DER BAUINGENIEUR

7. Jahrgang 12. Februar 1926 Heft 7

VEREINFACHTE STRENGE LÖSUNG DER BIEGUNGSAUFGABE EINER RECHTECKIGEN EISENBETONPLATTE BEI GERADLINIGER FREIER STÜTZUNG ALLER RÄNDER.

Von Professor Dr. M. T. Huber, Lwów (Lemberg).

Übersicht. Auf Grund der vom Verfasser im Jahre 1914 aufgestellten und im Jahre 1923 vervollkommneten Differentialgleichung der Biegungsfläche einer orthotropen Platte wird die strenge Lösung durch einfach unendliche Reihen angegeben, und zwar in folgenden Fällen:

A. Eine gleichförmige Belastung eines Längsstreifens der Platte.

B. Eine Einzellast in beliebigem Plattenpunkte.

Eine Zahlentafel erleichtert die praktische Anwendung im Falle vollständig gleichförmiger Belastung. Zum Schluß werden einige Ergebnisse der Theorie mit den Plattenversuchen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton (Bericht von Bach und Graf, Berlin 1915) verglichen.

Anmerkung: Der vorliegende Aufsatz bildet einen weiteren Teil der im Jahre 1918 vorläufig abgeschlossenen Studien des Verfassers über Eisenbetonplatten. Die ersten drei Teile sind bereits in der Zeitschrift „Der Bauingenieur" veröffentlicht worden. Da der Leser auf diese Arbeiten oft verwiesen werden wird, so sollen sie der Reihe nach mit H. 1923, H. 1924, H. 1925 bezeichnet werden. Ihre abgekürzten Titel lauten:

1. „Die Theorie der kreuzweise bewehrten Eisenbetonplatten . . .". (Bauing. 1923, Heft 12—13),

2. „Über die Biegung einer rechteckigen Platte . . .". (Bauing. 1924, Heft 9—10),

3. „Über die Biegung einer sehr langen Eisenbetonplatte." (Bauing. 1925, Heft 1—2).

Das oben angewendete Eigenschaftswort „orthotrop" ist als Abkürzung, statt „orthogonal-anisotrop" gebildet worden. Zwecks Raumersparnis werden bloß fertige Lösungen der Differentialgleichung der Biegungsfläche einer orthotropen Platte angegeben. Über die benutzte Lösungsmethode soll an einem anderen Orte berichtet werden. Die Lösungen können übrigens leicht an Hauptformeln der Theorie (aus H. 1923) geprüft werden, die aus der folgenden Zusammenstellung zu entnehmen sind.

Zusammenstellung der wichtigsten Formeln und Bezeichnungen der allgemeinen Theorie.

Es bezeichnen:

(10a) $M_1 = -B_1\left(\frac{\partial^2\zeta}{\partial x^2} + \frac{1}{m_2}\cdot\frac{\partial^2\zeta}{\partial y^2}\right)$ das (innere) Biegungsmoment in einem zur X-Achse senkrechten Querschnitte von der Breite 1,

(10b) $M_2 = -B_2\left(\frac{\partial^2\zeta}{\partial y^2} + \frac{1}{m_1}\cdot\frac{\partial^2\zeta}{\partial x^2}\right)$ das (innere) Biegungsmoment in einem zur Y-Achse senkrechten Querschnitte von der Breite 1,

B_1 und B_2 die entsprechenden Plattenbiegungssteifigkeiten,

m_1 und m_2 die reduzierten Querdehnungszahlen, welche den Spannungen σ_x und σ_y entsprechen,

(10c) $D = -2C\frac{\partial^2\zeta}{\partial x\,\partial y}$ das (innere) Drillungsmoment in jedem der beiden Querschnitte XZ und YZ,

$2C$ die entsprechende Plattendrillungssteifigkeit, beides bezogen auf die Querschnittsbreite 1,

(13a) $2H = \frac{B_1}{m_2} + \frac{B_2}{m_1} + 2C$ (abkürzende Bezeichnung),

(13) $B_1\frac{\partial^4\zeta}{\partial x^4} + 2H\frac{\partial^4\zeta}{\partial x^2\partial y^2} + B_2\frac{\partial^4\zeta}{\partial y^4} = p$ die Differentialgleichung der Biegungsfläche $\zeta = F(x, y)$ einer orthotropen Platte unter dem Belastungsdruck p,

(9') $L_i = \frac{1}{2}\iint\left\{B_1\left(\frac{\partial^2\zeta}{\partial x^2}\right)^2 + 2H\frac{\partial^2\zeta}{\partial x^2}\cdot\frac{\partial^2\zeta}{\partial y^2} + B_2\left(\frac{\partial^2\zeta}{\partial y^2}\right)^2 - 4C\left[\frac{\partial^2\zeta}{\partial x^2}\cdot\frac{\partial^2\zeta}{\partial y^2} - \left(\frac{\partial^2\zeta}{\partial x\,\partial y}\right)^2\right]\right\}dx\,dy$

die potentielle Energie (innere Formänderungsarbeit) der verbogenen Platte,

$\left.\begin{matrix}\alpha\\ \beta\end{matrix}\right\} = \frac{b}{\pi}\sqrt{\frac{H \mp \sqrt{H^2 - B_1B_2}}{B_2}}$ (abk. Bez.),

$\gamma = \frac{b}{\pi}\sqrt[4]{\frac{B_1}{B_2}}$ (abk. Bez.),

a und b die Plattenlänge und -breite,

$\varepsilon = \frac{a}{b}\sqrt[4]{\frac{B_2}{B_1}}$ das reduzierte Seitenverhältnis,

$\eta = \frac{H}{\sqrt{B_1B_2}}$ die Plattensteifigkeitszahl,

$\left.\begin{matrix}\alpha'\\ \beta'\end{matrix}\right\} = \frac{b}{\pi}\cdot\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{2}\sqrt{\frac{B_2}{B_1}} \pm \frac{1}{2}\cdot\frac{H}{B_1}}}$ (abk. Bez.),

$(n, b_1, y_1) = \sin\left(\frac{n\pi}{2}\cdot\frac{b_1}{b}\right)\sin\frac{n\pi y_1}{b}$ (abk. Bez.),

V_1 und V_2 die Schubkräfte in den zur X- und Y-Achse senkrechten Querschnitten,

R_1 und R_2 die spezifischen Auflagerreaktionen der Ränder b und a,

$\bar{R}_1$ und $\bar{R}_2$ die Gesamtreaktionen der Auflagergeraden b und a,

$\hat{R}$ die konzentrierte Eckreaktion (die Eckkraft).

§ 1 (23). Der Fall einer gleichförmigen Belastung.

Wir setzen voraus eine gleichförmige Belastung des rechteckigen Plattenstreifens, welcher von zwei zu den Rändern a parallelen Geraden begrenzt ist (Abbildung 1). Die Biegungsfläche hat die Gleichung:

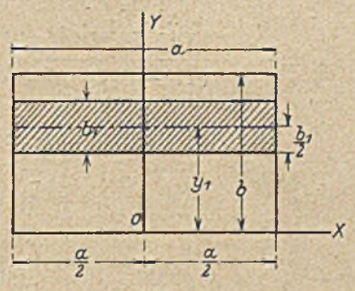

Abb. 1.

(212, I)
$$\zeta = \frac{4qb^4}{\pi^5 B_2}\sum_{n=1,2,3,\ldots}\frac{(n, b_1, y_1)}{n^5}\left(1 - \frac{\beta^2}{\beta^2-\alpha^2}\cdot\frac{\mathrm{Ch}\frac{nx}{\beta}}{\mathrm{Ch}\frac{na}{2\beta}} + \frac{\alpha^2}{\beta^2-\alpha^2}\cdot\frac{\mathrm{Ch}\frac{nx}{\alpha}}{\mathrm{Ch}\frac{na}{2\alpha}}\right)\sin\frac{n\pi y}{b},$$

dabei bezeichnet y_1 die Ordinate der Mittellinie des Belastungsstreifens von der Breite b_1.

In dieser Form erscheint die Gleichung der Biegungsfläche für den Fall I ($H^2 > B_1 B_2$). Im II. Fall ($H^2 = B_1 B_2$ $\alpha = \beta = \gamma$) geht die Gleichung (212, I) in folgende über:

$$\zeta = \frac{4 q b^4}{\pi^5 B_2} \sum_{n=1,2,3,\ldots} \frac{(n, b_1, y_1)}{n^5} \left[1 + \frac{n x}{2\gamma} \cdot \frac{\operatorname{Sh} \frac{n x}{\gamma}}{\operatorname{Ch} \frac{n a}{2\gamma}} - \left(1 + \frac{n a}{4\gamma} \operatorname{Tgh} \frac{n a}{2\gamma}\right) \frac{\operatorname{Ch} \frac{n x}{\gamma}}{\operatorname{Ch} \frac{n a}{2\gamma}} \right] \sin \frac{n \pi y}{b}. \tag{212, II}$$

Im III. Falle ($H^2 < B_1 B_2$) findet man durch Substitution

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{\alpha'} + i \frac{1}{\beta'}, \qquad \frac{1}{\beta} = \frac{1}{\alpha'} - i \frac{1}{\beta'}$$

in der Formel (212, I):

$$\zeta = \frac{4 q b^4}{\pi^5 B_2} \sum_{n=1,2,3,\ldots} \frac{(n, b_1, y_1)}{n^5} \left(1 - A_n \operatorname{Ch} \frac{n x}{\alpha'} \cos \frac{n x}{\beta'} + B_n \operatorname{Sh} \frac{n x}{\alpha'} \sin \frac{n x}{\beta'}\right) \sin \frac{n \pi y}{b} \tag{212, III}$$

mit den abkürzenden Bezeichnungen:

$$\left\{ \begin{aligned} A_n &= \frac{\frac{1}{2}\left(\frac{\beta'}{\alpha'} - \frac{\alpha'}{\beta'}\right) \operatorname{Sh} \frac{n a}{2\alpha'} \sin \frac{n a}{2\beta'} + \operatorname{Ch} \frac{n a}{2\alpha'} \cos \frac{n a}{2\beta'}}{\left(\operatorname{Ch} \frac{n a}{2\alpha'} \cos \frac{n a}{2\beta'}\right)^2 + \left(\operatorname{Sh} \frac{n a}{2\alpha'} \sin \frac{n a}{2\beta'}\right)^2}, \\ B_n &= \frac{\frac{1}{2}\left(\frac{\beta'}{\alpha'} - \frac{\alpha'}{\beta'}\right) \operatorname{Ch} \frac{n a}{2\alpha'} \cos \frac{n a}{2\beta'} - \operatorname{Sh} \frac{n a}{2\alpha'} \sin \frac{n a}{2\beta'}}{\left(\operatorname{Ch} \frac{n a}{2\alpha'} \cos \frac{n a}{2\beta'}\right)^2 + \left(\operatorname{Sh} \frac{n a}{2\alpha'} \sin \frac{n a}{2\beta'}\right)^2} \end{aligned} \right. \tag{212a}$$

oder nach einer einfachen Umformung:

$$\left\{ \begin{aligned} A_n &= \frac{\frac{1}{2}\left(\frac{\beta'}{\alpha'} - \frac{\alpha'}{\beta'}\right) \operatorname{Sh} \frac{n a}{2\alpha'} \sin \frac{n a}{2\beta'} + \operatorname{Ch} \frac{n a}{2\alpha'} \cos \frac{n a}{2\beta'}}{\operatorname{Sh}^2 \frac{n a}{2\alpha'} + \cos^2 \frac{n a}{2\beta'}}, \\ B_n &= \frac{\frac{1}{2}\left(\frac{\beta'}{\alpha'} - \frac{\alpha'}{\beta'}\right) \operatorname{Ch} \frac{n a}{2\alpha'} \cos \frac{n a}{2\beta'} - \operatorname{Sh} \frac{n a}{2\alpha'} \sin \frac{n a}{2\beta'}}{\operatorname{Sh}^2 \frac{n a}{2\alpha'} + \cos^2 \frac{n a}{2\beta'}}. \end{aligned} \right. \tag{212b}$$

Der Nenner dieser Ausdrücke ist auch in der Form $\operatorname{Ch}^2 \frac{n a}{2\alpha'} - \sin^2 \frac{n a}{2\beta'} = \frac{1}{2}\left(\operatorname{Ch} \frac{n a}{\alpha'} + \cos \frac{n a}{\beta'}\right)$ darstellbar.

Für die Momente, Querkräfte erhalten wir im Falle I folgende Formeln:

$$\left\{ \begin{aligned} M_1 &= \frac{4 q b^2}{\pi^3} \cdot \frac{B_1}{B_2} \sum_{n=1,2,3,\ldots} \frac{(n, b_1, y_1)}{n^3} \left[\frac{1}{m_2} + \frac{\frac{b^2}{\pi^2} - \frac{\beta^2}{m_2}}{\beta^2 - \alpha^2} \frac{\operatorname{Ch} \frac{n x}{\beta}}{\operatorname{Ch} \frac{n a}{2\beta}} - \frac{\frac{b^2}{\pi^2} - \frac{\alpha^2}{m_2}}{\beta^2 - \alpha^2} \cdot \frac{\operatorname{Ch} \frac{n x}{\alpha}}{\operatorname{Ch} \frac{n a}{2\alpha}} \right] \sin \frac{n \pi y}{b}, \\ M_2 &= \frac{4 q b^2}{\pi^3} \sum \frac{(n, b_1, y_1)}{n^3} \left[1 - \frac{\beta^2 - \frac{b^2}{\pi^2 m_1}}{\beta^2 - \alpha^2} \cdot \frac{\operatorname{Ch} \frac{n x}{\beta}}{\operatorname{Ch} \frac{n a}{2\beta}} + \frac{\alpha^2 - \frac{b^2}{\pi^2 m_1}}{\beta^2 - \alpha^2} \cdot \frac{\operatorname{Ch} \frac{n x}{\alpha}}{\operatorname{Ch} \frac{n a}{2\alpha}} \right] \sin \frac{n \pi y}{b}, \\ D &= \frac{4 q b^2}{\pi^3} \cdot \frac{2 C}{B_2} \sum \frac{(n, b_1, y_1)}{n^3} \cdot \frac{b}{\pi(\beta^2 - \alpha^2)} \left(\beta \frac{\operatorname{Sh} \frac{n x}{\beta}}{\operatorname{Ch} \frac{n a}{2\beta}} - \alpha \frac{\operatorname{Sh} \frac{n x}{\alpha}}{\operatorname{Ch} \frac{n a}{2\alpha}} \right) \cos \frac{n \pi y}{b}. \end{aligned} \right. \tag{213, I}$$

$$\left\{ \begin{aligned} V_1 &= -\frac{4 q b^2}{\pi^3} \sum \frac{(n, b_1, y_1)}{n^2} \left(\frac{\eta_1}{2\beta} \cdot \frac{\operatorname{Sh} \frac{n x}{\beta}}{\operatorname{Ch} \frac{n a}{2\beta}} + \frac{\varepsilon_1}{2\alpha} \cdot \frac{\operatorname{Sh} \frac{n x}{\alpha}}{\operatorname{Ch} \frac{n a}{2\alpha}} \right) \sin \frac{n \pi y}{b}, \\ V_2 &= \frac{4 q b^2}{\pi^2} \sum \frac{(n, b_1, y_1)}{n^2} \left(1 + \varepsilon_2 \frac{\operatorname{Ch} \frac{n x}{\alpha}}{\operatorname{Ch} \frac{n a}{2\alpha}} - \eta_2 \frac{\operatorname{Ch} \frac{n x}{\beta}}{\operatorname{Ch} \frac{n a}{2\beta}} \right) \cos \frac{n \pi y}{b}. \end{aligned} \right. \tag{214, I}$$

Die Hilfsgrößen ε_1, η_1, ε_2, η_2 werden durch folgende Formeln bestimmt:

$$\varepsilon_1 = \frac{B_1 - \frac{\alpha^2 \pi^2}{b^2}\left(\frac{B_1}{m_2} + 2C\right)}{\sqrt{H^2 - B_1 B_2}}, \quad \eta_1 = \frac{\frac{\beta^2 \pi^2}{b^2}\left(\frac{B_1}{m_2} + 2C\right) - B_1}{\sqrt{H^2 - B_1 B_2}}, \quad \varepsilon_2 = \frac{\left(\frac{\alpha^2 \pi^2}{b^2} - \frac{1}{m_1}\right) B_2 - 2C}{2\sqrt{H^2 - B_1 B_2}}, \quad \eta_2 = \frac{\left(\frac{\beta^2 \pi^2}{b^2} - \frac{1}{m_1}\right) B_2 - 2C}{2\sqrt{H^2 - B_1 B_2}}.$$

Die Auflagerreaktionen:

$$\left\{ \begin{aligned} (R_1)_{x=\frac{a}{2}} &= -\frac{4 q b^2}{\pi^3} \sum \frac{(n, b_1, y_1)}{n^2} \left(\frac{\eta_1'}{2\beta} \operatorname{Tgh} \frac{n a}{2\beta} + \frac{\varepsilon_1'}{2\alpha} \operatorname{Tgh} \frac{n a}{2\alpha} \right) \sin \frac{n \pi y}{b}, \\ (R_2)_{y=0} &= -\frac{4 q b}{\pi^2} \sum \frac{(n, b_1, y_1)}{n^2} \left(1 + \varepsilon_2' \frac{\operatorname{Ch} \frac{n x}{\alpha}}{\operatorname{Ch} \frac{n a}{2\alpha}} - \eta_2' \frac{\operatorname{Ch} \frac{n x}{\beta}}{\operatorname{Ch} \frac{n a}{2\beta}} \right), \\ (R_2)_{y=b} &= -\frac{4 q b}{\pi^2} \sum \frac{(-1)^{n-4} (\square n, b_1, y_1)}{n^2} \left(1 + \varepsilon_2' \frac{\operatorname{Ch} \frac{n x}{\alpha}}{\operatorname{Ch} \frac{n a}{2\alpha}} - \eta_2' \frac{\operatorname{Ch} \frac{n x}{\beta}}{\operatorname{Ch} \frac{n a}{2\beta}} \right). \end{aligned} \right. \tag{215, I}$$

Dabei gelten die abkürzenden Bezeichnungen:

$$\varepsilon_1' = \frac{B_1 - \frac{\alpha^2\pi^2}{b^2}\left(\frac{B_1}{m_2} + 4\,C\right)}{\sqrt{H^2 - B_1 B_2}}, \quad \eta_1' = \frac{\frac{\beta^2\pi^2}{b^2}\left(\frac{B_1}{m_2} + 4\,C\right) - B_1}{\sqrt{H^2 - B_1 B_2}}, \quad \varepsilon_2' = \frac{\left(\frac{\alpha^2\pi^2}{b^2} - \frac{1}{m_1}\right) B_2 - 4\,C}{2\sqrt{H^2 - B_1 B_2}}, \quad \eta_2' = \frac{\left(\frac{\beta^2\pi^2}{b^2} - \frac{1}{m_1}\right) B_2 - 4\,C}{2\sqrt{H^2 - B_1 B_2}}.$$

mit der nützlichen Beziehung:

$$\alpha\,\eta_1' + \beta\,\varepsilon_1' = \frac{b}{\pi} \cdot \frac{B_1}{B_2} \cdot \frac{\sqrt{\frac{B_2}{B_1}} + \frac{4\,C}{B_1} + \frac{1}{m_2}}{\sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{H}{B_1} + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{B_2}{B_1}}}}.$$

