

ARMIERTER BETON.

1918. Dezember.

INHALT

Die Momenten-Stützkkräfte und ihre Anwendung bei Elastizitätsberechnungen. Von B. Löser, Dresden, i. Fa. Kell & Löser. (Schluß von S. 210.) S. 237.
 Der auf einfache Biegung beanspruchte Eisenbetonquerschnitt. Von Max Schendera, Zivil Ingenieur in Neuß. (Schluß von S. 224.) S. 241.
 Unfallstatistik des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton. S. 250.

Literaturschau. Bearbeitet von Dr.-Ing. W. Kunze. Dresden. S. 250.
 Verschiedene Mitteilungen: In den Ausstellungshallen am Zoo. S. 253. — Einleitung von Abwässer in Flußläufe. S. 253. — Verstoß gegen das Verbot betreffend Mitteilung von Fabrikgeheimnissen. S. 253.
 Bücherbesprechungen. S. 254.
 Jahresregister. S. I.

DIE MOMENTEN-STÜTZKRÄFTE UND IHRE ANWENDUNG BEI ELASTIZITÄTSBERECHNUNGEN.

Von B. Löser, Dresden, i. Fa. Kell & Löser.

(Schluß von S. 210.)

11. Der dreiseitige Zweigelenrahmen.

Der dreiseitige Zweigelenrahmen ist einfach statisch unbestimmt. Als überzählige Größe wählen wir das Eckmoment X . Das Tragwerk kann durch Einschalten eines Gelenkes im Eckpunkt C' statisch bestimmt gemacht werden. Das statisch bestimmte Hauptnetz besteht dann aus dem Pendelstab $A'C'$ und dem geknickten Balken $C'D'B'$ (vgl. Fig. 40).

In Fig. 38 a ist der Momentenverlauf des Rahmens bei beliebiger Belastung aller drei Seiten dargestellt. Es ist bei

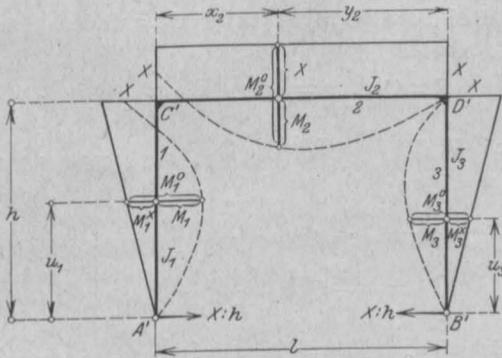


Fig. 40 a.

$$\text{Stab 1: } M_1 = M_1^0 + X \frac{u_1}{h}; \quad \frac{\partial M_1}{\partial X} = \frac{u_1}{h} \quad \dots (163)$$

$$\text{Stab 2: } M_2 = M_2^0 + X; \quad \frac{\partial M_2}{\partial X} = 1 \quad \dots (164)$$

$$\text{Stab 3: } M_3 = M_3^0 + X \frac{u_3}{h}; \quad \frac{\partial M_3}{\partial X} = \frac{u_3}{h} \quad \dots (165)$$

Die Elastizitätsgleichung zur Ermittlung von X lautet

$$0 = \int_0^h M_1 \frac{u_1}{h} \frac{ds}{E J_1} + \int_0^h M_2 \frac{1}{E J_2} ds + \int_0^h M_3 \frac{u_3}{h} \frac{ds}{E J_3} \quad (166)$$

$$\text{Es sei } J_1 = J_3; \quad i_1 = i_3 = \frac{J_2}{J_1} \quad \dots (167)$$

Gl. (166) geht mit unseren Bezeichnungen über in

$$0 = i_1 \mathcal{C}_1 + \omega_2 + i_1 \mathcal{D}_3 \quad \dots (XI)$$

In Worten: Die i -fachen Momentenstützkkräfte der Ständer in den oberen Rahmenecken ergänzen den Inhalt ω_2 der Riegelmomentenfläche zu Null.

Die Auswertung der Gl. (XI) liefert:

$$0 = i_1 \mathcal{C}_1^0 + i_1 \frac{1}{3} X h + \omega_2^0 + X + i_1 \mathcal{D}_3^0 + i_1 \frac{1}{3} X h.$$

$$X = - \frac{3 \{ i_1 (\mathcal{C}_1^0 + \mathcal{D}_3^0) + \omega_2^0 \}}{3 + 2 i_1 h} \quad \dots (XI a)$$

Die in Gl. (XI a) auftretenden Belastungsglieder \mathcal{C}_1^0 , \mathcal{D}_3^0 und ω_2 müssen aus Tafel I entnommen werden.

Sonderfälle.

a) Der Rahmen hat nur senkrechte Riegelbelastung.

Dann ist

$$X = - \frac{3 \omega_2^0}{3 + 2 i_1 h} \quad \dots (XI b)$$

Die M^0 -Momente im Hauptnetz sind in Fig. 40 b dargestellt. Die senkrechten Stützkkräfte A_v und B_v sind gleich den Trägerstützkkräften des in C' und D' frei aufgelagert gedachten Riegels. Außerdem tritt in jedem der beiden Lager A' und B' die wagerechte Rahmenkraft U auf von der Größe

$$U = \frac{X}{h}.$$

U ist nach innen gerichtet, wenn X negativ nach außen, wenn X positiv ist.

b) Der Rahmen hat nur einseitige Ständerbelastung.

Um das statisch bestimmte Hauptnetz zu gewinnen, schalten wir an der oberen Rahmenecke

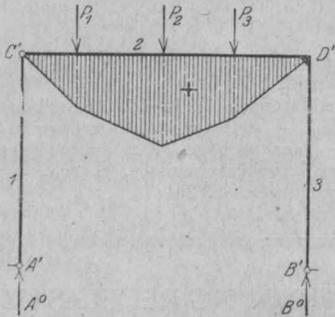


Fig. 40b.

des belasteten Ständers ein Gelenk ein, vgl. Fig. 40c. Die Mittelkraft der wagerechten Ständerbelastung sei R; sie habe die Entfernung e von der Lagergeraden A'B'.

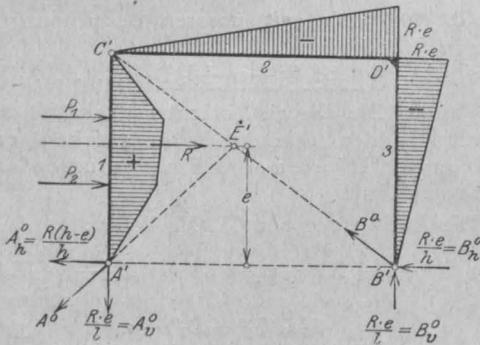


Fig. 40c.

Das statisch bestimmte Hauptnetz wirkt als Dreigelenkbogen. Die Stützkraft B⁰ hat die Richtung B'C'. Die Stützkraft A⁰ muß sich mit R und B⁰ in einem Punkte E' schneiden. Man erkennt leicht, daß die Seitenkräfte von B⁰ folgende Größe haben müssen:

$$B_h^0 = \frac{R e}{h}; \quad B_v^0 = \frac{R e}{l} \dots (168)$$

Die Seitenkräfte von A⁰ sind

$$A_h^0 = \frac{R(h-e)}{h}; \quad A_v^0 = \frac{R e}{l} \dots (169)$$

Die einfachen Momente des belasteten Ständers A'C' entsprechen einer positiven Momentenfläche des in A' und C' frei aufgelagerten Stabes 1. Stab 2 erhält ein Dreieck als (negative) Momentenfläche mit M₂⁰ = 0 in C' und M₂⁰ = -Re in D'. Stab 3 besitzt ebenfalls negative dreieckige Momentenfläche mit M₃⁰ = 0 in B' und M₃⁰ = -Re in D'. In der allgemeinen Gl. (XIa) muß gesetzt werden

$$\omega_2^0 = -\frac{1}{2} R e l \dots (170)$$

$$\omega_3^0 = -\frac{1}{3} R e h \dots (171)$$

Damit wird

$$X = \frac{1}{2} R e \frac{3 i_1 \zeta_1^0}{3 l + 2 i_1 h} \dots (XI c)$$

Die resultierenden Eckmomente sind.

$$\left. \begin{aligned} M_C &= X = +\frac{1}{2} R e \frac{3 i_1 \zeta_1^0}{3 l + 2 i_1 h} \\ M_D &= -\frac{1}{2} R e \frac{3 i_1 \zeta_1^0}{3 l + 2 i_1 h} \end{aligned} \right\} (XI d)$$

Die Rahmenkraft U hat die Größe

$$U = X : h.$$

U ist bei positivem X nach außen, bei negativem X nach innen gerichtet.

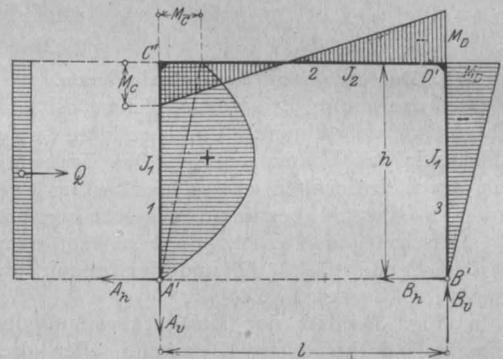


Fig. 41.

Bei totaler Belastung Q₁ auf dem Ständer 1 (Fig. 41) wird

$$R = Q_1; \quad e = \frac{1}{2} h; \quad R e = \frac{1}{2} Q_1 h \dots (172)$$

nach Gl. (70) $\zeta_1^0 = \frac{1}{24} Q_1 h^2 \dots (173)$

$$\left. \begin{aligned} X &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} Q_1 h - \frac{3 i_1 \frac{1}{24} Q_1 h^2}{3 l + 2 i_1 h} \\ &= +\frac{3}{8} Q_1 h \frac{2 l + i_1 h}{3 l + 2 i_1 h} \end{aligned} \right\} \dots (174)$$

$$\text{Eckmoment } M_C = +\frac{3}{8} Q_1 h \frac{2 l + i_1 h}{3 l + 2 i_1 h} \dots (175)$$

$$\text{Eckmoment } M_D = -\frac{1}{8} Q_1 h \frac{6 l + 5 i_1 h}{3 l + 2 i_1 h} \dots (176)$$

$$\text{Rahmenkraft } U = \frac{3}{8} Q_1 \frac{2 l + i_1 h}{3 l + 2 i_1 h} \dots (177)$$

(nach außen gerichtet).

Wagerechte Rahmenstützkraft im Lager A'

$$\left. \begin{aligned} A_h &= A_h^0 + U = \frac{Q_1}{2} + \frac{3}{8} Q_1 \frac{2 l + i_1 h}{3 l + 2 i_1 h} \\ &= \frac{Q_1}{8} \frac{18 l + 11 i_1 h}{3 l + 2 i_1 h} \end{aligned} \right\} \dots (178)$$

A_h ist nach außen gerichtet.

$$B_h = B_h^0 - U = \frac{Q_1}{2} - \frac{3}{8} Q_1 \frac{2l + i_1 h}{3l + 2i_1 h} \quad (179)$$

$$= \frac{Q_1}{8} \frac{6l + 5i_1 h}{3l + 2i_1 h}$$

B_h ist nach innen gerichtet.

Senkrechte Rahmenstützkräfte

$$A_v = B_v = \frac{Q_1 h}{2l} \quad (180)$$

Das größte Feldmoment in Stabe 1 ist

$$M_{1 \max} = \frac{A_h^2 l}{2Q_1} \quad (181)$$

c) Der Rahmen hat auf jedem der beiden Ständer gleiche wagerechte Belastung (Fig. 42).

Die resultierende Momentenfläche ist symmetrisch. In allen Querschnitten des Riegels von C' bis D' herrscht das gleiche Moment

$$M_C = M_D = M_2 = - \frac{6 i_1 \zeta_1^0}{3l + 2i_1 h} \quad (XI e)$$

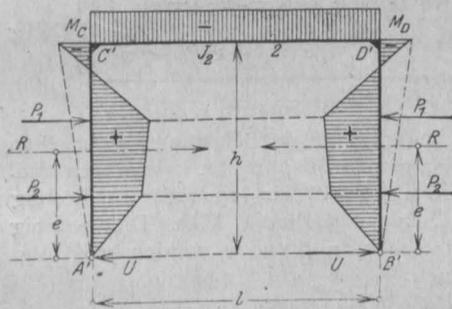


Fig. 42.

Hierin bedeutet ζ_1^0 die Momentenstützkraft im Punkte C', gebildet für die Belastung des an den Stützpunkten A' und C' statisch bestimmt gelagerten Ständers 1.

ζ_1^0 kann für den jeweils vorliegenden Belastungsfall aus Tafel I entnommen werden. Die beiden wagerechten, nach außen gerichteten Stützkräfte sind

$$A = R \frac{h-e}{h} - \frac{6 \zeta_1^0 i_1}{h(3l + 2i_1 h)} \quad (XI f)$$

Für beiderseitige gleichförmige Last Q findet man das Moment für alle Querschnitte des Riegels

$$M_C = M_D = M_2 = - \frac{Qh}{4} \frac{i_1 h}{3l + 2i_1 h} \quad (182)$$

Wagerechte Stützskraft

$$A = \frac{3Q}{4} \frac{2l + i_1 h}{3l + 2i_1 h} \quad (183)$$

Die senkrechten Stützkräfte sind gleich Null. Das größte Feldmoment des Ständers ist

$$M_{1 \max} = \frac{A^2 h}{2Q} \quad (184)$$

12. Der dreiseitige Zweigelenrahmen mit anschließenden Randfeldern.

Das in Fig. 43 dargestellte Tragwerk ist dreifach statisch unbestimmt. Um das statisch bestimmte Hauptnetz zu erhalten, schalten wir in den Punkten B' und C' zwei Gelenke ein derart, daß die Stäbe 1 und 3 statisch bestimmte Balken werden, während Stab 4 in eine Pendelstütze übergeht und Stäbe 2 und 4 einen steifen Winkel bilden (Fig. 43a).

Als überzählige Größen wählen wir die Stützmomente X_I und X_{II} des durchlaufenden Balkens mit dem unveränderlichen Trägheitsmoment J und die Ständereckmomente X_{III} . Alle Querschnitte der beiden Ständer haben die Trägheitsmomente

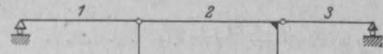


Fig. 43a.

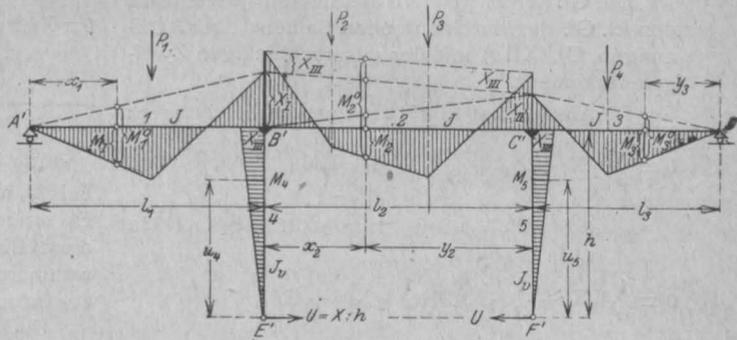


Fig. 43.

