Beziehungen zwischen Spannungen und Abmessungen

von

Eisenbetonquerschnitten.

E. Turley-Düsseldorf.

F. Nr. 27 424

Königl. Ministerium der öffentlichen Arbeiten Bibliothek

ITZ

Verlag der Tonindustrie-Zeitung
Berlin.

G. 19a
43.

Kessler'sche Fluate.

Wetterschutz für Werkstein und Putz
ohne Beeinträchtigung von Farbe und Struktur.

Schutzanstrich für Beton.

Ueber 5000 Anwendungen seit 2 Jahrzehnten. Zahlreiche Referenzen.

Hans Hauenschild, Berlin NW. 21, Dreysestr. 4b.

Wichtige Beziehungen zwischen den Spannungen und den Abmessungen von Eisenbetonquerschnitten und deren Anwendung.

Unter Berücksichtigung des Ministerialerlasses vom 16. April 1904 über die Ausführung von Konstruktionen aus Eisenbeton bei Hochbauten.

Von Architekt E. Turley-Düsseldorf.

Königl. Ministerium der öffentlichen Arbeiten Bibliothek

Inv. Nr. 27424.

1905

Verlag: Tonindustrie-Zeitung Berlin.

J. 192
43

XXX
870

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW
II 31312

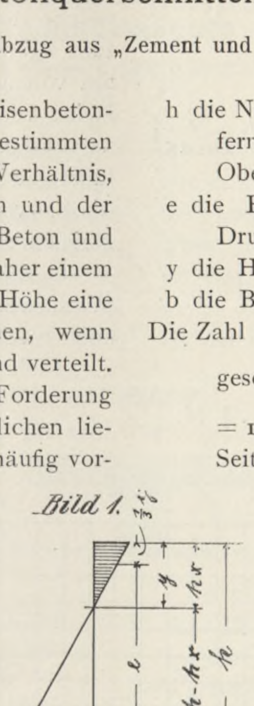
Akc. Nr. 3361/49

Wichtige Beziehungen zwischen den Spannungen und den Abmessungen von Eisenbetonquerschnitten und deren Anwendung.

(Sonderabzug aus „Zement und Beton“).

Die Spannungen in einem Eisenbetonbalken stehen in einem bestimmten von einander abhängigen Verhältnis, welches wiederum von der Form und der Verteilung der beiden Baustoffe Beton und Eisen abhängig ist.*) Man kann daher einem Eisenbetonbalken bei gegebener Höhe eine bestimmte Tragfähigkeit verleihen, wenn man nur die Massen entsprechend verteilt. Natürlich muß die gestellte Forderung innerhalb der Grenzen des Möglichen liegen. Da es in der Praxis sehr häufig vorkommt, daß eine Decke oder ein Unterzug eine bestimmte Höhe nicht überschreiten darf, so sollen in folgendem diejenigen Beziehungen, welche zwischen den inneren Spannungen und den Querschnittsabmessungen bestehen, näher betrachtet werden, mit Hilfe welcher man die Abmessungen eines solchen Bauteils finden kann (s. Bild 1).

Bild 1.



Es bedeute:

σ_e die Spannung im Eisen,

σ_b „ „ „ Beton,

$\frac{\sigma_e}{\sigma_b} = \alpha$ das Verhältnis beider Spannungen,

D (Druck) die Summe der Druckspannungen oberhalb der Nullinie,

Z (Zug) die Gesamtzugspannung im Eisen,

M das Biegungsmoment,

h die Nutzhöhe der Decke, d. h. die Entfernung der Eiseneinlagen von der Oberkante der Decke,

e die Entfernung zwischen Zug- und Druckmittelpunkt,

y die Höhe der Druckzone,

b die Breite der Decke.

Die Zahl 15 ist das vom Ministerium vorgeschriebene Elastizitätsmaß $\frac{E_e}{E_b} = n = 15$ (vergl. Ton-Ind. Ztg. 1904 No. 62 Seite 755 unter C. 1),

dann ist, da

$$\frac{\sigma_e}{15\,\sigma_b} = \frac{h - h\,x}{h\,x} = \frac{1 - x}{x} \text{ ist,}$$

$$\frac{\alpha}{15} = \frac{1 - x}{x} \text{ oder}$$

$$15 - 15\,x = \alpha\,x \text{ oder}$$

$$\frac{x}{15} = \alpha + 15 \text{ oder}$$

$$x = \frac{15}{\alpha + 15}; \text{ daher}$$

$$\text{I} \ldots \qquad y = h \cdot \frac{15}{\alpha + 15}.$$

Ferner ist:

$$D = Z = b\,\frac{\sigma_b}{2} \,.\, h \,.\, \frac{15}{\alpha + 15}$$

$$M = \frac{\sigma_b \,.\, b}{2} \,.\, h \,.\, \frac{15}{\alpha + 15} \left(h - \frac{h}{3} \,.\, \frac{15}{\alpha + 15}\right)$$

$$M = \frac{\sigma_b \,.\, b}{2} \,.\, h\, \frac{15}{\alpha + 15}\, h \left(1 + {}^1/_3\, \frac{15}{\alpha + 15}\right)$$

*) „Zement und Beton“, 1905, No. 2.

$$M = h^2 \frac{\sigma_b \cdot b}{2} \cdot \frac{15}{\alpha + 15} \cdot \frac{3(\alpha + 15) - 15}{3(\alpha + 15)}$$

$$h = \sqrt{\frac{M}{\frac{\sigma_b \cdot b}{2} \cdot \frac{15}{\alpha + 15} \cdot \frac{3(\alpha + 15) - 15}{3(\alpha + 15)}}}.$$

Hieraus ergibt sich schließlich

$$\text{II} \ldots \quad h = \sqrt{\frac{2(\alpha + 15)^2}{15\,\sigma_b \cdot b(\alpha + 10)}} \cdot \sqrt{M}.$$

Ferner ist:

$$e = h\left(1 - \frac{15}{\alpha + 15}\right) + {}^2/_3\, h \frac{15}{\alpha + 15}$$

$$e = h - h \frac{15}{\alpha + 15} + {}^2/_3 \cdot h \frac{15}{\alpha + 15}$$

$$e = h \cdot \left(1 - {}^1/_3 \frac{15}{\alpha + 15}\right)$$

$$e = \sqrt{\frac{2\,M(\alpha + 15)^2}{15\,\sigma_b \cdot b\,(\alpha + 10)}} \cdot \left(1 - {}^1/_3 \frac{15}{\alpha + 15}\right)$$

Hieraus ist

$$\text{III} \ldots \quad e = \sqrt{\frac{2(\alpha + 10)}{15\,\sigma_b \cdot b}} \cdot \sqrt{M}.$$

Setzt man in dem Ausdruck II

$$\sigma_b = \frac{\sigma_e}{\alpha},$$

so hat man

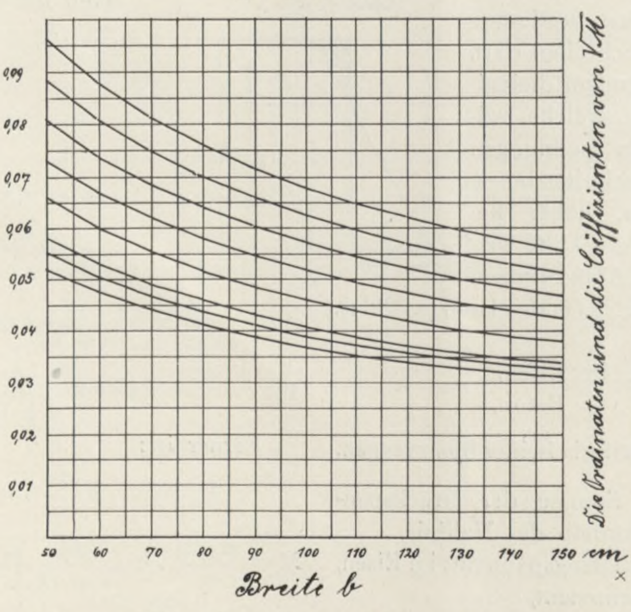
$$\text{IV} \ldots \quad h = \sqrt{\frac{2\,\alpha(\alpha + 15)^2}{15\,\sigma_e \cdot b\,(\alpha + 10)}} \cdot \sqrt{M}.$$

Aus Vorstehendem ersieht man, daß die Werte y, h und e gleich sind $\sqrt{M}$ multipliziert mit einem Koëffizienten, welcher von dem Spannungsverhältnis α und entweder von der Spannung σ_b oder von der Spannung σ_e abhängig ist.