Die Eckreaktionen $\widehat{R}$ und die gesamten Auflagerreaktionen $\overline{R}_1$ und $\overline{R}_2$ der Ränder a und b werden durch folgende Formeln ausgedrückt:

$$(216,\ \mathrm{I})\quad \begin{cases} \widehat{R}_{\frac{a}{2},0} = \widehat{R}_{-\frac{a}{2},0} = \frac{4\,q\,b^2}{\pi^3} \cdot \frac{4\,C}{B_2} \sum \frac{(n,\,b_1,\,y_1)}{n^3} \cdot \frac{b}{\pi} \cdot \frac{1}{\beta^2 - \alpha^2}\left(\beta\,\mathrm{Tgh}\,\frac{n\,a}{2\,\beta} - \alpha\,\mathrm{Tgh}\,\frac{n\,a}{2\,\alpha}\right), \\ \widehat{R}_{\frac{a}{2},b} = \widehat{R}_{-\frac{a}{2},b} = \frac{4\,q\,b^2}{\pi^3} \cdot \frac{4\,C}{B_2} \sum \frac{(-1)^{n-1}\,(n,\,b_1,\,y_1)}{n^3} \cdot \frac{b}{\pi} \cdot \frac{1}{\beta^2 - \alpha^2}\left(\beta\,\mathrm{Tgh}\,\frac{n\,a}{2\,\beta} - \alpha\,\mathrm{Tgh}\,\frac{n\,a}{2\,\alpha}\right). \end{cases}$$

$$(217,\ \mathrm{I})\quad \begin{cases} (\overline{R}_1)_{x=\pm\frac{a}{2}} = -\frac{4\,q\,b^3}{\pi^4} \sum \frac{[1 + (-1)^{n-1}]\,(n,\,b_1,\,y_1)}{n^3}\left(\frac{\varepsilon_1'}{2\,\alpha}\,\mathrm{Tgh}\,\frac{n\,a}{2\,\alpha} + \frac{\eta_1'}{2\,\beta}\,\mathrm{Tgh}\,\frac{n\,a}{2\,\beta}\right), \\ (\overline{R}_2)_{y=0} = -\frac{4\,q\,b}{\pi^2} \sum \frac{(n,\,b_1,\,y_1)}{n^2}\left(a + \frac{2\,\alpha}{n}\,\varepsilon_2'\,\mathrm{Tgh}\,\frac{n\,a}{2\,\alpha} - \frac{2\,\beta}{n}\,\eta_2'\,\mathrm{Tgh}\,\frac{n\,a}{2\,\beta}\right), \\ (\overline{R}_2)_{y=b} = -\frac{4\,q\,b}{\pi^2} \sum_{n=1,2,3,\ldots} \frac{(-1)^{n-1}\,(n,\,b_1,\,y_1)}{n^2}\left(a + \frac{2\,\alpha}{n}\,\varepsilon_2'\,\mathrm{Tgh}\,\frac{n\,a}{2\,\alpha} - \frac{2\,\beta}{n}\,\eta_2'\,\mathrm{Tgh}\,\frac{n\,a}{2\,\beta}\right). \end{cases}$$

Die Formel für die gesamte Auflagerreaktion der Ränder b kann noch in folgender einfacher Gestalt geschrieben werden:

$$(217,\ \mathrm{Ia})\quad \overline{R}_1 = -\frac{4\,q\,b^3}{\pi^4} \sum_{n=1,3,5,\ldots} \frac{(n,\,b_1,\,y_1)}{n^3}\left(\frac{\varepsilon_1'}{\alpha}\,\mathrm{Tgh}\,\frac{n\,a}{2\,\alpha} + \frac{\eta_1'}{\beta}\,\mathrm{Tgh}\,\frac{n\,a}{2\,\beta}\right).$$

Die evidente Gleichgewichtsbedingung der äußeren Kräfte:

$$2\,\overline{R}_1 + (\overline{R}_2)_{y=0} + (\overline{R}_2)_{y=b} + 2\,\widehat{R}_{\frac{a}{2},0} + 2\,\widehat{R}_{\frac{a}{2},b} + q\,a\,b_1 = 0$$

ist zur Verifizierung der letzteren Formeln verwendet worden. Beachtet man nämlich, daß, wegen der Bedeutung der Hilfsgrößen α und β, die Relation

$$\frac{\alpha^2\pi^2}{b^2}\,B_2 + \frac{b^2}{\alpha^2\pi^2}\,B_1 = 2\,H = \frac{B_1}{m_2} + \frac{B_2}{m_1} + 4\,C$$

besteht, so überzeugt man sich, daß in der Tat die obige Bedingungsgleichung von den Ausdrücken (216. I) und 217 (I) identisch erfüllt wird.

Die gewonnenen Formeln lassen sich leicht auf den praktisch wichtigen Spezialfall der vollständig gleichförmigen Belastung anwenden. Es braucht dazu nur $y_1 = \frac{b}{2}$ und $b_1 = b$ gesetzt werden. Infolgedessen wird $(n,\,b_1,\,y_1) = \left(\sin\frac{n\,\pi}{2}\right)^2$, verschwindet also für gerades n und nimmt den Wert 1 an für ungerades n. Setzt man daher in den Formeln $(n,\,b_1,\,y_1) = 1$ und $n = 1,\,3,\,5,\ldots$, so gelangt man zu den entsprechenden Formeln für vollständig gleichförmige Belastung.

Wir gehen jetzt zu den Formeln des zweiten Falles über. Die gefundene Gleichung der Biegungsfläche (212, II) unterscheidet sich von der entsprechenden Gleichung für die isotrope Platte nur dadurch, daß hier B_2 statt B und $\gamma = \frac{b}{\pi}\sqrt[4]{\frac{B_1}{B_2}}$ statt $\frac{b}{\pi}$ steht. Ersetzt man umgekehrt in der Gleichung für die isotrope Platte die Größen a, x, B, entsprechend durch

$$a\sqrt[4]{\frac{B_2}{B_1}}, \quad x\sqrt[4]{\frac{B_2}{B_1}} \quad \text{und} \quad B_2,$$

so wird die Gestalt (212. II) wieder gewonnen. Die Rolle der Verhältniszahl a:b spielt jetzt das reduzierte Seitenverhältnis

$$\varepsilon = \frac{a}{b}\sqrt[4]{\frac{B_2}{B_1}}.$$

Die Ausdrücke für die statischen Größen erscheinen demnach in folgender allgemeinen Gestalt, wenn durch μ_{11}, μ_{22}, . . . jene dimensionslosen Funktionen von $\frac{x}{a}$, $\frac{y}{b}$ und ε bezeichnet werden, die ihren Wert beim Übergang zur orthotropen Platte (im betrachteten Falle: $H^2 = B_1 B_2$) nicht ändern:

$$(\mathrm{I})\quad \begin{cases} M_1 = \left(\mu_{11}\sqrt{\frac{B_1}{B_2}} + \mu_{22}\,\frac{1}{m_2} \cdot \frac{B_1}{B_2}\right) q\,b^2 \\ \quad = \left(\mu_{11} + \mu_{22}\,\frac{1}{m_2}\sqrt{\frac{B_1}{B_2}}\right)\frac{q\,a^2}{\varepsilon^2}, \\ M_2 = \left(\mu_{22} + \mu_{11}\,\frac{1}{m_1}\sqrt{\frac{B_2}{B_1}}\right) q\,b^2, \\ D = \mu_{12}\,\frac{2\,C}{B_2}\sqrt[4]{\frac{B_2}{B_1}}\,q\,b^2 = \mu_{12}\,\frac{2\,C}{B_1}\sqrt[4]{\frac{B_1}{B_2}} \cdot \frac{q\,a^2}{\varepsilon^2}, \\ V_1 = \left[\mu_{111} + \mu_{122}\left(\frac{1}{m_2} + \frac{2\,C}{B_1}\right)\sqrt{\frac{B_1}{B_2}}\right]\frac{q\,a}{\varepsilon} \\ \quad = \left[\mu_{111}\sqrt[4]{\frac{B_1}{B_2}} + \mu_{122}\left(\frac{1}{m_2} + \frac{2\,C}{B_1}\right)\sqrt[4]{\frac{B_1^3}{B_2^3}}\right] q\,b, \\ V_2 = \left[\mu_{222} + \mu_{112}\left(\frac{1}{m_1} + \frac{2\,C}{B_2}\right)\sqrt{\frac{B_2}{B_1}}\right] q\,b. \end{cases}$$

Dabei sind die Funktionen

$$\mu_{11},\ \mu_{22},\ \mu_{12},\ \mu_{111},\ \mu_{222},\ \mu_{112},\ \mu_{122}$$

den Differentialquotienten

$$\frac{\partial^2\zeta}{\partial x^2},\ \frac{\partial^2\zeta}{\partial y^2},\ \frac{\partial^2\zeta}{\partial x\,\partial y},\ \frac{\partial^3\zeta}{\partial x^3},\ \frac{\partial^3\zeta}{\partial y^3},\ \frac{\partial^3\zeta}{\partial x^2\,\partial y},\ \frac{\partial^3\zeta}{\partial x\,\partial y^2}$$

entsprechend proportional, wodurch sich die gebrauchten Indices erläutern.

In den uns letzt beschäftigenden Aufgaben findet man leicht durch Differentiation der Gl. (212, II):

$$
(213, \mathrm{II})\quad \left\{
\begin{aligned}
\mu_{11} &= \frac{2}{\pi^3}\sum_{n=1,2,3,\ldots}\frac{(n, b_1, y_1)}{n^2}\cdot\frac{\frac{\pi\varepsilon}{2}\,\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}\,\mathrm{Ch}\,n\pi\varepsilon\frac{x}{a}-\pi\varepsilon\frac{x}{a}\,\mathrm{Sh}\,n\pi\varepsilon\frac{x}{a}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}\sin\frac{n\pi y}{b},\\
\mu_{22} &= \frac{4}{\pi^3}\sum\frac{(n, b_1, y_1)}{n^3}\left[1+\frac{n\pi\varepsilon}{2}\cdot\frac{x}{a}\cdot\frac{\mathrm{Sh}\,n\pi\varepsilon\frac{x}{a}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}-\left(1+\frac{n\pi\varepsilon}{4}\,\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}\right)\frac{\mathrm{Ch}\,n\pi\varepsilon\frac{x}{a}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}\right]\sin\frac{n\pi y}{b},\\
\mu_{12} &= \frac{2}{\pi^3}\sum\frac{(n, b_1, y_1)}{n^2}\left[\left(\frac{1}{n}+\frac{\pi\varepsilon}{2}\,\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}\right)\frac{\mathrm{Sh}\,n\pi\varepsilon\frac{x}{a}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}-\pi\varepsilon\frac{x}{a}\cdot\frac{\mathrm{Ch}\,n\pi\varepsilon\frac{x}{a}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}\right]\cos\frac{n\pi y}{b}.
\end{aligned}
\right.
$$

$$
(214, \mathrm{II})\quad \left\{
\begin{aligned}
\mu_{111} &= -\frac{2}{\pi^2}\sum\frac{(n, b_1, y_1)}{n}\left[\pi\varepsilon\frac{x}{a}\cdot\frac{\mathrm{Ch}\,n\pi\varepsilon\frac{x}{a}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}+\left(\frac{1}{n}-\frac{\pi\varepsilon}{2}\,\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}\right)\frac{\mathrm{Sh}\,n\pi\varepsilon\frac{x}{a}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}\right]\sin\frac{n\pi y}{b},\\
\mu_{122} &= \frac{2}{\pi^2}\sum\frac{(n, b_1, y_1)}{n}\left[\pi\varepsilon\frac{x}{a}\cdot\frac{\mathrm{Ch}\,n\pi\varepsilon\frac{x}{a}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}-\left(\frac{1}{n}+\frac{\pi\varepsilon}{2}\,\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}\right)\frac{\mathrm{Sh}\,n\pi\varepsilon\frac{x}{a}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}\right]\sin\frac{n\pi y}{b},\\
\mu_{222} &= \frac{4}{\pi^2}\sum\frac{(n, b_1, y_1)}{n^2}\left[1+\frac{n\pi\varepsilon}{2}\cdot\frac{x}{a}\cdot\frac{\mathrm{Sh}\,n\pi\varepsilon\frac{x}{a}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}-\left(1+\frac{n\pi\varepsilon}{4}\,\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}\right)\frac{\mathrm{Ch}\,n\pi\varepsilon\frac{x}{a}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}\right]\cos\frac{n\pi y}{b},\\
\mu_{112} &= \frac{2}{\pi^2}\sum\frac{(n, b_1, y_1)}{n}\cdot\frac{\frac{\pi\varepsilon}{2}\,\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}\,\mathrm{Ch}\,n\pi\varepsilon\frac{x}{a}-\pi\varepsilon\frac{x}{a}\,\mathrm{Sh}\,n\pi\varepsilon\frac{x}{a}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}\cos\frac{n\pi y}{b}.
\end{aligned}
\right.
$$

Zur Berechnung der gesamten Auflagerreaktionen werden noch folgende Integrale nötig sein:

$$
(217, \mathrm{IIa})\quad \left\{
\begin{aligned}
\bar{\mu}_{111} &= \int_0^b \mu_{111}\,dy = -\frac{2}{\pi^3}\,b\sum\frac{(n, b_1, y_1)[1+(-1)^{n-1}]}{n^2}\left[\pi\varepsilon\frac{x}{a}\cdot\frac{\mathrm{Ch}\,n\pi\varepsilon\frac{x}{a}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}+\left(\frac{1}{n}-\frac{\pi\varepsilon}{2}\,\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}\right)\frac{\mathrm{Sh}\,n\pi\varepsilon\frac{x}{a}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}\right],\\
\bar{\mu}_{122} &= \int_0^b \mu_{122}\,dy = \frac{2}{\pi^3}\,b\sum\frac{(n, b_1, y_1)[1+(-1)^{n-1}]}{n^2}\left[\pi\varepsilon\frac{x}{a}\cdot\frac{\mathrm{Ch}\,n\pi\varepsilon\frac{x}{a}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}-\left(\frac{1}{n}+\frac{\pi\varepsilon}{2}\,\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}\right)\frac{\mathrm{Sh}\,n\pi\varepsilon\frac{x}{a}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}\right],\\
\bar{\mu}_{222} &= \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \mu_{222}\,dx = \frac{2}{\pi^2}\,a\sum\frac{(n, b_1, y_1)}{n^2}\left[3-\frac{6}{n\pi\varepsilon}\,\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}-\mathrm{Tgh}^2\frac{n\pi\varepsilon}{2}\right]\cos\frac{n\pi y}{b},\\
\bar{\mu}_{112} &= \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \mu_{112}\,dx = \frac{2}{\pi^2}\,a\sum\frac{(n, b_1, y_1)}{n_2}\left[-1+\frac{2}{n\pi\varepsilon}\,\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}+\mathrm{Tgh}^2\frac{n\pi\varepsilon}{2}\right]\cos\frac{n\pi y}{b}.
\end{aligned}
\right.
$$

Wie bereits oben bemerkt, ist im Falle einer vollständig gleichförmigen Belastung in obigen Formeln $(n, b_1, y_1) = 1$ und $n = 1, 3, 5, \ldots$ zu setzen. Für die Plattenmitte $\left(x = 0,\ y = \frac{b}{2}\right)$ erhalten wir in diesem Falle:

$$
(212, \mathrm{IIa})\qquad f = (\zeta)_{0,\frac{b}{2}} = \frac{q\,b^4}{B_2}\cdot\frac{4}{\pi^5}\sum\frac{(-1)^{\frac{n-1}{2}}}{n^5}\left[1-\frac{1+\frac{n\pi\varepsilon}{4}\,\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}\right] = \psi\,\frac{q\,b^4}{B_2},
$$

$$
(213, \mathrm{IIa})\quad \left\{
\begin{aligned}
\mu_{11} &= \frac{\varepsilon}{\pi^2}\sum\frac{(-1)^{\frac{n-1}{2}}}{n^2}\cdot\frac{\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}},\\
\mu_{22} &= \frac{4}{\pi^3}\sum\frac{(-1)^{\frac{n-1}{2}}}{n^3}\left[1-\frac{1+\frac{n\pi\varepsilon}{4}\,\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}\right] = \frac{1}{8}-\frac{4}{\pi^3}\sum\frac{(-1)^{\frac{n-1}{2}}}{n^3}\cdot\frac{1+\frac{n\pi\varepsilon}{4}\,\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}.
\end{aligned}
\right.
$$

Daraus folgt die Beziehung:

$$
(213^*)\qquad \mu_{11}+\mu_{22} = \frac{1}{8}-\frac{4}{\pi^3}\sum\frac{(-1)^{\frac{n-1}{2}}}{n^3}\cdot\frac{1}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}},
$$

welche die Berechnung der Zahlenwerte erleichtert.

In der Mitte des Plattenrandes $x = \frac{a}{2}$, d. h. im Punkte $\left(\frac{a}{2}, \frac{b}{2}\right)$ haben die Funktionen μ_{111} und μ_{122} folgende Werte:

(214, IIa)

$$\left|_{x=\frac{a}{2},\, y=\frac{b}{2}}\right. \mu_{111} = -\frac{\varepsilon}{\pi} \sum \frac{(-1)^{\frac{n-1}{2}}}{n} \left(\frac{1}{\mathrm{Ch}^2 \frac{n\pi\varepsilon}{2}} + \frac{\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}{\frac{n\pi\varepsilon}{2}} \right), \quad \left|_{x=\frac{a}{2},\, y=\frac{b}{2}}\right. \mu_{122} = -\frac{\varepsilon}{\pi} \sum \frac{(-1)^{\frac{n-1}{2}}}{n} \left(\frac{\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}{\frac{n\pi\varepsilon}{2}} - \frac{1}{\mathrm{Ch}^2 \frac{n\pi\varepsilon}{2}} \right).$$

Sie liefern die Beziehung:

$$\left|_{x=\frac{a}{2},\, y=\frac{b}{2}}\right. \mu_{111} + \mu_{122} = -\frac{4}{\pi^2} \sum \frac{(-1)^{\frac{n-1}{2}}}{n^2} \mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}.$$

Wir finden ferner:

$$\left|_{x=0,\, y=0}\right. \mu_{222} = \frac{1}{2} - \frac{4}{\pi^2} \sum \frac{1}{n^2} \cdot \frac{1 + \frac{n\pi\varepsilon}{4} \mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}, \quad \left|_{x=0,\, y=0}\right. \mu_{112} = \frac{\varepsilon}{\pi} \sum \frac{1}{n} \cdot \frac{\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}$$

mit der Beziehung:

$$\left|_{x=0,\, y=0}\right. \mu_{222} + \mu_{112} = \frac{1}{2} - \frac{4}{\pi^2} \sum \frac{1}{n^2} \cdot \frac{1}{\mathrm{Ch}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}$$

und

(217, II)

$$\left|_{x=\frac{a}{2}}\right. \bar{\mu}_{111} = \int_0^b \mu_{111}\, dy = -\frac{2b\varepsilon}{\pi^2} \sum \frac{1}{n^2} \left(\frac{1}{\mathrm{Ch}^2 \frac{n\pi\varepsilon}{2}} + \frac{\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}{\frac{n\pi\varepsilon}{2}} \right),$$

$$\left|_{x=\frac{a}{2}}\right. \bar{\mu}_{122} = \int_0^b \mu_{122}\, dy = -\frac{2b\varepsilon}{\pi^2} \sum \frac{1}{n^2} \left(\frac{\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}{\frac{n\pi\varepsilon}{2}} - \frac{1}{\mathrm{Ch}^2 \frac{n\pi\varepsilon}{2}} \right),$$

$$\bar{\mu}_{111} + \bar{\mu}_{122} = -\frac{8b}{\pi^3} \sum \frac{1}{n^3} \mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2};$$

$$\left|_{y=0}\right. \bar{\mu}_{222} = \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \mu_{222}\, dx = \frac{a}{2} - \frac{2a}{\pi^2} \sum \frac{1}{n^2} \left(3\frac{\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}{\frac{n\pi\varepsilon}{2}} - \frac{1}{\mathrm{Ch}^2 \frac{n\pi\varepsilon}{2}} \right),$$

$$\left|_{y=0}\right. \bar{\mu}_{112} = \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \mu_{112}\, dx = \frac{2a}{\pi^2} \sum \frac{1}{n^2} \left(\frac{\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}{\frac{n\pi\varepsilon}{2}} - \frac{1}{\mathrm{Ch}^2 \frac{n\pi\varepsilon}{2}} \right),$$

$$\bar{\mu}_{222} + \bar{\mu}_{112} = \frac{a}{2} - \frac{8}{\pi^3} \cdot \frac{a}{\varepsilon} \sum \frac{1}{n^3} \mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}.$$

In den Plattenecken ist:

(216, Ia)

$$\left|_{x=\frac{a}{2},\, y=0}\right. \mu_{12} = \frac{\varepsilon}{\pi^2} \sum \frac{1}{n^2} \left(\frac{\mathrm{Tgh}\frac{n\pi\varepsilon}{2}}{\frac{n\pi\varepsilon}{2}} - \frac{1}{\mathrm{Ch}^2 \frac{n\pi\varepsilon}{2}} \right).$$

Nach diesen Formeln ist die nachfolgende Zahlentafel berechnet worden. Sie gilt offenbar näherungsweise auch in den Fällen I und III, insofern die Differenz $H^2 - B_1 B_2$ nicht zu groß wird. Man kann nach ihr den Genauigkeitsgrad der Näherungsformeln des § 3 in H. 1924 beurteilen sowie leicht spezielle Tafeln zum praktischen Gebrauch einrichten, sobald die Querdehnungszahlen m_1, m_2 und die Beziehung zwischen den Größen H (bzw. C), B_1, B_2 aus Versuchen ermittelt worden sind.