Jv. Bei beliebiger senkrechter Belastung der drei wagerechten Stäbe sind die Momente

$$\text{Stab 1} \quad M_1 = M_1^0 + X_I \frac{x_1}{l_1}, \quad (185)$$

$$\frac{\partial M_1}{\partial X_I} = \frac{x_1}{l_1}; \quad \frac{\partial M_1}{\partial X_{II}} = 0; \quad \frac{\partial M_1}{\partial X_{III}} = 0.$$

$$\text{Stab 2} \quad M_2 = M_2^0 + X_I \frac{y_2}{l_2} + X_{II} \frac{x_2}{l_2} + X_{III} \quad (186)$$

$$\frac{\partial M_2}{\partial X_I} = \frac{y_2}{l_2}; \quad \frac{\partial M_2}{\partial X_{II}} = \frac{x_2}{l_2}; \quad \frac{\partial M_2}{\partial X_{III}} = 1.$$

$$\text{Stab 3} \quad M_3 = M_3^0 + X_{II} \frac{y_3}{l_3} \quad (187)$$

$$\frac{\partial M_3}{\partial X_I} = 0; \quad \frac{\partial M_3}{\partial X_{II}} = \frac{y_3}{l_3}; \quad \frac{\partial M_3}{\partial X_{III}} = 0.$$

$$\text{Stäbe 4 u. 5} \quad M_4 = M_5 = X_I \cdot \frac{u}{h} \quad (188)$$

$$\frac{\partial M_4}{\partial X_I} = 0; \quad \frac{\partial M_4}{\partial X_{II}} = 0; \quad \frac{\partial M_4}{\partial X_{III}} = \frac{u}{h}.$$

Die 3 Elastizitätsgleichungen lauten

$$0 = \int \frac{M}{EJ} \frac{\partial M}{\partial X_1} ds = \int_0^{l_1} \frac{M_1}{EJ} \frac{x_1}{l_1} dl + \int_0^{l_2} \frac{M_2}{EJ} \frac{y_2}{l_2} dl \quad (189)$$

$$0 = \int \frac{M}{EJ} \frac{\partial M}{\partial X_2} ds = \int_0^{l_2} \frac{M_2}{EJ} \frac{x_2}{l_2} dl + \int_0^{l_3} \frac{M_3}{EJ} \frac{y_3}{l_3} dl \quad (190)$$

$$0 = \int \frac{M}{EJ} \frac{\partial M}{\partial X_3} ds = \int_0^l \frac{M_2}{EJ} 1 dl + 2 \int_0^h \frac{M_3}{EJ} \frac{u}{h} dh \quad (191)$$

Mit $\frac{J}{J_v} = i$ und unseren Bezeichnungen lassen sich diese 3 Elastizitätsgleichungen wie folgt darstellen:

$$0 = \mathfrak{B}_1 + \mathfrak{B}_2 \dots \dots \dots (XIIa)$$

$$0 = \mathfrak{C}_2 + \mathfrak{C}_3 \dots \dots \dots (XIIb)$$

$$0 = \omega_2 + 2i \mathfrak{B}_4 \dots \dots \dots (XIIc)$$

Die Gl. (XIIa) und (XIIb) stimmen überein mit den El. Gl. des durchlaufenden Balkens über 3 Öffnungen, Gl. (XIIc) mit der des rechteckigen Zweigelenrahmens.

Die Auswertung führt zu folgenden Gleichungen:

$$0 = \frac{1}{3} l_1 X_I + \mathfrak{B}_1^0 + \frac{1}{3} l_2 X_{II} + \frac{1}{6} l_2 X_{III} + \frac{1}{2} l_2 X_{III} + \mathfrak{B}_2^0 \quad (192a)$$

$$0 = \frac{1}{6} l_2 X_I + \frac{1}{3} l_2 X_{II} + \frac{1}{2} l_2 X_{III} + \mathfrak{C}_2^0 + \frac{1}{3} l_3 X_{II} + \mathfrak{C}_3^0 \dots \dots \dots (192b)$$

$$0 = \frac{1}{2} l_2 X_I + \frac{1}{2} l_2 X_{II} + l_2 X_{III} + \omega + 2i \frac{1}{3} h X_{III} \dots \dots \dots (192c)$$

Besser geordnet:

$$0 = X_I 2(l_1 + l_2) + l_2 X_{II} + 3 l_2 X_{III} + 6(\mathfrak{B}_1^0 + \mathfrak{B}_2^0) \quad (193a)$$

$$0 = l_2 X_I + 2 X_{II} (l_2 + l_3) + 3 l_2 X_{III} + 6(\mathfrak{C}_2^0 + \mathfrak{C}_3^0) \quad (193b)$$

$$0 = 3 l_2 X_I + 3 l_2 X_{II} + 2 X_{III} (2ih + 3l_2) + 6\omega_2^0 \quad (193c)$$

Die Summengleichung des Tragwerkes lautet

$$0 = \left\{ \begin{array}{l} X_I \{ 2\alpha(l_1 + l_2) + \beta l_2 + 3\gamma l_2 \} \\ + X_{II} \{ \alpha l_2 + 2\beta(l_2 + l_3) + 3\gamma l_2 \} \\ + X_{III} \{ 3\alpha l_2 + 3\beta l_2 + 2\gamma(2ih + 3l_2) \} \\ + 6 \{ \alpha(\mathfrak{B}_1^0 + \mathfrak{B}_2^0) + \beta(\mathfrak{C}_2^0 + \mathfrak{C}_3^0) + \gamma \omega_2^0 \} \end{array} \right\} (XIIId)$$

Bei gleichen Stützweiten l aller drei Öffnungen vereinfacht sich die Summengleichung

$$0 = \left\{ \begin{array}{l} X_I (4\alpha + \beta + 3\gamma) + X_{II} (\alpha + 4\beta + 3\gamma) \\ + X_{III} (3\alpha + 3\beta) + 2\gamma \left(3 + \frac{2ih}{l} \right) \\ + \frac{6}{l} \{ \alpha(\mathfrak{B}_1^0 + \mathfrak{B}_2^0) + \beta(\mathfrak{C}_2^0 + \mathfrak{C}_3^0) + \gamma \omega_2^0 \} \end{array} \right\} (XIIe)$$

Die Belastungsglieder werden für die jeweilige Belastungsart aus der Tafel I entnommen.

Ist die Tragwerksform und Belastung zur Tragwerksmitte symmetrisch, so ist das Tragwerk nur noch zweifach statisch unbestimmt, da die Gl. (XIIa) und (XIIb) übereinstimmen. Es genügen die beiden allgemeinen Gl. (XIIa) und (XIIc). Daraus findet man die Summengleichung.

$$0 = X_I \left\{ \begin{array}{l} \alpha (2l_1 + 3l_2) + 6\gamma l_2 \\ + X_{III} \{ 3\alpha l_2 + 2\gamma(2ih + 3l_2) \} \\ + 6 \{ \alpha(\mathfrak{B}_1^0 + \mathfrak{B}_2^0) + \gamma \omega_2^0 \} \end{array} \right\} \dots (XII f)$$

Ist die Belastung zur Tragwerksmitte symmetrisch und sind die Spannweiten der 3 Felder gleich l, so wird die Summengleichung

$$0 = X_I (5\alpha + 6\gamma) + X_{III} \left\{ \begin{array}{l} 3\alpha + 2\gamma \left(3 + \frac{2ih}{l} \right) \\ + \frac{6}{l} \{ \alpha(\mathfrak{B}_1^0 + \mathfrak{B}_2^0) + \gamma \omega_2^0 \} \end{array} \right\} (XII g)$$

Beispiel:

Gesucht der Einfluß der Belastung der einzelnen Felder, wenn gleiche Spannweiten l vorhanden sind. Es sei l = 6 m, h = 4 m, i = J : J_v = 2. Zur Lösung dient die Summengleichung XIIe. Die beliebigen wählbaren Zahlen α , β und γ werden wie folgt angenommen:

Um X_I zu bestimmen:

$$\alpha_1 = +109; \beta_1 = -7; \gamma_1 = -27.$$

Um X_{II} zu bestimmen:

$$\alpha_2 = +7; \beta_2 = -109; \gamma_2 = +27.$$

Um X_{III} zu bestimmen:

$$\alpha_3 = +3; \beta_3 = +3; \gamma_3 = -5.$$

Zu diesen Zahlen gelangt man auf folgende Weise: Um in der Summengleichung XIIe gleichzeitig die Vielfachen von X_{II} und X_{III} zu Null zu machen, muß

$$\alpha_1 + 4\beta_1 + 3\gamma_1 = 0,$$

$$3\alpha_1 + 3\beta_1 + 2\gamma_1 \left(3 + \frac{2 \cdot 2 \cdot 4}{6} \right) = 0 \text{ sein.}$$

Da zur Bestimmung von α_1 , β_1 und γ_1 nur 2 Gleichungen verfügbar sind, muß eine Größe beliebig gewählt werden, z. B. $\alpha_1 = 1$; die beiden anderen β_1 und γ_1 folgen dann eindeutig aus

$$1 + 4\beta_1 + 3\gamma_1 = 0,$$

$$3 + 3\beta_1 + \frac{34}{3}\gamma_1 = 0,$$

zu
$$\beta_1 = -\frac{7}{109}, \gamma_1 = -\frac{27}{109}$$

Die drei Zahlen $\alpha_1 = 1, \beta_1 = -\frac{7}{109}, \gamma_1 = -\frac{27}{109}$ machen die Faktoren von X_{II} und X_{III} zu Null, so daß damit X_I als einzige Unbekannte unmittelbar aus XIIe hervorgeht. Da die Brüche der Zahlen β_1 und γ_1 unbequem sind, nehmen wir sie 37fach, also

$$\alpha_1 = +109; \beta_1 = -7; \gamma_1 = -27.$$

Um X_{II} unmittelbar aus XIIe zu gewinnen, setzen wir zunächst $\alpha_2 = 1$ und es muß dann sein

$$4 \cdot 1 + \beta_2 + 3 \gamma_2 = 0, \\ 3 \cdot 1 + 3 \beta_2 + \frac{34}{3} \gamma_2 = 0.$$

Hieraus findet man

$$\alpha_2 = 1; \beta_2 = -\frac{109}{7}; \gamma_2 = +\frac{27}{7}.$$

Wir benützen die 7fachen Werte

$$\alpha_2 = +7; \beta_2 = -109; \gamma_2 = +27.$$

Um X_{III} unmittelbar aus XIIe zu gewinnen, setzen wir zunächst $\alpha_3 = 1$; damit wird

$$4 + \beta_3 + 3 \gamma_3 = 0, \\ 1 + 4 \beta_3 + 3 \gamma_3 = 0.$$

Hieraus findet man

$$\alpha_3 = 1; \beta_3 = 1; \gamma_3 = -\frac{5}{3}.$$

Wir verwenden die dreifachen Werte

$$\alpha_3 = 3; \beta_3 = 3; \gamma_3 = -5.$$

Einfluß der Belastung des 1. Feldes.

Wenn nur Belastung im 1. Felde vorhanden ist, werden die Belastungsglieder

$$(\mathfrak{B}_2^0, \mathfrak{C}_2^0, \mathfrak{C}_3^0, \omega_2^0 \text{ je gleich Null.})$$

Mit $\alpha_1 = +109; \beta_1 = -7; \gamma_1 = -27$ liefert Gl. (XIIe)

$$0 = X_I (4 \cdot 109 - 7 - 3 \cdot 27) + \frac{6}{6} \cdot 109 \cdot \mathfrak{B}_1^0, \\ X_I = -\frac{109 \mathfrak{B}_1^0}{348}.$$

Mit $\alpha_2 = +7; \beta_2 = -109; \gamma_2 = 27$ geht Gl. (XIIe) über in

$$0 = X_{II} (7 - 4 \cdot 109 + 3 \cdot 27) + \frac{6}{6} \cdot 7 \cdot \mathfrak{B}_1^0, \\ X_{II} = +\frac{7 \mathfrak{B}_1^0}{348}.$$

Mit $\alpha_3 = 3; \beta_3 = 3; \gamma_3 = -5$ gibt Gl. (XIIe)

$$0 = X_{III} \{ 3 \cdot 3 + 3 \cdot 3 - 2 \cdot 5 \left(3 + \frac{2 \cdot 2 \cdot 4}{6} \right) + \frac{6}{6} \cdot 3 \mathfrak{B}_1^0, \\ X_{III} = +\frac{9 \mathfrak{B}_1^0}{116}.$$

Einfluß der Belastung des 2. Feldes.

Wenn nur das 2. Feld belastet ist, werden in Gl. (XIIe) \mathfrak{B}_1^0 und \mathfrak{C}_3^0 zu Null.

Mit $\alpha_1 = +109; \beta_1 = -7; \gamma_1 = -27$ lautet Gl. (XIIe)

$$0 = 348 X_I + \frac{6}{6} (109 \mathfrak{B}_2^0 - 7 \mathfrak{C}_2^0 - 27 \omega_2^0), \\ X_I = -\frac{109 \mathfrak{B}_2^0 - 7 \mathfrak{C}_2^0 - 27 \omega_2^0}{348}.$$

Mit $\alpha_2 = +7; \beta_2 = -109; \gamma_2 = +27$ geht Gl. (XIIe) über in

$$-348 X_{II} + 7 \mathfrak{B}_2^0 - 109 \mathfrak{C}_2^0 + 27 \omega_2^0 = 0, \\ X_{II} = -\frac{7 \mathfrak{B}_2^0 + 109 \mathfrak{C}_2^0 - 27 \omega_2^0}{348}.$$

Mit $\alpha_3 = 3; \beta_3 = 3; \gamma_3 = -5$ wird aus Gl. (XIIe)

$$0 = -\frac{116}{3} X_{III} + 3 \mathfrak{B}_2^0 + 3 \mathfrak{C}_2^0 - 5 \omega_2^0, \\ X_{III} = +\frac{3 (\mathfrak{B}_2^0 + 3 \mathfrak{C}_2^0 - 5 \omega_2^0)}{116}.$$

Einfluß der Belastung des 3. Feldes.