Die Beziehungen zwischen dem Verhältnis α und den Werten y, h und e sind von Wert für die Nachprüfung der ermittelten oder gegebenen Querschnitte, sowie für die Bestimmung von Querschnitten bei gegebener Höhe und Breite. Da jedem Querschnitt ein bestimmtes Spannungsverhältnis α entspricht, so hat man zur Prüfung eines berechneten oder gegebenen Querschnittes nur den Wert $\sqrt{M}$ mit demjenigen Koëffizienten zu multiplizieren, der sich aus Formel II bezw. IV ergibt. Das Ergebnis muß dann mit der Nutzhöhe h des gewählten Querschnittes übereinstimmen. Diejenigen Koëffizienten von $\sqrt{M}$, welche sich in der Regel ergeben werden, nämlich die, welche der Höchstspannung im Eisen von 1200 kg oder der Höchstspannung im Beton von 40 kg entsprechen, sind für eine Reihe von Werten α berechnet und in der nachstehenden Zusammenstellung aufgeführt sowie als Kurven aufgetragen, wobei die Kurven den Zeilen der Tabelle in der gleichen Reihenfolge entsprechen. (Bild 2.)

Es wäre gewiß für den Praktiker von Wert, wenn diese Tabelle nach Formel II noch auf andere Betonspannungen als 40 kg ausgedehnt würde. Die hier berechneten Werte sind Rechenschieber-Ergebnisse, die aber für den praktischen Gebrauch vollkommen ausreichen, wie der glatte Verlauf der Kurven zeigt.

Bild 2.



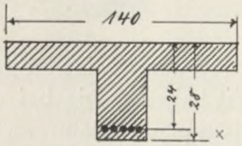
Bei der Ermittelung eines Querschnittes, welcher an eine bestimmte Höhe oder Breite gebunden ist, ist das umgekehrte Verfahren einzuschlagen. Es muß zunächst dasjenige Spannungsverhältnis ermittelt werden, welches der gegebenen Höhe entspricht. Ein Beispiel möge dies näher erläutern.

Zusammenstellung der Koëffizienten von $\sqrt{M}$.

b =	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	Spannungen
$\alpha = 55$	0,0961	0,0878	0,0812	0,0759	0,0717	0,0679	0,0648	0,0621	0,0597	0,0574	0,0555	21,8/1200
$\alpha = 50$	0,0885	0,0808	0,0748	0,0699	0,0660	0,0626	0,0597	0,0572	0,0549	0,0528	0,0511	24/1200
$\alpha = 45$	0,0809	0,0738	0,0683	0,0640	0,0603	0,0572	0,0546	0,0522	0,0501	0,0483	0,0467	26,67/1200
$\alpha = 40$	0,0732	0,0669	0,0619	0,0580	0,0546	0,0518	0,0494	0,0473	0,0454	0,0438	0,0423	30/1200
$\alpha = 35$	0,0658	0,0600	0,0556	0,0520	0,0490	0,0465	0,0444	0,0425	0,0408	0,0394	0,0380	34,3/1200
$\alpha = 30$	0,0581	0,0530	0,0491	0,0459	0,0433	0,0411	0,0392	0,0376	0,0361	0,0347	0,0336	40/1200
$\alpha = 25$	0,0553	0,0505	0,0470	0,0437	0,0412	0,0390	0,0373	0,0357	0,0342	0,0330	0,0320	40/1000
$\alpha = 20$	0,0520	0,0477	0,0441	0,0413	0,0389	0,0369	0,0352	0,0338	0,0324	0,0312	0,0304	40/800

Beispiel. Für einen Unterzug von der Plattenbreite 1,40 m, der ein Biegungsmoment von 600000 cm/kg aufzunehmen hat, stehe eine Höhe von 28 cm, einschließlich Decke, zur Verfügung. Die Nutzhöhe h darf alsdann höchstens 24 cm betragen (s. Bild 3). Vorausgesetzt wird, daß Betonspannungen über 40 kg und Eisenspannungen über 1200 kg/qcm nicht zulässig sind. Dieser Höhe entsprechen 2 Werte α, je nachdem man von einer Höchstspannung im Beton oder im Eisen ausgeht; der eine ergibt sich aus Formel II

Bild 3.



$$h = \sqrt{\frac{2(\alpha + 15)^2}{15\,\sigma_b \,.\, b\,(\alpha + 10)}} \,.\, \sqrt{M} \quad \text{zu}$$

$$\alpha = -\,3{,}75\left(4 - \frac{h^2 \,.\, \sigma_b \,.\, b}{M}\right) + \frac{\sqrt{\frac{75\,h^2\,\sigma_b\,.\,b}{M} - 225 + 7{,}5^2\left(4 - \frac{h^2.\sigma_b.b}{M}\right)^2}}{4}$$

der andere kann aus Formel IV

$$h = \sqrt{M}\,\sqrt{\frac{2\,\alpha\,(\alpha + 15)^2}{15\,\sigma_e \,.\, b\,(\alpha + 10)}},$$

welche nach entsprechender Umformung die Form

$$\alpha^3 + 30\,\alpha^2 + 7{,}5\,\alpha\left(30 - \frac{h^2 \,.\, \sigma_e \,.\, b}{M}\right) - \frac{75\,h^2 \,.\, \sigma_e \,.\, b}{M} = 0$$

annimmt, bestimmt werden. Es ist jedoch nur einer der beiden Werte brauchbar, da der andere die zulässige Beanspruchung eines der beiden Baustoffe überschreitet. Ist das Spannungsverhältnis α bestimmt, so ist dann mit Hilfe der Formeln I und III der Querschnitt in allen Teilen schnell berechnet.

Das angedeutete umständliche Rechnungsverfahren kann nun aber umgangen werden, wenn man die bereits erwähnte Tabelle der Koëffizienten von $\sqrt{M}$ zu Hilfe nimmt.

Alsdann ist der Rechnungsgang folgender: Der gegebenen Höhe von 24 cm entspricht bei einer Breite von 1,40 m ein Koëffizient, welcher sich nach Gleichung II bezw. IV wie folgt ergibt:

$$24 = \sqrt{600000} \,.\, x$$

$$x = \frac{24}{775} = 0{,}031.$$

Diesem Koëffizienten von $\sqrt{M}$ entsprechen nun zwei Werte α, je nachdem man, von der Betonspannung ausgehend, nach Formel II setzt:

$$0{,}031 = \sqrt{\frac{2\,(\alpha + 15)^2}{15 \,.\, 40 \,.\, 140\,(\alpha + 10)}}$$

oder, indem man, von der Eisenspannung ausgehend, nach Formel IV setzt

$$0{,}031 = \sqrt{\frac{2\,\alpha\,(\alpha + 15)^2}{15 \,.\, 1200 \,.\, 140\,(\alpha + 10)}}.$$