Wir finden beispielsweise für die in H. 1924 (S. 305, 306) angenähert berechnete Platte vom Seitenverhältnis $a:b = 1{,}3$, wenn, wie dort, $B_2:B_1 = 1{,}056$, folglich $\varepsilon = 1{,}3\sqrt[4]{1{,}056} = 1{,}318$ und $m_1 = m_2 = 6$ gesetzt wird, folgende genauen Werte:

$$\psi = 0{,}0065, \quad M_{2\max} = 0{,}066\, q\, b^2, \quad M_{1\max} = 0{,}041\, q\, b^2.$$

Demgegenüber ergibt sich aus den Näherungsformeln (27) und (29): $\psi = \backsim 0{,}0067$, $M_{2\max} = 0{,}072\, q\, b^2$, $M_{1\max} = 0{,}047\, q\, b^2$, d. h. entsprechend rund um 3%, 9%, 15% zu viel. Der Annäherungsgrad ist daher nur bei der Berechnung der Durchbiegung als vollständig zufriedenstellend zu betrachten. Bei den Momenten sind die Fehler der Näherungsformeln bereits ziemlich bedeutend, aber bei praktischen Festigkeitsrechnungen doch annehmbar, da sie im Sinne der Erhöhung der Sicherheit wirken. Dennoch ließe sich dasselbe kaum von der Verteilung der Auflagerreaktionen behaupten, und es ist ratsam, die letzteren immer an Hand der genauen Lösung zu bestimmen.

Aus den früheren Entwicklungen für den Fall $a = \infty$ [§ 3 (14) in H, 1925] war bereits zu ersehen, daß der Wert von M_1 in der Plattenmitte nicht notwendig am größten (in der ganzen Platte) sein muß. Wir finden nämlich im Falle einer sehr großen Plattenlänge, daß auf der Längsachse der Platte in der Entfernung

$$d = \backsim \frac{b}{\pi} \sqrt[4]{\frac{B_1}{B_2}} \cdot \frac{\sqrt{\frac{B_2}{B_1}} + \frac{1}{m_2}}{\sqrt{\frac{B_2}{B_1}} - \frac{1}{m_2}}$$

von der kurzen Seite b ein Höchstwert des Biegungsmomentes M_1 auftritt, welcher weit größer als der extreme Wert in der

Zahlentafel zur Berechnung.

ε	des Biegungspfeiles f in der Plattenmitte	der extremen Werte der Biegungsmomente M_1 und M_2 in der Plattenmitte	der Höchstwerte der Querkräfte V_1, V_2 und der Randreaktionen R_1, R_2		der Gesamtreaktionen		der Eckkräfte $\hat{R}$
			in der Mitte des Randes b $\left(x=\frac{a}{2},\ y=\frac{b}{2}\right)$	in der Mitte des Randes a $(x=0,\ y=0)$	$\bar{R}_1$ der Ränder b	$\bar{R}_2$ der Ränder a	
	für den in der ersten Rubrik angegebenen Wert des reduzierten Seitenverhältnisses $\varepsilon=\frac{a}{b}\sqrt[4]{\frac{B_2}{B_1}}\geqq 1$ einer vollständig gleichförmig belasteten ringsum horizontal frei gelagerten rechteckigen Platte im Falle $H^2=B_1 B_2$						
	ψ_{C0}	μ_{11}	μ_{22}	$-\mu_{111}$	$-\mu_{122}$	μ_{222}	μ_{112}	$-\frac{\bar{\mu}_{111}}{b}$	$-\frac{\bar{\mu}_{122}}{b}$	$\frac{\bar{\mu}_{222}}{a}$	$\frac{\bar{\mu}_{112}}{a}$	μ_{12} für $x=\frac{a}{2}, y=0$
		für $x=0,\ y=\frac{b}{2}$		für $x=\frac{a}{2},\ y=\frac{b}{2}$		für $x=0,\ y=0$		für $x=\frac{a}{2}$		für $y=0$		
1	0,00406	0,0368	0,0368	0,219	0,119	0,219	0,119	0,157	0,093	0,157	0,093	0,0466
1,1	0,00485	0,0361	0,0445	0,215	0,131	0,247	0,113	0,155	0,101	0,176	0,092	0,0506
1,2	0,00564	0,0344	0,0523	0,210	0,143	0,273	0,107	0,151	0,109	0,193	0,091	0,0544
1,3	0,00638	0,0325	0,0595	0,205	0,152	0,296	0,101	0,148	0,115	0,210	0,088	0,0572
1,4	0,00705	0,0309	0,0661	0,202	0,159	0,316	0,095	0,146	0,119	0,226	0,085	0,0594
1,5	0,00772	0,0281	0,0728	0,199	0,164	0,335	0,089	0,145	0,122	0,241	0,081	0,0611
1,6	0,00830	0,0258	0,0784	0,196	0,169	0,354	0,081	0,143	0,125	0,254	0,078	0,0627
1,7	0,00883	0,0235	0,0838	0,194	0,172	0,370	0,074	0,142	0,127	0,267	0,075	0,0637
1,8	0,00931	0,0214	0,0884	0,193	0,175	0,385	0,067	0,141	0,129	0,279	0,072	0,0645
1,9	0,00974	0,0193	0,0927	0,191	0,178	0,398	0,061	0,139	0,131	0,289	0,069	0,0655
2	0,01013	0,0175	0,0965	0,189	0,181	0,410	0,055	0,138	0,133	0,299	0,066	0,0663
2,5	0,01150	0,0100	0,1100	0,188	0,183	0,453	0,031	0,137	0,134	0,338	0,054	0,0670
3	0,01223	0,0052	0,1173	0,187	0,185	0,476	0,017	0,136	0,135	0,365	0,045	0,0675
4	0,01282	0,0015	0,1231	0,186	0,186	0,492	0,006	0,136	0,136	0,398	0,034	0,0678
5	0,01297	0,0004	0,1245	0,186	0,186	0,499	0,001	0,136	0,136	0,419	0,027	0,0679
∞	0,01302	0,0000	0,1250	1,186	0,186	0,500	0,000	0,136	0,136	0,500	0,000	0,0679
	Die Berechnung geschieht an Hand folgender Formeln:											
	$f=\psi_{10}\cdot\frac{q\,b^4}{B_2}$.	$M_1=\left(\mu_{11}+\mu_{22}\frac{1}{m_2}\sqrt{\frac{B_1}{B_2}}\right)\frac{q\,a^2}{\varepsilon^2}$.	$M_2=\left(\mu_{22}+\mu_{11}\frac{1}{m_1}\sqrt{\frac{B_2}{B_1}}\right)q\,b^2$.	$(R_2)_{max}=-\left[\mu_{222}+\mu_{112}\left(\frac{1}{m_1}+\frac{4C}{B_2}\right)\sqrt{\frac{B_2}{B_1}}\right]_{x=0,\,y=0}\cdot q\,b$.	Die entsprechenden Ausdrücke für $(V_1)_{max}$ und $(V_2)_{max}$ unterscheiden sich von diesen beiden (abgesehen vom Vorzeichen) nur dadurch, daß in ihnen 2 C anstatt 4 C steht.	$(R_1)_{max}=\left[\mu_{111}+\mu_{122}\left(\frac{1}{m_2}+\frac{4C}{B_1}\right)\sqrt{\frac{B_1}{B_2}}\right]_{x=\frac{a}{2},\,y=\frac{b}{2}}\cdot\frac{q\,a}{\varepsilon}$.	$\bar{R}_1=\left[\frac{\bar{\mu}_{111}}{b}+\frac{\bar{\mu}_{122}}{b}\left(\frac{1}{m_2}+\frac{4C}{B_1}\right)\sqrt{\frac{B_1}{B_2}}\right]_{x=\frac{a}{2}}\frac{q\,a\,b}{\varepsilon}$.	$\bar{R}_2=-\left[\frac{\bar{\mu}_{222}}{a}+\frac{\bar{\mu}_{112}}{a}\left(\frac{1}{m_1}+\frac{4C}{B_2}\right)\sqrt{\frac{B_2}{B_1}}\right]_{y=0}\cdot q\,a\,b$.	$\hat{R}=(\mu_{12})_{\frac{a}{2},\,0}\frac{4C}{B_2}\sqrt[4]{\frac{B_2}{B_1}}\,q\,b^2=(\mu_{12})_{\frac{a}{2},\,0}\frac{4C}{B_2}\sqrt{\frac{B_2}{B_1}}\frac{q\,a\,b}{\varepsilon}$.

Plattenmitte sein kann. Aus der obigen Lösung für den allgemeinen Fall eines beliebigen ε folgt jetzt, daß mit der Abnahme der Verhältniszahl ε der Ort des Höchstwertes von $M_1'=\mu_{11}\frac{q\,a^2}{\varepsilon^2}$ sich allmählich von der kurzen Seite b entfernt und nachher rasch der Plattenmitte nähert, um sie für $\varepsilon=\backsim 1{,}3$ zu erreichen. Für $\frac{1}{1{,}3}<\varepsilon<1{,}3$ herrscht der Höchstwert von M_1' in der Plattenmitte. Allen Werten von ε, die größer als 1,3 sind, entspricht in der Plattenmitte kein Maximum, sondern ein Minimum des Momentes M_1'.

Ähnliches muß auch für die wirklichen Biegungsmomente M_1 gelten, jedoch ist die Auswertung der entsprechenden Formeln viel langwieriger, weshalb die rechnerische Abschätzung bloß für das „Ersatzmoment" M_1' als den Hauptteil des wirklichen Momentes M' durchgeführt worden ist. Danach wandert im besonderen Falle $B_1=B_2$ die Stelle des größten Momentes M_1' (und gleichzeitig die Stelle der größten Krümmung $\frac{\partial^2\zeta}{\partial x^2}$ im mittleren Längsschnitt der Platte) zwischen zwei Punkten, die von der kurzen Seite b um

$$d=\backsim 0{,}32\,b \quad \text{und} \quad d=\backsim 0{,}65\,b$$

entfernt sind, wenn die Verhältniszahl vom Werte ∞ bis 1,3 sich ändert. Für $\frac{1}{1,3} < \varepsilon < 1,3$ beträgt diese Entfernung $\frac{a}{2}$.

Außerdem findet man an Hand der großen Zahlentafel in diesem Paragraphen und der kleineren Tafel am Ende des § 3 (14) in H. 1925, bei der Annahme $B_1 = B_2$, $m_1 = m_2 = 6$ (für Beton):

für $\varepsilon =$	1	1,1	1,2	1,3	∞
$\frac{M_{1\,max}}{q\,b^2} =$	$\frac{1}{23,3}$	$\frac{1}{23,0}$	$\frac{1}{23,2}$	$\frac{1}{23,6}$	$\frac{1}{28,7}$
	(0,0429)	(0,0435)	(0,0431)	(0,0423)	(0,0348)

Es ändert sich also der Höchstwert von M_1 in ziemlich engen Grenzen, wenn bei gegebener Plattenbreite b die Länge a von a = b bis a = ∞ wächst. Die beiden Grenzwerte sind:

$$M_1 = \frac{1}{23,0}\,q\,b^2 \quad \text{für } a = 1,1\,b$$

$$\text{und } M_1 = \frac{1}{28,7}\,q\,b^2 \quad \text{für } a = \infty \quad (\text{praktisch für } a \gtrsim 3\,b).$$

Von der Richtigkeit der obigen Ergebnisse einer rechnerischen Abschätzung überzeugt man sich am besten auf Grund des Ausdruckes für μ_{111} (Gl. 214, II). Dieser Ausdruck ist dem Differentialquotienten $\frac{\partial^3 \zeta}{\partial x^3}$ proportional und sein Vorzeichen entscheidet über die Zu- bzw. Abnahme der Krümmung $\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2}$ (und somit auch des Wertes M_1'). Für $y = \frac{b}{2}$, d. h. in der Längsachse der Platte nimmt er bei vollständiger Belastung und für sehr kleine Werte von x die Form an:

$$\mu_{111} = -\frac{2}{\pi^2} \cdot \frac{\pi\,\varepsilon\,x}{a} \sum_{n=1,3,5,\ldots} \frac{(-1)^{\frac{n-1}{2}}}{n} \cdot \frac{2 - \frac{n\,\pi\,\varepsilon}{2}\,\mathrm{Tgh}\,\frac{n\,\pi\,\varepsilon}{2}}{\mathrm{Ch}\,\frac{n\,\pi\,\varepsilon}{2}}$$

und wird offenbar Null für x = o. Für x > o ergeben sich negative Werte von μ_{111}, solange ε kleiner als $\varepsilon_k = \backsim 1,3$ bleibt. Dann entspricht dem Werte x = o ein Maximum von $\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2}$ und somit hat M_1' den Höchstwert in der Plattenmitte. Für $\varepsilon > \varepsilon_k$ wird μ_{111} positiv; es wächst daher anfangs die Krümmung $\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2}$ mit der Entfernung von der Plattenmitte, um abseits ein Maximum zu erreichen.

Anhang (zu § 1).

Nach den Formeln der strengen Lösung in § 1 wurden für die vollständig gleichförmig belastete, ringsum frei aufliegende rechteckige Platte folgende Interpolationsformeln aufgestellt:

$$(269) \qquad f = \frac{0,013 + \frac{0,0073\,\varepsilon}{1,3 + \varepsilon^2}}{1 + \frac{2\,\eta}{\varepsilon^2} + \frac{1}{\varepsilon^4}} \cdot \frac{q\,b^4}{B_2} \quad (\text{für den Biegungspfeil}).$$

$$(270) \quad \begin{cases} M_1' = \dfrac{17,2\sqrt{\frac{B_1}{B_2}} \cdot q\,b^2}{(\varepsilon^4 + 8,5\,\varepsilon^2 + 107)\left(\varepsilon^2 + 2\,\eta + \frac{1}{\varepsilon^2}\right)} \\ \quad = \dfrac{17,2\,q\,a^2}{(\varepsilon^4 + 8,5\,\varepsilon^2 + 107)\,(\varepsilon^4 + 2\,\varepsilon^2\,\eta + 1)}, \\ M_2' = \dfrac{0,125 + \frac{0,19\,\varepsilon}{3\,\varepsilon^2 - 2,83\,\varepsilon + 8,4}}{1 + \frac{2\,\eta}{\varepsilon^2} + \frac{1}{\varepsilon^4}}\,q\,b^2 \\ \text{(für die beiden Ersatzmomente in der Plattenmitte, } a \geqq b). \end{cases}$$

Diese Formeln liefern Werte, welche im Falle $\eta = 1$ von den genauen theoretischen Werten höchstens um einige Zehntel Prozent differieren. Da für Eisenbetonplatten die Werte der Steifigkeitszahl η von 1 nicht viel abweichen können, so wird für sie die Genauigkeit obiger Interpolationsformeln praktisch vollkommen ausreichend.

Sind die Ersatzmomente berechnet worden, so ergeben sich die wirklichen Biegungsmomente M_1 und M_2 aus den Formeln:

$$(267) \quad \begin{cases} M_1 = -B_1\left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2} + \frac{1}{m_2} \cdot \frac{\partial^2 \zeta}{\partial y^2}\right) = M_1' + \frac{1}{m_2} \cdot \frac{B_1}{B_2}\,M_2', \\ M_2 = -B_2\left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial y^2} + \frac{1}{m_1} \cdot \frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2}\right) = M_2' + \frac{1}{m_1} \cdot \frac{B_2}{B_1}\,M_1'. \end{cases}$$

(Fortsetzung folgt.)

SHEDHALLEN IN MODERNER HOLZBAUWEISE.

Für den Aufbau der deutschen Industrie diente England jahrzehntelang als Vorbild. Um in Deutschland manche Industriezweige in Gang zu bringen, wurden in den Anfängen unserer industriellen Entwicklung meist die erforderlichen Maschinen, häufig einschließlich des mit ihnen vertrauten Personals, aus England eingeführt. Daß sich in dieser Zeit auch auf dem Gebiet des Bauwesens manche englischen Methoden in Deutschland einbürgerten, ist verständlich, brachte doch der Industriebau eine Reihe von Aufgaben mit sich, deren Lösung bisher die deutschen Bauleute kaum beschäftigte. Insbesondere war es der Bau weiträumiger Flachbauten, die vordem kaum eine Rolle spielten, und die man alsbald nach englischem Muster in Shedform überdachte.

Da bei derartigen Anlagen die Fenster in den Umfassungswänden meist für die Bedürfnisse des Fabrikbetriebes nicht genügten, mußten reichliche Oberlichtflächen angeordnet werden. Bei dem damaligen Mangel an Baustoffen, die eine flache Ausbildung des Daches ermöglicht hätten, stellten die Sheddächer, vom konstruktiven Standpunkt aus betrachtet, geradezu eine ideale Lösung dar, da sie sich für die übliche Dacheindeckung mit Ziegeln oder Schiefer sehr gut eigneten. Dem Bedürfnis nach ausreichenden Belichtungsflächen war weitgehend Rechnung getragen, und die Qualität des einfallenden Lichtes war einwandfrei, da die Glasflächen alle gegen Norden orientiert werden konnten, und so der Fabrikraum durch ein gleichmäßiges, zerstreutes Licht erhellt war. Diese wichtigen Vorzüge ließen die Sheddächer nicht allein dort Verwendung finden, wo sie auch heute noch häufig und mit gutem Erfolg an-

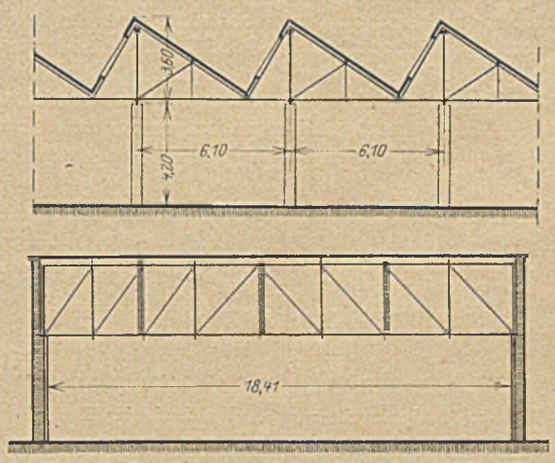

Abb. 1 u. 2. Längs- u. Querschnitt einer Halle mit lotrechten Trägern ‖ zum Shed.

gewandt werden, also in den Betrieben der Textilindustrie und in sonstigen, hochwertige Beleuchtung erfordernden Werkstätten, sondern sie wurden schlechthin für Flachbauten aller

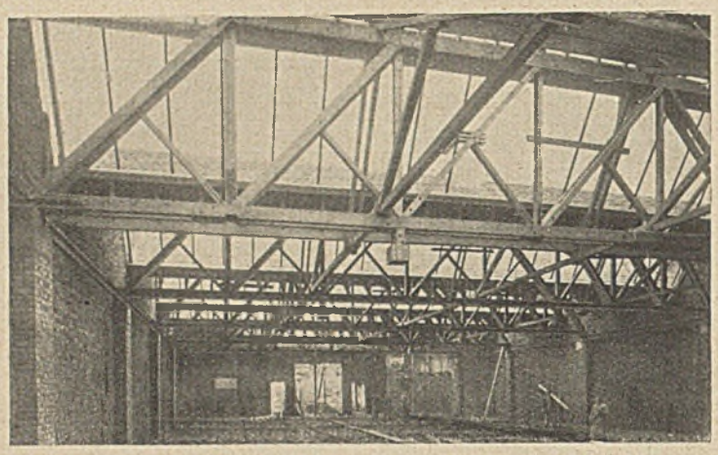

Abb. 3. Halle mit lotrechten Trägern ‖ zum Shed (Innenansicht).