Da im Falle des Beispiels alle drei Öffnungen gleiche Stützweiten $l = 6$ m besitzen, können für die Belastung des dritten Feldes die Formeln für Belastung des ersten Feldes benutzt werden, wenn \mathfrak{B}_1^0 mit \mathfrak{C}_3^0 und X_I und X_{II} vertauscht werden.

$$X_I = +\frac{7 \mathfrak{C}_3^0}{348}.$$

$$X_{II} = -\frac{109 \mathfrak{C}_3^0}{348}.$$

$$X_{III} = \frac{9 \mathfrak{C}_3^0}{116}.$$

Damit sind die statisch unbestimmbaren Größen angegeben, wenn der Reihe nach Feld 1, 2, 3 belastet wird. Die Belastungsglieder $\mathfrak{B}_1^0, \mathfrak{B}_2^0, \mathfrak{C}_2^0, \mathfrak{C}_3^0, \omega_2^0$ müssen für den jeweiligen Belastungsfall aus Tafel I entnommen werden.

DER AUF EINFACHE BIEGUNG BEANSPRUCHTE EISENBETONQUERSCHNITT.

Von Max Schendera, Zivil-Ingenieur in Neuß.

(Schluß von S. 224.)

Die Abhängigkeitgleichungen für die sechs Größen

$$b, d, f_e, \mathfrak{M}, \sigma_e, \sigma_0$$

ergeben sich aus Gleichung (IV) und (10)

$$h - a = \frac{\frac{b d^2}{2 n} (\sigma_e + n \sigma_0)}{\sigma_0 b d - \sigma_e f_e} = \frac{\mathfrak{M} + \frac{2}{3} d f_e \sigma_e - \sigma_0 \frac{b d^2}{6}}{f_e \sigma_e}$$

oder gleich

$$\frac{2}{3} d (f_e \sigma_e)^2 + \frac{b d^2}{2 n} \sigma_e^2 f_e - \frac{1}{3} b d^2 \sigma_0 \sigma_e f_e + \frac{b^2 d^3}{6} \sigma_0^2 + \mathfrak{M} \sigma_e f_e - \mathfrak{M} \sigma_0 b d = 0$$

und hieraus wird

$$\text{XIII a. } f_e^2 + f_e \left\{ \frac{1}{2} b d \left[\frac{3}{2 n} - \frac{\sigma_0}{\sigma_e} \right] + \frac{1}{2} \frac{3 \mathfrak{M}}{d \sigma_e} \right\} - \frac{b d \sigma_0}{2 \sigma_e^2} \left[\frac{\mathfrak{M}}{d \sigma_e} - \frac{2 d \sigma_0}{2 \sigma_e} \right] = 0,$$

setzt man

$$\frac{d \sigma_e}{4 n} = \alpha; \quad \frac{\sigma_0 d}{6} = \beta; \quad \frac{\mathfrak{M}}{2 b d} = \gamma,$$

so wird

$$\text{XIII. } f_e = \left\{ -[\alpha - \beta + 2 \gamma] \frac{3 b}{2 \sigma_e} + \sqrt{(\alpha - \beta)^2 + (\gamma + \beta)^2 - 13 \beta^2 + \frac{\alpha \gamma}{2}} \right\}.$$

Zur Lösung der Gleichung nach σ_e führe man als Hilfwerte ein

$$\alpha = \frac{(3 \mathfrak{M} - \sigma_0 b d^2) n}{d (4 f_e n + 3 d b)}; \quad \beta = \frac{(6 \mathfrak{M} - \sigma_0 b d^2) n b \sigma_0}{f_e (4 f_e n + 3 d b)},$$

alsdann ist

$$\text{XIV. } \sigma_e = \alpha - \sqrt{\alpha^2 + \beta}.$$

Zur Lösung nach σ_0 führe man als Hilfwerte ein

$$\frac{3 \mathfrak{M}}{b d^2} = \alpha; \quad \frac{\sigma_e f_e}{b d} = \beta,$$

alsdann ist

$$\text{XV. } \sigma_0 = \alpha + \beta - \sqrt{\alpha^2 - 3 \beta \left[\frac{\sigma_e}{n} + \beta \right]},$$

$$\text{XVI. } \mathfrak{M} = \frac{d \left\{ (2 f_e \sigma_e - b d \sigma_0)^2 + b d \sigma_e f_e \left(2 \sigma_0 + \frac{3 \sigma_e}{n} \right) \right\}}{6 (b d \sigma_0 - \sigma_e f_e)}$$

Damit Gleichung (XVI) einen positiven Wert ergibt, muß stets

$$b d \sigma_0 > \sigma_e f_e$$

sein und nach Gleichung (XV)

$$\frac{3 \mathfrak{M}^2}{b d^3} > \sigma_e f_e \left[\frac{\sigma_e}{n} + \frac{\sigma_e f_e}{b d} \right].$$

Die Lösung der Gleichung nach d ergibt eine Gleichung dritten Grades. Setzt man als Hilfwerte

$$\frac{\sigma_e f_e}{b \sigma_0} = \alpha; \quad \frac{6 \mathfrak{M}}{b \sigma_0} = \beta$$

ein, so wird

$$\text{XVII. } d^3 + d^2 \left[\alpha \left(\frac{3 \sigma_e}{n \sigma_0} - 2 \right) \right] - d [\beta - 4 \alpha^2] + \alpha \beta = 0$$

Für die Lösung nach b führe man als Hilfwerte

$$\frac{\sigma_e f_e}{d \sigma_0} = \alpha \quad \text{und} \quad \frac{3 \mathfrak{M}}{\sigma_0 d^2} = \beta$$

ein, alsdann ist

$$\text{XVIII. } b = \left[\alpha \left(\frac{3 \sigma_e}{2 n \sigma_0} - 1 \right) - \beta \right] - \sqrt{\left[\alpha \left(\frac{3 \sigma_e}{2 n \sigma_0} - 1 \right) - \beta \right]^2 - [4 \alpha^2 + \alpha \beta]}.$$

Für die sechs Größen

\mathfrak{M} , σ_e , $(h-a)$, d , b und f_e ergeben die Gleichungen (I) und (9)

$$\sigma_0 = \frac{\sigma_e \left[f_e \left(\frac{h-a}{b d} + \frac{d}{2 n} \right) \right]}{\left(h-a - \frac{d}{2} \right)} = \frac{\mathfrak{M} - \sigma_e f_e \left(h-a - \frac{2}{3} d \right)}{\frac{b d^2}{6}}$$

$$\sigma_e \frac{b d^3}{12 n} + \sigma_e f_e (h-a)^2 - \sigma_e f_e d (h-a) + \sigma_e f_e \frac{d^2}{3} - \mathfrak{M} \left(h-a - \frac{d}{2} \right) = 0.$$

Woraus folgt:

$$\text{XIX. } \sigma_e = \frac{\mathfrak{M} \left(h-a - \frac{d}{2} \right)}{b d^3 + f_e \left[\left(h-a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} \right]},$$

$$\text{XX. } f_e = \frac{\sigma_e \left(h-a - \frac{d}{2} \right) - \frac{b d^3}{12 n}}{\left(h-a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12}},$$

$$\text{XXI. } \mathfrak{M} = \frac{\sigma_e \left\{ \frac{b d^3}{12 n} + f_e \left[\left(h-a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} \right] \right\}}{h-a - \frac{d}{2}},$$

$$\text{XXII. } (h-a) = \frac{\mathfrak{M}}{2 \sigma_e f_e} + \frac{d}{2} + \sqrt{\left(\frac{\mathfrak{M}}{2 \sigma_e f_e} \right)^2 - \frac{d^2}{12} \left[1 + \frac{b d}{n f_e} \right]},$$

$$\text{XXIII. } d^3 + d^2 \frac{4 n f_e}{b} - d \frac{12 n}{b} \left[f_e (h-a) - \frac{1}{2} \frac{\mathfrak{M}}{\sigma_e} \right] + \left[f_e (h-a) - \frac{\mathfrak{M}}{\sigma_e} \right] \frac{12 n}{b} (h-a) = 0,$$

$$\text{XXIV. } b = \left\{ \frac{\mathfrak{M}}{\sigma_e} \left(h-a - \frac{d}{2} \right) - f_e \left[\left(h-a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} \right] \right\} \frac{12 n}{d^3}.$$

Diese Gleichung ist für die Ermittlung von b nicht brauchbar, da f_e auf zwei Dezimalstellen genau eingesetzt werden muß.

Aus Gleichung (II) und (11)

$$\sigma_e = \frac{\sigma_0 \left(h-a - \frac{d}{2} \right)}{f_e \frac{b d}{b d} + \frac{d}{2 n}} = \frac{\mathfrak{M} - \sigma_0 \frac{b d^2}{6}}{f_e \left(h-a - \frac{2}{3} d \right)}$$

ergibt sich die Abhängigkeit für

$$b, d, (h-a), f_e, \sigma_0, \mathfrak{M}.$$

Es ist alsdann

$$\sigma_0 f_e b d (h-a)^2 - \sigma_0 f_e b d^2 (h-a) + \sigma_0 f_e \frac{b d^3}{3} - \mathfrak{M} f_e (h-a) - \mathfrak{M} \frac{b d^2}{2 n} + \sigma_0 \frac{b d^2 b d^2}{6 \cdot 2 n} = 0$$

oder

$$\text{XXV. } \sigma_0 = \frac{\mathfrak{M} \left[\frac{(h-a)}{b d} + \frac{d}{2 n f_e} \right]}{\left(h-a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} + \frac{b d^2}{6 \cdot 2 n f_e}},$$

$$\text{XXVI. } f_e = \frac{\left[\frac{\mathfrak{M}}{\sigma_0} - \frac{b d^2}{6} \right] \frac{d}{2 n}}{\left(h-a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} - \frac{\mathfrak{M} (h-a)}{\sigma_0 b d}}.$$

Der Wert für d wird vierten Grades. Führt man

$$\frac{4 n f_e}{b} = \alpha \text{ und } \frac{\mathfrak{M}}{\sigma_0 b} = \beta$$

als Hilfwerte ein, so wird

$$\text{XXVII. } d^4 + d^3 \alpha - d^2 [\alpha \cdot 3 (h-a) + 6 \beta] + d \alpha 3 (h-a)^2 = \alpha \beta \cdot 3 (h-a).$$

Für die Ermittlung von b führe man als Hilfsgrößen

$$\frac{2 n f_e}{d^2} = \alpha; \quad \frac{3 \mathfrak{M}}{\sigma_0 d^2} = \beta \text{ und } \left[\left(h-a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} \right] = \gamma$$

ein, so ist

$$\text{XXVIII. } b = \frac{3 \alpha}{d} \gamma - \beta - \sqrt{\left[\frac{3 \alpha}{d} \gamma - \beta \right]^2 + 2 \alpha \beta (h-a)},$$

$$\text{XXIX. } \mathfrak{M} = \frac{\sigma_0 \left\{ \left(h-a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} + \frac{b d^3}{12 n f_e} \right\}}{\frac{(h-a)}{b d} + \frac{d}{2 n f_e}},$$

$$\text{XXX. } h-a = \frac{1}{2} \left[d + \frac{\mathfrak{M}}{\sigma_0 d b} \right] + \sqrt{\frac{1}{4} \left[d + \frac{\mathfrak{M}}{\sigma_0 d b} \right]^2 + \frac{\mathfrak{M} d}{2 n f_e \sigma_0} - \frac{d^2}{3} \left[1 + \frac{d}{4 n f_e} \right]}.$$

Aus Gleichung (5) und (14)

$$b = \frac{\sigma_e f_e (h-a)}{d \left[\sigma_0 \left(h-a - \frac{d}{2} \right) - \frac{\sigma_e d}{2 n} \right]} = \frac{\mathfrak{M} - f_e \sigma_e \left(h-a - \frac{2}{3} d \right)}{\sigma_0 \frac{d^2}{6}}$$

ergibt sich die Abhängigkeit zwischen

$$\sigma_e, \sigma_0, \mathfrak{M}, f_e, d, (h-a).$$

Führt man die Hilfsgrößen

$$\frac{h-a - \frac{2}{3} d}{2 n} = \alpha;$$

$$\frac{\sigma_0 \left(h-a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{\mathfrak{M}}{2 n f_e} = \beta;$$

$$\frac{\mathfrak{M} \sigma_0 \left(h-a - \frac{d}{2} \right)}{f_e d} = \gamma$$

ein, so wird

$$\text{XXXI. } \sigma_e = \frac{\beta - \sqrt{\left(\frac{\beta}{2} \right)^2 - \alpha \gamma}}{\alpha},$$

$$\text{XXXII. } \sigma_0 = \frac{d \left[\mathfrak{M} - f_e \sigma_e \left(h-a - \frac{2}{3} d \right) \right]}{2 n \left(h-a - \frac{d}{2} \right) \left[\frac{\mathfrak{M}}{\sigma_e} - f_e \left(h-a - \frac{d}{2} \right) \right]}$$

$$\text{XXXIII. } \mathfrak{M} = \frac{\sigma_e f_e \left[\sigma_0 \left(h-a - \frac{d}{2} \right)^2 \right] - \frac{\sigma_e d}{2 n} \left(h-a - \frac{2}{3} d \right)}{\sigma_0 \left(h-a - \frac{d}{2} \right) - \frac{\sigma_e d}{2 n}}$$

Für die Lösung nach (h-a) setze man

$$\frac{\sigma_e}{n \sigma_0} = \alpha \text{ und } \frac{\mathfrak{M}}{d f_e \sigma_e} = \beta,$$

alsdann ist

$$\text{XXXIV. } h-a = \frac{d}{2} \left[1 + \frac{1}{2} \alpha + \beta + \sqrt{\left(1 + \frac{1}{2} \alpha + \beta \right)^2 - 2 \left(\beta + \frac{2}{3} \right) (1 + \alpha)} \right].$$

Für die Lösung nach d setze man

$$\frac{1}{3} \left(1 + \frac{\sigma_e}{n \sigma_0} \right) + \alpha;$$

$$\frac{1}{4} \left\{ (h-a) + \left[(h-a) - \frac{\mathfrak{M}}{\sigma_e f_e} \right] \left[1 + \frac{\sigma_e}{n \sigma_0} \right] \right\} = \beta;$$

$$(h-a) \left\{ (h-a) - \frac{\mathfrak{M}}{\sigma_e f_e} \right\} = \gamma,$$

woraus folgt:

$$\text{XXXV. } d = \frac{\beta - \sqrt{\beta^2 - \alpha \gamma}}{\alpha},$$

$$\text{XXXVI. } f_e = \frac{\mathfrak{M} \left[\frac{\sigma_0}{\sigma_e} \left(h-a - \frac{d}{2} \right) - \frac{d}{2 n} \right]}{\sigma_0 \left[\left(h-a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} \right] - \sigma_e \frac{d}{2 n} \left(h-a - \frac{2}{3} d \right)}$$

Aus Gleichung (VI) und (15) folgt

$$d^2 \frac{b}{2 n} [\sigma_e + n \sigma_0] - d b \sigma_0 (h-a) + \sigma_e f_e (h-a) = d^2 \frac{\sigma_0 b}{6} - \frac{2}{3} d f_e \sigma_e + f_e \sigma_e (h-a) - \mathfrak{M}.$$

Daraus ergeben sich die Abhängigkeitsgleichungen für die Größen

$$(h-a), b, f_e, \sigma_0, \sigma_e \text{ und } \mathfrak{M}.$$

Für die Lösung nach \mathfrak{M} führe man folgende Hilfsgrößen ein

$$x = \frac{n (h-a) \sigma_0}{\sigma_e + n \sigma_0} \text{ und } c = \frac{2 \sigma_e f_e}{\sigma_0 b};$$

alsdann wird

XXXVII.

$$\mathfrak{M} = \frac{\sigma_0 b x}{3} \left\{ \frac{3 c (h-a-x)}{2 x} + x - (x-c) \sqrt{\frac{x-c}{x}} \right\}.$$

Damit die Gleichung reelle Wurzeln hat, muß stets $x > c$ sein, also

$$\frac{n (h-a) \sigma_0}{\sigma_e + n \sigma_0} > \frac{2 \sigma_e f_e}{\sigma_0 b},$$

für $x = c$ wird

$$\mathfrak{M} = \frac{\sigma_0 b x}{2} \left(h-a - \frac{x}{3} \right).$$

Es ist dies die Gleichung für \mathfrak{M} bei der vollen Platte.