Im ersten Falle erhält man $\alpha = 20$ und dementsprechend $\sigma_e = 800$ und $\sigma_b = 40$; im zweiten Falle erhält man $\alpha = 26$ und dementsprechend $\sigma_e = 1200$ und $\sigma_b = 46{,}2$. Der erste Wert kann auch aus der Tabelle der Koëffizienten für $\sqrt{M}$ entnommen werden, der zweite ist, weil er bei der hier gegebenen Voraussetzung ($\sigma_b \leqq 40$) nicht brauchbar ist, in der Zusammenstellung gar nicht mit aufgenommen. Man hat nun unter Anwendung des ersten Wertes für α nach Formel III:

$$e = \sqrt{600000} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 30}{15 \cdot 40 \cdot 140}} = 20{,}7$$

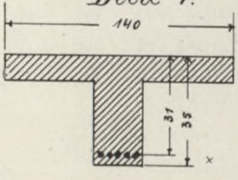
$$F_e = \frac{600000}{20{,}7 \cdot 800} = 36{,}2.$$

Nach Gleichung I ist

$$y = 24 \frac{15}{35} = 10{,}28.$$

Der Querschnitt ist damit in allen Teilen bestimmt. Erforderlich ist allerdings, daß die anschließenden Decken mindestens die Stärke y (in diesem Falle 10,28 cm) haben. Dies ist aber fast immer der Fall, wo nicht, müßten die anschließenden Decken auf das Maß y verstärkt werden, wenn die Rechnung Gültigkeit haben soll. Die erhebliche Größe des Eisenquerschnittes, die sich in diesem Falle ergeben hat, ist darauf zurückzuführen, daß nur eine kleine Konstruktionshöhe zur Verfügung stand.

Bild 4.



Beispiel: Für denselben Unterzug stehe eine Höhe von 35 cm, also eine Nutzhöhe h von 31 cm zur Verfügung (s. Bild 4).

Der Koëffizient von $\sqrt{M}$ ist alsdann

$$x = \frac{31}{775} = 0{,}04.$$

Diesem entspricht, neben einem unbrauchbaren, das Verhältnis $\alpha = 35{,}7$, welches aus der Kurve abzugreifen oder durch Interpolieren aus der Tabelle zu entnehmen ist. Die Spannungen müssen daher sein

$$\sigma_e = 1200; \; \sigma_b = 33{,}6.$$

Nach Formel III ist

$$e = \sqrt{600000} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 457}{15 \cdot 33{,}6 \cdot 140}} = 27{,}8$$

$$F_e = \frac{600000}{27{,}8 \cdot 1200} = 18{,}0.$$

Nach Gleichung I ist

$$y = 31 \cdot \frac{15}{50{,}7} = 9{,}2,$$

so stark muß auch wenigstens die anschließende Decke sein.

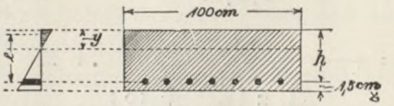
Für glatte Decken ist das Verfahren natürlich dasselbe, doch wird der Fall, daß Decken eine bestimmte Höhe nicht überschreiten dürfen, wohl nicht häufig eintreten, da man, besonders bei kreuzweis angebrachten Einlagen, schon Decken von ganz beträchtlicher Spannweite mit geringen Deckenstärken ausführen kann.

Bei glatten Decken wird in der Regel der Preis die Hauptrolle spielen. Um bei bestimmten Baustoffpreisen den billigsten Querschnitt aufzufinden, können die in dem eingangs erwähnten Aufsatz in No. 2 dieses Jahrganges unserer Zeitschrift gegebenen Formeln verwendet werden. Man wird mit Hilfe derselben finden, daß der Preis dann am niedrigsten ist, wenn die Eiseneinlagen mit 1200 kg — der höchsten zulässigen Spannung — beansprucht werden. Die bei den üblichen Baustoffpreisen alsdann an die Eisenspannung von 1200 kg gebundene Betonspannung ist je nach den Preisschwankungen der beiden Baustoffe verschieden.

Eine Spannung unter 40 kg wird sich nur bei ganz billigen Betonpreisen und sehr hohen Eisenpreisen ergeben. Die Betonspannungen höher als 50 kg/qcm anzunehmen, ist nicht tunlich, da es dann schwer ist, mit Sicherheit 5fache Druckfestigkeit nachzuweisen. In den Fällen, wo der billigste Preis einer Druckspannung von mehr als 40 kg und weniger als 50 kg entspricht, ist dieser Preis auch nur unwesentlich geringer, als wenn man die Decke für die Betonspannung von 40 kg konstruiert.

Berücksichtigt man nun noch, daß es immerhin etwas gewagt ist, mit der Druckbeanspruchung überhaupt über 40 kg zu gehen, so erscheint es am zweckmäßigsten, so lange sich die jetzigen Baustoffpreise gegeneinander nicht ganz bedeutend verschieben, den Berechnungen von Eisenbetondecken immer die Beanspruchungen 40 und 1200 kg zu Grunde zu legen.

Querschnitts-Aufstellung.



Moment in cm/kg	h cm	y cm	e cm	F_e qcm	Gewicht per lfdm in kg	Moment in cm/kg	h cm	y cm	e cm	F_e qcm	Gewicht per lfdm. in kg
15000	5,025	1,675	4,47	2,79	156,6	74000	11,17	3,72	9,92	6,20	304,1
16000	5,19	1,73	4,62	2,88	160,6	76000	11,32	3,77	10,06	6,28	307,7
17000	5,35	1,78	4,76	2,97	164,4	78000	11,48	3,83	10,19	6,37	311,5
18000	5,50	1,83	4,89	3,06	168,0	80000	11,63	3,88	10,31	6,45	315,1
19000	5,66	1,89	5,03	3,14	171,8	82000	11,77	3,92	10,44	6,53	318,5
20000	5,81	1,94	5,16	3,22	175,2	84000	11,91	3,97	10,57	6,61	321,8
21000	5,95	1,98	5,29	3,30	178,8	86000	12,05	4,02	10,70	6,69	325,2
22000	6,09	2,03	5,41	3,38	182,2	88000	12,19	4,06	10,82	6,77	328,6
23000	6,23	2,07	5,53	3,46	185,5	90000	12,33	4,11	10,94	6,84	331,9
24000	6,36	2,12	5,65	3,53	188,6	92000	12,47	4,16	11,07	6,92	335,3
26000	6,62	2,21	5,88	3,68	194,9	94000	12,61	4,20	11,19	6,99	338,6
28000	6,87	2,29	6,10	3,82	200,9	96000	12,74	4,25	11,30	7,07	341,8
30000	7,11	2,37	6,32	3,95	206,6	98000	12,87	4,29	11,42	7,14	344,9
32000	7,35	2,45	6,53	4,08	212,4	100000	13,00	4,33	11,54	7,21	348,0
34000	7,58	2,52	6,73	4,20	217,9	105000	13,32	4,44	11,82	7,39	355,7
36000	7,80	2,60	6,92	4,32	223,2	110000	13,63	4,54	12,10	7,56	363,1
38000	8,01	2,67	7,11	4,44	228,2	115000	13,94	4,65	12,38	7,73	370,6
40000	8,22	2,74	7,30	4,56	233,3	120000	14,24	4,75	12,64	7,90	377,8
42000	8,42	2,81	7,48	4,67	238,1	125000	14,54	4,85	12,90	8,06	385,0
44000	8,62	2,87	7,65	4,78	242,9	130000	14,82	4,94	13,16	8,22	391,7
46000	8,81	2,94	7,82	4,89	247,4	135000	15,10	5,03	13,41	8,38	398,4
48000	9,00	3,00	8,00	4,99	252,0	140000	15,38	5,13	13,66	8,53	405,1
50000	9,18	3,06	8,16	5,10	256,3	145000	15,65	5,22	13,90	8,69	411,6
52000	9,37	3,12	8,32	5,20	260,9	150000	15,92	5,31	14,13	8,84	318,1
54000	9,55	3,18	8,48	5,30	265,2	155000	16,18	5,39	14,37	8,98	424,3
56000	9,72	3,24	8,64	5,39	269,3	160000	16,44	5,48	14,60	9,12	430,6
58000	9,89	3,30	8,79	5,49	273,4	165000	16,70	5,57	14,82	9,26	436,8
60000	10,06	3,35	8,94	5,58	277,4	170000	16,95	5,65	15,05	9,40	442,8
62000	10,23	3,41	9,08	5,68	281,5	175000	17,20	5,73	15,27	9,54	448,8
64000	10,39	3,46	9,23	5,77	285,4	180000	17,44	5,81	15,49	9,68	454,6
66000	10,55	3,52	9,38	5,86	289,2	185000	17,68	5,89	15,70	9,81	460,3
68000	10,71	3,57	9,52	5,95	292,8	190000	17,91	5,97	15,90	9,94	465,8
70000	10,87	3,62	9,65	6,04	296,9	195000	18,14	6,05	16,11	10,06	471,4
72000	11,02	3,67	9,79	6,12	300,5	200000	18,37	6,12	16,32	10,19	476,9

In der vorstehenden Querschnitts-Aufstellung sind daher für eine Anzahl von Momenten, unter Zugrundelegung dieser Spannungen, die erforderlichen Querschnitte berechnet und in Bild 5 sind die Werte für h, e, y und F_e zu Kurven zusammengestellt.