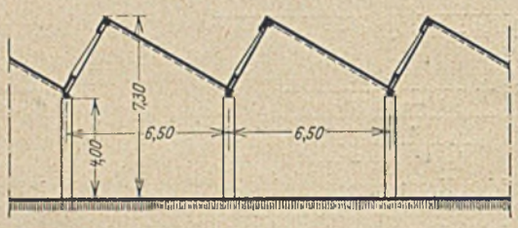

Abb. 4. Halle mit schrägliegendem Tragwerk, Längsschnitt.

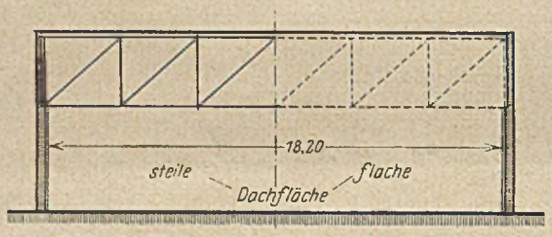

Abb. 5. Halle mit schrägliegendem Tragwerk, Querschnitt.

Art, Lokomotivschuppen, Lagerhallen u.ä. ausgeführt, bei denen nach unseren heutigen Begriffen ihre Nachteile die Vorteile überwiegen.

Und solche Nachteile des Shedbaues bestehen nicht allein hinsichtlich der architektonischen Gestaltung, der heute wieder ein größeres Interesse entgegengebracht wird als in den Anfangszeiten des Industriebaues. Sheddächer erfordern im Verhältnis zur überdeckten Grundfläche eine größere Dachfläche als andere heute beliebte Dachformen, und damit wachsen die von der Unterkonstruktion zu tragenden Lasten und die

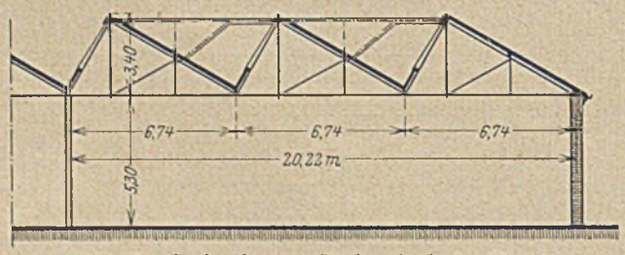

Abb. 7. Senkrecht zum Shed verlaufender Binder.

Baukosten. Ebenso wirkt dieser Umstand für die Betriebskosten verteuernd, da durch die größere Dachfläche der Aufwand für die Heizung sich erhöht. Weiter bringen die zahlreichen Dachkehlen, in denen sich der Schnee zu sammeln pflegt, durch ihre Rinnen und Verwahrungen viele Bau- und Unterhaltungskosten mit sich. Manche weiteren Schwierigkeiten ergeben sich dort, wo Shedhallen mit Rücksicht auf die einzubauenden Maschinenanlagen ohne Zwischenstützen, oder wenigstens mit einer möglichst geringen Zahl solcher, ausgeführt werden sollen. Naturgemäß wirkt hier das große Eigengewicht besonders verteuernd, daneben aber bringt es die Form des Sheddaches mit sich, daß der Konstrukteur in der Anordnung seiner Tragsysteme vielfache Rücksichten zu nehmen hat. Als zweckmäßigste Form des Sheddaches, von der deshalb im allgemeinen nur wenig abgewichen wird, hat sich die Anordnung bewährt, bei der die Neigung der Fensterfläche 60°, die der flacheren Dachfläche 30° beträgt, und bei der die beiden Dachflächen sich demnach im First im rechten Winkel treffen. Durch die Länge der Grundlinie der einzelnen Sheddreiecke — den Abstand von Rinne zu Rinne oder von First zu First — wird damit die Konstruktionshöhe der Tragwerke ziemlich genau bedingt. Außerdem ist meist durch dieses Maß auch der gegenseitige Abstand der Hauptträger bestimmt.

Im folgenden seien nun einige Beispiele gezeigt, die verschiedenartige Lösungen in der Anordnung der Tragwerke bei reifgespannten Shedhallen in Holz darstellen. Sämtliche Beispiele sind Ausführungen der Firma Karl Kübler A.-G., Stuttgart, und stammen aus den Jahren 1917 bis 1925.

Abb. 6. Shedhalle mit schrägliegendem Tragwerk (Innenansicht).

Bei dem Bauwerk der Abb. 1 bis 3 verläuft die lange Seite des Grundrisses etwa von Süd nach Nord. Die Hauptbinder sind in der Form von Parallelträgern senkrecht stehend unter den Firstlinien der Sheds angeordnet. Sie tragen je drei dreieckige Shedbinder in ca. 5 m gegenseitigem Abstand. Die Hauptträger haben im vorliegenden Fall noch die Schienen für drei kleine Laufkrane aufzunehmen, die in der Längsrichtung der Halle verkehren. Die hier gewählte Anordnung ist bezüglich der Längssteifigkeit der Dachkonstruktion auf die Standfestigkeit der beiden zur Firstlinie des Sheds parallelen Umfassungsmauern angewiesen. Die dreieckigen Shedbinder stellen im Längsschnitt, Abb. 1, sozusagen Züge von Gerberpfetten dar,

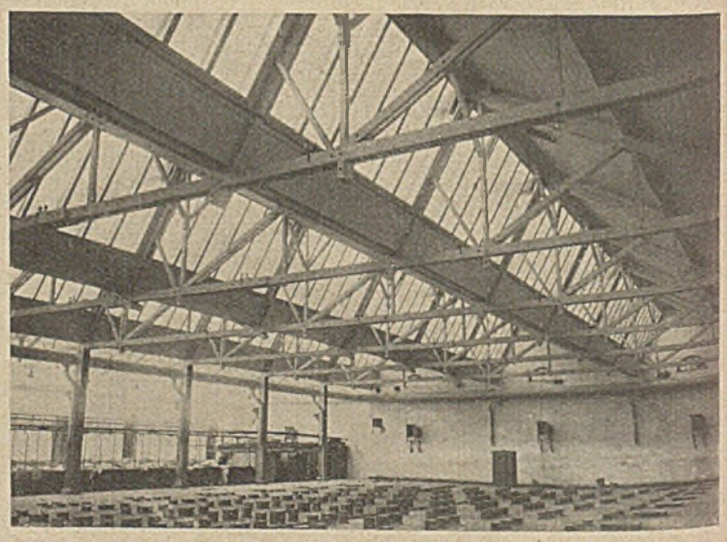

Abb. 8. Halle mit senkrecht zum Shed verlaufenden Bindern, Innenansicht.

die in Fachwerk ausgeführt sind, und deren Gelenke jeweils unter den Kehlen liegen. Mit Ausnahme des Anfangsfeldes liegt in jedem Hauptträgerfeld ein Gelenk. Die auf die Dachflächen in der Längsrichtung wirkenden Windkräfte werden durch die Dreiecksbinderreihen auf die den Sheds parallelen Umfassungsmauern übertragen.

Das nächste Beispiel, Abb. 4 bis 6, zeigt eine Shedhalle von ähnlichen Grundrißabmessungen, doch sind hier die Hauptträger in die steile Shedfläche gelegt. Da die senkrecht wirkenden Lasten eine aus der Ebene der Träger herausfallende Komponente erzeugen, muß auch in der flachen Dachfläche ein entsprechender Verband eingebaut werden. Dieser ist gleichzeitig in der Lage, die auf die Fensterflächen treffenden Windkräfte auf die Längsmauern zu übertragen, wie umgekehrt die auf die flachen Dachteile wirkenden Winddrücke durch die erstgenannten Träger auf die Längsmauern übergeleitet werden. Gegenüber der zuerst gezeigten Anordnung weist die vorliegende Bauart keine außerhalb der Dachflächen liegenden Bauteile auf, was sich für den Gesamteindruck des Raumes angenehm geltend macht.

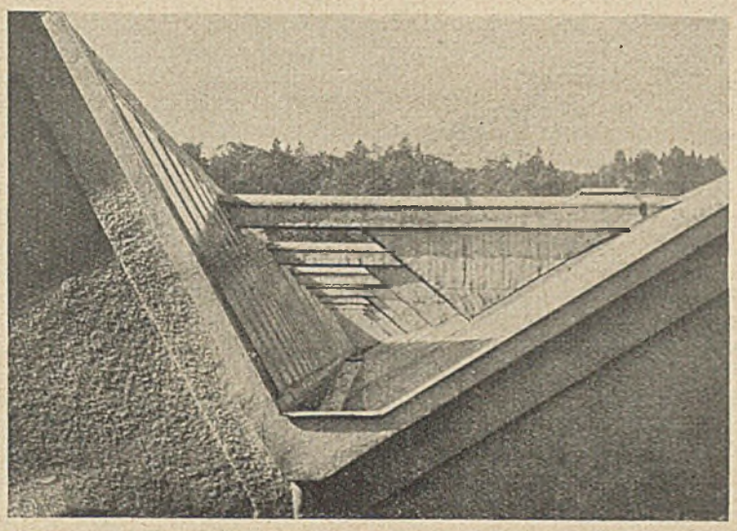

Abb. 9. Außenansicht zu Abb. 8.

Die Durchführung der Haupttragsysteme parallel zur Firstlinie kann unzweckmäßig werden, wenn der überspannte Raum in dieser Richtung wesentlich größere Abmessungen aufweist als senkrecht hierzu. Dieser Fall lag bei den in Abb. 7 bis 9 dargestellten Fabrikationsräumen vor, bei denen die Grundrißgestaltung teils durch bestehende Gebäude, teils durch die Geländeverhältnisse bedingt war, und ein Verlauf der Sheds in anderer Richtung mit Rücksicht auf das günstigere Nordlicht nicht in Betracht kam. Bei drei derartigen Hallen wurden seitens der Karl Kübler A.-G. Shedbinder vorgeschlagen und ausgeführt, die senkrecht zu den Shedflächen gespannt sind, und deren obere Gurtungen deshalb außerhalb der Dachflächen von First zu First laufen. Bei Firstabständen von 5,80 bis 7,90 m ergeben sich dadurch für die Obergurtstäbe Knicklängen, die wenigstens in der Binderebene eine Zwischenstützung zweckmäßig erscheinen lassen. Bei den Hallen mit größeren Firstabständen wurde diese Zwischenstützung in den Drittelspunkten, bei einer Halle in den Mittelpunkten der Obergurtstäbe vorgenommen. Die Haltestäbe wurden in die Verwahrung der Obergurte mit einbezogen, wodurch sich das eigenartige Bild der äußeren Dachform, Abb. 9, ergab. Die Verwahrung der außerhalb der Dachflächen liegenden Bauglieder erfolgte mit großer Sorgfalt durch teerfreie Pappe, doch ist zuzugeben, daß diese Ummantelung ein kritischer Punkt für die einwandfreie Instandhaltung der Anlage sein wird. Nach Lage der Verhältnisse blieb aber hier wie so häufig nur die Wahl des kleinsten Übels, und gegenüber den verschiedenen Auswegen, wie Änderung der Shedrichtung, Anordnung von Stützenreihen oder Spannung der Binder in anderer Richtung, erschien der eingeschlagene Weg als der gangbarste.

NEUE AMERIKANISCHE METHODEN ZUR BESTIMMUNG DES EINFLUSSES DES WASSERZUSATZES UND DER KORNGRÖSSENVERHÄLTNISSE AUF DIE BETONFESTIGKEIT.

Von Oberbaurat Nils Buer, Hamburg.

Übersicht. Es werden in auszugsweiser Übersetzung aus amerikanischen technischen Zeitschriften die neuesten Forschungsergebnisse der Professoren D. A. Abrams und A. N. Talbot einander gegenübergestellt. Abrams wirft mit anerkennenswertem Mut alle Bedenken über Bord und stellt nach seinen Versuchen und Beobachtungen fest, daß sich die gesamte verwickelte Frage der Betonfestigkeit durch zwei Begriffe, nämlich „Wasser-Zement-Verhältnis" und „Feinheitsmodul", lösen läßt. Talbot dagegen schließt sich ziemlich eng an die Theorie Feréts an, spinnt sie aber erheblich weiter aus. Sein Hauptbegriff ist die „Mörtelhohlraum-Kurve", die die „Betondichte" darstellt. Wie ungeheuer schwierig es ist, die Betonfestigkeit im voraus zu bestimmen, wird sehr charakteristisch dargelegt durch eine Äußerung des Chefingenieurs der Chicago, Cleveland, Cincinnati & St. Louis Railroad Company, Herrn J. B. Hunley, in einem Aufsatz „Old and New Methods of Constructing Concrete Brigges", in „Proceedings of American Concrete Institute 1807 E. Grand Boulevard, Detroit, Mich." Seite 24. Er sagt: „Die Betonherstellung war bis zu einem gewissen Grade ein Hazardspiel des Zufalles („It was quite a gamble"), und meistens ist der Einsatz zu hoch." Dabei hat Hunley Bauwerke mit einem Gesamtinhalt von 1¼ Millionen Kubikyard Beton selbst ausgeführt.

Durch Versuche ist erwiesen, daß die Festigkeit des Betons bis zu einem gewissen Grade mit dem Wasserzusatz steigt, bei weiterer Zugabe von Wasser aber wieder sinkt. Forschungsinstitute der Vereinigten Staaten von Nordamerika haben in den letzten Jahren viel Geld und Arbeit geopfert, um herauszufinden, welche Mengen- und Mischungsverhältnisse letzten Endes für die Festigkeit des Betons maßgebend sind. Das Ziel war, es dem Ingenieur möglich zu machen, den Beton auf der Baustelle mit möglichst wenig Zement so herzustellen, daß die Festigkeit erzielt werden kann, die in jedem Falle der Bauwerksberechnung gemäß für notwendig erachtet wird, also möglichst wirtschaftlich zu bauen. Besonders umfangreiche und mit großer Genauigkeit durchgeführte Versuche sind nach dieser Richtung hin im Jahre 1916 vom „U. S. Bureau of Standards", Washington, gemacht worden. Es handelte sich hierbei um eine Serie von etwa 20 000 Einzelversuchen mit 240 Sandsorten und Steinschlag von 60 verschiedenen Gesteinsarten. Die Versuche zeigten in erster Linie, wie außerordentlich schwierig es ist, ein auch nur annähernd fest umrissenes, allgemein gültiges Ergebnis zu erhalten. Probekörper, die aus einer Betonmischung 1 Teil Zement : 2 Teilen Sand : 4 Teilen Steinschlag, die in der Versuchsanstalt vollkommen gleichartig und unter genau den gleichen Verhältnissen hergestellt und gelagert waren, zeigten nach 28 Tagen Festigkeitsunterschiede von bis zu 300%, wobei zufällige, besonders niedrige Festigkeitszahlen einzelner Probekörper nicht einmal der Bestimmung des Prozentsatzes zugrunde gelegt wurden.

Allgemein gültige Regeln wurden vom Bureau of Standards nicht gefunden. Zweierlei Erscheinungen traten indessen hervor, die das Bureau, wie folgt zusammenfassen konnte:

1. Die Schwankungen der Betonfestigkeit folgten überall bei gleichem Zementzusatz den Schwankungen einer Größe, die Feret, die „Dichte" des Betons nennt. Die „Dichte", die also bis zu einem gewissen Grade unabhängig ist von dem Zusatz an Zement, ist das Verhältnis zwischen dem Rauminhalt des frischen Betons und der Summe der absoluten Rauminhalte der festen Bestandteile, aus denen der Beton hergestellt ist. (Der absolute Rauminhalt einer bestimmten Menge Sandes oder Steinschlags ist beispielsweise gleich dem Gewicht dieser Menge geteilt durch das spezifische Gewicht des Minerals, aus dem der Sand oder der Steinschlag besteht.)

2. Das Bureau fand ferner, daß die Betonfestigkeit in hohem Maße von der Menge des Mischwassers abhängig ist. Wurde die Mischwassermenge über eine, übrigens ziemlich niedrig liegende Grenze gesteigert, so nahm bei sonst gleichen Mischungsverhältnissen des Betons die Festigkeit rasch ab.

Die Betonuntersuchungen wurden nach der angegebenen Richtung hin von D. A. Abrams, Professor an der Structural Materials Research Laboratory, Lewis Institute, Chicago, weiter gefördert. Abrams, der seine Feststellungen auf eine Reihe von 50 000 Einzelversuchen gründet, hat einen neuen Begriff eingeführt, den er „Wasser-Zement-Verhältnis" nennt. Diesen Begriff definiert er als das Verhältnis des Rauminhalts des Mischwassers W zu dem Rauminhalt (nicht dem absoluten Rauminhalt) des losen Zements Z. Für die Bestimmung der Größe Z nimmt Abrams an, daß 1 Fuß³ 94 lb wiegt, was einem Gewicht von 154 kg/100 l entspricht. Das „Wasser-Zement-Verhältnis" ist

$$x = \frac{W}{Z}.$$

Für Mischungsverhältnisse, vom reinen Zement abwärts bis zu 1 Teil Zement auf 15 Teile Sand und Steinschlag, gilt nach den Versuchen Abrams' allgemein folgender Grundsatz: „Für gegebene Betonstoffe hängt die Festigkeit des erhärteten Betons nur von einem Wert ab, nämlich vom Wasser-Zement-Verhältnis, solange die Betonmischung nicht zu trocken ist, oder der Kiessand nicht zuviel grobes Korn enthält, um einen dichten Beton zu bilden."

Die Betonfestigkeit S kann ausgedrückt werden durch die Formel:

$$S = \frac{A}{B^x}; \; x = \text{„Wasser-Zement-Verhältnis"}.$$

A und B sind Konstanten, die von der Beschaffenheit des Zements und des Kiessandes, von dem Alter des Betons, von den Erhärtungsverhältnissen usw. abhängen. Bei den Versuchen, die Abrams ausführte, war

$$S = \frac{14\,000}{7^x} \text{ lb/Zoll}^2$$

Der Abramssche Satz gilt nur für Beton, der soviel Feuchtigkeit enthält, daß er sich zu einer dichten Masse stampfen läßt.

Die allgemeine wirtschaftliche Forderung bei der Betonbereitung gipfelt darin, einen Beton mit einer Mindestmenge Zement herzustellen, der ein gegebenes „Wasser-Zement-Verhältnis", also nach Abrams eine gegebene, der Bauwerksberechnung angepaßte Festigkeit aufweist. Jede Anwendungsform des Betons fordert, daß dieser so beschaffen sein muß, daß er sich für jeden Bau, zu dessen Herstellung er dienen soll, nach den im Baufach üblichen Methoden stampfen oder sonst verarbeiten läßt. Abrams nennt diese Eigenschaft „workability" (Verarbeitungsfähigkeit) oder, wie sie auch vielfach genannt wird, „Beweglichkeit". Die notwendige „Beweglichkeit" wechselt, je nach der Bauart, vom „erdfeuchten" bis zum „fließenden" Zustand. Der Begriff „Beweglichkeit" spielt bei Betonbauten in den Vereinigten Staaten von Nordamerika eine so große Rolle, daß man Standardmethoden zur Messung dieser „Beweglichkeit" eingeführt hat. Eine dieser Methoden ist: Man füllt nach bestimmter Vorschrift eine nach oben konisch zugespitzte Form ohne festen Boden, die bestimmte Abmessungen besitzen muß, mit frischem Beton. Unmittelbar darauf hebt man die Form senkrecht in die Höhe, so daß der Betonkern stehen bleibt. Der frische Betonkörper wird dann, je nach dem Grade seiner „Beweglichkeit", mehr oder weniger zusammensinken. Das Maß des Zusammensinkens, in Zoll gemessen, stellt das Maß der „Beweglichkeit" dar.