Für die Lösung nach f_e setze man

$$\frac{n \sigma_0 (h-a)}{\sigma_e + n \sigma_0} = x; \quad \frac{2 \sigma_e}{\sigma_0 b} = \alpha; \quad \frac{6 \mathfrak{M}}{\sigma_0 b} = \beta,$$

alsdann wird

$$\text{XXXVIII. } f_e^3 \alpha^3 x + f_e^2 \alpha^2 \left\{ \frac{3}{2} (h-a-x) \right\}^2 - 3 x^2 \left\{ -f_e \alpha \left\{ \frac{3}{2} \beta (h-a-x) - 3 x^2 (h-a) \right\} + \beta \left[\frac{\beta}{4} - x^2 \right] \right\} = 0.$$

Für die Lösung nach b setze man

$$3 \left[(h-a) - \frac{\mathfrak{M}}{\sigma_e f_e} \right] = \eta; \quad \frac{\sigma_e + n \sigma_0}{n(h-a)} = \nu; \quad \frac{\sigma_0}{\nu} = x,$$

alsdann wird

$$\frac{\beta}{2} = \frac{f_e \sigma_e \eta}{\sigma_0^3} \left\{ 3 \left(\frac{\sigma_0}{2} + \frac{\nu}{2} \right)^2 - \nu^2 \right\}$$

und
$$\gamma = \frac{2 f_e \sigma_e}{\eta \sigma_0^2},$$

$$x = \frac{2 f_e \sigma_e}{2 f_e \sigma_e}$$

woraus

$$\text{XXXIX. } b = \frac{\beta}{2} + \sqrt{\left(\frac{\beta}{2}\right)^2 - \gamma}.$$

Für die Lösung nach σ_0 setze man als Hilfsgrößen

$$\frac{f_e \sigma_e}{b(h-a)} = \alpha; \quad \left[(h-a) - \frac{\mathfrak{M}}{f_e \sigma_e} \right] = \beta; \quad \frac{\sigma_e}{n} = \nu,$$

dann wird

$$\gamma = \frac{(h-a)}{\beta}; \quad \eta = \frac{n f_e}{b \beta}; \quad \gamma' = \frac{3}{\gamma}.$$

und hieraus

$$\text{XL. } \sigma_0^3 - \sigma_0^2 \left\{ \frac{\alpha}{2} [\gamma + 6 - \gamma'] \right\}$$

$$- \sigma_0 \left\{ \nu \alpha \left[3 - \gamma' - \frac{4}{3} \eta \right] \right\} + \nu^2 \alpha \left[\frac{\gamma'}{2} + \frac{4}{3} \eta \right] = 0$$

Die Gleichung für die Lösung nach σ_e wird vierten Grades, und zwar ist

$$\begin{aligned} \text{XLI. } & -\sigma_e^4 \left\{ \frac{(2 f_e)^3}{b n \sigma_0^2 (h-a)} + \frac{(3 f_e)^3}{n \sigma_0} \right\} \\ & + \sigma_e^3 \left\{ \frac{18 \mathfrak{M} f_e}{n^2 \sigma_0^2 (h-a)} - \frac{(2 f_e)^3}{b \sigma_0 (h-a)} \right\} \\ & + \sigma_e^2 \left\{ 12 f_e^2 + \frac{18 \mathfrak{M} f_e}{n \sigma_0 (h-a)} - \left(\frac{3 \mathfrak{M}}{n \sigma_0 (h-a)} \right)^2 \right\} \\ & - \sigma_e \left\{ 6 f_e (h-a) \sigma_0 b + \frac{18}{n \sigma_0} \left[\frac{\mathfrak{M}}{(h-a)} \right]^2 \right\} \\ & + 6 \mathfrak{M} \sigma_0 b - \left[\frac{3 \mathfrak{M}}{(h-a)} \right]^2 = 0. \end{aligned}$$

Zür Lösung nach $(h-a)$ führe man als Hilfsgrößen ein

$$\frac{n \sigma_0}{\sigma_e + n \sigma_0} = r; \quad \frac{f_e \sigma_e}{\sigma_0 b} = z; \quad \frac{3 \mathfrak{M}}{\sigma_0 b r} = t,$$

alsdann wird

$$\begin{aligned} \text{XLII. } & (h-a)^3 - (h-a)^2 \left\{ \frac{\mathfrak{M}}{f_e \sigma_e} - \frac{z}{r^2} \left[6 - \frac{1}{2} (r+3)^2 \right] \right\} \\ & - (h-a) \left\{ t \left(\frac{1-r}{r} \right) - \frac{4}{3} \frac{z^2}{r} \right\} + \frac{t^2}{6z} = 0. \end{aligned}$$

Für $\sigma_e = 1200$, $\sigma_b = 40 \text{ kg/qcm}$, $b = 100$, also $\mathfrak{M}' = \frac{\mathfrak{M}}{b}$ und f_e pro m wird

$$\begin{aligned} & (h-a)^3 - (h-a)^2 \left\{ \frac{\mathfrak{M}'}{1200 f_e} - 11,9 f_e \right\} \\ & - (h-a) \left\{ 0,0045 \mathfrak{M}' - (0,6 f_e)^2 \right\} + \frac{2,81}{f_e} \left(\frac{\mathfrak{M}'}{1000} \right)^2 = 0. \end{aligned}$$

In der folgenden Tabelle sind die vorstehend entwickelten Gleichungen nach der gesuchten Größe übersichtlich zusammengestellt.

Gesucht	Gleichung Nr.	Gegeben						
		$h-a$	b	d	f_e	σ_0	σ_e	\mathfrak{M}
M	VIII	—	—	—	—	—	—	—
	XVI	—	—	—	—	—	—	—
	XXI	—	—	—	—	—	—	—
	XXIX	—	—	—	—	—	—	—
	XXXIII	—	—	—	—	—	—	—
	XXXVII	—	—	—	—	—	—	—
σ_e	II	—	—	—	—	—	—	—
	IX	—	—	—	—	—	—	—
	XIV	—	—	—	—	—	—	—
	XIX	—	—	—	—	—	—	—
	XXXI	—	—	—	—	—	—	—
	IXL	—	—	—	—	—	—	—
σ_0	I	—	—	—	—	—	—	—
	X	—	—	—	—	—	—	—
	XV	—	—	—	—	—	—	—
	XXV	—	—	—	—	—	—	—
	XXXII	—	—	—	—	—	—	—
	XL	—	—	—	—	—	—	—
f_e	III	—	—	—	—	—	—	—
	XIII	—	—	—	—	—	—	—
	XX	—	—	—	—	—	—	—
	XXVI	—	—	—	—	—	—	—
	XXXVI	—	—	—	—	—	—	—
	XXXVIII	—	—	—	—	—	—	—
d	VI	—	—	—	—	—	—	—
	XII	—	—	—	—	—	—	—
	XVII	—	—	—	—	—	—	—
	XXIII	—	—	—	—	—	—	—
	XXVII	—	—	—	—	—	—	—
	XXXV	—	—	—	—	—	—	—
b	V	—	—	—	—	—	—	—
	XI	—	—	—	—	—	—	—
	XVIII	—	—	—	—	—	—	—
	XXIV	—	—	—	—	—	—	—
	XXVIII	—	—	—	—	—	—	—
	XXXIX	—	—	—	—	—	—	—
h-a	IV	—	—	—	—	—	—	—
	VII	—	—	—	—	—	—	—
	XXII	—	—	—	—	—	—	—
	XXX	—	—	—	—	—	—	—
	XXXIV	—	—	—	—	—	—	—
	XLII	—	—	—	—	—	—	—

Im nachfolgenden sind die Formeln nach den jeweils gegebenen 5 Größen noch einmal zusammengestellt.

4. Gegeben: $(h-a)$, b , d , σ_0 , σ_e .

Gesucht: \mathfrak{M} und f_e .

VIII.
$$\mathfrak{M} = \left\{ \sigma_0 \left[\left(h - a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} \right] - \sigma_e \frac{d}{2n} \left(h - a - \frac{2}{3} d \right) \right\} \frac{b d}{h - a},$$

III.
$$f_e = \frac{\sigma_0 b d \left(h - a - \frac{d}{2} \right) - \frac{\sigma_e b d^2}{2n}}{\sigma_e (h - a)}.$$

2. Gegeben: b, d, f_e, σ₀, σ_e.

Gesucht: \mathfrak{M} und (h - a).

XVI.
$$M = \frac{d \left\{ (2 f_e \sigma_e - b d \sigma_0)^2 + b d \sigma_e f_e \left(2 \sigma_0 + \frac{3 \sigma_e}{n} \right) \right\}}{6 (b d \sigma_0 - \sigma_e f_e)}$$

IV.
$$h - a = \frac{\frac{b d^2}{2n} (\sigma_e + n \sigma_0)}{\sigma_0 b d - \sigma_e f_e}.$$

3. Gegeben: (h - a), b, d, f_e, σ_e,

Gesucht: M, σ₀.

XXI.
$$M = \frac{\sigma_e \left\{ \frac{b d^3}{12n} + f_e \left[\left(h - a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} \right] \right\}}{h - a - \frac{d}{2}},$$

I.
$$\sigma_0 = \frac{\sigma_e \left(f_e \frac{(h-a)}{b d} + \frac{d}{2n} \right)}{h - a - \frac{d}{2}}.$$

4. Gegeben: (h - a), b, d, f_e, σ₀.

Gesucht: \mathfrak{M} , σ_e.

XXIX.
$$\mathfrak{M} = \frac{\sigma_0 \left\{ \left(h - a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} + \frac{b d^3}{12n f_e} \right\}}{\frac{(h-a)}{b d} + \frac{d}{2n f_e}},$$

II.
$$\sigma_e = \frac{\sigma_0 \left(h - a - \frac{d}{2} \right)}{f_e \frac{(h-a)}{b d} + \frac{d}{2n}}.$$

5. Gegeben: (h - a), d, f_e, σ_e, σ₀.

Gesucht: \mathfrak{M} , b.

XXXIII.
$$\mathfrak{M} = \frac{\sigma_e f_e \left[\sigma_0 \left(h - a - \frac{d}{2} \right)^2 - \frac{\sigma_e d}{2n} \left(h - a - \frac{2}{3} d \right) \right]}{\sigma_0 \left(h - a - \frac{d}{2} \right) - \frac{\sigma_e d}{2n}},$$

V.
$$b = \frac{\sigma_e f_e (h - a)}{d \left[\sigma_0 \left(h - a - \frac{d}{2} \right) - \frac{\sigma_e d}{2n} \right]}.$$

6. Gegeben: (h - a), b, f_e, σ₀, σ_e.

Gesucht: \mathfrak{M} und d.

Als Hilfsgrößen eingeführt

$$x = \frac{n(h-a)\sigma_0}{\sigma_e + n\sigma_0} \quad \text{und} \quad c = \frac{2\sigma_e f_e}{\sigma_0 b}.$$

XXXVII.
$$\mathfrak{M} = \frac{\sigma_0 b x}{3} \left\{ 3c \frac{(h-a-x)}{2x} + x - (x-c) \sqrt{\frac{x-c}{x}} \right\},$$

VI.
$$d = x - \sqrt{x(x-c)}.$$

7. Gegeben: (h - a), b, d, σ₀, \mathfrak{M} .

Gesucht: f_e, σ_e.

IX.
$$\sigma_e = \frac{\sigma_0 \left[\left(h - a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} \right] - \mathfrak{M} \frac{(h-a)}{b d}}{\left(h - a - \frac{2}{3} d \right) \frac{d}{2n}},$$

XXVI.
$$f_e = \frac{\left[\frac{\mathfrak{M}}{\sigma_0} - \frac{b d^2}{6} \right] \frac{d}{2n}}{\left(h - a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} - \frac{\mathfrak{M} (h-a)}{\sigma_0 b d}}.$$

8. Gegeben: b, d, f_e, σ₀, \mathfrak{M} .

Gesucht: (h - a), σ_e.

Als Hilfsgrößen eingeführt

$$\alpha = \frac{(3\mathfrak{M} - \sigma_0 b d^2) n}{(4 f_e n + 3 d b) d};$$

$$\beta = \frac{(6\mathfrak{M} - \sigma_0 b d^2) n b \sigma_0}{(4 f_e n + 3 d b) f_e}.$$

XIV.
$$\sigma_e = \alpha - \sqrt{\alpha^2 + \beta},$$

XXX.
$$(h - a) = \frac{1}{2} \left[d + \frac{\mathfrak{M}}{\sigma_0 d b} \right]$$

$$+ \sqrt{\frac{1}{4} \left[d + \frac{\mathfrak{M}}{\sigma_0 d b} \right]^2 + \frac{\mathfrak{M} \cdot d}{2n f_e \sigma_0} - \frac{d^2}{3} \left[1 + \frac{d}{4n f_e} \right]}.$$

9. Gegeben: (h - a), b, d, f_e, \mathfrak{M} .

Gesucht: σ₀, σ_e.

XIX.
$$\sigma_e = \frac{\mathfrak{M} \left(h - a - \frac{d}{2} \right)}{\frac{b d^3}{12n} + f_e \left[\left(h - a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} \right]},$$

XXV.
$$\sigma_0 = \frac{\mathfrak{M} \left[\frac{(h-a)}{b d} + \frac{d}{2n f_e} \right]}{\left(h - a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} + \frac{b d^2}{6} \cdot \frac{d}{2n f_e}}.$$

10. Gegeben: (h - a), d, f_e, σ₀, M.

Gesucht: b, σ_e.