Die nachstehenden tabellenartig angeordneten statischen Berechnungen haben den Zweck, solchen Praktikern, welche statisch wenig bewandert sind, die Möglichkeit an die Hand zu geben, die Abmessungen einfacher, glatter Eisenbetondecken selbst zu bestimmen. Es sind zu diesem Zwecke einige Decken berechnet und im Längs- und Querschnitt dargestellt. Nach diesen Beispielen dürfte wohl jeder in der Lage sein, auch Decken anderer Spannweiten und Belastungen zu berechnen. Den hier berechneten Decken sind die Beanspruchungen $k_b = 40$ kg im Beton und $k_e = 1200$ kg im Eisen zu Grunde gelegt. Die Koëffizienten 0,0411 und 0,0228 ergeben sich dabei aus folgenden allgemeinen Formeln:

$$h = \underbrace{\left(\frac{k_e}{k_b} + 15\right)\sqrt{\frac{2}{15\,k_b\,b\left(\frac{k_e}{k_b} + 10\right)}}}_{=\,0{,}0411} \cdot \sqrt{M}$$ und

$$F_e = \underbrace{\frac{1}{1200\,.\sqrt{\frac{2\left(\frac{k_e}{k_b} + 10\right)}{15\,k_b\,.\,b}}}}_{=\,0{,}228.} \cdot \sqrt{M}$$

b ist hierbei die Breite der Decke (hier also = 100 cm).

hierüber die Abhandlung in No. 2 des Jahrganges 1905 von »Zement und Beton«). Im Übrigen ist zur Erklärung noch Folgendes zu bemerken: Die freie Länge ist bei Berechnung von M immer um die Deckenstärke vergrößert, also im Beispiel I ist anstatt 2,00 m 2,10 m gesetzt, entsprechend der diesbezüglichen ministeriellen Vorschrift.*) Die Deckenstärke ist zu diesem Zwecke vorher geschätzt. Für die Gewichtsberechnung der Decken ist Kiesbeton mit 2400 kg Gewicht für den cbm angenommen. Die stär-

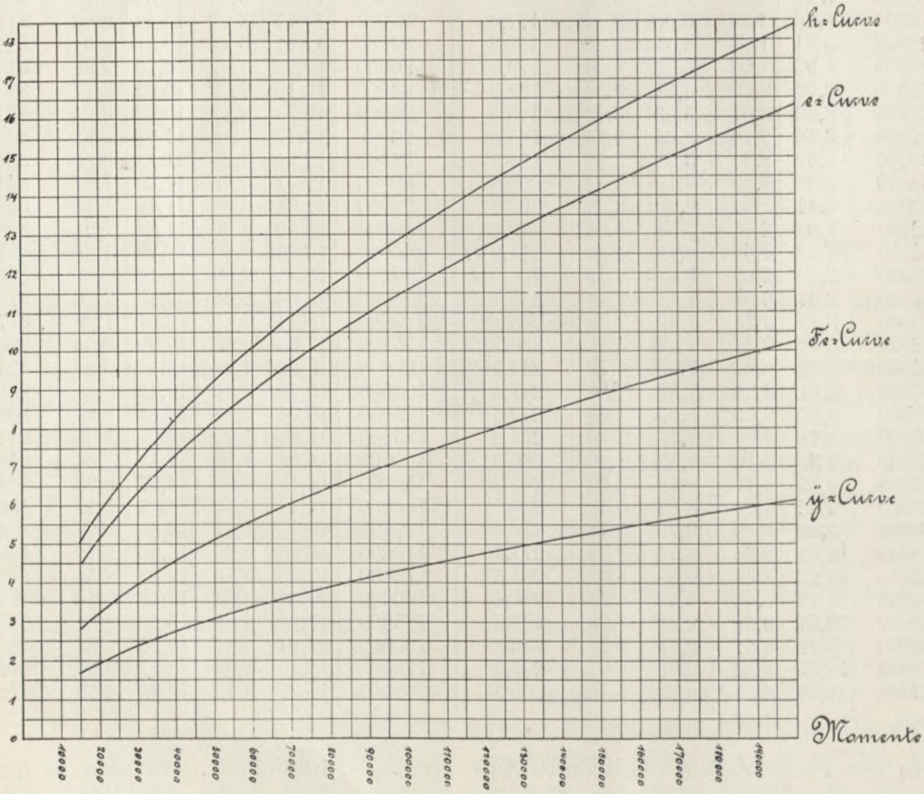


Bild 5.

Will man mit anderen Spannungen als 40 und 1200 kg rechnen, so sind die gewünschten Spannungen in obige Formeln einzusetzen, woraus sich dann andere Koëffizienten als 0,0411 und 0,0228 ergeben, die Rechnung bleibt im übrigen natürlich dieselbe, wie nachstehend durch Beispiele erläutert. Andere Spannungen als 40 kg im Beton und 1200 kg im Eisen anzunehmen, empfiehlt sich aber nicht (vergl. keren Decken werden in Kiesbetonausführung sehr schwer. Man kann bei diesen, um das Eigengewicht zu vermindern, ohne Gefahr den untersten Teil der Decke, aber höchstens $^2/_3$ derselben, in leichterem Beton, z. B. Bimsbeton, ausführen. Diese Anordnung erfordert jedoch die größte

*) Zu beziehen von der Geschäftsstelle von „Zement und Beton".

Vorsicht und Sorgfalt bei der Ausführung. Die Kiesbetonschicht ist sofort, bevor in der unteren Schicht der Abbindevorgang beginnt, aufzubringen. Die Kiesbetonschicht sollte nie unter 6 cm stark angenommen werden. Vor der Ausführung der unteren Schicht in Schlackenbeton wird an dieser Stelle gewarnt, da Schlacken oft Stoffe enthalten, welche in Berührung mit Zement chemische Verbindungen bilden, welche das Eisen angreifen. Es wird noch besonders darauf hingewiesen, daß in den nachstehenden Tabellen h die Nutzhöhe des Querschnittes, von Oberkantedecke bis zur Mitte der Eiseneinlagen gerechnet, bedeutet. Unterhalb der Eiseneinlage (von der Mitte derselben gerechnet) ist noch wenigstens 1,5 cm Betonmasse vorzusehen.

Die Benutzung der nachstehenden statischen Berechnungen ist aus folgendem Beispiel ersichtlich.

