Mörtelbehälter. Fa. Adolf Steinbecher, Burg b. M. 23. 12. 10. St. 14 284.

80a. 449 837. Vorrichtung am Formkasten eines Formtisches für Zementziegel, um den Formkasten zwecks Reinigung oder Ersetzung durch einen anderen schnell ohne Werkzeug von dem Formtisch entfernen zu können. Fa. Adolf Steinbecher, Burg b. M. 23. 12. 10. St. 14 285.

80a. 449 925. Drahtspannvorrichtung für Ziegelabschneider. F. Meyer, Vreden i. W. 27. 12. 10. M. 36 729

80a. 450 009. Zementstampfbetonrohr. Max Wohlrab, Markneukirchen i. S. 4. 1. 11. W. 32 649.

80a. 449 055. Ziegelstreichmaschine mit selbsttätiger Abstellvorrichtung, welche beim Einklemmen eines Form-

- kastens oder bet anormaler Stauung von Lehm in Tätigkeit tritt. Dresdner Gasmotorenfabrik vorm. Moritz Hille, Dresden. 5. 12. 10. D. 19 298.
- 80a. 449 218. Form mit drehbaren Seitenwänden und verstellbaren Kopfstücken zur Herstellung von Zementdielen verschiedener Länge und Stärke. Paul Stolte, Charlottenburg, Kantstr. 120/121. 27. 3. 09. St. 11 627.
- 80a. 449 232. Form mit drehbaren, geteilten und auswechselbaren Seitenwänden und verstellbaren Kopfstücken zur Herstellung von Zementdielen verschiedener Länge und Stärke. Paul Stolte, Charlottenburg, Kantstr. 120/121. 19. 11. 10. St. 14 118.
- 80a. 449 306. Beschickungsvorrichtung. Gottfried Schultz, Münster i. W., Hafenstr. 33. 5. 12. 10. Sch. 38 319.
- 80a. 449 379. Federnde Handstreichleiste für Zementdachziegel mit konisch gearbeiteten Flächen. Leipziger Cementindustrie Dr. Gaspary & Co., Markranstädt b. Leipzig. 8. 12. 10. L. 25 630.

BÜCHERBESPRECHUNGEN.

Geologische Übersichtskarte der vulkanischen Tuffe des Laacher-Seegebietes auf Grund bestehender Karten und eigener Aufnahmen bearbeitet von Anton Hambloch, Andernach a. Rh. Maßstab 1:80 000. Preis aufgezogen M 1,—, sonst M 0,70.

Die ebenso handliche, wie übersichtliche und klare Karte hat für den Techniker und namentlich für den Bauingenieur insofern Interesse und Wert, als er in ihr alle die verschiedenen Stellen in farbiger Behandlung angeben findet, an denen Traß (Trachyttuff), Phonolithtuff, Basaltuff (-Lava) in dem vielgestaltigen Gelände des Laacher-Seegebietes anstehen. Eine kurze Betrachtung der Karte läßt schon erkennen, wie überwiegend das Traßvorkommen in den nahe aneinanderliegenden Ortschaften Krust, Kretz und Plaidt gegenüber dem heute nur noch spärlichen Auftreten des wertvollen Baustoffes im Brohltal ist; auch noch viel anderes lehrt den verständnisvollen Betrachter die Karte.

Abgesehen davon, daß Direktor Hambloch in Andernach durch die vorliegende Karte vielen Interessenten das vulkanische Gebiet der Eifel zwischen Andernach, Mayen, Weibern, Waldorf und Brohl in seiner geologischen Gruppierung besonders klar vor Augen führt, sollte sein hier gezeigtes Vorgehen vorbildlich werden, in dem Sinne, daß geologische Forschung und Verwendung des Gesteines als Baustoff auch in anderen, durch besonders wertvolle Naturprodukte ausgezeichneten Gegenden zu ähnlichen geologisch-bautechnischen Karten führen sollte. M. F.

„Leitende Grundsätze für die Entwässerung von Ortschaften“ von Ingenieur Paul Friedrich Boehm Zweite, verbesserte und stark vermehrte Auflage. Mit etwa 140 Abb. und Tabellen. Brosch. M 3,60, gebunden M 4,20. Verlag H. A. Ludwig Degener, Leipzig.