Als Hilfsgrößen eingeführt

$$h - a - \frac{2}{3} d;$$

$$\alpha = \frac{h - a - \frac{2}{3} d}{2n};$$

$$\beta = \frac{\sigma_0 \left(h - a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{\mathfrak{M}}{2n f_e}}{f_e d};$$

$$\gamma = \frac{\mathfrak{M} \sigma_0}{f_e d} \left(h - a - \frac{d}{2} \right).$$

$$\text{XXXI. } \sigma_e = \frac{\frac{\beta}{2} - \sqrt{\left(\frac{\beta}{2}\right)^2 - \alpha \gamma}}{\alpha},$$

$$\alpha = \frac{2n f_e}{d^2}; \quad \beta = \frac{3M}{\sigma_0 d^2};$$

$$\gamma = \left[(h-a - \frac{d}{2})^2 + \frac{d^2}{12} \right].$$

$$\text{XXVIII. } b = \frac{3\alpha}{d} \gamma - \beta - \sqrt{\left[\frac{3\alpha}{d} \gamma - \beta \right]^2 + 2\alpha \beta (h-a)}.$$

11. Gegeben: (h-a), -b, f_e, \sigma_0, M.

Gesucht: d, \sigma_e.

XLI enthält \sigma_e^4,

XXVII enthält d^4.

12. Gegeben: (h-a), b, d, \sigma_e, M.

Gesucht: f_e, \sigma_0.

$$\text{X. } \sigma_0 = \frac{M \frac{(h-a)}{bd} + \sigma_e \frac{d}{2n} \left(h-a - \frac{2}{3} d \right)}{\left(h-a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12}},$$

$$\text{XX. } f_e = \frac{\frac{M}{\sigma_e} \left(h-a - \frac{d}{2} \right) + \frac{bd^3}{12n}}{\left(h-a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12}}.$$

13. Gegeben: b, d, f_e, \sigma_e, M.

Gesucht: (h-a), \sigma_0.

Als Hilfsgrößen eingeführt

$$\alpha = \frac{3M}{bd^2}; \quad \beta = \frac{\sigma_e f_e}{bd}.$$

$$\text{XV. } \sigma_0 = \alpha + \beta - \sqrt{\alpha^2 - 3\beta \left[\frac{\sigma_e}{n} + \beta \right]}.$$

$$\text{XXII. } h-a = \frac{M}{2\sigma_e f_e} + \frac{d}{2} + \sqrt{\left(\frac{M}{2\sigma_e f_e} \right)^2 - \frac{d^2}{12} \left[1 + \frac{bd}{nf_e} \right]}.$$

14. Gegeben: (h-a), d, f_e, \sigma_e, M.

Gesucht: \sigma_0, b.

$$\text{XXXII. } \sigma_0 = \frac{d \left[M - f_e \sigma_e \left(h-a - \frac{2}{3} d \right) \right]}{2n \left(h-a - \frac{d}{2} \right) \left[\frac{M}{\sigma_e} - f_e \left(h-a - \frac{d}{2} \right) \right]}.$$

$$\text{XXIV. } b = \left\{ \frac{M}{\sigma_e} \left(h-a - \frac{d}{2} \right) - f_e \left[\left(h-a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} \right] \right\} \frac{12n}{d^3}.$$

15. Gegeben: (h-a), b, f_e, \sigma_e, M.

Gesucht: \sigma_0, d.

Als Hilfsgrößen eingeführt

$$\alpha = \frac{f_e \sigma_e}{b(h-a)}; \quad \beta = \left[(h-a) - \frac{M}{f_e \sigma_e} \right]; \quad \gamma = \frac{\sigma_e}{n};$$

$$\gamma = \frac{(h-a)}{\beta}; \quad \eta = \frac{n f_e}{b \beta}; \quad \gamma' = \frac{3}{\gamma}.$$

$$\text{XL. } \sigma_0^3 - \sigma_0^2 \left\{ \frac{d}{2} \left[\gamma + 6 - \gamma' \right] \right\} - \sigma_0 \left\{ \sigma_e \alpha \left[3 - \gamma' - \frac{4}{3} \eta \right] \right\} + d^2 \alpha \left[\frac{\gamma'}{2} + \frac{4}{3} \eta \right] = 0,$$

$$\text{XXIII. } d^3 + d^2 \frac{4n f_e}{b} - d \frac{12n}{b} \left[f_e (h-a) - \frac{1}{2} \frac{M}{\sigma_e} \right] + \left[f_e (h-a) - \frac{M}{\sigma_e} \right] \frac{12n(h-a)}{b} = 0.$$

16. Gegeben: b, d, \sigma_0, \sigma_e, M.

Gesucht: f_e, (h-a).

Als Hilfsgrößen eingeführt

$$\beta = d \left[\sigma_0 + \frac{\sigma_e}{2n} \right] + \frac{M}{bd}; \quad \gamma = \frac{d^2}{3} \left(\sigma_0 + \frac{\sigma_e}{n} \right).$$

$$\text{VII. } h-a = \frac{\frac{\beta}{2} + \sqrt{\left(\frac{\beta}{2}\right)^2 - \sigma_0 \gamma}}{\sigma_0}.$$

Als Hilfsgrößen

$$\alpha = \frac{d \sigma_e}{4n}; \quad \beta = \frac{\sigma_0 d}{6}; \quad \gamma = \frac{M}{2bd}.$$

$$\text{XIII. } f_e = \left\{ -[\alpha - \beta + 2\gamma] \frac{3b}{2\sigma_e} + \sqrt{(\alpha - \beta)^2 + (\gamma + \beta)^2 - 13\beta^2 + \frac{\alpha\gamma}{2}} \right\}$$

17. Gegeben: (h-a), d, \sigma_0, \sigma_e, M.

Gesucht: f_e, b.

XXXVI.

$$\text{XI. } f_e = \frac{M \left[\frac{\sigma_0}{\sigma_e} \left(h-a - \frac{d}{2} \right) - \frac{d}{2n} \right]}{\sigma_0 \left[\left(h-a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} \right] - \sigma_e \frac{d}{2n} \left(h-a - \frac{2}{3} d \right)},$$

$$\text{XI. } b = \frac{M \frac{(h-a)}{d}}{\sigma_0 \left[\left(h-a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} \right] - \sigma_e \frac{d}{2n} \left(h-a - \frac{2}{3} d \right)}$$

18. Gegeben: (h-a), b, \sigma_0, \sigma_e, M.

Gesucht: d, f_e.

$$\text{XII. } d^3 \left[\sigma_0 + \frac{\sigma_e}{n} \right] \frac{1}{3(h-a)} - d^2 \left[\sigma_0 + \frac{\sigma_e}{2n} \right] + d \sigma_0 (h-a) - \frac{M}{b} = 0.$$

Als Hilfsgrößen

$$x = \frac{n \sigma_0 (h-a)}{\sigma_e + n \sigma_0}; \quad \alpha = \frac{2 \sigma_e}{\sigma_0 b}; \quad \beta = \frac{6 M}{\sigma_0 b}.$$

$$\text{XXXVIII. } f_e^3 \alpha^3 x + f_e^2 \alpha^2 \left\{ \left[\frac{3}{2} (h-a-x) \right]^2 - 3x^2 \right\} - f_e \alpha \left\{ \frac{3}{2} \beta (h-a-x) - 3x^2 (h-a) \right\} + \beta \left[\frac{\beta}{4} - x^2 \right] = 0.$$

19. Gegeben: $b, f_e, \sigma_0, \sigma_e, \mathfrak{M}$.

Gesucht: $(h-a), d$.

Als Hilfsgrößen eingeführt

$$r = \frac{n \sigma_0}{\sigma_e + n \sigma_0}; \quad z = \frac{f_e \sigma_e}{\sigma_0 b}; \quad t = \frac{3 \mathfrak{M}}{\sigma_0 b r}.$$

$$\text{XLII. } (h-a)^3 - (h-a)^2 \left\{ \frac{\mathfrak{M}}{f_e \sigma_e} - \frac{z}{r^2} \left[6 - \frac{1}{2}(r+3)^2 \right] \right\}$$

$$- (h-a) \left\{ t \left(\frac{1-r}{r} \right) - \frac{4}{3} \frac{z^2}{r} \right\} + \frac{t^2}{6z} = 0,$$

$$\alpha = \frac{\sigma_e f_e}{\sigma_0 b}; \quad \beta = \frac{6 \mathfrak{M}}{b \sigma_0}.$$

$$\text{XVII. } d^3 + d^2 \left[\alpha \left(\frac{3 \sigma_e}{n \sigma_0} - 2 \right) \right] - d [\beta - 4 \alpha^2] + \alpha \beta = 0.$$

20. Gegeben: $(h-a), f_e, \sigma_0, \sigma_e, \mathfrak{M}$.

Gesucht: b, d .

Als Hilfsgrößen eingesetzt

$$\alpha = 1/3 \left(1 + \frac{\sigma_e}{n \sigma_0} \right);$$

$$\beta = 1/4 \left\{ (h-a) + \left[(h-a) - \frac{\mathfrak{M}}{\sigma_e f_e} \right] \left[1 + \frac{\sigma_e}{n \sigma_0} \right] \right\};$$

$$\gamma = (h-a) \left\{ (h-a) - \frac{\mathfrak{M}}{\sigma_e f_e} \right\}.$$

$$\text{XXXV. } d = \frac{\beta - \sqrt{\beta^2 - \alpha \gamma}}{\alpha}.$$

$$\eta = 3 \left[(h-a) - \frac{\mathfrak{M}}{\sigma_e f_e} \right]; \quad \delta = \frac{\sigma_e + n \sigma_0}{n (h-a)}; \quad x = \frac{\sigma_0}{\delta};$$

$$\frac{\beta}{2} = \frac{f_e \sigma_e \eta}{\sigma_0^3} \left\{ 3 \left(\frac{\sigma_0}{2 \eta} + \frac{\delta}{2} \right)^2 - \delta^2 \right\}; \quad \gamma = \frac{2 f_e \sigma_e}{x \cdot 2 f_e \sigma_e}.$$

$$\text{XXXIX. } b = \frac{\beta}{2} + \sqrt{\left(\frac{\beta}{2} \right)^2 - \gamma}.$$

1. Gegeben: $d, f_e, \sigma_0, \sigma_e, \mathfrak{M}$.

Gesucht: $(h-a), b$.

Als Hilfsgrößen

$$\alpha = \frac{\sigma_e}{n \sigma_0}; \quad \beta = \frac{\mathfrak{M}}{d f_e \sigma_e}.$$

$$\text{XXXIV. } (h-a) = \frac{d}{2} \left[1 + \frac{\alpha}{2} + \beta \right. \\ \left. + \sqrt{\left(1 + \frac{\alpha}{2} + \beta \right)^2 - 2 \left(\beta + \frac{2}{3} \right) (1 + \alpha)} \right].$$

Als Hilfsgrößen

$$\alpha = \frac{\sigma_e f_e}{d \sigma_0}; \quad \beta = \frac{3 \mathfrak{M}}{\sigma_0 d^2}.$$

$$\text{XVIII. } b = \left[\alpha \left(\frac{3 \sigma_e}{2 n \sigma_0} - 1 \right) - \beta \right] \\ - \sqrt{\left[\alpha \frac{3 \sigma_e}{2 n \sigma_0} - \beta \right]^2 - [4 \alpha^2 + \alpha \beta]}.$$

Gegeben sei von einem Unterzug:

$M = 3\,400\,000$ cmkg; $b = 200$ cm; $d = 8$ cm
und sollen dafür die noch fehlenden Dimensionen
errechnet werden.

Die Höhe $(h-a)$ muß, damit die Randspannung
von 40 kg/qcm des Betons nicht überschritten wird,
nach Gleichung (VII) berechnet werden. Bei der
Annahme $\sigma_e = 1200$ wird:

$$\beta = 8 \left[40 + \frac{1200}{30} \right] + \frac{3\,400\,000}{200 \cdot 8} = 2765; \quad \frac{\beta}{2} = 1382,5;$$

$$\left(\frac{\beta}{2} \right)^2 = 1\,911\,306; \quad \gamma = \frac{8^3}{3} \left[40 + \frac{1200}{15} \right] = 2560;$$

$$(h-a) = \frac{1382,5 + \sqrt{1\,911\,306 - 40 \cdot 2560}}{40} = 68,2 \text{ cm.}$$

Dieser Wert ist ein Minimum.

Die Eiseneinlage dafür kann man nach
Gleichung (XX) finden. Es ist

$$f_e = \frac{3\,400\,000}{1200} (68,2 - 4) - \frac{200 \cdot 8^3}{12 \cdot 15} = 44,0 \text{ cm.}$$

Da die Höhe größer gemacht werden kann
und zwar $(h-a) = 75$ cm, wird für $\sigma_e = 1200$ kg/qcm

$$f_e = \frac{3\,400\,000}{1200} (75,0) - \frac{200 \cdot 8^3}{12 \cdot 15} = 39,8 \text{ qcm}$$

und nach Gleichung (I)

$$\sigma_0 = \frac{1200 \left[39,8 \frac{7 \cdot 5}{200 \cdot 8} + \frac{8}{30} \right]}{71,0} = 36,2 \text{ kg/qcm};$$

$$x = \frac{15 \cdot 36,2 \cdot 75}{1200 + 15 \cdot 36,2} = 23,3 \text{ cm.}$$

Der Abstand der inneren Kräfte ergibt sich
nach Gleichung (7a)

$$h-a-x+y$$

$$= h-a - \frac{d \left[h-a - \frac{2}{3} d \right] - \frac{b d^2}{6 n f_e}}{2 \left(h-a - \frac{d}{2} \right)} = 67,23 \text{ cm.}$$

Für den zuletzt errechneten Querschnitt sei
noch zur Kontrolle x nach den Ministr. Vor-
schriften berechnet.

$$x = \frac{200 \cdot 8^2}{2} + 15 \cdot 39,8 \cdot 75 \\ = 23,3 \text{ cm.}$$

b) Doppelt bewehrter Querschnitt.

1. Platte.

Der Querschnitt ist bestimmt durch folgende
fünf Größen.

$$h-a, a', b, f_e, f_e';$$

worin a' den Abstand der gedrückten Eiseneinlage von der gedrückten äußersten Betonkante bedeutet, und f_e' den Querschnitt der gedrückten Eiseneinlage in qcm auf die Breite b .

Wird dieser Querschnitt durch ein Moment \mathfrak{M} beansprucht, so entstehen die Spannungen

$$\sigma_e, \sigma_e', \sigma_b \text{ und } \sigma_b'.$$

Zur Berechnung genügt aber lediglich die Ermittlung, bzw. Annahme der Spannungen σ_e und σ_b , da alsdann σ_b' und σ_e' ebenfalls bestimmt sind.

Von den acht Größen $(h-a)$, a' , b , f_e , f_e' , \mathfrak{M} , σ_e und σ_b können wiederum 6 angenommen werden, alsdann sind die zwei übrigbleibenden bestimmt.