Aus dem Abramsschen Satz kann die Schlußfolgerung gezogen werden, daß man, um den bestmöglichen Beton zu erhalten, in jedem Falle nicht mehr Mischwasser verwenden darf, als gerade für die Erlangung der erforderlichen „Beweglichkeit" geboten ist. Nimmt man mehr Wasser, so muß man die Zementmenge im gleichen Verhältnis erhöhen, wenn man Beton gleichbleibender Festigkeit erlangen will.

Die „Beweglichkeit" des Betons hängt indessen nicht nur von der Wassermenge ab. Verschiedene Sand- und Steinschlagsorten werden bei Mischung im gleichen Verhältnis und mit gleich großen Wassermengen unterschiedliche „Beweglichkeit" aufweisen. Abrams behauptet nun, durch seine Versuche herausgefunden zu haben, daß es die „Gradierung" der Korngrößen ist, die den überwiegenden Einfuß auf die „betonbildende Eigenschaft" des Zusatzmaterials besitzt, und daß es eine einfache „Funktion" dieser Gradierung gibt, die für alle Zusatzmaterialien gleicher betonbildender Eigenschaft denselben Wert annimmt. Diese Funktion, die Abrams den „Feinheitsmodul" nennt, findet man auf folgende Weise: Man nimmt eine Siebung der Zusatzstoffe (Sand und Steinschlag) vor. Hierbei benutzt man eine bestimmte Serie von Sieben. Das feinste Sieb hat 100 Maschen/linear Zoll; das gröbste ist ein Lochsieb von 1½ Zoll Lochdurchmesser. In jedem dazwischenliegenden Sieb ist die Maschen- oder Lochweite genau doppelt so groß, wie die des nächstfeineren Siebes. Für jede Siebung wird derjenige Teil der Siebprobe, der nicht durch die Maschen hindurchgeht, im Prozentsatz der Probe bestimmt. Die Gesamtsumme dieser Prozentsätze sämtlicher Siebungen der Serie, geteilt durch 100, ergibt den „Feinheitsmodul". Dieser Modul ist nach Abrams bestimmend für die Betonfestigkeit. Wenn sein Wert wächst, nimmt die Betonfestigkeit beim Vorhandensein gleicher „Beweglichkeit" bis zu einer bestimmten Grenze zu, die Abrams „den größtzulässigen Feinheitsmodul" nennt. Geht man weiter, wird das Zusatzmaterial zu grob, um einen dichten Beton zu liefern. Der Wert des „größtzulässigen Feinheitsmoduls" ist veränderlich, er hängt ab von der Zementmenge der Mischung, von der höchsten Korngröße im Zusatzmaterial und von der Art des Bauwerksteils, der hergestellt werden soll.

Hat man nun bei einem Bau bestimmte Sorten Sand und Steinschlag zur Verfügung, und hat man den „Feinheitsmodul" jedes dieser Stoffe bestimmt, so kann man durch richtige Mischung einen Modul erhalten, der jeden gewünschten Wert zwischen den Modulen der beiden Baustoffe annimmt. Umgekehrt, wünscht man eine Mischung von einem bestimmten „Feinheitsmodul", so kann man leicht ausrechnen, in welchem Verhältnis der Sand und der Steinschlag gemischt werden müssen. Hieraus geht hervor, daß man, um eine möglichst wirtschaftliche Mischung für ein gegebenes Bauwerk zu erhalten, so nahe an die Grenze des „größtzulässigen Feinheitsmoduls" gehen muß, wie nur möglich. Diese Aufgabe nennt Abrams, den Beton zu „dimensionieren".

„Abrams' System" hat in der Fachwelt der Vereinigten Staaten viele Anhänger erhalten, da es wegen seiner Einfachheit ohne Zweifel bestechend wirken muß. Es arbeitet nur mit zwei Begriffen, nämlich mit dem „Wasser-Zement-Verhältnis" und mit dem „Feinheitsmodul", und liefert auf dieser Grundlage ein leicht anwendbares Berechnungssystem.

Abrams ist mit seiner Theorie in den Fachkreisen auch auf erheblichen Widerstand gestoßen. Insbesondere haben die bekannten Betonforscher, der Franzose R. Feret und Professor A. N. Talbot der Universität in Illinois, die Richtigkeit der Theorie angezweifelt, wobei sie sich auf ihre langjährigen

umfangreichen Versuche stützen. Die Theorie, die Talbot aufgestellt hat, schließt sich in manchem der Theorie von Ferét an, geht aber erheblich weiter. Wie Ferét, findet auch Talbot, daß die Festigkeit des Betons in engster Beziehung zu dem absoluten Rauminhalt seiner Bestandteile steht, also auch zu den „Hohlräumen" in frischem Beton. Unter „Hohlräumen" versteht Talbot sowohl die „Wasser"-, als auch die „Lufthohlräume". Ebenso, wie Ferét, legt Talbot das größte Gewicht auf das feinkörnige Sandmaterial. Er betrachtet Beton als einen Mörtel, dem aus wirtschaftlichen Gründen ein grobes Material (Kiesel oder Steinschlag) zugesetzt wird, und behauptet, daß man von den Eigenschaften des Mörtels auf die Eigenschaften des Betons mit großer Sicherheit schließen kann. Die Ergebnisse von mehreren Tausend Versuchen haben ihm angeblich die Berechtigung zu dieser Schlußfolgerung gegeben.

Da Talbot den „Hohlräumen" die größte Bedeutung zuerkennt, unterwirft er diesen Begriff einer besonderen Betrachtung, die nachstehend erörtert werden soll.

Setzt man einer trockenen Mischung von Zement und Sand gradweise Wasser zu, findet eine bestimmte Rauminhaltveränderung statt. Erst nimmt der Rauminhalt dadurch zu, daß das Wasser sich zwischen die einzelnen Körner der Mischung „hineinkeilt" und diese zunächst auseinandertreibt. Ist hierbei eine gewisse Grenze erreicht, wird diese Wirkung durch eine andere aufgehoben. Das Wasser „schmiert" die Mischung; die Teile gleiten leichter durcheinander und lagern sich dichter zusammen. Die Hohlräume nehmen also bis zu einer gewissen Grenze des Wasserzusatzes ab, bei deren Überschreitung jedoch das Wasser anfängt, die Mischung aufzufüllen, so daß die „Hohlräume" wiederum zunehmen, denn unter „Hohlräumen" versteht Talbot, wie erwähnt, sowohl die „Luft"-, als auch die „Wasserhohlräume". Für eine gegebene Mischung von Sand und Zement gibt es also eine bestimmte Wassermenge, die ein Minimum von Hohlräumen herbeiführt. Talbot nennt diese Wassermenge „the basic water-content" — die „kritische Wassermenge" für die betreffende Mischung. Diese läßt sich bei gegebenen Kiessandsorten und Mischungsverhältnissen durch Versuche leicht bestimmen. Bestimmt man für einen Kiessand den kleinsten Hohlraum bei verschiedenen Mengen des Zementzusatzes, findet man, daß der Mörtelhohlraum bei der „kritischen Wassermenge" (the basic water-content) mit der Zementmenge stark steigt. Für reinen Zement ist der Prozentsatz des Hohlraumes nach der Standardmethode Talbots 45. Setzt man Kiessand zu, nimmt der Prozentsatz bis zu einer gewissen Grenze mit dem zunehmenden Kiessandinhalt zu, um dann wieder bei weiterer Vergrößerung des Kiessandinhalts abzunehmen. Für einen gegebenen Kiessand kann man eine bestimmte Relation zwischen der Zementmenge und dem kleinsten „Hohlraum" ermitteln, wobei man, wenn der Zementinhalt als Abszisse und das Hohlraumminimum als Ordinate aufgetragen werden, die Kurve des Mörtelhohlraumes für die „kritische Wassermenge" (the basic water-content) erhält. Die Gleichung, die Talbot aufstellt, lautet:

$$S = K \left[\frac{Z}{Z + (W + V)} \right]^n.$$

Z = Zementrauminhalt,
W = Wasserrauminhalt,
V = Luftrauminhalt.

Talbot hat nun behauptet, daß die „Mörtelhohlraumkurve" die Eignung eines Kiessandes für Betonbereitung bestimmt, wobei natürlich von der Festigkeit der Mineralien, aus denen der Kiessand besteht, und von chemischen und mechanischen Verunreinigungen abgesehen wird. Kennt man also diese Kurve, so kann man nach Talbot den Hohlraum und die Festigkeit des aus einer bestimmten Mischung herzustellenden Betons, d. h. die Größen Z und (W + V), bestimmen.

Die Versuche Talbots haben gezeigt, daß ein bestimmter Kiessand, der in einem gleichfalls bestimmten Mischungsverhältnis mit Zement einen Beton gleichmäßiger hoher Festigkeit ergab, bei anderen Mischungsverhältnissen indessen völlig ungenügende Festigkeit aufwies. Der charakteristische Verlauf der „Mörtelhohlraumkurve" zeigt, daß feinkörniger Kiessand für fette Mischungen vorteilhafter ist als Kiessand mit viel grobem Korn. Bei mageren Mischungen ist dagegen Kiessand mit viel grobem Korn vorteilhafter. Talbot bezweifelt, daß Abrams in seinem „Wasser-Zement-Verhältnis" eine überall zuverlässige Grundlage für die Betonbeurteilung gefunden hat.

Die Versuche Talbots liegen zwischen weit gezogenen Grenzen des Mischungsverhältnisses, und dennoch beweisen diese Versuche, daß sich die tatsächlichen Festigkeitszahlen mit verblüffender Genauigkeit den nach seiner Methode errechneten Werten anlehnen. Für die Verhältnisse, unter denen Talbot seine Versuche gemacht hat, gibt er die Konstanten der Gleichung für die kritische Wassermenge zu K = 3200 lb/Zoll² und n zu 2,5 an.

In den Vereinigten Staaten ist trotzdem die Theorie von Abrams wohl in der Praxis am meisten angewendet worden, obwohl diese Theorie sicherlich nicht nach jeder Richtung hin einwandfrei ist. So hat beispielsweise Talbot nachgewiesen, daß sie bei Kiessandsorten, die hinsichtlich ihrer Körnung besonders große Unterschiede aufwiesen, nicht anwendbar erscheint. Indessen kommen diese Grenzfälle, für die die Gleichung Abrams' unzulässige Ergebnisse zeitigt, in der Baupraxis selten oder fast gar nicht vor. Jedenfalls ist es aber geboten, die Abramssche Theorie mit einiger Vorsicht anzuwenden.

Die Talbotsche Theorie eröffnet nach Ansicht der Fachwelt doch wohl die größte Möglichkeit, in der Praxis das herzustellen, was man in Amerika „scientific" Beton nennt. Hinsichtlich ihrer praktischen Verwendbarkeit sind die beiden Methoden so ziemlich als gleichwertig zu betrachten. Überzeugend für die Brauchbarkeit der beiden Methoden muß es wirken, wenn man erfährt, daß mehrere sehr bedeutende Baufirmen in den Vereinigten Staaten bei ihren Bauausführungen in der Tat ausschließlich die eine oder die andere dieser Methoden verwenden und dabei festgestellt zu haben glauben, daß sie erhebliche Ersparnisse an Zement (etwa 15%) bei erhöhter Festigkeit (etwa 13%) erzielen konnten.

Bei der Abfassung der vorstehenden Zusammenstellung, die keinen Anspruch auf eine vollkommene Darstellung der erwähnten Theorien macht, sind folgende Quellen benutzt worden:

Technologic Papers of the Bureau of Standards, Nr. 58.

Bulletin of Structural Materials Research Laboratory, Lewis Institute, Chicago, 17. April 1919.

A. N. Talbot, „The Strength of Concrete, its Relation to the Cement, Aggregates and Water".

Engineering News-Record, Juni 1919.

Engineer and Contractor 1922, Seite 91.

Ingenieur Brandtzägs Veröffentlichung über das gleiche Thema in „Teknisk Ukeblad", Oslo, Nr. 46 und 47 vom November 1925.

KURZE TECHNISCHE BERICHTE.

Welche Aussichten bietet die Verwendung hochwertiger Baustoffe für die wirtschaftliche Gestaltung unserer Bauten?

Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen am Dienstag, den 1. Dezember 1925, in Berlin.

Von Geh. Regierungsrat Professor Robert Otzen, Hannover.

Die Gesellschaft für Bauingenieurwesen hat sich die Aufgabe gestellt, die Besten des Faches unter ihrer Fahne zu versammeln — nicht satzungsgemäß — aber dem Sinne nach. Nicht akademisch — sondern unter Wertung der Persönlichkeit. Wer würde ein so hohes Ideal nicht freudig begrüßen als ein hoffnungsvolles Zeichen des innerlich bewußten, von Männern der Tat getragenen Widerstandes gegen deutsche Eigenbrödelei und Kirchturmpolitik? Das Ziel liegt weit; ich sehe aber den geistigen Inhalt des Aufbaugedankens sinnbildlich in dem lapidaren lateinischen Satz „navigare necesse est" — Kurs halten tut not! nicht treiben lassen. Gepriesen sei Rom und seine markige Sprache. Der Ingenieur braucht die geschliffene Waffe ihrer einfachen Logik.

Hohes Ziel stellt hohe Anforderungen. Aus diesem Grunde habe ich dem Wunsche des Vorstandes nachgegeben, meinem Thema den anspruchsvollen Wortlaut zu lassen. Soll ich doch von der Zukunft sprechen, d. h. Prophet sein, der bekanntlich in seinem Vaterlande nicht viel gilt. Endgültiges kann über das Thema nicht gesagt — nur Anregung zu eigener Schlußfolgerung gegeben werden. In diesem Sinne bitte ich Sie mich zu verstehen, um so mehr, als mir der Vorstand als Meister der Beschränkung nur 45 Minuten Sprechzeit zur Verfügung stellte.

Die Beantwortung der Hauptfrage des Themas erfordert zunächst eine Klärung der Begriffe „hochwertiger Baustoff" und „wirtschaftliche Gestaltung". Das Eigenschaftswort „hochwertig" ist seit zwei Jahren in aller Munde und wird im üblichen Sprachgebrauch nur auf „Eisen und Zement" bezogen. Eine Gruppierung der für den Bauingenieur wichtigen Baustoffe muß die Sammelbegriffe „Holz, Stein und Eisen" unbedingt an erste Stelle setzen. Alle anderen sind nur Hilfsbaustoffe; sie können wegen des geringen Einflusses etwaiger Hochwertigkeit auf die wirtschaftliche Gestaltung für die heutige Besprechung ausgeschaltet werden. Wenn ich auch das Holz aus dem Programm meines Vortrages streiche, so geschieht dies im Einvernehmen mit dem Vorstande, nicht nur in Rücksicht auf die zur Verfügung stehende Zeit. So interessant auch die Bestrebungen sind, aus dem Holz für große und bedeutende Konstruktionen das Beste herauszuholen — im Sinne einer akuten zukunftsschwangeren Veredlung des Stoffes tritt die Entwicklung des Baustoffes „Holz" gegenüber den fast stürmischen Vorgängen im Eisen- und Steinbau zurück. Die systematische Heranzüchtung edlerer Bauholzsorten ist in der Forstwirtschaft der letzten Jahrzehnte nicht erheblich vorangekommen. Diese Arbeit müßte auf sehr „lange Sicht" erfolgen und die Natur läßt sich nur ungern fabrikmäßig organisieren.

Unter „Steinbau" kann im modernen Sinne nur der „Beton- und Eisenbetonbau" verstanden werden. Die verschiedenen Mauerwerksarten aus natürlichen und künstlichen Bausteinen sind an und für sich für den Bauingenieur von untergeordneter Bedeutung. Das Tempo der Veredlung dieser Bauelemente ist relativ betrachtet langsam, die Aussichten sind gering; die Bezeichnung „hochwertig" als Vergleichsmaßstab gegenüber einem schon lange bestehenden Zustande kann auf diesem Gebiete kaum angewendet werden. Ich werde also nur von Eisen und Beton zu sprechen haben.

Zunächst ist hier festzustellen, daß das „hochwertige" Material, im Gegensatz zu dem behördlich als „normal" bezeichneten Stoff, nicht durch ein Heraufschrauben einzelner Eigenschaften gekennzeichnet ist. Die einseitige Betonung bestimmter Festigkeiten, z. B. der Normendruckfestigkeit der Zemente oder der Zugfestigkeit der Stähle, ist noch lange kein Kriterium höheren Wertes. Leider spekuliert der Geschäftssinn häufig auf die Gedankenlosigkeit der Kunden, die sich durch reklamehafte Anpreisung von Spitzenwerten beeinflussen lassen. Fälle, in denen altbewährte, normale Stoffe in harmonischer Anpassung an die gestellte Aufgabe höher zu bewerten sind als hochwertige, lassen sich ohne Schwierigkeit konstruieren oder auffinden. Bei tieferem Nachdenken über das Problem wird erkannt, daß in der neuzeitlichen Namensgebung die Gefahr schlagwortartiger Überschätzung verborgen ist. Hochwertig im besten Sinne sind also nur solche Baustoffe von heute, die in feiner Abstimmung aller guten Eigenschaften eine durchschnittliche Steigerung der Güte der „normalen" Stoffe von gestern aufweisen.

Gleiche Schwierigkeiten bietet der Versuch der scharfen Definition der Forderung einer „wirtschaftlichen Gestaltung" von Bauwerken. Die Männer, die sich um den wissenschaftlichen Aufbau einer Wirtschaftslehre bemühen, wissen ein Lied davon zu singen. Der Grund ist unsicher und die Zahl der Komponenten, die den Verlauf einer wirtschaftlichen Gütekurve beeinflussen, ist Legion. Im allgemeinen muß wohl getrennt werden zwischen der Wirtschaftlichkeit eines Baugedankens im absoluten Sinne, d. h. in seiner Einordnung in die Wirtschaftspolitik einer großen privaten, staatlichen oder sozialen Organisation und der relativen Wirtschaftlichkeit verschiedener Methoden für die Umsetzung des Baugedankens in die Wirklichkeit. Da hier von Baustoffen die Rede sein soll, so ist der erste, weiter gespannte Rahmen einer Untersuchung der wirtschaftlichen Gestaltung unserer Bauwerke für die folgenden Ausführungen zu breit, die Einschränkung auf relative Erörterung daher geboten.