Beispiel: In einem Fabrikgebäude soll ein Raum von 4,50 m Breite und einer Länge von 6 m mit einer Eisenbetondecke überspannt werden. Der Baupolizeiverwaltung würde man nun folgende Angaben zu machen haben, wobei man diejenige Abteilung der Tabelle benutzt, welche 1000 kg Belastung für den qm einschl. Eigengewicht enthält (senkrechte Spalte 2, X—XVIII), und zwar kommt hier No. XV in Frage. Aus der in der letzten Spalte befindlichen Zeichnung ist die Bauart der Decke sofort ersichtlich. Für die Baupolizei fertigt man vorteilhaft eine Zeichnung an, die den Querschnitt der Decke von 1 m Breite, wie das betreffende Bild zeigt, im Maßstabe 1 : 10 und den Längsschnitt im Maßstabe 1 : 50 darstellt, und versieht dieselbe mit den eingeschriebenen Maßen. Danach schreibt man:

Berechnung der Decke über dem Raume X
Bauart: Eisenbetondecke.
Mischungsverhältnis des Betons: 1:2:4
Freitragende Länge: 4,50 m
Belastung für den qm einschl. Eigengewicht: 1000 kg
Gesamtbelastung: 4500 kg bei 1 m Breite

$$M = \frac{4500 \cdot 472}{8} = 265000 \text{ kg/cm}$$

Unter Zugrundelegung einer Druckbeanspruchung im Beton von $k_b = 40$ kg/qcm und einer Zugbeanspruchung von $k_e = 1200$ kg/qcm im Eisen hat man alsdann

$$h = 0{,}0411 \sqrt{M} = 0{,}0411 \cdot \sqrt{265000} = 21{,}15 \text{ cm}$$

$$e = {}^8/_9\, h = {}^8/_9 \cdot 21{,}15 = 18{,}80 \text{ cm}$$

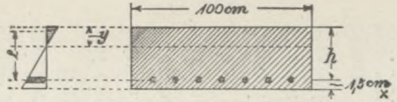
$$y = \frac{h}{3} = \frac{21{,}15}{3} = 7{,}05 \text{ cm}$$

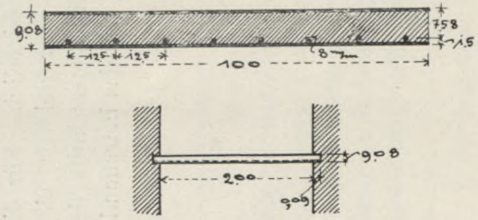
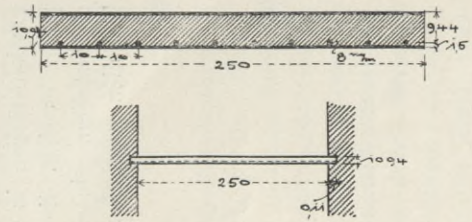
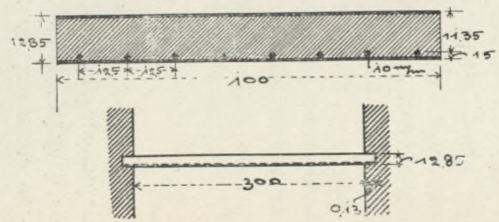
$$F_e = 0{,}0228 \sqrt{M} = 0{,}0228 \cdot \sqrt{265000} = 11{,}74 \text{ qcm}$$

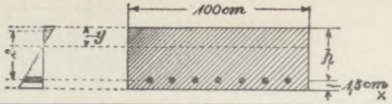
Das Gewicht für den qm beträgt 544 kg
Das Gewicht des Eisens f. d. lfd. m 9,16 kg.

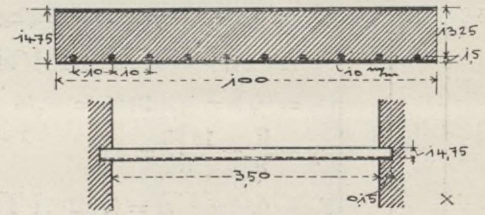
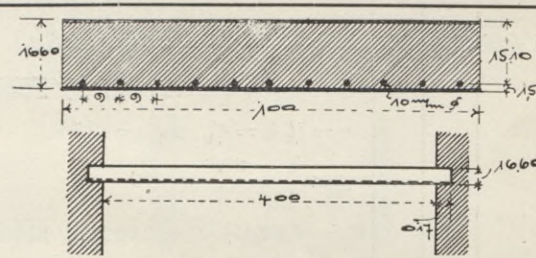
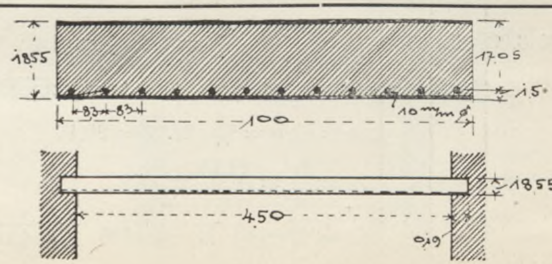
Es werden 4,96 m lange Eisenstäbe von 12 mm Durchmesser benutzt, die in Abständen von 9 cm von Mitte zu Mitte so gelagert sind, daß ihre Mitte von der Unterkante der Decke 1,5 cm entfernt bleibt.

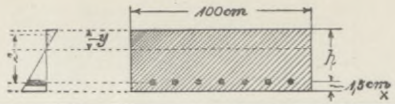
Bei den statischen Berechnungen von größeren Bauten, bei denen verschiedene Deckenstärken in Betracht kommen, empfiehlt es sich, die Berechnung einfach so darzustellen, wie es in den nachstehenden Tabellen geschehen ist.

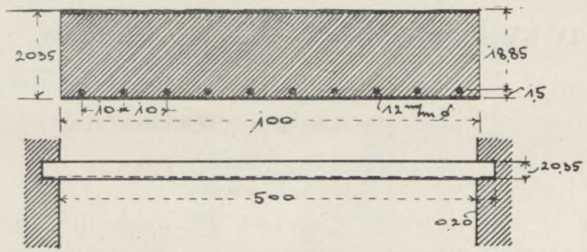
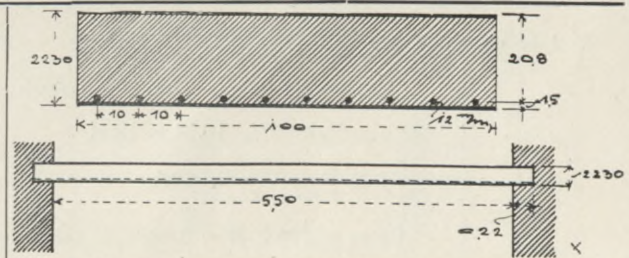
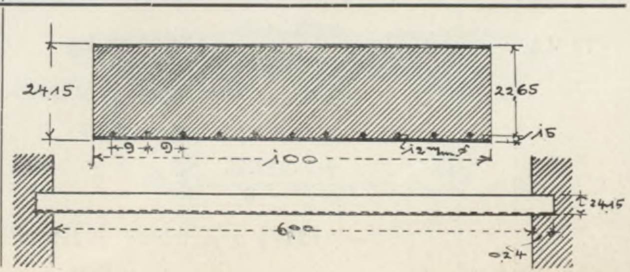