Vor allem ist bei dem doppelt bewehrten Querschnitt die Klarstellung des geringsten Eisenbedarfes von Belang, da die Summe $f_e + f_e'$ zwar bei der größten Betonspannung immer, bei der größten Eisenspannung aber selten erreicht wird. Für die Lösung der Aufgabe sind meistens gegeben $(h-a)$, a' , b , \mathfrak{M} und σ_b , gesucht ist σ_e , für welches $f_e + f_e'$ ein Minimum wird. Es sind also gegeben fünf Größen und drei Größen werden gesucht. Die Aufgabe ist mithin nicht direkt lösbar, sondern nur auf dem Wege des Probierens.

Man zerlege \mathfrak{M} in \mathfrak{M}_1 und \mathfrak{M}_2 . \mathfrak{M}_1 ist das Moment, welches der einfach bewehrte Querschnitt aufnehmen kann, \mathfrak{M}_2 wird von der doppelten Bewehrung übernommen. Nach früherem ist alsdann

$$\mathfrak{M}_1 = \frac{b(h-a)^2}{6} \frac{n\sigma_b^2}{(\sigma_e + n\sigma_b)} \frac{(3\sigma_e + 2n\sigma_b)}{(\sigma_e + n\sigma_b)},$$

nach dem Abstände von der neutralen Zone wird

$$\sigma_e' = \frac{n(x-a')}{x} \sigma_b \text{ und } \sigma_e' = \frac{x-a'}{h-a-x} \sigma_e,$$

woraus folgt:

$$\sigma_e' = \frac{n\sigma_b(h-a-a') - \sigma_e a'}{(h-a)}.$$

Ferner wird nach früherem für \mathfrak{M}_1 die zugehörige Eiseneinlage

$$f_{e1} = \frac{n\sigma_b^2}{(\sigma_e + n\sigma_b)} \frac{b(h-a)}{2\sigma_e}.$$

Für \mathfrak{M}_2 werden die Eiseneinlagen

$$f_{e2}' = \frac{\mathfrak{M}_2}{(h-a-a')\sigma_e'}; \quad f_{e2} = \frac{\mathfrak{M}_2}{(h-a-a')\sigma_e},$$

woraus folgt

$$\sum f_e = f_{e1} + f_{e2}' + f_{e2} \\ = \frac{n\sigma_b^2}{(\sigma_e + n\sigma_b)} \frac{b(h-a)}{2\sigma_e} + \frac{\mathfrak{M}_2}{(h-a-a')} \left[\frac{1}{\sigma_e'} + \frac{1}{\sigma_e} \right].$$

Da

$$\frac{1}{(h-a-a')} \left\{ \frac{1}{\sigma_e'} + \frac{1}{\sigma_e} \right\} = \frac{\sigma_e + n\sigma_b}{\sigma_e \{n\sigma_b(h-a-a') - \sigma_e a'\}}$$

und somit

$$\mathfrak{M}_2 = \mathfrak{M} - \mathfrak{M}_1 \\ = \left[\mathfrak{M} - \frac{b(h-a)^2}{6} \frac{n\sigma_b^2}{(\sigma_e + n\sigma_b)} \frac{3\sigma_e + 2n\sigma_b}{(\sigma_e + n\sigma_b)} \right] \\ = \frac{n\sigma_b^2}{\sigma_e + n\sigma_b} \left[\frac{\mathfrak{M}(\sigma_e + n\sigma_b)}{n\sigma_b^2} - \frac{b(h-a)^2(3\sigma_e + 2n\sigma_b)}{6(\sigma_e + n\sigma_b)} \right]$$

ergibt sich

$$\sum f_e = b(h-a) \frac{n\sigma_b^2}{2\sigma_e(\sigma_e + n\sigma_b)} \\ + \frac{1}{[n\sigma_b(h-a-a') - \sigma_e a']} \left[\frac{\mathfrak{M}(\sigma_e + n\sigma_b)}{\sigma_e} \right. \\ \left. - b(h-a)^2 \frac{n\sigma_b^2(\sigma_e + \frac{2}{3}n\sigma_b)}{2\sigma_e(\sigma_e + n\sigma_b)} \right].$$

Für die Werte

$$\frac{n\sigma_b^2}{2\sigma_e(\sigma_e + n\sigma_b)} = \alpha; \quad \frac{\sigma_e + n\sigma_b}{\sigma_e} = \beta$$

$$\frac{n\sigma_b^2 \left(\sigma_e + \frac{2}{3}n\sigma_b \right)}{2\sigma_e(\sigma_e + n\sigma_b)} = \gamma$$

lassen sich wieder Tabellen errechnen, die jedoch in der Hauptsache nur für $\sigma_b = 40$ bzw. 50 und veränderlichem σ_e von 1200 kg/qcm abwärts zu erstrecken sind.

Alsdann wird

$$\sum f_e = b(h-a) \alpha \\ + \frac{1}{n\sigma_b(h-a-a') - \sigma_e a'} [\mathfrak{M}\beta - b(h-a)^2 \gamma]$$

σ_b	σ_e	α	β	γ	$\frac{\gamma}{\beta}$
40	1200	0,00555	1,50	8,88	5,92
	1150	596	1,52	9,23	6,08
	1100	641	1,55	9,61	6,20
	1050	693	1,57	10,00	6,40
	1000	750	1,60	10,5	6,56
	950	815	1,63	11,0	6,75
	900	890	1,67	11,6	6,94
	850	975	1,71	12,2	7,13
	800	0,01070	1,75	12,8	7,33
	750	118	1,80	13,6	7,54
50	1200	0,00801	1,62	13,6	8,38
	1150	857	1,65	14,1	8,57
	1100	920	1,68	14,7	8,76
	1050	992	1,72	15,4	8,97
	1000	0,0107	1,75	16,1	9,18
	950	116	1,79	16,8	9,40
	900	126	1,83	17,7	9,64
	850	138	1,88	18,7	9,90
	800	151	1,94	19,8	10,15
	750	167	2,00	20,9	10,40

Doppelte Bewehrung ist nicht erforderlich, wenn der Klammerwert $\mathfrak{M} \beta = b(h-a)^2 \gamma$ oder $\frac{\mathfrak{M}}{b(h-a)^2} = \frac{\gamma}{\beta}$ wird.

Gegeben: $\mathfrak{M} = 170\,000$, $b = 20$, $h - a = 36$, $a' = 3$;

für $\sigma_b = 40$, $\sigma_e = 1200$ kg/qcm wird

$$\sum f_e = 20 \cdot 36 \cdot 0,00555 + \frac{1}{15 \cdot 40 \cdot 33 - 1200 \cdot 3} [170\,000 \cdot 1,5 - 20 \cdot 36^2 \cdot 8,88] = 4,0 + 0,000\,062\,5 [25\,000] = 5,56 \text{ qcm};$$

für

$$\sigma_b = 40, \sigma_e = 1100$$

wird

$$\sum f_e = 20 \cdot 36 \cdot 0,00641 + \frac{1}{15 \cdot 40 \cdot 33 - 1100 \cdot 3} [170\,000 \cdot 1,55 - 20 \cdot 36^2 \cdot 9,61] = 5,47 \text{ qcm.}$$

Keine Druckbewehrung ist erforderlich für

$$\frac{\gamma}{\beta} = \frac{170\,000}{20 \cdot 36^2} = 6,55 \text{ oder } \sigma_b/\sigma_e = 40/1000$$

und $f_e = 0,0075 \cdot 20 \cdot 36 = 5,40$ qcm.

Im vorliegenden Falle ergibt also der einfach bewehrte Querschnitt den geringsten Eisenverbrauch, obschon das Eisen nicht voll ausgenutzt wird. Für $\sigma_b/\sigma_e = 40/1200$ wird

$$h - a = 0,411 \sqrt{\frac{170\,000}{20}} = 38,0 \text{ cm.}$$

Für

$$\sigma_b/\sigma_e = 40/1000 \text{ wird } h - a = 0,30 \sqrt{\frac{170\,000}{20}} = 36,0 \text{ cm.}$$

Einem Mehrverbrauch von 0,16 qcm Eisen steht also eine Minderung der Deckenstärke um 2,0 cm gegenüber.

2. Plattenbalken.

Beim Plattenbalken mit $x \geq d$ wird

$$\mathfrak{M}_1 = \left\{ \sigma_0 \left[\left(h - a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} \right] - \sigma_e \frac{d}{2n} \left(h - a - \frac{2d}{3} \right) \right\} \frac{b d}{(h-a)}$$

$$f_{e1} = \left[\frac{\sigma_0}{\sigma_e} \left(h - a - \frac{d}{2} \right) - \frac{d}{2n} \right] \frac{b d}{(h-a)},$$

$$\sigma_e' = \frac{n \sigma_b (h - a - a') - \sigma_e a'}{(h-a)},$$

$$f_{e1}' = \frac{\mathfrak{M} - \mathfrak{M}_1}{\sigma_e' (h - a - a')},$$

$$f_{e2} = \frac{\mathfrak{M} - \mathfrak{M}_1}{\sigma_e (h - a - a')},$$

und mithin

$$\sum f_e = \frac{\left[\sigma_0 \left(h - a - \frac{d}{2} \right) - \frac{\sigma_e d}{2n} \right] b d}{\sigma_e (h-a)} + \frac{(\mathfrak{M} - \mathfrak{M}_1) (\sigma_e + n \sigma_b)}{(\sigma_e [n \sigma_b (h - a - a') - \sigma_e a'])}$$

Da

$$\mathfrak{M} - \mathfrak{M}_1 = \left\{ \frac{\mathfrak{M}}{b d} (h - a) - \sigma_0 \left[\left(h - a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} \right] + \sigma_e \frac{d}{2n} \left(h - a - \frac{2d}{3} \right) \right\} \frac{b d}{(h-a)},$$

wird

$$\sum f_e = \frac{b d}{\sigma_e (h-a)} \left[\sigma_b \left(h - a - \frac{d}{2} \right) - \frac{\sigma_e d}{2n} \right] + \frac{\frac{\mathfrak{M}}{b d} (h-a) - \sigma_b \left[\left(h - a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} \right] + \frac{\sigma_e d}{2n} \left(h - a - \frac{2d}{3} \right)}{n \sigma_b (h - a - a') - \sigma_e a'}$$

Keine doppelte Bewehrung ist erforderlich wenn

$$\frac{\mathfrak{M} (h-a)}{b d} + \frac{\sigma_e d}{2n} \left(h - a - \frac{2d}{3} \right) = \sigma_0 \left[\left(h - a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} \right]$$

oder

$$\sigma_0 = \frac{\frac{\mathfrak{M} (h-a)}{b d} + \frac{\sigma_e d}{2n} \left(h - a - \frac{2d}{3} \right)}{\left(h - a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12}}$$

bzw.

$$\sigma_e = \frac{\sigma_0 \left[\left(h - a - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{d^2}{12} \right] - \frac{\mathfrak{M} (h-a)}{b d}}{\frac{d}{2n} \left(h - a - \frac{2d}{3} \right)}$$

Die Lösung für $\sum f_e$ geschieht am einfachsten wieder durch Probieren mit verschiedenen Werten σ_e ; wobei jedoch zu beachten ist, daß je kleiner d im Verhältnis zu x wird, für das größte zulässige σ_e auch $\sum f_e$ ein Minimum wird.

Gegeben: $(h - a) = 129$ cm, $d = 18$, $b = 160$, $a' = 4,0$ cm, $\mathfrak{M} = 15\,000\,000$ cm/kg;

für $\sigma_b/\sigma_e = 40/1200$ wird

$$\mathfrak{M}_1 = \left\{ 40 \left[\left(129 - \frac{18}{2} \right)^2 + \frac{18^2}{12} \right] - \frac{1200 \cdot 18}{30} \left(129 - \frac{2 \cdot 18}{3} \right) \right\} \frac{160 \cdot 18}{129} = \{ 577\,080 - \sigma_e \cdot 70,2 \} \cdot 22,3 = 10\,990\,000 \text{ cm/kg,}$$

$$\sum f_e = \left[40 \cdot 120 - \frac{1200 \cdot 18}{2 \cdot 15} \right] \frac{160 \cdot 18}{1200 \cdot 129} + \frac{(15\,000\,000 - 10\,990\,000) (1200 + 15 \cdot 40)}{1200 [15 \cdot 40 (129 - 4) - 1200 \cdot 4,0]} = 76,0 + 75,0 = 151,0 \text{ qcm;}$$

für $\sigma_b/\sigma_e = 40/1100$ wird

$$\mathfrak{M}_1 = \{ 577\,080 - 1100 \cdot 70,2 \} \cdot 22,3 = 11\,147\,000 \text{ cm/kg,}$$

$$\sum f_e = [4800 - 1100 \cdot 0,6] \frac{22,3}{1100} + \frac{(15\,000\,000 - 11\,147\,000) (1100 + 600)}{1100 [600 \cdot 125 - 1100 \cdot 4,0]} = 84,0 + 84,0 = 168,0 \text{ qcm.}$$

UNFALLSTATISTIK DES DEUTSCHEN AUSSCHUSSES FÜR EISENBETON.

21. Bruch einer Eisenbetondecke.

Ein Dampfsägewerk von 33 m Länge und rd. 12,50 m Breite war in Eisenbeton erbaut; der Fußboden des ersten Stockwerkes lag 2,80 m über dem Erdboden; darüber, rd. 4 m höher, war ein Eisenbetondach hergestellt. Der erste Stock wurde durch zwei Unterzüge getragen, die auf je vier Stützen ruhten und den Raum in drei annähernd gleiche Felder teilten; die Felder waren mit Eisenbetondecken von 12 cm Stärke überdeckt. Der erste Stock sollte Trockengestelle für dünne Fournierholzplättchen aufnehmen mit einem Gewicht von 50 kg/m². Die Decke wurde daher mit der geringsten baupolizeilich zulässigen Nutzlast von 125 kg/m² berechnet; das ist außerordentlich wenig für einen Fabrikraum von 4 m Lichthöhe. Später ist eine kleine Gleisbahn eingebaut worden, die aber bei der statischen Berechnung nicht berücksichtigt ist. Die Decke wurde überlastet; sie sowohl wie der benachbarte Unterzug drohten an einer Stelle einzubrechen, was aber durch rechtzeitiges Abstützen verhindert werden konnte; infolgedessen ist niemand zu Schaden gekommen. Der Sachverständige fand einige benachbarte Deckenteile mit 675 und 1180 kg/m² belastet und stellte nach den ihm gemachten Angaben fest, daß die gebrochene Decke mit 1080 kg/m² belastet gewesen war; das ist rund das achtfache der bei der Rechnung angenommenen Nutzlast. Der Bruch scheint bei einer Eisenspannung von 3170 kg/cm² eingetreten zu sein. Die statische Berechnung ist mangelhaft und unklar; sie nimmt alle Deckenfelder als gleichzeitig belastet an, anstatt mit beweglicher Last zu rechnen, dadurch

ergeben sich die Deckenmomente um 28 v. H. zu gering. Die Spannweite ist zu 3,8 m angenommen, während sie an der Bruchstelle tatsächlich 4 m betrug. Die Schubkräfte sind nicht berechnet. Bauzeichnungen waren nicht vorhanden, deshalb ließ sich die beabsichtigte Lage der Eisen nicht feststellen. Wo die Eisen durch Anschläge bloßgelegt wurden, lagen sie fehlerhaft; beispielsweise in den Decken. Diese waren als durchgehend berechnet, doch waren über den Stützen keine oberen Einlagen vorhanden. Die unteren Zugeisen reichten z. T. nur ungenügend weit über das Auflager, z. T. hörten sie vor dem Auflager auf. An ihren Enden waren wohl Haken vorhanden, aber sie lagen flach. Ganz wahllos gelegt waren auch die Eisen, die sich in einem der Balken über der Stütze fanden. Das aus dem Zuggurt kommende Eisen reichte nur bis in die Schräge hinein, die abgebogenen Eisen genügten keineswegs. Außerdem waren die Eisen nur 26 mm stark, während sie nach der statischen Berechnung 30 mm stark sein sollten. Aus diesem Unfall erhellt so recht, wie wenig die besten Eisenbetonvorschriften nützen, wenn sie nicht befolgt werden; weiter sei aber auf einen Vorschlag hingewiesen, den der Sachverständige am Schlusse seines Gutachtens macht. Danach möge in allen Lagerräumen durch Zeichen an den Wänden deutlich angegeben werden, bis zu welcher Höhe der Raum mit der Nutzlast belegt werden darf. Hierdurch würde einer Überlastung gewiß in vielen Fällen vorgebeugt werden.