Jahrzehntelang haben wir Bauingenieure uns daran gewöhnt, in dem früher als „Handelsflußeisen", nunmehr als „Flußstahl 37" bezeichneten Eisen das Material zu sehen, das sowohl in seinen physikalischen Eigenschaften als auch in seiner wirtschaftlichen Einstellung ein Optimum darstellte. Die Begründung ist einfach. Der Flußstahl erfüllte die grundsätzliche Forderung nach dem harmonischen Ausgleich von Festigkeit und Elastizität. Die Technik in ihrer Gesamtheit stellt der Eisen erzeugenden Industrie Aufgaben von außerordentlicher Verschiedenheit. Von der härtesten aber spröden Stahlsorte herunter bis zur weichsten, aber zähen Eisenart steht daher seit Jahrzehnten eine reiche Musterkarte von geeigneter Ware zur Verfügung. Die Anforderungen der Bauingenieure als Verbraucher sind dadurch gekennzeichnet, daß Extreme nach der einen oder andern Richtung hin vermieden werden müssen. Nur eine begrenzte Kombination von Festigkeit und Elastizität ist für die Konstruktionen aus Walzeisen brauchbar. Eine Sonderstellung nimmt dabei das Material ein, das für die Herstellung von Kabeln verwendet wird, das aber der Menge nach nur eine geringe Rolle spielt. Steigerung der Festigkeit hat normalerweise Rückgang der Dehnfähigkeit zur Folge. Sollte also eine Veredlung erzielt werden, so mußten besondere Verfahren erfunden und erprobt werden, die eine Verschiebung des harmonischen Verhältnisses nach oben ohne unzulässige Beeinflussung der einen der beiden Eigenschaften ermöglichte. Der einfachste Weg, um das Stahlgefüge in diesem Sinne zu veredeln, ist der Zusatz anderer Stoffe, von denen Nickel, das die Zähigkeit, und Chrom, das die Härte steigert, an erster Stelle zu nennen und auch im populären Sinne am meisten bekannt geworden sind. Beigaben von Vanadium und Titan sind nach amerikanischen Erfahrungen in noch höherem Grade wirksam. Die Unkosten der Zusätze selbst, die durch ihren Einfluß veranlaßten Änderungen der Fertigungsmethoden und Erschwerung der Bearbeitung führen aber zu einer erheblichen Erhöhung des Einheitspreises der fertigen Konstruktion. Die Wertigkeit war zwar gesteigert, infolge der höheren zulässigen Beanspruchungen war es also möglich, das Gewicht herabzudrücken — die Erleichterungsquote schlug aber nicht immer genügend zu Buche, um die Mehrkosten pro Gewichtseinheit auszugleichen. Bei den Wettbewerben um große Brückenbauten waren die Entwürfe der bedeutenden Firmen infolge des hohen Niveaus ihrer Ingenieurstäbe und Werkstattbetriebe bei Verwendung des üblichen Materials in bezug auf die Güte der Konstruktion und des Herausrechnens eines Kostenminimums wenig von einander verschieden. Ein durchschlagender Erfolg konnte nur durch einen neuen Baugedanken, z. B. durch Abweichen vom Normalen in der Baustoffwahl erzielt werden. Dieser Weg ist vom Anfang des Jahrhunderts an bis zum Kriege in Deutschland mehrfach beschritten worden. Beeinflußt durch den Bau der amerikanischen Riesenbrücken in New York und Quebec sind eine Reihe bedeutender Brückenbauwerke in Nickelstahl ausgeführt. Einigen kleineren Versuchen in Essen und Altona folgten die Hängebrücke über den Rhein in Köln, die Hindenburg-Brücke in Berlin, die Schwebefähre in Kiel und einige Brücken über den Rhein-Herne-Kanal.

Zahlenangaben in kurzem Auszug sind immer leicht angreifbar — da nicht alle Voraussetzungen erläutert werden können. Um aber die Anschaulichkeit zu heben, will ich einige von Bohny 1916 veröffentlichte Werte nennen. Das Preisverhältnis Nickelstahl zu Flußstahl sei 450/350 M/t fertig montierte Brücke; die zulässigen Spannungen mögen sich verhalten wie $1\frac{1}{2}:1$. Die Ersparnisse betragen bei 50 m Spannweite —3%, die Nickelstahlbrücke ist also teurer; bei 100 m erst + 6%, um bei 200 m Stützweite 17% zu erreichen. Dabei ist zu beachten, daß der Gewinn an Gewicht an sich kein reiner Gewinn ist, da ein Teil der Kosten eines Bauwerks stets unabhängig vom Gewicht sein muß.

Die große Beweglichkeit der deutschen Stahlindustrie im Auffinden immer neuer Wege führte zu dem Gedanken, ob nicht durch vorsichtige Veränderungen in den üblichen Fertigungsmethoden eine ähnliche Höherwertung des Baustahles erreicht werden könnte, wie durch Zusatz von kostspieligen Stoffkomponenten. Das Anreichern mit Kohle — kurz „hochkohlen" genannt — das ja die elementarste Grundlage der Umwertung der bekannten Eisensorten bildet, steht hier an erster Stelle. Sekundär wirkt die Beeinflussung des Stahls durch die Höhe des Silizium- und Mangangehaltes.

Stahlsorten dieser Art wurden von der Industrie schon lange hergestellt, z. B. in der Form des „Schiffbaustahls 3". Sie sind in den Jahren 1912/13 von Dr. Voß beim Bau der von Harkort gebauten Brücke bei Rendsburg, der von Eilers ausgeführten Brücke bei Hochdonn und bei der schon vor dem Kriege von Flender begonnenen Ausführung der Elbebrücke bei Hamburg praktisch verwendet worden. Dieses hochgekohlte Material ist billiger als die legierten Stahlsorten. Mit der gleichen soeben erwähnten Beschränkung für die Allgemeingültigkeit nenne ich zum Vergleich der Wirtschaftlichkeit folgende Zahlenwerte:

Nach Angaben von Erlinghagen betrugen die Erzeugungskosten 1924 für 1 t Blech frei Essen:

hochgekohlter Siemens-Martin-Stahl	170 M/t
Chrom(0,6%)-Nickel(1,25%)-Stahl	250 „
Nickel(2,5%)-Stahl	340 „

Der erste Wert dürfte bei dem heutigen Stande der Fabrikation etwas zu hoch gegriffen sein.

Bohny errechnete 1916, daß bei einem Verhältnis der Preise von hochgekohltem zu normalem Flußstahl von 400/350 M/t und der zulässigen Spannungen von 1,3:1 die Ersparnisse bei 50 m Spannweite +7% und staffelförmig gesteigert bei 200 m 26% betragen würden.

Die inzwischen von der Reichsbahn vorgeschriebenen höheren Verkehrslasten beeinflussen die Zahlen besonders bei den kleineren Spannweiten im günstigen Sinne.

Ferner möge noch auf den Bericht des Ministerialrats Haberkalt über umfangreiche österreichische Versuche hingewiesen werden, in dem schon 1914 eine Erhöhung der zulässigen Spannungen von 40% für hochgekohlten Siemens-Martin-Stahl als unbedenklich vertreten wird.

Die Veredlung des Baustahles vom normalen Flußstahl 37 zu der heutigen Tages vorläufig scharf definierten hochwertigen Baustahlsorte St. 48 hat eine höchst interessante Geschichte, die sich zum Teil in dramatischer Form im Laufe der letzten beiden Jahre abspielte. Wollte man für die Zukunft Folgerungen ziehen, so würde eine kritische Analyse dieser Vorgänge viele Anhaltspunkte für die Beurteilung von Zukunftsmöglichkeiten bieten. Bei der Kürze der Zeit muß ich mich auf ganz wenige Striche für die Zeichnung dieses Bildes beschränken.

Der erste Anstoß geht vom Lande der unbegrenzten Möglichkeiten aus. Die deutsche Industrie greift den Gedanken sofort auf, setzt ihn in die Tat um und schreitet in der Parallelentwicklung der hochgekohlten Stahlsorten neben den legierten Stählen rüstig voran. Der Weltkrieg unterbricht den stetigen Höhenflug. Zwar zeigen sich in der Kurve noch einzelne steile Spitzen, aber die Überspannung der Kriegslieferungen und endlich die Katastrophe lähmen die Schwungkraft. Aber schon im Jahre 1921 regt sich neue Initiative. Die deutschen Firmen Gutehoffnungshütte und Eilers erhalten im Auslande den Auftrag, eine gewaltige Brücke von rd 3000 t Eisengewicht, die Liding-Oe-Brücke bei Stockholm, zu bauen. Grund des Erfolges ist die Verwendung eines hochgekohlten Stahls, dessen Material Gutehoffnungshütte, Krupp und Hahnsche Werke liefern, und das nahezu mit dem heute behördlich beglaubigten Baustahl St. 48 identisch ist. Deutschland ist noch nicht genügend erstarkt, um selbst große Aufgaben zu stellen. In aller Stille, begünstigt durch die Lage im unbesetzten Gebiet, bereiten nun die Linke-Hofmann-Lauchhammer Werke, wissenschaftlich von Professor Gehler beraten, die Herstellung eines hochwertigen Baustahles vor. Zunächst im Eigenbetriebe verwendet und erprobt, wird dies Material 1922/23 der Reichsbahnbehörde angeboten. Geheimrat Schaper erkennt die große Bedeutung und ordnet die Zulassung durch Erlaß vom 11. März 1924 an. Die westdeutsche Stahlindustrie horcht auf — sie weiß, daß sie die Methoden der Herstellung beherrscht, zwar hat sie, unter schwerstem Druck der Besatzung leidend, in ihrer Preispolitik das Herausbringen des Materials nicht beschleunigen können. Nun aber tritt sie auf den Plan und schon am 13. Mai 1924 wird ihr Anerbieten, gleichwertigen Stahl zu liefern, durch behördlichen Erlaß bekanntgegeben. Die erste große Auswertung ist der Neubau der Elbebrücke bei Stendal-Hämerten, an deren Bau die Werke Krupp und Eilers beteiligt sind.

Wohin läuft die weitere Entwicklung?

Die Angelpunkte des Strebens nach dem harmonischen Ausgleich der Güteeigenschaften sind die Bruchfestigkeit, die Bruchdehnung und die Streckgrenze.

Die Bruchfestigkeit ist bei normalem Flußstahl bei uns nach unten und oben durch die Werte 37/44 kg/mm² begrenzt. Der Verlauf des Kampfes um die Definition dieser Eigenschaft beim hochwertigen Stahl zeigte zunächst das Heraufschieben der oberen Grenze auf 58 — in einem Sonderfall sogar bis 65. Dann kam die beiderseitige Begrenzung 48/58 und schließlich wurde nur die untere Grenze mit 48 festgelegt. In unmittelbarem Zusammenhang damit steht die Bruchdehnung. Beim Flußstahl ist die untere Grenze mit 20% bestimmt — die Steigerung der Dehnung bei erhöhter Festigkeit ist besonders schwer zu erreichen. Die L.-H.-L.-Werke gewährleisteten bei ihrem ersten Angebot sogar 23% — z. Zt. ist die untere Grenze von 18% maßgeblich.

Die geschilderte eigenartige Beziehung zwischen Festigkeit und Dehnung kommt in einfacher Form in der sog. „Güte"ziffer, d. h. Summe beider Werte, zum Ausdruck. Sie ist bei Annahme der Mindestwerte 48+18=66 und der Höchstwerte 58+23=81; das Mittel also etwa 73. Wie vorzüglich die Hüttenwerke im letzten Jahr gearbeitet haben, ist aus dem Kommerellschen Bericht vom Oktober dieses Jahres „Ein Jahr hochwertiger Baustahl 48" zu entnehmen. Danach haben von 1500 Proben nur 2% die Güteziffer 73 nicht erreicht.

Auf die höchst interessanten Erörterungen über die Frage, ob die Streckgrenze bei der Prüfung als Zahlenwert zu ermitteln und die Innehaltung eines Minimums vorzuschreiben sei, kann ich nicht eingehen. Während beim Flußstahl der Eintritt des Fließens mit großer Schärfe zu erkennen ist, müssen beim Baustahl entweder sehr verfeinerte Laboratoriumsmethoden oder zeitraubende Wiederholungen der Prüfung zur Feststellung bleibender Deformation (der sog. 0,2-Grenze) zur Anwendung kommen.

Kurz sei berichtet, daß als Mindestwert eine Streckgrenze von 30 kg/mm² gilt, und daß das Verhältnis der Streckgrenze zur Festigkeit demnach zwischen $\frac{30}{48}$ oder 62,5 % und $\frac{30}{58}$ oder 52% schwanken kann. Nach dem Kommerellschen Bericht ist bei den 1500 Prüfungen nicht ein Wert unter dem Minimum geblieben, 65% haben den Höchstwert überschritten.

Ich habe den heutigen Stand der Leistungsfähigkeit des neuen hochwertigen Baustoffes skizziert und soll nun versuchen, die Auswirkung der Verfügbarkeit dieses Materials auf die wirtschaftliche Gestaltung der Bauwerke darzulegen. In Anlehnung an die eingangs gegebene Definition des Begriffes „wirtschaftliche Gestaltung" ist in absolutem Sinne zu erwarten, daß die Grenze der bauwürdigen Entwürfe weiter gesteckt werden kann. Die Spanne — Flußstahl gegen Baustahl St. 48 — ist zwar nicht weit genug, um überraschende Steigerungen zu bringen. Die legierten Stahlsorten gestatten aber gewaltige Mehrleistungen. Die bisherigen Größtwerte der Spannweiten von rd 560 m sind ja schon in dem alten Lindenthalschen Entwurf einer East-River-Brücke auf 923 m überboten. Er unterlag im wirtschaftlichen Kampf gegen die Untertunnelungen, nicht wegen der Kosten der Brücke. Die Riesensummen, die die Herstellung der Zufahrtsrampen im dichtbebauten Gelände erfordern, haben ihn damals zu Fall gebracht.

Blitzartig beleuchtet dieses Mammutbeispiel die Schwierigkeit, wirtschaftliche Fragen auf eine Formel zu bringen.

Im kleineren Rahmen interessiert uns der Einfluß, den der vorläufig maßgebliche Baustahl 48 im Wettbewerb mit dem Flußstahl 37 auf dem Baumarkt, der die große Menge der normalen Bauwerke umfaßt, auszuüben im Stande ist. Hier stehen sich Mehrkosten und Mehrleistung eher relativ erfaßbar gegenüber. Die wichtigsten Faktoren in diesem Ausgleich sind Einheitspreis und zulässige Spannung, da das spez. Gewicht praktisch identisch ist. Wenn heute mit einem Preiszuschlag von 10—15% und einem Mehr an zulässiger Spannung von 30% gerechnet werden kann, so könnte auf den ersten Blick erwartet werden, daß der Baustahl 48 auf der ganzen Linie Sieger bliebe. Die leicht beieinander wohnenden Gedanken der Idealisten werden aber so leicht durch den harten Stoß der Sachen im Raum gestört. Auf unser Problem bezogen sind folgende hemmende Tatsachen zu nennen.

1. Der schon erwähnte, vom Gewicht fast unabhängige Teil der Gesamtbaukosten.

2. Der überwiegende Einfluß der Knickspannung bei allen Druckstäben mit großem Schlankheitsgrad.

3. Das praktisch nicht mehr zu unterschreitende Minimum der Stabquerschnitte.

Die beiden letzten Tatsachen sind in erster Linie der Grund dafür, daß der Ingenieurhochbau noch wenig von dem neuen Material wirtschaftlich vorteilhaft Gebrauch machen konnte.

4. Die schwierigere und teuerere Bearbeitung des Materials und die Mehrkosten der Organisation für Lagerung und Förderung im Werk, das beide Eisensorten verfügbar halten muß. Das Ergebnis der hierzu angestellten umfangreichen Versuche faßt Schellewald-Jucho in einem Bericht vom September 1925 dahin zusammen, daß der Mehraufwand für die Bearbeitung von St. 48 schätzungsweise zwischen 10 und 15% liegen wird.

Solange die beiden Baustahlsorten nebeneinander bestehen, wird die Verwendung von St. 48 den größeren Konstruktionen vorbehalten bleiben. Diese Tatsache kann z. B. dazu führen, daß die Hauptträger weitgespannter Brücken aus St. 48, die Fahrbahnteile dagegen in Flußstahl 37 ausgeführt werden. Die Anordnung ist bei der Liding-Oe-Brücke gewählt. Die Gefahr der Materialverwechselung erfordert straffe Disziplin im Eisenbauwerk. Der hochgekohlte Stahl ist grundsätzlich der gleichen Fertigungsmethode unterworfen wie der normale Flußstahl. Daher ist es nicht unwahrscheinlich, daß die Einigung auf den Stahl 48 als Normalmaterial auch den Hütten so große Vorteile der inneren Organisation bringt, daß der Überpreis verschwindet. Damit wäre dann die „Hochwertung" nicht mehr eine verhältnismäßig kleinliche Kalkulationsgrundlage — sondern eine volkswirtschaftlich großzügige Tat geworden. Ich glaube, daß sie in absehbarer Zeit Wirklichkeit sein wird.

Die alte griechische Weisheit, daß „Alles fließt", gilt aber auch heute. Schon melden sich Anzeichen, daß das in so harter Arbeit erreichte Optimum der Stahlgüte noch überholt werden kann.

Die A.-G. Freund & Co. hat in neuester Zeit einen unlegierten Stahl, den sog. F-Stahl, herausgebracht, der in den drei wichtigsten

Gütefaktoren den St. 48 wieder erheblich überbietet. Die Durchschnittswerte von 18 Proben sind:

Bruchfestigkeit	rd 63 kg/mm²
Bruchdehnung (l = 20 cm)	„ 27%
Streckgrenze	„ 47 kg/mm²
Güteziffer	„ 80

Dabei soll das Material nicht viel teurer als Flußstahl 37 und ebenso leicht zu bearbeiten sein.

Gelingt es, die Fabrikation des F-Stahls, die zunächst in verhältnismäßig geringen Mengen erfolgt, in großem Stil mit gleicher Wirtschaftlichkeit zu erweitern, so stehen wir vor neuen Voraussetzungen — neuen Schlußfolgerungen.

Ein Bauherr, der die Ausführung eines Ingenieurbauwerks zu vergeben und der unter der Voraussetzung der Ausschaltung des Holzes zwischen der Herstellung in Eisen oder Stein zu wählen hat, wird bei gleichen wirtschaftlichen Verhältnissen das steinerne Bauwerk vorziehen. Der Stein als Baustoff trägt eben das Merkmal größter Dauerhaftigkeit. Er konnte mit dem Eisen den Wettbewerb erst aufnehmen, als es gelungen war, ein künstliches Steinmaterial durchzubilden, das die Schwächen des seit Jahrtausenden bekannten Mauerwerks, den Mangel an Zug- und Scherfestigkeit, überwunden hatte. Der Eisenbetonbau steht heute auf einer Höhe, die ihn befähigt, fast alle Bauaufgaben mit wenigen Ausnahmen zu lösen. Das Für und Wider in diesem scharfen Wettbewerbskampfe, der das moderne Bauingenieurwesen charakterisiert, ist jedem von Ihnen geläufig. Letzten Endes sind es die wirtschaftlichen Ergebnisse der Entwurfsgestaltung, die die Entscheidung herbeiführen. Auch im Beton- und Eisenbetonbau ist das Wort „hochwertig" in den letzten zwei Jahren ein Schlagwort geworden. Um den augenblicklichen Zustand und die zu erwartende Entwicklung schildern zu können, muß ich von dem Aufbau des künstlichen Konglomeratgesteins, das den Namen Beton trägt, ausgehen.

Die Praxis hat sich daran gewöhnt, unter dem traditionellen Einfluß der Entwicklungsgeschichte des Betons aus dem Mauerwerk die Analyse des Gefüges auf die beiden Komponenten Mörtel und Zuschlagstoff zu beschränken. Diese Auffassung hat für den Betrieb auf der Baustelle sehr viele Vorteile. Einer wissenschaftlich-kritischen Beurteilung kann sie aber nicht standhalten. Sie muß die Trennungslinien an anderer Stelle ziehen, indem sie zunächst unterscheidet zwischen den „toten" Bauelementen, die bei dem Vorgang der Versteinerung weder physikalisch noch chemisch verändert werden und den „lebendigen" Bauelementen, die die Träger der Erhärtung sind.

In der Betonmasse ist das tote Bauelement ein Steinkorngemenge, in dem die einzelnen Körner vom größten zugelassenen Durchmesser bis zum feinsten Staubkorn in beliebiger Zusammensetzung vorhanden sind. Die willkürliche Grenzscheide, die je nach Gewohnheit bei 7, 5, 4 oder 2 mm gezogen wird, um das unter der Grenze liegende Gemenge als Sand zu kennzeichnen, ist wohl ziemlich unbewußt aus dem alten Maurerhandwerk hergeleitet. Ein gröberes Korn eignete sich nicht für die Verarbeitung mit der Maurerkelle in den Fugen. Der völlige Mangel an Gesetzmäßigkeit in der Zusammensetzung natürlicher oder auch künstlich hergestellter Zuschlagstoffe läßt aber eine willkürliche Unterteilung nach den üblichen Bezeichnungen Sand einerseits und Kiesel oder Schotter andererseits als berechtigt und brauchbar erscheinen.