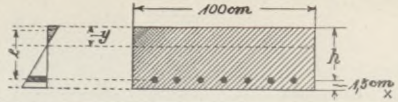
	Freitragende Länge in m	Belastung f. d qm einschl Eigengewicht	Gesamt-belastung	**Statische Berechnung** (nur gültig für die Spannungen 40 bezw. 1200 kg/qcm) (Mischungsverhältnis 1:2:4)	h in cm	e in cm	y in cm	F_e in qcm	Gewicht f. d. qm in kg	Gewicht des Eisens f. d. lfdm.	Querschnitte und Längsschnitte
I	2,00	650	1300	$M = \frac{1300 \,.\, 210}{8} = 34100$ cm/kg $h = 0{,}0411 \sqrt{M} = 0{,}0411 \,.\, \sqrt{34100} = 7{,}58$ $e = {}^8/_9\, h = {}^8/_9 \,.\, 7{,}58 = 6{,}73$ $y = \frac{h}{3} = \frac{7{,}58}{3} = 2{,}53$ $F_e = 0{,}0228 \sqrt{M} = 0{,}0228 \,.\, \sqrt{34100} = 4{,}21$	7,58	6,73	2,53	4,21	217,9	3,28	
II	2,50	650	1625	$M = \frac{1625 \,.\, 260}{8} = 52800$ cm/kg $h = 0{,}0411 \sqrt{M} = 0{,}0411 \,.\, \sqrt{52800} = 9{,}44$ $e = {}^8/_9\, h = {}^8/_9 \,.\, 9{,}44 = 8{,}39$ $y = \frac{h}{3} = \frac{9{,}44}{3} = 3{,}15$ $F_e = 0{,}0228 \sqrt{M} = 0{,}0228 \,.\, \sqrt{52800} = 5{,}24$	9,44	8,39	3,15	5,24	262,[illegible]	4,[illegible]9	
III	3,00	650	1950	$M = \frac{1950 \,.\, 318}{8} = 76400$ cm/kg $h = 0{,}0411 \sqrt{M} = 0{,}0411 \,.\, \sqrt{76400} = 11{,}35$ $e = {}^8/_9\, h = {}^8/_9 \,.\, 11{,}35 = 10{,}09$ $y = \frac{h}{3} = \frac{11{,}35}{3} = 3{,}78$ $F_e = 0{,}0228 \sqrt{M} = 0{,}0228 \,.\, \sqrt{76400} = 6{,}30$	11,35	10,09	3,78	6,30	308,0	4,92	

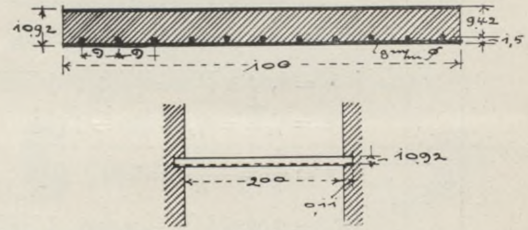
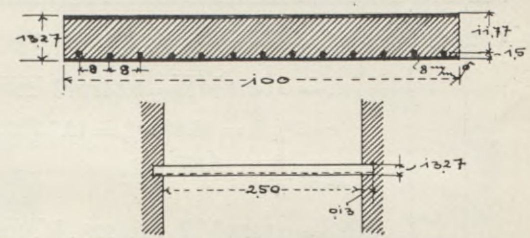
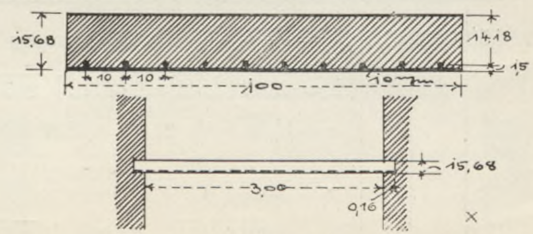


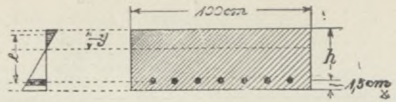
	Freitragende Länge in m	Belastung f. d. qm einschl. Eigengewicht	Gesamt-belastung	Statische Berechnung (nur gültig für die Spannungen 40 bezw. 1200 kg/qcm) (Mischungsverhältnis 1:2:4)	h in cm	e in cm	y in cm	F_e in qcm	Gewicht f. d. qm in kg	Gewicht des Eisens f. d. lfdm.	Querschnitte und Längsschnitte
IV	3,50	650	2275	$M = \frac{2275 \cdot 3,64}{8} = 104000$ cm/kg $h = 0,0411 \sqrt{M} = 0,0411 \cdot \sqrt{104000} = 13,25$ $e = {}^8/_9\, h = {}^8/_9 \cdot 13,25 = 11,76$ $y = \frac{h}{3} = \frac{13,25}{3} = 4,42$ $F_e = 0,0228 \sqrt{M} = 0,0228 \cdot \sqrt{104000} = 7,35$	13,25	11,76	4,42	7,35	354,0	5,73	
V	4,00	650	2600	$M = \frac{2600 \cdot 416}{8} = 135000$ cm/kg $h = 0,0411 \sqrt{M} = 0,0411 \cdot \sqrt{135000} = 15,10$ $e = {}^8/_9\, h = {}^8/_9 \cdot 15,10 = 13,41$ $y = \frac{h}{3} = \frac{15,10}{3} = 5,03$ $F_e = 0,0228 \sqrt{M} = 0,0228 \cdot \sqrt{135000} = 8,38$	15,10	13,41	5,03	8,38	398,0	6,54	
VI	4,50	650	2925	$M = \frac{2925 \cdot 468}{8} = 172000$ cm/kg $h = 0,0411 \sqrt{M} = 0,0411 \cdot \sqrt{172000} = 17,05$ $e = {}^8/_9\, h = {}^8/_9 \cdot 17,05 = 15,13$ $y = \frac{h}{3} = \frac{17,05}{3} = 5,68$ $F_e = 0,0228 \sqrt{M} = 0,0228 \cdot \sqrt{172000} = 9,46$	17,05	15,13	5,68	9,46	445,0	7,38	

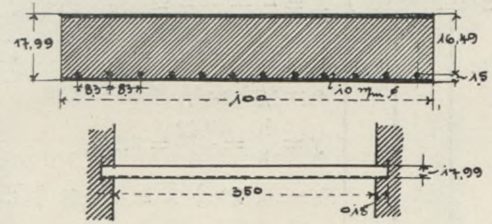
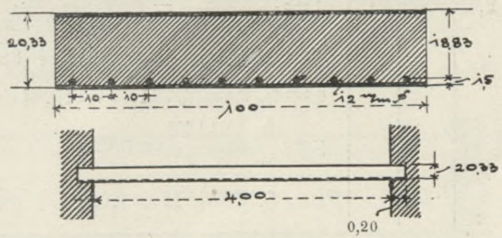
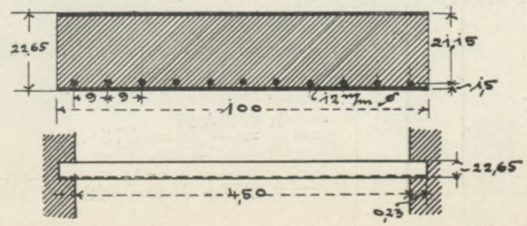


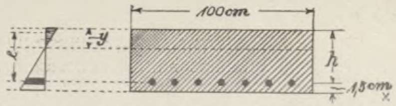
	Freitragende Länge in m	Belastung f. d. qm einschl. Eigengewicht	Gesamt-belastung	**Statische Berechnung** (nur gültig für die Spannungen 40 bezw. 1200 kg/qcm) (Mischungsverhältnis 1:2:4)	h in cm	e in cm	y in cm	F_e in qcm	Gewicht f. d. qm in kg	Gewicht des Eisens f. d. lfdm.	Querschnitte und Längsschnitte
VII	5,00	650	3250	$M = \frac{3250 \cdot 520}{8} = 211000$ cm/kg $h = 0{,}0411 \sqrt{M} = 0{,}0411 \cdot \sqrt{211000} = 18{,}85$ $e = {}^8/_9\, h = {}^8/_9 \cdot 18{,}85 = 16{,}75$ $y = \frac{h}{3} = \frac{18{,}85}{3} = 6{,}28$ $F_e = 0{,}0228 \sqrt{M} = 0{,}0228 \cdot \sqrt{211000} = 10{,}47$	18,85	16,75	6,28	10,47	488,0	8,16	
VIII	5,50	650	3575	$M = \frac{3575 \cdot 573}{8} = 256000$ cm/kg $h = 0{,}0411 \sqrt{M} = 0{,}0411 \cdot \sqrt{256000} = 20{,}8$ $e = {}^8/_9\, h = {}^8/_9 \cdot 20{,}8 = 18{,}50$ $y = \frac{h}{3} = \frac{20{,}8}{3} = 6{,}93$ $F_e = 0{,}0228 \sqrt{M} = 0{,}0228 \cdot \sqrt{256000} = 11{,}55$	20,8	18,5	6,93	11,55	535,0	9,00	
IX	6,00	650	3900	$M = \frac{3900 \cdot 624}{8} = 304000$ cm/kg $h = 0{,}0411 \sqrt{M} = 0{,}0411 \cdot \sqrt{304000} = 22{,}65$ $e = {}^8/_9\, h = {}^8/_9 \cdot 22{,}65 = 20{,}15$ $y = \frac{h}{3} = \frac{22{,}65}{3} = 7{,}55$ $F_e = 0{,}0228 \sqrt{M} = 0{,}0228 \cdot \sqrt{304000} = 12{,}6$	22,65	20,15	7,55	12,60	579	9,83	