Die zweite Auflage ist zu einem stattlichen Buche von 245 Seiten Text herangewachsen mit einer Fülle lehrreicher Abbildungen, so daß das Buch jetzt auf diesem Gebiete allen Ansprüchen sowohl des Fachmannes wie auch des mit den in Frage kommenden Dingen in Beziehung kommenden Laien gerecht wird. Nicht nur dem Tiefbautechniker wird das Buch ein wertvoller Ratgeber sein, sondern ganz besonders auch den Verwaltungstech-

nikern, Gemeindebeamten, Gutsbesitzern, Hygienikern und den für die in Frage stehenden Gebiete arbeitenden Industriellen. Einen kurzen Überblick bekommt man aus dem Inhalt. Notwendigkeit einer geregelten Wohnstättenentwässerung, grundlegende Voruntersuchungen und Feststellung über die verschiedenen Systeme, Anordnungen des Kanalnetzes, Berechnung der Kanäle, die Bauausführung, Einrichtungen zur Reinhaltung der Kanäle, Hausleitungen, die Hebung des Kanalwassers, die Reinigung und Unterbringung der Kanalwässer, die Kostendeckung.

Das Buch kann allen Bautechnikern und Verwaltungskreisen bestens empfohlen werden.

NEUE BÜCHER.

(Besprechung vorbehalten.)

- Dr. J. Fr. Schär, Prof. a. d. Handelshochschule Berlin. „Einführung in das Wesen der doppelten Buchhaltung“ auf wirtschaftlicher und mathematischer Grundlage für Ingenieure und andere gebildete Techniker. 24 Seiten. Verlag von Julius Springer, Berlin 1911. Preis geh. M 1,—.
- Prof. Wittenbauer. „Aufgaben aus der Technischen Mechanik.“ I. Band. Zweite verbesserte Auflage. 572 Abb., 773 Aufgaben und Lösungen. 301 Seiten. Verlag von Julius Springer, Berlin 1911. Preis broschiert M 5,—, geb. M 5,80.
- Prof. Wittenbauer. „Aufgaben aus der Technischen Mechanik.“ III. Band: Flüssigkeiten und Gase. 504 Aufgaben nebst Lösungen und einer Formelsammlung, mit 347 Textfiguren. 328 Seiten. Verlag von Julius Springer, Berlin 1911. Preis M 6,—, geb. M 6,80.
- Ing. L. Herzka, „Theorie und Dimensionierung der durch einen oder zwei Unterzüge verstärkten Balken-(Träger-) Decke.“ 63 Seiten, 15 Abb. 4 Tabellen und 1 Tafel. Verlag Jos. Eberle & Co., vorm. R. v. Waldheim, Wien 1910.
- David, Ing. M. „Hilfsbuch für die Berechnung von Gewölben mit parabolischer Achse (flache Kreissegmentgewölbe) auf Grundlage der Elastizitätstheorie.“ 50 Seiten, 7 Abb., 31 Tabellen. Verlag Lehmann & Wentzel G. m. b. H. Wien 1910. Preis M 2,—.
- Dr. R. Worms, Patentanwalt. „Die Verwertung von Erfindungen.“ 99 Seiten, Verlag C. Marhold, Halle a. S. 1911. Preis geh. M 2,—.
- Dr.-Ing. A. Kleinogel. „Über das Wesen und die wahre Größe des Verbundes zwischen Eisen und Beton.“ 5 Text- u. 9 Tafelbig., 56 Seiten. Verlag von Julius Springer, Berlin 1911. Preis geh. M 2,40.
- Deutscher Ausschuß für Eisenbeton. Heft 6. Versuche über den elektrischen Widerstand von unbewehrtem Beton. 69 Seiten, 60 Abb. u. Tabellen. Preis geh. M 3,60.
- Dagl. Heft 7. Versuche mit Eisenbetonbalken zur Bestimmung des Gleitwiderstandes. 26 Seiten, 55 Abb. Preis geh. M 1,80. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. Berlin 1911.
- Dr.-Ing. K. Mautner. „Beitrag zur Theorie der im Eisenbetonbau gebräuchlichen Form der Rippenkuppel.“ 49 Seiten, 47 Abb. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1911. Preis geh. M 4,—.
- H. Jos. Lamock, Ing. „Die Sackkalkherstellung.“ 120 Seiten, 77 Bilder, 2 Tafeln. Verlag der Tonindustrie-Zeitung G. m. b. H. Berlin 1911. Preis geh. M 4,—.
- Prof. Schiffmann. „Wasserbau-Entwürfe.“ Für Studierende an technischen Hoch- und Mittelschulen, für den Gebrauch in der Praxis und zum Selbstunterricht. 50 Blatt mit Text und 12 Abb. Verlag O. Spamer, Leipzig 1911. Preis M 12,—.

Den Verfassern größerer Originalbeiträge stehen je nach deren Umfang bis zu 10 Exemplaren des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn bei Einsendung des Manuskriptes ein entsprechender Wunsch mitgeteilt wird. Sonderabdrücke werden nur bei rechtzeitiger Bestellung und gegen Erstattung der Kosten geliefert.