Die versteinernde Wirkung der lebendigen Bauelemente beruht auf dem Zusammentreffen der sog. Bindemittel und des Wassers. Die Aufbaukomponenten des Betons sind demnach Bindemittel-Wasser-Zuschlagstoffe. Soll gegenüber dem bisher üblichen „Normalen" etwas „Hochwertiges" geschaffen werden, so kann dies bei rein systematischer Überlegung durch die Wertsteigerung jeder einzelnen oder im besten Falle aller drei Komponenten erfolgen. Dem Grade der Beeinflussung des Endresultates nach ist dem Wasser die kleinste und dem Bindemittel die größte Stoßkraft zuzusprechen.

Die Art des Anmachewassers braucht in dem Rahmen des heutigen Vortrags nicht erörtert zu werden. Zwar steht vom theoretischen Standpunkt aus dem Gedanken nichts im Wege, daß eine hochwertige Anmacheflüssigkeit gefunden würde, die die Güteeigenschaften des Betons in überraschender Weise steigert. Eine ganze Reihe von Zusätzen zum Wasser sind ja heute schon bekannt, die nach der einen oder andern Richtung hin durchaus günstig wirken. Im Sinne einer durchgreifenden Veredlung des Betons auf diesem Wege ist aber bis heute eine praktisch brauchbare Lösung noch nicht gefunden.

(Schluß folgt.)

WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN.

Preiszergliederungsliste und Leistungsverzeichnis als Mittel zur Gesundung des baugewerblichen Verdingungswesens.

Von Direktor Meisenhelder, Regierungsbaumeister a. D., Frankfurt a. M.

(Fortsetzung von Seite 119.)

Die bestehenden Mißstände im Submissionswesen können wesentlich herabgemindert werden, wenn das Leistungsverzeichnis mit der nötigen Sachkunde, Sorgfalt und Umsicht aufgestellt wird. Da es der Auftraggeber in der Hand hat, die erwähnte Zerlegung der Gesamtleistung in einzelne Arbeitsgattungen nach den Bedürfnissen des Einzelfalles vorzunehmen, so entsteht hierdurch ebenfalls eine Art Preiszergliederung — allerdings von ganz anderer Art als die im Eingang erörterte. Es wird hierbei nicht der einzelne Einheitspreis in seine Urelemente zerlegt, sondern es wird der Gesamtpreis des ganzen Werks, das Vertragsgegenstand ist, nach den einzelnen Arbeitsgattungen und Arbeitsleistungen zerlegt. Da das Wort „Preiszergliederung" bereits ein Fachausdruck des baugewerblichen Verdingungs- und Vertragswesens geworden ist, und zwar im Sinne der obigen Begriffserklärung, so ist es natürlich nicht angängig, für die in dem Leistungsverzeichnis vorgenommene Zerlegung ganz anderer Art denselben Ausdruck zu gebrauchen. Die Kennzeichnung als eine horizontale Preiszergliederung, wie Herr Dr. Hasse (vgl. „Bauingenieur" Heft 5, S. 93 u. ff.) vorschlägt, würde nichts ändern. Wenn man für diese Zerlegung ebenfalls einen Fachausdruck wählen wollte, dann wäre der Begriff der „Arbeitszerlegung" einzuführen.

An ein sachgemäßes und zweckentsprechendes Leistungsverzeichnis muß man folgende drei Anforderungen stellen:

1. Die Zerlegung der gewünschten Gesamtleistung in verschiedene Arbeitsgattungen unter besonderen Ordnungsnummern ist derart vorzunehmen, daß unter eine Ordnungsnummer mit einem bestimmten Einheitspreis nur solche Arbeitsleistungen zusammengefaßt werden, die in sich selbst von gleichartiger Beschaffenheit sind, so daß sie auch dieselben Gestehungskosten erfordern und unter demselben Einheitspreis zusammengefaßt werden können. (Zweckmäßige Leistungszerlegung.)

2. Jede Arbeitsleistung muß so klar, eindeutig und umfassend beschrieben werden, daß ein Zweifel über Art und Umfang derselben ausgeschlossen und eine einwandfreie Preisberechnung der geforderten Leistung möglich ist. (Ausreichende Leistungsbeschreibung.)

3. Das Leistungsverzeichnis muß so vollständig sein, daß die Gesamtheit der darin aufgeführten und beschriebenen Einzelleistungen zusammengenommen auch die gewünschte Gesamtleistung — gleichsam den gewünschten Effekt — erzielt. (Vollständigkeit des Leistungsverzeichnisses.)

Gegen diese drei Punkte wird seit altersher in mehr oder weniger grober Weise verstoßen, so daß hierdurch im Baugewerbe die Voraussetzungen für eine vertrauensvolle Zusammenarbeit zwischen Auftraggeber und Unternehmer unmöglich gemacht werden.

Zur 1. Forderung: Zweckmäßige Leistungszerlegung: Nur derjenige kann die zweckmäßigste Leistungszerlegung treffen, der sich den ganzen Gang der Ausführung, das Ineinandergreifen der verschiedenen Arbeitsleistungen und die Ausführung dieser Einzelleistungen selbst vergegenwärtigen kann und der selbst schon baugewerbliche Preisermittlungen vorgenommen hat. Wenn unter einer Ordnungsnummer nur vollständig homogene Arbeitsleistungen enthalten sind und auch die Massenaufstellung schon nach diesem Gesichtspunkt vorgenommen ist, dann wird nicht nur dem Unternehmer die Preisermittlung erleichtert, sondern auch dem Bauherrn die Preisprüfung ermöglicht. Jede Preisermittlung baut sich auf der Preisermittlung einer in sich unbedingt gleichartigen Arbeitsleistung auf. Die Aufstellung von Sammelpositionen, in denen der Ausschreibende all diejenigen Dinge kunterbunt zusammenwirft, die er selbst nicht beurteilen kann oder will, die in ihrem kalkulatorischen Wert ungleich und unsicher sind, kann nur als ein grober Unfug bezeichnet werden. Beliebt ist auch das Verfahren, einer größeren Arbeitsposition mit an

und für sich gleichartigen Leistungen verschiedene andere andersgeartete Leistungen geringen Umfanges hinzuzufügen, Wenn schon aus reinen Zweckmäßigkeitsgründen die Zusammenfassung einer größeren Anzahl unter sich verschiedenartiger, aber durchweg geringwertiger Einzelleistungen angezeigt erscheint, dann sollten wenigstens nur solche von geringem Wert zusammengefügt werden, und zwar auch nur dann, wenn der Gesamtwert derselben ebenfalls ein geringer ist, so daß der Gesamtwert bei der Beurteilung des Angebotes nicht ins Gewicht fällt.

Zur 2. Forderung: Ausreichende Leistungsbeschreibung: Da die Verdingungsunterlagen — also auch das Leistungsverzeichnis — mit erfolgtem Zuschlag automatisch zu Vertragsunterlagen werden, so ist eine umfassende, ausreichende und klare Leistungsbeschreibung unbedingt erforderlich. Denn nur das, was diese Leistungsbeschreibung enthält, ist Gegenstand der Verpflichtung des Unternehmers. Die Einführung des Begriffes der „Nebenleistung", wie er zum Teil bei den Beratungen des Reichsverdingungsausschusses versucht wurde und wie ihn auch der Artikel von Dr. Hasse verwendet, ist m. E. nur geeignet, das ganze Problem zu verwirren. Wir haben es bei dem Bauvertrag mit einem Werkvertrag zu tun, dessen unternehmerseitige Leistungen im Vertrag festgelegt und beschrieben sein müssen. Es gibt hierbei keine Hauptleistung und keine Nebenleistung; es sei denn, daß man mit diesen Ausdrücken die Leistungen nur nach ihrem Werte kennzeichnen wollte. Es gibt nur eine Leistung, das ist diejenige, die der Vertrag nach Art und Umfang ausdrücklich dem Unternehmer auferlegt. Soweit es sich hierbei um immer wiederkehrende, allgemein übliche Leistungen handelt, braucht natürlich nicht jedesmal ein ganzer Roman als Beschreibung der Arbeit geliefert zu werden; es genügt eine kürzere Fassung, da in diesem Falle beide vertragschließenden Teile über Art und Umfang der Leistung im klaren sind. Auch können allgemein technische Vorschriften für die betreffenden Arbeitsgattungen ein für allemal für diese eine ausreichende Leistungsbeschreibung sein, so daß nur im Einzelfalle das davon Abweichende oder eine allenfalsige Ergänzung notwendig wird.

Welche Verwirrung der Begriff der Nebenleistung anstellt, erhellt ohne weiteres daraus, daß man auch die Hilfsleistungen des Unternehmers zur Erfüllung der Werksleistung als Nebenleistung bezeichnet, wie z. B. die Stellung und Vorhaltung der Geräte, der Werkzeuge und des Inventars, die Baustelleneinrichtung, deren Montage und Demontage, die Bereitstellung der Betriebsstoffe und Bauhilfsstoffe, die Vorhaltung von Aufbewahrungsräumen für Inventar und Baustoffe, die Stellung der Bauaufsicht usw. Da dem Unternehmer die Erfüllung der Werksleistung obliegt, so sind die eben aufgeführten Leistungen nur Mittel und Werkzeuge für seinen internen Betrieb, um die Werksleistung zu erfüllen. Um sie mit einem kurzen Wort in der Debatte bezeichnen zu können, habe ich das Wort „Hilfsleistung" gewählt. Jede Erörterung über diese Hilfsleistung, insbesondere auch die Festsetzung in Verträgen und allgemeinen Bedingungen, daß diese Leistungen durch die Vertragspreise abgegolten sind, ist m. E. nur dazu geeignet, dem Bauvertrag das Wesen des klaren Werkvertrages zu nehmen und das Vertragsverhältnis zu verwirren. Daß gerade in diesem Falle dies nicht im Interesse des Bauherrn liegt, ist ohne weiteres einleuchtend. Derartige Feststellungen mit Aufzählungen selbstverständlicher Dinge, die doch niemals erschöpfend sein kann, ist nur ein Anreiz für den Unternehmer, für nicht erwähnte Hilfsleistungen besondere Bezahlung zu verlangen oder für den Auftraggeber, für andersgeartete, nur äußerlich ähnliche Leistungen Bezahlung zu verweigern. Daß der Unternehmer diese Hilfsleistungen, ohne die ihm eine Leistungserfüllung nicht möglich ist, in seine Preise einkalkulieren muß, ist so selbstverständlich, daß jedes Wort hierüber sich erübrigt.

Bei den Hilfsleistungen, ohne die eine Erfüllung der Werksleistungen nicht möglich ist, sind noch diejenigen besonders zu erwähnen, die nach allgemeiner Übung dem Bauherrn obliegen und auch nur von diesem im allgemeinen erfüllt werden können, wie z. B. die Zurverfügungstellung des Grund und Bodens, auf dem die Abwicklung der Werksleistung sich vollziehen soll: also neben dem eigentlichen Bauplatz auch noch die erforderliche Fläche für Werk- und Lagerplätze, soweit die Herstellung der Arbeiten nach baugewerblicher Übung an Ort und Stelle erfolgt, ferner die Zurverfügungstellung einer Zufahrtsstraße zu diesem Grundstück, die Klärung gewisser Rechtsverhältnisse und Erfüllung gesetzlicher Vorschriften, insbesondere baupolizeilicher Natur u. a. Diese Leistungen, obgleich Hilfsleistungen, sollten, wenn in den Ausschreibungsunterlagen nichts Gegenteiliges ausdrücklich gesagt ist, als Obliegenheit des Unternehmers angesehen werden. Eine diesbezügliche Regelung sieht auch der Entwurf der neuen Reichsverdingungsordnung vor.

Ein Herausziehen der zuletzt genannten Hilfsleistungen des Unternehmers aus den betreffenden Positionen des Leistungsverzeichnisses kann trotzdem in gewissen Fällen im Interesse des Bauherrn und der Baudurchführung, insbesondere auch der Angebotsprüfung zweckmäßig erscheinen. Bei größeren Bauausführungen ist es vielfach für den Bauherrn von Interesse zu erfahren, auf welche Weise und mit welchen Hilfsmitteln der Unternehmer die Arbeit durchzuführen gedenkt und wie sich dieser Betriebsplan für die Durchführung in den Preisen des Angebotes auswirkt. Um dies zu erreichen, wird er im Kostenanschlag zweckmäßigerweise besondere Positionen für diese Hilfsleistungen vorsehen — schon auch deshalb, weil diese Hilfsleistungen einen wesentlichen Bestandteil der Vertragspreise ausmachen. Er wird z. B. ausscheiden: die Kosten der Baustelleneinrichtung und Beseitigung derselben, Kosten der Vorhaltung und Unterhaltung der Maschinen, die Kosten der Wasserhaltung, die Kosten größerer Gerüste, von größeren Transportanlagen, Zufahrtsbahnen, von Lehrgerüsten von Brücken, von umfangreichen Spundwänden usw. Diese Hilfsleistungen stellen sich nicht als unmittelbare Teile der Werksleistung, sondern als Hilfsleistungen für dieselbe dar. Durch das Herausziehen derselben in besondere Positionen verlieren die Einheitspreise der noch verbleibenden Positionsteile ihren Charakter als eigentliche Preise einer in sich geschlossenen Arbeitsleistung. Sie sind dann nur noch kalkulatorische Hilfs- und Abrechnungsgrößen. Die unter Ziffer 1 aufgeführte Zerlegung der Werksleistung in verschiedene Teilleistungen wird hier also in einer grundsätzlich anderen Weise noch weiter durchgeführt, indem eine in sich einheitliche Teilleistung wieder weiter zerlegt wird in Hilfsleistungen — die also nur Mittel und Werkzeug bilden und den noch verbleibenden Rest der Teilleistung. In diesem Falle kann man allerdings auch von einer Preiszerlegung sprechen, nicht mehr nach Grundelementen der Kalkulation: Arbeits- und Sachaufwand, sondern nach Aufwand für Hilfsleistungen, die wieder verschwinden, und dauernder Teilleistung des Werks. Eine Arbeitsteilung in dieser Weise verschafft dem Bauherrn schon einen sehr weitgehenden Einblick in die Kalkulation des Unternehmers und erleichtert ihm in weitgehendstem Maße die Preisprüfung.

Vom Standpunkt der bestimmten und ausreichenden Leistungsbeschreibung muß es als unzulässig bezeichnet werden, wenn beispielsweise dem Unternehmer Vorschriften über die Wahl der Baustoffe gemacht werden und er trotzdem für den Effekt, der mit diesen Baustoffen erreicht werden soll, verantwortlich gemacht werden soll, oder wenn der Bauherr sich vorbehält, den oder jenen Baustoff vorzuschreiben, obgleich diese im Preise sehr verschieden sind, wenn der Unternehmer beim Aushub etwa vorhandene Baustoffe verwenden soll, ohne daß der Bauherr die Verantwortung dafür übernimmt, in welchem Umfange die Baustoffe ausfallen und ob sie sich überhaupt für die Verwendung eignen, wenn über die Bodenbeschaffenheit nichts angegeben ist oder der Ausschreibende für die Richtigkeit etwa gemachter Bodenuntersuchungen und deren Ergebnisse die Verantwortung ablehnt, — wenn die Notwendigkeit einer Wasserhaltung verschwiegen wird, — wenn ohne ausdrückliche Erwähnung außerordentliche, von

der allgemeinen Übung abweichende Anforderungen an das Aussehen oder die Beschaffenheit des Werkes gestellt werden, — wenn der Bauherr sich vorbehält, die Leistungsmengen beliebig zu reduzieren oder zu vermehren, — überhaupt wenn der Bauherr sich allgemeine Vorbehalte macht über Umfang, Art, deren Auswirkung auf die Kalkulation vom Unternehmer nicht klar zu erfassen ist. Alle derartigen Unklarheiten unbestimmter Wagnisse müssen in die Preisermittlung des Unternehmers die größte Unsicherheit hineinlegen; je nach seiner Gewissenhaftigkeit und Erfahrung wird er die Vorbehalte verschieden bewerten. Die Angebote müssen schon aus diesem Grunde stark voneinander abweichen. Ein Vergleich der Angebote ist sehr erschwert, weil die erwähnten Risiken nach der bisher üblichen Methode in die Preise einbezogen sind.

Zur 3. Forderung: Vollständigkeit des Gesamtleistungsverzeichnisses: Da dem Unternehmer nur die im Leistungsverzeichnis aufgeführten Arbeitsgattungen übertragen werden, so entsteht immer dann eine Lücke und Streit zwischen Bauherrn und Unternehmer, wenn sich, oft während der Ausführung, herausstellt, daß eben gewisse Arbeitsgattungen, die zur Herstellung des Gesamtwerkes unbedingt erforderlich sind, im Leistungsverzeichnis vergessen wurden. Während es für jeden objektivund billig denkenden Menschen selbstverständlich ist, daß die Verantwortung für eine derartige Lücke im Leistungsverzeichnis dem Bauherrn zufällt, wird im Baugewerbe sehr häufig der Versuch gemacht, von dem Unternehmer die kostenlose Leistung der betreffenden Arbeit zu verlangen, weil eben die Verträge sehr vielfach offene oder versteckte Vorbehalte allgemeiner Art enthalten, wie etwa, daß der Unternehmer alle Arbeiten übernimmt, die zur Herstellung des Werks erforderlich sind. Vielfach ist es auch die Notwendigkeit der Einhaltung von Kostenanschlagssummen oder Etatsbeträgen, die den Auftraggeber zu diesem sonderbaren Vorgehen veranlassen. Wenn jemand das Risiko dafür, daß das Leistungsverzeichnis alle Arbeiten, die zur Erzielung eines Werks erforderlich sind, enthält, auf den Unternehmer abwälzen will, dann ist der einzig richtige Weg dazu der, daß er den Unternehmer das Leistungsverzeichnis aufstellen läßt und ihm dann das Gesamtwerk gegen eine Pauschalsumme überträgt, mit dem ausdrücklichen Hinweis, daß er das ganze Werk herzustellen hat — auch dann, wenn im Leistungsverzeichnis gewisse für das Werk unentbehrliche Leistungen vergessen sind. Jedes andere Verfahren mit Vorbehalten allgemeiner Natur, unter denen sich der Unternehmer nichts Konkretes vorstellen kann, führt nur dazu, daß der Unternehmervertrag von einem redlichen Umsatzvertrag, der er sein soll, umgewandelt wird zu einem einseitigen Versicherungsvertrag für den Auftraggeber, ohne daß dem Auftragnehmer die dem Versicherungsrisiko entsprechende Prämie gewährt wird.