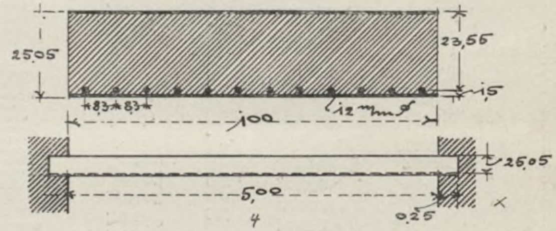
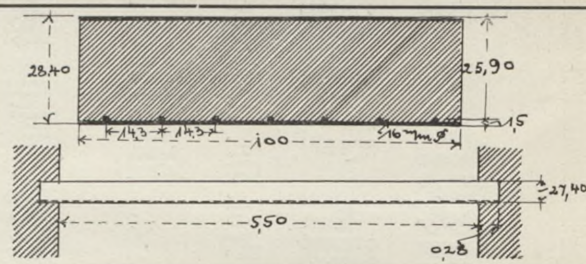
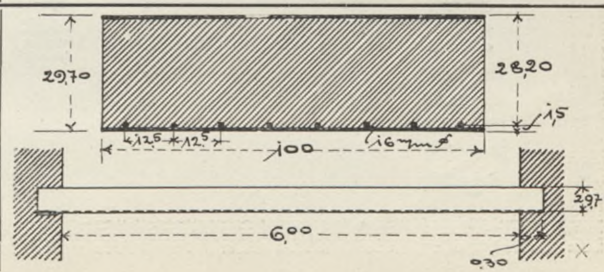


Freitragende Länge in m	Belastung f. d. qm einschl. Eigengewicht	Gesamt-belastung	Statische Berechnung (nur gültig für die Spannungen 40 bezw. 1200 kg/qcm) (Mischungsverhältnis 1:2:4)	h in cm	e in cm	y in cm	F_e in qcm	Gewicht f. d. qm in kg	Gewicht des Eisens f. d. lfdm.	Querschnitte und Längsschnitte
X 2,00	1000	2000	$M = \frac{2000 \cdot 210}{8} = 52500$ cm/kg $h = 0{,}0411 \sqrt{M} = 0{,}0411 \cdot \sqrt{52500} = 9{,}42$ $e = {}^8/_9\, h = {}^8/_9 \cdot 9{,}42 = 8{,}36$ $y = \frac{h}{3} = \frac{9{,}42}{3} = 3{,}14$ $F_e = 0{,}0228 \sqrt{M} = 0{,}0228 \cdot \sqrt{52500} = 5{,}23$	9,42	8,36	3,14	5,23	260	4,08	
XI 2,50	1000	2500	$M = \frac{2500 \cdot 262}{8} = 82000$ cm/kg $h = 0{,}0411 \sqrt{M} = 0{,}0411 \cdot \sqrt{82000} = 11{,}77$ $e = {}^8/_9\, h = {}^8/_9 \cdot 11{,}77 = 10{,}44$ $y = \frac{h}{3} = \frac{11{,}77}{3} = 3{,}92$ $F_e = 0{,}0228 \sqrt{M} = 0{,}0228 \cdot \sqrt{82000} = 6{,}53$	11,77	10,44	3,92	6,53	318	5,09	
XII 3,00	1000	3000	$M = \frac{3000 \cdot 316}{8} = 119000$ cm/kg $h = 0{,}0411 \sqrt{M} = 0{,}0411 \cdot \sqrt{119000} = 14{,}18$ $e = {}^8/_9\, h = {}^8/_9 \cdot 14{,}18 = 12{,}60$ $y = \frac{h}{3} = \frac{14{,}18}{3} = 4{,}73$ $F_e = 0{,}0228 \sqrt{M} = 0{,}0228 \cdot \sqrt{119000} = 7{,}87$	14,18	12,60	4,73	7,87	376	6,14	



	Freitragende Länge in m	Belastung f. d. qm einschl. Eigengewicht	Gesamt-belastung	**Statische Berechnung** (nur gültig für die Spannungen 40 bezw. 1200 kg/qcm) (Mischungsverhältnis 1 : 2 : 4)	h in cm	e in cm	y in cm	F_e in qcm	Gewicht f. d. qm in kg	Gewicht des Eisens f. d. lfdm.	Querschnitte und Längsschnitte
XIII	3,50	1000	3500	$M = \frac{3500 \cdot 368}{8} = 161000$ cm/kg $h = 0{,}0411 \sqrt{M} = 0{,}0411 \cdot \sqrt{161000} = 16{,}49$ $e = {}^8/_9\, h = {}^8/_9 \cdot 16{,}49 = 14{,}64$ $y = \frac{h}{3} = \frac{16{,}49}{3} = 5{,}50$ $F_e = 0{,}0228 \sqrt{M} = 0{,}0228 \cdot \sqrt{161000} = 9{,}16$	16,49	14,64	5,50	9,16	432	7,15	
XIV	4,00	1000	4000	$M = \frac{4000 \cdot 420}{8} = 210000$ cm/kg $h = 0{,}0411 \sqrt{M} = 0{,}0411 \cdot \sqrt{210000} = 18{,}83$ $e = {}^8/_9\, h = 18{,}83 \cdot {}^8/_9 = 16{,}73$ $y = \frac{h}{3} = \frac{18{,}83}{3} = 6{,}28$ $F_e = 0{,}0228 \sqrt{M} = 0{,}0228 \cdot \sqrt{210000} = 10{,}44$	18,83	16,73	6,28	10,44	488	8,15	
XV	4,50	1000	4500	$M = \frac{4500 \cdot 472}{8} = 265000$ cm/kg $h = 0{,}0411 \sqrt{M} = 0{,}0411 \cdot \sqrt{265000} = 21{,}15$ $e = {}^8/_9\, h = {}^8/_9 \cdot 21{,}15 = 18{,}80$ $y = \frac{h}{3} = \frac{21{,}15}{3} = 7{,}05$ $F_e = 0{,}0228 \sqrt{M} = 0{,}0228 \cdot \sqrt{265000} = 11{,}74$	21,15	18,80	7,05	11,74	544	9,16	