L.-M.

LITERATURSCHAU.

Bearbeitet von Regierungsbaumeister Dr.-Ing. W. Kunze, Dresden.

I. Der Baustoff.

Seine Herstellung, Bearbeitung und Eigenschaften. Baustoffuntersuchungen.

Kalkhydrat-Zementhydrat. In Nr. 119 der Tonindustrie-Zeitung 1918 setzt sich kgl. Bauinspektor a. D. J. Mühlen mit den Einwendungen, die seine D.R.-Patente 293825 und 300397/301118 in einigen in der Tonindustrie-Zeitung veröffentlichten Zuschriften erfahren haben, auseinander.

Über vergleichende Versuche mit bewehrtem Bims- und Kiesbeton. Von Priv.-Dozent Dr.-Ing. H. Nitzsche. Besprechung der in Heft 4—7 des Jahrganges 1917—18 von „Gewapend Beton“ veröffentlichten Versuche von F. Poot. Tonind. Ztg. 1918 Nr. 104 und 105.

Schwindung von Zementmörteln an der Luft. Heft 42 des D. A. f. E. Besprechung der in Großlichterfelde durchgeführten Versuche nach dem Berichte von Geheimrat Gary. Hauptergebnisse: Je fetter die Mischung, desto größer die Schwindung. Viel „Schwachbrand“ im Zement befördert, längere Lagerung des Zementes vor der Verwendung vermindert die Schwindung. Saugt der Sand stark Wasser an, so schwindet später der Mörtelkörper stark. Die gleiche Wirkung haben Sande, die viel feinen Staub enthalten. D. Bau-Zeitung 1918, Mitt. f. Zement und Beton Nr. 20.

Kalkbeton. In Tonind.-Ztg. 1918 Nr. 126 wird empfohlen, weniger beanspruchte Mauerwerkskörper aus einem Beton herzustellen, dessen Binde-

mittel der früher in erster Reihe verwendete wasserfeste Kalk bildet.

„Pudlo“ zum Wasserdichtmachen von Beton. P. W. Scharroo veröffentlicht einige Untersuchungen über den Erfolg, der mit „Pudlo“-Beimengung zu Beton erzielt worden ist. Pudlo ist der Markt-Name eines Zusatzes. Während Mörtelkörper (1 Zement und 3 Sand) ohne Pudlo-Zusatz unter Wasser in 24 Stunden 7 % ihres ursprünglichen Gewichtes an Wasser aufnehmen, haben Körper gleicher Mischung bei 4 % (des Zementgewichtes) Pudlobeimengung nur 1,4 % Gewichtszunahme aufgewiesen. Gewapend Beton 1918 Augustheft.

Deutscher Ausschuß für Eisenbeton. Heft 41. Brandproben an Eisenbetonbauten. III. Bericht, erstattet von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr.-Ing. Gary. Ergänzung von Heft 33 der gleichen Veröffentlichungen. Die Versuche haben hauptsächlich der Nachprüfung der auffälligen Erscheinung gegolten, daß aus einem mit Meißner Granitsteinschlag angemachten Beton explosionsartig Stücken ausgesprengt worden sind, wenn man ihn stark erhitzte. Insbesondere sind die Wasseraufnahmefähigkeit, die Undurchlässigkeit der Betonoberfläche und die Wärmeleitfähigkeit untersucht. Die Erhitzungsversuche haben gezeigt, daß die Erscheinungen nicht auf die mineralogische Beschaffenheit des roten Meißner Granits zurückzuführen sind; sie haben trotz Anwendung aller dazu geeignet erachteten Maßnahmen nicht zur Wiederholung des seinerzeit beobachteten Verhaltens geführt. Genauere Angaben über den Inhalt der Veröffentlichung in D. B.-Ztg. 1918 Mitt. f. Zement und Beton Nr. 21; wovon vorstehende Zeilen einen Auszug bilden.

Falsche Schlüsse betr. die Verwertbarkeit hydraulischer Bindemittel im Kalibergbau. Ein Einsender der Tonind.-Ztg. bringt in Nr. 108 (1918) zum Ausdruck, daß man die mit einem Zement gemachten Erfahrungen nicht auf andere Zemente der gleichen Art übertragen dürfe.

Durchleuchtung von Eisenbeton. In einem längeren Artikel: Die Grundlagen der Röntgenphysik in ihrer Anwendung auf die Metalldurchstrahlung von Dr. G. Respondek, Berlin-Halensee, werden auch durchleuchtete Eisenbetonkörper vorgeführt. Für Fachgenossen, die sich mit diesen Fragen befassen, dürfte dieser in Stahl und Eisen 1918 Nr. 38 erschienene Beitrag stellenweise wichtig sein.

II. Theorie.

Statik, Festigkeitslehre, Bemessungsverfahren.

Beitrag zur Ermittlung des größten Biegemomentes für den Balken auf zwei Stützen bei unmittelbarer Belastung. Von Eisenbahn-Ing. R. Neumann, Halle a. S.

Diese Frage hat Verfasser 1916 in Nr. 100 des Zentralblatts der Bauverwaltung bereits behandelt. Dipl.-Ing. O. Henkel hat ihm in Nr. 40 des Zentralblatts 1917 ein ganz unvergleichlich einfacheres analytisches Verfahren entgegengehalten. Der Neuabdruck der Neumannschen Arbeit hat u. E. nur wissenschaftliches Interesse, während für die Praxis die von Henkel a. a. O. gegebenen Formeln allein anzuwenden vorteilhaft ist. Vergl. Literaturschau 1917 Heft 1 S. 21 und Heft 8 S. 195.

Zahlentafeln zur Bestimmung der Nulllinie und der größten Eckenpressung im Rechtecksquerschnitte bei Lastangriff außerhalb des Kerns und Ausschluß von Zugspannungen. Von Dr.-Ing. K. Pohl, Berlin-Steglitz. Das Verfahren dürfte vor allem auf Gründungssohlen Anwendung finden. Für Eisenbeton ist es naturgemäß nicht verwendbar. Der Eisenbau 1918 Nr. 10.

Berechnung eines Hauptträgers der Brücke Klengen. Ing. Straßner, Frankfurt a. M. rechnet nach einem in dem Werke „Neuere Methoden zur Statik der Rahmentragwerke usw.“ gegebenen Verfahren eine von der Firma Wayß und Freytag ausgeführte Brücke (4 stieliger Rahmen) nach. Ohne Benutzung des genannten Buches hängt das Beispiel in der Luft. D. Bau-Zeitung 1918 Mitt. f. Zement und Beton Nr. 17 und 18.

Die Clapeyronsche Gleitung als Grundlage der Rahmenberechnung. Von Dipl.-Ing. Georg Ehlers, Charlottenburg. Allgemein durchgeführte Beispiele, in denen die Anwendung der Clapeyronschen Gleichungen auf die verschiedensten System- und Belastungsarten vorgeführt wird. D. Bau-Ztg. 1918 Mitt. f. Zement u. Beton. Nr. 19, 20, 21.

Zurückführung der Berechnung von Eisenbetonplattenbalken auf die für einfache Bewehrung geltenden Grundformeln. Von Regierungsbmstr. Schack, Berlin. 2½ Seite. Ztschr. f. Arch.- u. Ing.-Wesen 1918 Nr. 3.

Spannungsermittlung bei Eisenbetonbalken mit ungleichmäßigem Querschnitte mit Hilfe des Zentrifugalmoments und der Nulllinie. Von G. Hartschen, Bauingenieur in Oberdollendorf a. Rh. Verfasser geht einer Frage nach, deren Behandlung zunächst als überflüssig erscheinen könnte. Er betrachtet den T-förmigen Plattenbalken, wie er als Randträger häufig vorkommt. Nur bei symmetrischen Plattenbalken fällt bekanntlich eine Hauptachse in die senkrechte Ebene. Bei unsymmetrischen Querschnitten fällt eine senkrechte Last nicht in eine Hauptachse und es gelten andere Gleichungen als die bekannte $\sigma = \frac{M}{x}$. Verfasser stellt diese

Gleichungen auf, und berechnet die Randspannung (besser Kantenspannung) σ_b in der äußersten Ecke des Winkels oben links. Diese Spannung ergibt sich dabei zu 51 kg/qcm, während sie sich bei der üblichen Berechnung nach der Formel $\sigma = \frac{M}{J} \times$ zu 24 kg/qcm berechnet. Die Rechnung wird nachgeprüft durch Zerlegung des angreifenden Moments in zwei in den Hauptachsen wirkende Momente. Zur Bestimmung der Hauptachsen wird zur Nachprüfung der Mohr-Landsche Trägheitskreis verwendet. Die vom Verfasser aufgestellten Formeln sind nicht allzu unhandlich. Man wird aber im allgemeinen wohl von ihrer Verwendung absehen, da man den T-förmigen Randträger nicht als Balken für sich auffassen darf, sondern als seitlich festgehaltenen Teil der ganzen Decke. Meist ist diese Decke, in ihrer Gesamtheit betrachtet, eine symmetrische Rippenplatte. Beton und Eisen 1918 Heft 17/18.

III. Versuche mit Eisenbeton.

Einfluß von Erschütterungen auf Beton. Ausführliche Besprechung der in Heft 40 des D. A. f. E. veröffentlichten Versuche über diese Frage. Körper, die noch während des Abbindens stark und regelmäßig erschüttert wurden, wiesen — besonders bei nassen Mischungen erhebliche Festigkeitszunahmen auf. Erschütterungen über die Abbindezeit hinaus erwiesen sich als schädlich. Stöße auf abgebundene Probekörper führten zu Rissebildungen. D. Bau-Ztg. 1918 Mitt. f. Zement und Beton 1918 Nr. 18.

IV. Vorschriften und Leitsätze.

V. Anwendungen und Ausführungen.

1. Allgemeines über Beton- und Eisenbetonbauweise. Fertigerzeugnisse. Neue Anwendungen. Bauunfälle.

Stauben von Zementfußböden. Als Mittel dagegen wird nach D. Bau-Ztg. 1918 Mitt. f. Zem. u. Beton Nr. 18 angegeben die Feuchthaltung bis zur völligen Erhärtung des Estrichs. Ferner soll, wie der österr. Bau-Ztg. 1918 Nr. 6 entnommen wird, das Aufbringen einer Kali-Wasserglaslösung staubbindend wirken. Näheres am oben angegebenen Orte.

Kriegergrabmäler aus Beton. Ing. Carl Ritter, Klotzsche, weist mit wenigen Zeilen, denen 2 Abb. beigelegt sind, auf die Vorteilhaftigkeit der Verwendung von Beton zu einfachen Kriegerdenksteinen hin und gibt einige Winke für deren Anfertigung in der Tonindustrie-Zeitung 1918 Nr. 110.

Zementplatten für Fußwege. Über die Zerstörung von Zement-Fußbodenplatten durch Frost. Tonindustrie-Ztg. 1918 Nr. 123.

Holzbetonbauweisen. Von Ing. R. Kafka, Wien, in Beton und Eisen 1918 Heft 17/18. Die Überschrift erweckt den Eindruck, als handle es sich um einen Verbundkörper, ähnlich dem Eisenbeton. Verfasser bezeichnet damit jedoch eine Ummantelung an sich tragfähiger Holzkonstruktionen mit Beton. Die Verwendung von Beton erfolgt nur der Feuersicherheit wegen. Es sollen bei Wohnhäusern die Gefache ganz mit Beton ausgestampft werden. Wenn auch ein Schlackenbeton dazu verwendet werden soll, dürfte die Wärmeleitfähigkeit doch gerade für Wohnhäuser noch zu groß sein. Der Gedanke dürfte in jeder Richtung verfehlt sein und allgemein Widerspruch hervorrufen. Die Ausfachung mit Ziegeln oder mit Lehm, die Verwendung rheinischer Schwemm- oder Hohlsteine dürften gerade für den Wohnhausbau weit bessere Bauweisen darstellen als der Betonbau, zumal wenn er noch in Verbindung mit Holzfachwerk auftritt.

Betonbau im Kriege. Lt. d. R. Schäfer bespricht in der Tonind.-Ztg. 1918 Nr. 121 das Anwendungsgebiet der Beton- und Eisenbetonbauweise im Felde. Am meisten kommen diese Bauweisen für zweite und dritte Stellungen in Frage. Weiterhin wird auf Fehler in der Bauweise hingewiesen und mancherlei Beachtenswertes über richtige Grundsätze für den feldmäßigen Betonbau auf grund eigener Erfahrungen ausgesprochen.

Eisenbeton im Kleinwohnungsbau. Arch. Carl Kratzin zweifelt in der D. Bau-Ztg. 1918 Mitteil. f. Zement u. Beton Nr. 19 die ebenda in Nr. 15 über die Kilp-Bauweise gemachten Kostangaben an.

Unfallstatistik des D. A. f. E. Fall 21 Bruch einer Eisenbetondecke. Der Unfallbericht ist auch in Beton und Eisen 1918 Nr. 16 und in der D. Bau-Ztg. 1918 Mitt. f. Zem. u. Beton Nr. 19 abgedruckt.

2. Im Hochbau.

Diagonal-Zwischenboden für Silobauten. Abb. und Besprechung des D.R.P. 304478 von Dr.-Ing. Paul Müller, Dortmund, in D. Bau-Zeitung 1918 Mitt. f. Zement u. Beton Nr. 18 sowie in der Zeitschr. f. Architektur- u. Ingenieurwesen 1918 Nr. 3.

3. Brückenbau.

5. Grundbau (Pfahlgründungen).

6. Straßen-, Eisenbahn-, Tunnel- und Städtischer Tiefbau.

Ausführung der Eisenbetonkonstruktionen für zwei Kläranlagen. Von Dipl.-Ing. Ernst Müller, Bonn. Für ein Feuerwerkslaboratorium und eine Geschloßfabrik hat die Bonne

Eisenbeton- und Beton-Industrie G. m. b. H. in Bonn die Eisenbetonarbeiten ausgeführt. In Beton und Eisen 1918 Nr. 17/18 wird die bauliche Ausgestaltung der Faulräume, des Kremerschen Klärapparates und der Nachklärbrunnen in Wort und Bild vorgeführt. Teilweise sind Wände in Form von Platten, die als unten eingespannt, oben als beweglich gestützt betrachtet worden sind, verwendet worden, teilweise sind Eisenbeton-Senkbrunnen ausgeführt worden, deren Sohle mit einer umgekehrten Kuppel ausgespannt worden ist. Während der Bericht über statische Fragen nur beiläufig Bemerkungen bringt, verbreitet er sich ausführlicher über die Wahl der Bauweisen und über bauliche Maßnahmen und Einzelheiten.

7. Schiffbau.

Eisenbeton-Schiffbau in Norwegen. Kurze Mitteilungen der „Stahl“-Beton-Schiffbau-Gesellschaft Fougner“ in D. Bau-Ztg. 1918 Mitt. für Zement und Beton Nr. 18.

Amerikanischer Stahl- [heißt Eisen-] Betonschiffbau. Die „Yacht“ vom 20. September 1918 entnimmt Beton und Eisen eine Anzahl Angaben über das größte Eisenbetonschiff „The

Faith“ [Länge 102 m, Breite 13 m, Höhe 9 m] B. u. E. 1918 Heft 17/18.

VI. Sonstiges.

Wirtschaftliches, Personen- und Vereinsnachrichten.

Die Entwicklung des Rechtes der Großindustrie im Jahre 1917. Von Justizrat Dr. R. Schmidt-Ernsthausen, Rechtsanwalt beim Oberlandesgericht Düsseldorf. Stahl und Eisen 1918 Nr. 42/43.

Kgl. Sächs. Techn. Versuchsanstalt zu Dresden. Dr.-Ing. Gehler, Prof. a. d. Techn. Hochschule Dresden und z. Zt. Leiter der Bautenprüfstelle des Kriegsammtes ist zum Leiter der bautechnischen Abteilung der neuorganisierten Versuchsanstalt ernannt worden. Diese zerfällt in eine bautechnische, eine maschinentechnische und eine chemisch-technische Abteilung, die unter einem gemeinsamen geschäftsführenden Direktor stehen. Diesen stellen die 3 Abteilungen abwechselnd. Gegenwärtig ist Prof. Gehler geschäftsführender Direktor. D. Bau-Ztg. 1918 Mitt. f. Zement und Beton Nr. 19. Beton u. Eisen 1918 Nr. 16.

VERSCHIEDENE MITTEILUNGEN.

In den Ausstellungshallen am Zoo zu Berlin veranstaltet vom 24. Januar bis 24. Februar 1919 der Verband deutsche Arbeit eine Ausstellung „Deutsche Arbeit im Kriege“.

Die leitenden Gesichtspunkte für die Ausstellung sind:

Festhalten des im Kriege Gelernten. — Bevorzugung heimischer, besonders in der Kriegswirtschaft bewährter Rohstoffe. — Vorzugsweiser Verbrauch deutscher Waren, soweit sie ausländischen Erzeugnissen nicht nachstehen. — Stärkung des innern Marktes durch Förderung der heimischen Leistungsfähigkeit als Vorbedingung der zu steigenden Ausfuhr deutscher Ware.

Nach den bereits vorliegenden Anmeldungen aus Industrie und Handel wird diese Ausstellung zum ersten Male ein zusammenhängendes Bild der im Kriege geleisteten Arbeit als Grundlage künftigen Schaffens geben.

Einleitung von Abwässern in Flußläufe.

Die von der früheren Rechtsprechung anerkannte Befugnis zur Einleitung von Abwässern in die natürlichen Wasserläufe innerhalb der Grenzen des Gemeinüblichen gehört mit dieser Einschränkung zu denjenigen Rechten, die das Wassergesetz gemäß § 379 Abs. 2 unter den daselbst vorgesehenen Voraussetzungen aufrechterhalten wissen will. Hierzu führt das Preußische Landwasseramt in seiner Entscheidung vom 21. November 1916 nach der „Jur. Wochenschr.“, Jahrg. 1918 aus:

Das Reichsgericht hat in seiner ständigen Rechtsprechung an dem Grundsatz festgehalten, daß öffentliche und private Flüsse innerhalb ihres Zuflußgebietes die von der Natur gegebenen Vorfluter seien nicht nur für das aus dem Boden auf dessen Oberfläche abfließende Wasser, sondern vermöge der Bedingungen, unter denen mensch-

liche Ansiedlung und Bodenbenutzung naturgemäß vor sich gehen muß, auch für dasjenige Wasser, das aus wirtschaftlichen Gründen künstlich fortgeschafft werden muß, wie nicht minder für mancherlei Stoffe, die dem wirtschaftlich benutzten Wasser sich beimengen und vor dessen Einleitung nicht wieder ausgeschieden werden können, vorausgesetzt, daß die Zuleitungen sich auf das Maß des Regelmäßigen und Gemeinüblichen beschränken (Reichsgericht in Zivilsachen 16 S. 178). Daß man bei der Fassung des § 379 des Wassergesetzes gerade auch diese Befugnis im Auge hatte, beweist seine Vorgeschichte, insbesondere Komm. B. Drucks. Nr. 611 A.S. 459 ff. Ein solches Recht ist daher ins Wasserbuch einzutragen, wenn die Einleitung nicht das Maß des Gemeinüblichen übersteigt und rechtmäßige Anlagen zu ihrer Ausübung vor dem 1. Januar 1913 errichtet sind. sk.

Verstoß gegen das Verbot betreffend Mitteilung von Fabrikgeheimnissen.

(Entscheidung des Reichsger. vom 4. Januar 1918.)

(Nachdruck verboten.) In einer Festungsstadt hatte der Kommandant eine Bekanntmachung erlassen, wonach im Interesse der öffentlichen Sicherheit allen Personen, die in staatlichen oder privaten Betrieben beschäftigt sind, in denen Lieferungen für das Heer angefertigt werden, verboten wird, über Herstellungsweise, Art, Umfang, Zweck oder Bestimmungsort dieser Lieferungen irgendwelche Mitteilungen zu machen. Der Angeklagte, der in einer Werft beschäftigt war, hatte nun an einen in englischer Gefangenschaft befindlichen Verwandten einen Brief geschrieben und zur Post gegeben, in dem die Anzahl der zurzeit in der Werft tätigen Arbeiter und Näheres über den Bau von Kriegsschiffen auf der Werft mitgeteilt wurde. Die Post hatte diesen Brief natürlich nicht herausgehen lassen, sondern ihn bei der Prüfung angehalten.

In den Mitteilungen des Angeklagten an seinen Verwandten hatte die Anklagebehörde einen Verstoß gegen die obenerwähnte Bekanntmachung erblickt.

Der Angeklagte wandte ein, er habe doch gar keine „Mitteilung“ gemacht, sondern höchstens machen wollen. Erst dann wäre das, was er geschrieben, eine Mitteilung geworden, wenn der Brief die Adresse erreicht hätte.

Indessen hat, in Übereinstimmung mit der Vorinstanz, das Reichsgericht eine Zuwiderhandlung des Angeklagten gegen die fragliche Vorschrift in seiner Handlung erblickt. Aus dem Zwecke der Bekanntmachung des Festungskommandanten ist zu entnehmen, so heißt es in den Gründen, daß den in Betrieben der hier fraglichen Art beschäftigten Personen verboten ist, in Mitteilungen, welche an Unbefugte gerichtet sind, über Art, Umfang, Zweck und Bestimmungsort der Lieferungen etwas verlauten zu lassen. Es ist ihnen eine Schweigepflicht auferlegt. Dieser Pflicht handelte der Angeklagte zuwider, indem er den Brief schrieb und zur Post gab. Wenn auch der Brief nicht in die Hände des Adressaten gelangte, so ist doch mit der Absendung des Briefes das Verbot des Kommandanten übertreten worden. Damit aber ist die verbotene Handlung begangen. (Reichsgericht IV. 6 14/17.)

BÜCHERBESPRECHUNGEN.

Die Rechtskunde des Ingenieurs. Ein Handbuch für Technik, Industrie und Handel. Von Dr.-jur. Richard Blum, Ingenieur. Zweite verb. Auflage. Verlag Julius Springer, Berlin 1918. Preis geb. 16.— M.

Wenige Monate nach der ersten Auflage, die im September 1916 erschien, war diese vergriffen, sodaß noch im Kriege eine zweite notwendig wurde. Neu erschienen sind die Abschnitte: das Berggesetz und die Gewerkschaft, letztere namentlich im Hinblick auf Rheinland und Westfalen. Bei den Kriegsgesetzen ist das Gesetz betr. Ergänzung des Einkommensteuergesetzes eingefügt, ebenso das Gesetz über Besteuerung des Personen- und Güterverkehrs, das Kohlensteuergesetz und das Gesetz über den vaterländischen Hilfsdienst zum Abdruck gebracht. Bei den Kriegseinwirkungen auf Lieferungsverträge. Kriegs-Klausel u.s.w. ist die neuere Rechtsprechung überall berücksichtigt worden.

Das Werk gliedert sich in: I, Allgemeine Rechtskunde (Völkerrecht, Staatsrecht, Bürgerliches Gesetzbuch, Zivilprozeß, Konkursrecht, Strafrecht, Handelsrecht, Versicherungsrecht, Wechselrecht u.s.w.), II. Besondere Rechtskunde (Rechtsverhältnisse des Ingenieurs, Fabrikgründung, Betrieb und Vertrieb). In einem Anhang werden die Kriegsgesetze behandelt. Ein ausführliches Inhaltsverzeichnis ermöglicht es, sich im einzelnen in dem gewaltigen Umfang des bearbeiteten Stoffes leicht zurecht zu finden.

Ein Werk wie das vorliegende war schon seit langem eine Notwendigkeit und seine bisherige Aufnahme ist nur eine Bestätigung dafür, wie es in den Kreisen der Industrie und Technik an einem solchen zusammenfassenden und dabei übersichtlichen und vollständigen Werke bisher gefehlt hat. Das Werk wird seinem glänzenden inneren Werte entsprechend in all die Kreise, für die es bestimmt ist, dringen, hier Nutzen stiften und sich dauernd neue Freunde erwerben. M. F.

Beton und Eisen in Mauerwerk und Mörtel von M. Gary. Verlag Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin 1917. Mit 3 Abb. und 3 Tafeln. Preis geh. 1.— M.

Das Heftchen, das zweite in einer Reihe geplanter Veröffentlichungen (Heft B), bezweckt einem Beschlusse des deutschen Ausschusses für Eisenbeton gemäß, die von ihm veröffentlichten Ergebnisse größerer Forschungsarbeiten durch auszugsweise Bearbeitung weitesten Kreisen zugänglich zu machen. Das hier vorliegende Heftchen behandelt in diesem Sinne die Haftfestigkeit des Eisens im Mauerwerk und das Rosten des Eisens im Mörtel. Es fußt dabei auf den bereits 1904 angeführten Versuchsreihen über Haften und Rosten von Eisen im Mauerwerk und Beton und über die Schutzmittel zur Verhinderung der Schädigungen, sowie auf Heft 20 und 31 der Veröffentlichungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton über den Einfluß der Elektrizität auf Eisenbeton bzw. zur Ermittlung des Rostschutzes der Eiseneinlagen im Beton.

Der wertvolle, über alle diese Fragen bestens Auskunft gebende Auszug wird vielen Fachgenossen, namentlich denen in der Praxis hochwillkommen sein und sie werden dem Deutschen Ausschusse und dem Verfasser für das Erscheinen der inhaltreichen Schrift uneingeschränkten Dank zollen. M. F.

Eigenschaften von Stampfbeton von M. Gary und H. Rudeloff. Verlag Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin 1917. Preis 2,00 M. Mit 8 Abb. und 8 Tafeln.

Auch dieses Heft stellt einen Auszug aus den Veröffentlichungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton dar und erscheint als „Heft C“. Es baut sich auf Heft 17 auf und bespricht die Versuche zur Bestimmung der Druckfestigkeit und der elastischen Eigenschaften von Beton. Überall werden auf Grund der Versuchsergebnisse die Schlußfolgerungen unmittelbar gezogen und angefügt, wodurch für den Fachmann eine außerordentlich wertvolle Zusammenfassung der großen seinerzeitigen Versuche durch das vorliegende Heftchen bewirkt wird. Sein Studium sei deshalb allseitigst angelegentlich empfohlen. M. F.

Deutsche Normen für Einheitliche Lieferung und Prüfung von Hochofenzement. Mit Runderlaß vom 22. November 1917. Verlag Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin 1917. Preis 0,40 M.

Die neuen Normen stimmen abgesehen von den Abschnitten I, II, III und V wörtlich mit den Normen für Portlandzement usw. überein. Aus den abweichenden Bestimmungen sei herausgehoben, daß Hochofenzement mindestens 15 v. H. Gew. T. Portland-Zement enthalten muß, daß die Hochofenschlacke nicht mehr als 5 v. H. MnO besitzen darf, und auch die Art der zu verwendenden basischen Hochofenschlacke vorgeschrieben ist. Ferner ist für den Hochofen-Zement die besondere Forderung aufgestellt, daß er trocken und zugfrei gelagert und möglichst frisch verwendet werden muß. Diese Bestimmung hat ihren Grund in Versuchserfahrungen, die es durchaus erwünscht erscheinen lassen, den Hochofen-Zement nicht lange lagern zu lassen. Endlich ist die für Hochofenzement vorgeschriebene Feinheit der Mahlung größer als bei Portland-Zement und Eisen-Portland-Zement.

In dem Runderlaß, der die Normen einführt, ist vorgeschrieben, daß nach 5 Jahren erneut zu erörtern ist, wie sich der Hochofenzement bewährt hat. Bei der Beobachtung ist namentlich auf das Verhalten der Lagerbeständigkeit und auf die Rostsicherheit des Eisens zu achten. M. F.

Den Verfassern größerer Originalbeiträge stehen je nach deren Umfang bis zu 5 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.

Für die Schriftleitung verantwortlich: M. Foerster, Dresden-Blasewitz. — Verlag von Julius Springer in Berlin W.