	Freitragende Länge in m	Belastung f. d. qm einschl. Eigengewicht	Gesamt-belastung	**Statische Berechnung** (nur gültig für die Spannungen 40 bezw. 1200 kg/qcm) (Mischungsverhältnis 1:2:4)	h in cm	e in cm	y in cm	F_e in qcm	Gewicht f. d. qm in kg	Gewicht des Eisens f. d. lfdm.	Querschnitte und Längsschnitte
XVI	5,00	1000	5000	$M = \frac{5000 \cdot 525}{8} = 328000$ cm/kg $h = 0{,}0411 \sqrt{M} = 0{,}0411 \cdot \sqrt{328000} = 23{,}55$ $e = {}^8/_9\, h = {}^8/_9 \cdot 23{,}55 = 20{,}90$ $y = \frac{h}{3} = \frac{23{,}55}{3} = 7{,}85$ $F_e = 0{,}0228 \sqrt{M} = 0{,}0228 \cdot \sqrt{328000} = 13{,}07$	23,55	20,90	7,85	13,07	601	10,20	
	5,50	1000	5500	$M = \frac{5500 \cdot 578}{8} = 397000$ cm/kg $h = 0{,}0411 \sqrt{M} = 0{,}0411 \cdot \sqrt{397000} = 25{,}90$ $e = {}^8/_9\, h = {}^8/_9 \cdot 25{,}90 = 23{,}00$ $y = \frac{h}{3} = \frac{25{,}90}{3} = 8{,}63$ $F_e = 0{,}0228 \sqrt{M} = 0{,}0228 \cdot \sqrt{397000} = 14{,}38$	25,90	23,00	8,63	14,38	658	11,20	
XVIII	6,00	1000	6000	$M = \frac{6000 \cdot 630}{8} = 472000$ cm/kg $h = 0{,}0411 \sqrt{M} = 0{,}0411 \cdot \sqrt{472000} = 28{,}20$ $e = {}^8/_9\, h = {}^8/_9 \cdot 28{,}20 = 25{,}10$ $y = \frac{h}{3} = \frac{28{,}20}{3} = 9{,}40$ $F_e = 0{,}0228 \sqrt{M} = 0{,}0228 \cdot \sqrt{472000} = 15{,}7$	28,20	25,10	9,40	15,7	713	12,23	

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Chemisches Laboratorium für Tonindustrie

Prof. Dr. H. Seger und E. Cramer

Dreysestraße 4. **Berlin NW. 21** Dreysestraße 4.

Untersuchung und Begutachtung

von Rohmaterialien und Erzeugnissen der Ziegel-, Schamotte-, **Zement-**, Steinzeug-, Steingut-, Porzellan-, Glas-, Gips- und **Kalk**-Industrie.

Zement-Prüfungs-Apparate

nach Vorschrift der Kgl. Ministerien für Handel und Gewerbe und für öffentliche Arbeiten.

Beton-Prüfungs-Maschinen.

Herausgeber der Fachzeitschriften:

Tonindustrie-Zeitung. Zement und Beton.

Lieferung von Fachliteratur zum üblichen Ladenpreise.

Probenummern, Prospekte und Bücherverzeichnis der Fachliteratur kostenfrei.

Spezial-Patentbureau

für Ton-, Kalk-, Gips- und Zement-Industrie.

S. 61

Der Eisen[...]
und seine Anwendun[...]

Von Paul Christophe.

Uebersetzung des Werkes:

Le béton armé et ses applications von Paul Christophe, Ingenieur des Ponts et Chaussées.

Preis **30 M.** ungebunden, **35 M.** elegant gebunden.

Verlag: Tonindustrie-Zeitung, Berlin NW.21, Dreysestr. 4.

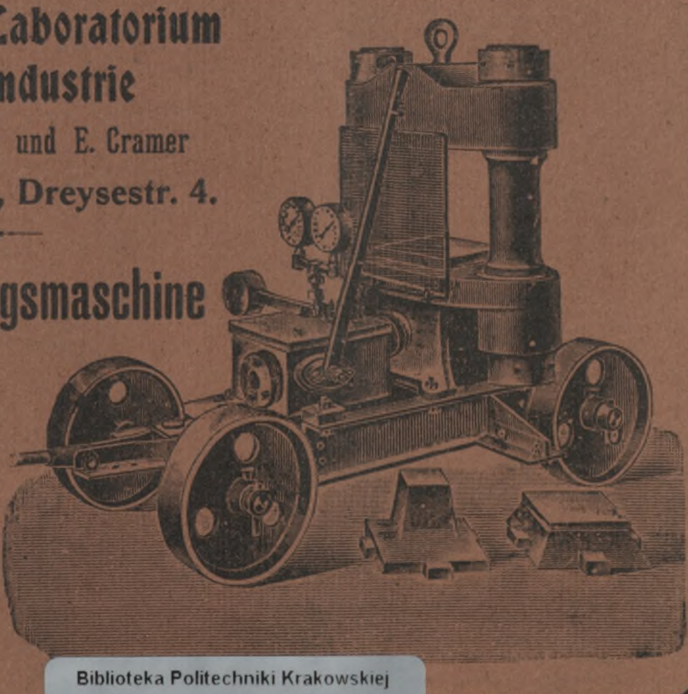
Bei Einsendung des Betrages
erfolgt die postfreie Zusendung.

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW
BIBLIOTEKA GŁÓWNA
II
L. inw. 31312
Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

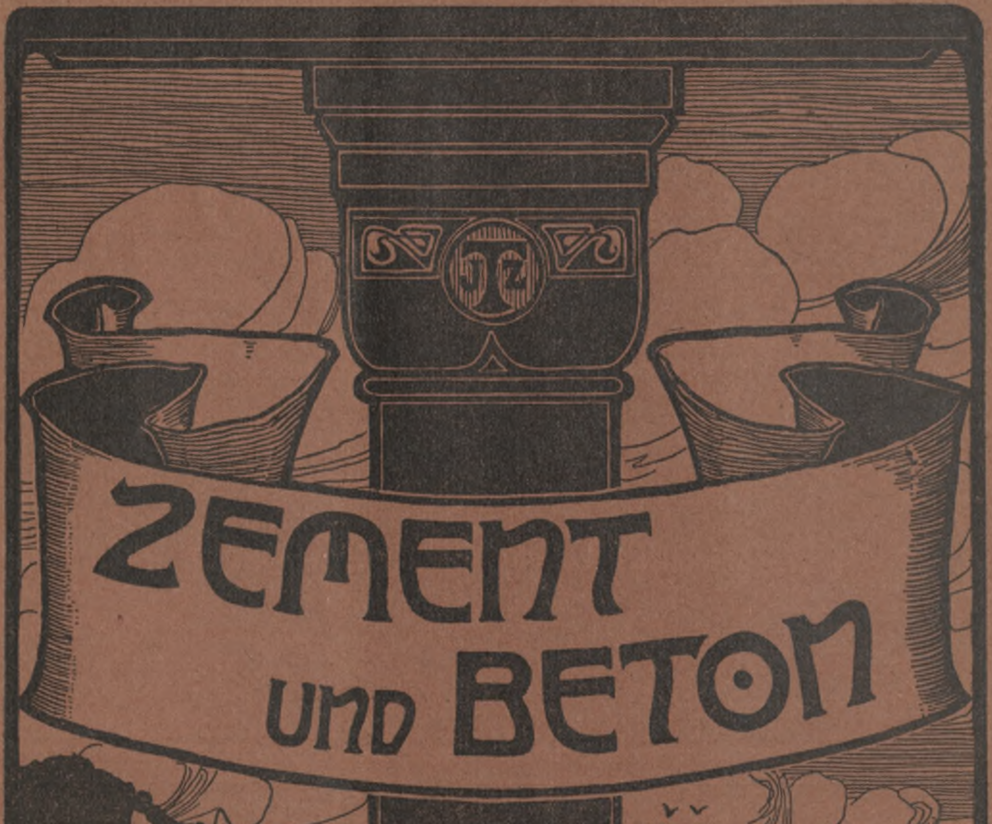
Chemisches Laboratorium für Tonindustrie
Prof. Dr. H. Seger und E. Cramer
Berlin NW. 21, Dreysestr. 4.

Betonprüfungsmaschine
(System Martens)

zur Ermittelung der Druckfestigkeit von Betonwürfeln bis 300 mm Kantenlänge. Die Presse ist für einen normalen Druck von 300000 und 400000 kg gebaut.



Biblioteka Politechniki Krakowskiej
100000298359



Halbmonatsschrift für Zement- und Betonbau.

Probenummern kostenlos. Preis 2 M. vierteljährlich.

Geschäftsstelle: Berlin NW. 21, Dreysestr. 4.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej
II-31312
Biblioteka Politechniki Krakowskiej
100000298359