Auch die Garantie des Unternehmers wird vielfach in einer unzulässigen Weise nach Art und Umfang seitens der verdingenden Stelle erweitert. Die Garantie des Bauunternehmers kann sich unter Zugrundelegung des heute üblichen Bauvertrags, wie er oben geschildert wurde, nur darauf beziehen, daß er für die Güte der von ihm gewählten Baustoffe und die ordnungsmäßige, den anerkannten Regeln des Gewerbes und der technischen Wissenschaft entsprechenden Ausführung haftet. Ihn verantwortlich zu machen für Ereignisse oder Erscheinungen, die er abzuwenden gar nicht imstande ist, ist im höchsten Grade unbillig. Zur Übernahme derartiger Risiken sind nur Versicherungsgesellschaften geeignet, aber nicht der einzelne Unternehmer. Nur für solche Eigenschaften des fertigen Bauwerks, die als eine Folge der Qualität der Arbeit des Unternehmers nach allgemeiner Auffassung der technischen Wissenschaft angesehen werden, sollte der letztere haftbar gemacht werden. Soll in einem besonderen Einzelfall dem Unternehmer eine andersgeartete Garantie zugemutet werden, die Haftung für irgendeine Eigenschaft des Werkes, die nicht ohne weiteres als Funktion einer gewissenhaften Ausführung sich darstellt, so ist diese besonders klar und deutlich festzulegen und dem Unternehmer billigerweise auch eine besondere Risikoprämie zuzusichern. Es dient weder den Interessen des Bauherrn noch der allgemeinen Wirtschaft oder dem Unternehmer, wenn der letztere vom Bauunternehmer auf die Bahn des Spekulanten gedrängt wird. Auch die praktische Auswirkung der Garantiepflicht läßt viel zu wünschen übrig. Die Methode, daß der Bauherr für alle Schäden am Bauwerk, die innerhalb der Verjährungsfrist für die Mängelrüge auftreten, haftbar gemacht wird, ohne Rücksicht darauf, ob sie auf mangelhafte Arbeit des Unternehmers zurückzuführen ist oder nicht, sollte ein für allemal beseitigt werden. Die Wettbewerbsverhältnisse im Baugewerbe gestatten selbst in Zeiten normaler Wirtschaftsverhältnisse — also mehr oder weniger ausreichenden Anfall an Aufträgen — nicht die Einrechnung einer Prämie für die Risiken, die in Übereinstimmung mit dem Sinn und Zweck eines gesunden Bauvertrages ihm obliegen, noch weniger aber dafür, daß ihm der Bauherr die Verantwortung für alles das auferlegt, was er selbst nicht beurteilen kann oder will und wofür er selbst nicht eintreten will. Strenge Vertragserfüllung, die von den unzähligen scholastischen Verbesserern im Verdingungswesen zum Feldgeschrei erhoben wird, ist nur möglich, wenn die vertraglichen Pflichten scharf und klar umrissen sind und nicht über das hinausgehen, was ein gewissenhafter und ordentlicher Unternehmer an Gefahren und Wagnissen überhaupt übernehmen kann, ohne seine Existenz zu gefährden. Der Hinweis, daß die jeweiligen Wagnisse und sonstigen unbestimmten Belastungen doch vom Unternehmer übernommen werden, besagt nichts. Die machtlose Position, die der einzelne Bieter im Baugewerbe im allgemeinen bei der Verdingung dem Auftraggeber gegenüber einnimmt, zwingt ihn, wenn er den Auftrag bekommen will, alles zu unterschreiben, was ihm vorgelegt wird. Aus diesem Grunde finden die Auftraggeber vielfach gar nicht den moralischen Mut, strenge Vertragserfüllung zu fordern. Es kann nur der Wunsch ausgedrückt werden, daß die Arbeit des Reichsverdingungsausschusses, insbesondere die in Arbeit befindliche neue Reichsverdingungsordnung in Verbindung mit den Technischen Vorschriften, eine neue Plattform für eine den Interessen beider Teile dienende vertrauensvolle Zusammenarbeit zwischen Bauherrn und Unternehmer schafft.

Großhandelsindex.

30. Dez.	6. Jan.	13. Jan.	20. Jan.	27. Jan.	3. Febr.
121,2	121,6	120,6	120,1	119,7	119,2

Lebenshaltungskostenindex.

Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.
145,0	144,9	143,5	141,4	141,2	139,8

Gesetze, Verordnungen, Erlasse.

(Abgeschlossen 4. Februar 1926.)

Gesetz über die Feststellung des Reichshaushaltsplans für das Rechnungsjahr 1925. Vom 30. Jan. 26 (RGBl. II. S. 103).

Dritte Verordnung des Reichsministers der Finanzen zur Ausführung des Gesetzes über die Ablösung öffentlicher Anleihen. Vom 19. I. 26. (RGBl. I. S. 95). Als Altbesitzer gelten auch Besitzer von Anleihen, die diese aus der Auseinandersetzung mit einer Offenen Handels- oder Kommandit-Gesellschaft erhalten haben, wenn die Gesellschaft sie seit dem 1. Juli 20 dauernd im Besitz hatte. Hinterlegte Markanleihen können ohne Beifügung der Schuldurkunde zum Umtausch in Ablösungsschuld angemeldet werden, wenn der Anmeldung eine Bescheinigung der Kasse beigefügt wird, bei der die Anleihen hinterlegt sind, und eine Erklärung des Antragstellers, daß er mit dem Umtausch der hinterlegten Stücke durch die Kasse einverstanden ist.

Im Reichsanzeiger Nr. 27 ist darauf hingewiesen worden, daß die Reichsbehörden nicht von Amts wegen verpflichtet sind, Maßnahmen zur Erhaltung des Rechts auf Aufwertung bei hinterlegten Wertpapieren vorzunehmen. Der Berechtigte muß selbst für die Wahrung seiner Rechte Sorge tragen.

Verordnung zur Durchführung der Aufwertung von Ansprüchen gegen öffentlich-rechtliche Grundkreditanstalten. Vom 20. Jan. 26 (RGBl. I. S. 96). Betrifft den Abzug eines Beitrages zu den Verwaltungskosten und die Zulässigkeit und Anrechnung von Sachleistungen.

Erlaß des Reichsfinanzministers über vereinfachte Einreichung der Belege über den Steuerabzug vom Arbeitslohn für das Kalenderjahr 1925. (R. St. Bl. Nr. 3, R.-Min.-Bl. Nr. 4 S. 40.) Bis zum 15. Februar

müssen diejenigen Arbeitnehmer, die nicht am Orte der Baustelle wohnen, in Lohnsteuer-Überweisungslisten eingetragen werden, deren Vordruck beim Finanzamt erhältlich ist. Sind keine solche Arbeiter vorhanden, so ist auf besonderm Formular Fehlanzeige zu erstatten. (Der Termin ist bis 1. März verlängert.)

Änderung der Kostengrenzen bei Vergebung staatlicher Bauarbeiten, sowie der Dienstanweisung für die Ortsbaubeamten der Staatshochbauverwaltung in Preußen (Erl. d. Pr. Finanzministers v. 14. Dezember 1925). Die durch Erl. v. 27. Dezember 1923 festgesetzten Grenzbeträge, welche die Ermächtigung der Ortsbaubeamten usw. bei Vergebung baulicher Unterhaltungs-, Erneuerungs- und Ergänzungsarbeiten festsetzen, werden verdoppelt. Es sind künftig ermächtigt:

die die staatlichen Gebäude oder Gebäudeteile benutzenden Verwaltungen im Rahmen der überwiesenen Mittel zur Ausführung und Abrechnung von kleinen Instandsetzungsarbeiten (geringeren Ausbesserungen an den bau- und maschinentechnischen Betriebseinrichtungen) bis zum Betrage von ..... 600.— M.

die Ortsbaubeamten (Vorstand eines staatlichen Hochbauamtes oder Polizeibauamtes) zu Arbeiten für die laufende Unterhaltung der Bauwerke einschließlich ihrer Einrichtungen und zu deren Abrechnung bis zum Betrage von ..... 4000.— M.

und zu Erneuerungs- und Ergänzungsarbeiten (Erweiterungen und Ergänzungen in und an den Gebäuden oder Gebäudeteilen) bis zum Betrag von ..... 3000.— M

Der Regierungspräsident hat bei der Ausführung und Abrechnung von Unterhaltungsarbeiten, sobald sie mehr als 6000.— M. und bei Erneuerungs- und Ergänzungsarbeiten, sofern sie mehr als 4000.— M. Kosten verursachen, mitzuwirken. Die Genehmigung des Fachministers und des Finanzministers (Hochbauabteilung) ist einzuholen, sobald durch die Unterhaltungsarbeiten mehr als 100000.— M. und durch die Erneuerungs- und Ergänzungsarbeiten mehr als 60000.— M. Kosten entstehen. Als größere Neubauten und Hauptinstandsetzungen, die als einmalige Ausgaben durch den Staatshaushalt anzufordern sind, werden solche Arbeiten angesehen, die Kosten von mehr als 30000 M. verursachen.

Die Baubeamten werden ferner berechtigt, Abschlagszahlungen für Leistungen auf Grund schriftlicher Verträge bis zu $^{19}/_{20}$ (bislang $^{9}/_{10}$) der Vertragssumme unmittelbar auf die zuständige Kasse anzuweisen.

Akademische Auszeichnung.

Die im Jahre 1924 anläßlich des Ausscheidens von Herrn Geheimen Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. E. h. Hubert Engels aus seinem Lehramte zur dauernden Erinnerung an ihn von seinen ehemaligen Schülern gestiftete Engels-Denkmünze wurde in diesem Jahre auf einstimmigen Antrag der Bauingenieur-Abteilung der Dresdner Technischen Hochschule zunächst zum ersten Male in Silber dem ehemaligen Schüler der vorgenannten Abteilung, dem jetzigen Wasserbaudirektor, Ministerialrat im Finanzministerium, Arno Sorger, verliehen. Bei der akademischen, dieser Verleihung dienenden Feier am 23. d. M. konnte der derzeitige Vorstand der Bauingenieur-Abteilung, Geh. Hofrat Prof. Dr.-Ing. E. h. Max Foerster, darauf hinweisen, daß durch diese Verleihung die hervorragenden Leistungen gebührende Anerkennung finden sollten, auf die Herr Ministerialrat Sorger „in weitschauender Bezwingung und wirtschaftlicher Nutzbarmachung der heimischen Wasserkräfte zum Wohle des sächsischen Landes und als erfolgreicher Führer des sächsischen Wasserbauwesens mit Stolz zurückblicken kann".

Weiter wurde die gleiche Denkmünze in Bronze dem Diplom-Ingenieur Wilhelm Flügge für hervorragende Leistung im Studium verliehen.

PATENTBERICHT.

Wegen der Vorbemerkung (Erläuterung der nachstehenden Angaben) s. Heft 2 vom 25. Januar 1925, S. 67.

A. Bekanntgemachte Anmeldungen.

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 2 vom 14. Januar 1926.

Kl 5d, Gr. 9. R 63882. Heinrich Rohde, Wanne. Aus mit Gesteinsstaub gefüllten Gefäßen bestehende Sicherungsvorrichtung gegen Grubenexplosionen. 30. III. 25.

Kl. 19a, Gr. 28. C 35823. „Cubex"-Maschinenfabrik G. m. b. H., Halle a. d. S. Auslegergleisrückmaschine. 9. XII. 24.

Kl. 19a, Gr. 28. K 90599. Dr.-Ing. Otto Kammerer, Charlottenburg, Lyckallee, 12 u. Wilhelm Ulrich Arbenz, Zehlendorf (Wannseebahn), Sophie-Charlotten-Str. 11. Kippgleisrückmaschine. 14. VIII. 24.

Kl. 19a, Gr. 28. K 90600. Dr.-Ing. Otto Kammerer, Charlottenburg, Lyckallee 12, u. Wilhelm Ulrich Arbenz, Zehlendorf (Wannseebahn), Sophie-Charlotten-Str. 11. Gleisrückmaschine. 14. VIII. 24.

Kl. 19d, Gr. 7. P 47307. Fa. Polensky & Zöllner, Driesen N.-M. Vorrichtung zum Ein- und Ausbau von Gleisbrücken; Zus. z. Pat. 416083. 8. I. 24.

Kl. 20a, Gr. 14. Sch 72818. Schenk und Liebe-Harkort, Akt.-Ges., Düsseldorf. Schrägaufzug. 26. I. 25.

Kl. 20a, Gr. 18. P 50498. J. Pohlig A.-G., Köln-Zollstock. Kurbelklemme für Seilförderungen. 11. V. 25. Österreich 18. II. 25.

Kl. 20g, Gr. 1. M 89245. Dr. Hans Möckel, Essen-Rüttenscheid, Clementinenstr. 37. Gleisanschlußplatte. 8. IV. 25.

Kl. 20g, Gr. 1. M 90413. Otto Mäder, Emmendingen, Baden. Drehscheibe für Feldbahnen; Zus. z. Anm. M 89692. 7. VII. 25.

Kl. 20g, Gr. 4. M 89534. Maschinenfabrik Eßlingen, Eßlingen. Vorrichtung zur Beförderung von Straßenfahrzeugen auf Schienenwagen. 29. IV. 25.

Kl. 20i, Gr. 4. B 116890. Dipl.-Ing. Walter Brewitt, Charlottenburg, Berliner Str. 46. Auflager für die steglos gewordene Leitschiene eines teilweise geschweißten Schienenherzstücks. 3. XI. 24.

Kl. 20i, Gr. 19. O 15120. Yukimasa Ogawa, Fukuchimura, Prefecture of Fukuoka, Jap; Vertr.: Arthur Kuhn, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Vorrichtung zur automatischen Betätigung der Schranken für eingleisige Eisenbahnen. 18. VIII. 25.

Kl. 37a, Gr. 7. M 88670. Ludwig Motzko, Wien; Vertr.: Dipl.-Ing. Brackertz, Pat.-Anw., Berlin SW 47. Einrichtung zur Trockenlegung feuchter Mauern. 25. II. 25.

Kl. 80a, Gr. 46. R 63469. Joseph Riegel, Bonn, Quirinstr. 5. Verfahren zur Herstellung von Betonplatten mit sich kreuzenden Lochungen. 18. II. 25.

Kl. 80b, Gr. 3. S 64682. Fa. Sächsisch-Thüringische Portland-Cement-Fabrik Prüssing & Co., Commandit-Gesellschaft auf Actien, Göschwitz, Saale. Verfahren zur Verbesserung von Mörtelbildnern. 3. I. 24.

Kl. 81c, Gr. 32. K 94656. Fried. Krupp Akt.-Ges., Essen. Verfahren zur Verbreiterung von Halden. 19. VI. 25.

Kl. 84a, Gr. 3. L 61429. Dipl.-Ing. Hans Lenz, Eisenach, Johannisplatz 18—20. Absperrvorrichtung für übereinanderliegende Becken, z. B. für die Sparbecken einer Schleuse. 15. X. 24.

Kl. 84d, Gr. 1. J 23013. Tomezo Imaoka, Osaka, Japan; Vertr.: Dipl.-Ing. C. Fehlert, G. Loubier, F. Harmsen u. E. Meißner, Pat.-Anwälte, Berlin SW 61. Pfahlbaggerschiff. 14. IX. 22.

B. Erteilte Patente.

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 2 vom 14. Jan. 1926.

Kl. 20i, Gr. 14. 424403. Société Alsacienne de Waggonage et de Matériel de Travaux Publics, Straßburg-Neudorf, Frankr.; Vertr.: Dr. B. Alexander-Katz, Pat.-Anw., Berlin SW 48. Signal für doppelte Kreuzungsweichen. 14. V. 25. S 69964. Frankreich 9. III. 25.

Kl. 20i, Gr. 14. 424403. Fa. Süddeutsche Tiefbaugesellschaft Polensky und Zöllner, München. Trägeranordnung für die Drahtzugrollenständer in Eisenbetonkanälen. 16. V. 25. S 70065.

Kl. 35b, Gr. 1. 424507. Fa. Adolf Bleichert & Co., Leipzig-Gohlis. Seilträger für Kabelkrane. 28. X. 24. B 116281.

Kl. 37d, Gr. 7. 424417. Fa. Deutsche Lederfußboden-Gesellschaft m. b. H., Charlottenburg. Verfahren zum Ausbessern von abgenutzten massiven Fußböden und Wänden. 1. I. 25. D 47164.

Kl. 65a, Gr. 58. 424626. Fa. Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin. Vorrichtung zum Empfang von elektrischen, insbesondere von Kabeln zur Kenntlichmachung von Schiffahrtsstraßen ausgesandten Zeichen. 19. XI. 22. A 38833.

Kl. 80b, Gr. 22. 424382. Friedrich Rousselle, Wiesbaden, Heßstr. 2. Verfahren zur Herstellung von Steinen aus Hochofenschlacke; Zus. z. Pat. 422386. 9. VIII. 21. R 53729.

Kl. 84a, Gr. 3. 424484. Paul Nattkämper, Pillkallen, Ostpr. Vorrichtung zum Einkeilen von Schiebetoren. 3. II. 24. N 22814.

Kl. 84a, Gr. 3. 424485. Fa. Techn. Projektierungs- u. Baubureau G. m. b. H. J. Pfletschinger & Comp. u. Dr.-Ing. A. Läufer, Wien; Vertr.: O. Siedentopf, Dipl.-Ing. W. Fritze u. Dipl.-Ing. G. Bertram, Pat.-Anwälte, Berlin SW 68. Wasserkraftvernichter. 17. X. 22. T 27030.

Kl. 84a, Gr. 3. 424533. Paul Nattkämper, Pillkallen, Ostpr. Einrichtung zum Abdichten von Schütztafeln und zu ihrem Feststellen in beliebiger Höhe. 3. II. 24. N 22815.

Kl. 85c, Gr. 6. 424385. Max Prüß, Essen, Semperstr. 6. Einrichtung zum Schlammausräumen aus Flachklärbecken mittels verfahrbaren Saugbaggers. 1. III. 23. P 45810.

BÜCHERBESPRECHUNGEN.

Moderne Türen, Tore, Glasabschlüsse und Verwandtes. Vorlagen und ausführliche Teilzeichnungen für ein- und mehrflüglige Haus- und Zimmertüren, Durchgangstüren, Schiebetüren, Pendeltüren sowie Korridorabschlüsse, Windfänge, Glas- und Erkerabschlüsse in einfachster und reicherer Ausführung von Architekt Ph. Jantscher. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt, Leipzig, 1925, in eleganter Kalikomappe, 12 RM.

Der Verfasser gibt in guten Zeichnungen und übersichtlicher Darstellung eine Reihe von eigenen Entwürfen, die trotz einer gewissen Anlehnung an die alte Zeit, in vortrefflicher Weise der modernen Gesinnung gerecht werden. Besonders wertvoll ist es, daß allen Zeichnungen auch Details beigegeben werden, aus denen eine einfache, aber doch wirksame Profilierung hervorgeht. Das Werk enthält gute Vorbilder für Architekten und Baugewerkler, und es wäre zu wünschen, daß besonders letztere sich desselben fleißig bei Neubauten bedienen möchten, wodurch die allgemeine Qualität in der Ausführung von Miethäusern sicher gehoben würde.

Professor Alphons Schneegans, Dresden.

Die Demag-Druckschrift Nr. 1084 bringt auf 8 Seiten Beschreibung, Abbildungen, Einzelteillisten und Betriebsanweisung der Demag-Hochleistungsbohrhämmer, die besonders für Arbeiten in hartem Gestein geeignet sind und sich durch hohe Bohrgeschwindigkeit und große Wirtschaftlichkeit auszeichnen. Eine wichtige Neuerung liegt bei diesem Hammer in der Anwendung von Kolbenschiebern zur Luftsteuerung, durch die einerseits ein unnützes Austreten der Druckluft ins Freie verhindert und andererseits die Druckluft in weitestgehendem Maße ausgenutzt wird, so daß seine Verwendung wesentlich zur Verringerung der Betriebskosten beiträgt. Eine weitere Verbesserung bildet die Bohrerhaltevorrichtung, da sie ein schnelles und leichtes Auswechseln des Bohrers ermöglicht. Ein kräftiger Schlag mit der Hand genügt, um die Feder, die den Bohrer hält, aus ihrer Rast bzw. in ihre Rast zu drücken, so daß das umständliche Auf- und Abschrauben der früher üblichen Federkappen vermieden bleibt. Das Umsetzen des Bohrers erfolgt selbsttätig. Der breite Griff des Hammers gestattet sicheres Halten und bequemes Drücken mit dem Oberschenkel beim Bohren wagerechter oder schräg nach oben gerichteter Löcher.

Der Hammer wird, um den verschiedenen Gesteins- und Arbeitsverhältnissen zu entsprechen, in verschiedenen Bauarten ausgeführt: als Bohrhammer für Vollbohrer, also ohne Spülung, zum Bohren von wagerecht oder wenig geneigten Löchern mit massiven Schlangenbohrern, als Bohrhammer mit Luftspülung zum Bohren von abwärts gerichteten Löchern von großer Tiefe, bei denen das Bohrklein störend wirken würde, und als Bohrhammer mit Wasserspülung, wenn die bei der Luftspülung auftretende Staubentwicklung vermieden werden soll. Im Bohrhammer mit Luftspülung lassen sich auch Vollbohrer verwenden, dagegen nicht in dem mit Wasserspülung. M. F.

Granigg: Die Wasserkraftnutzung in Österreich und deren geographische Grundlagen. 123 Seiten m. 17 Textabb. 4 z. T. farb. Tafeln, 1 Übersichtskarte. Schrifttum-Verz. Lex.-Form. Verlag von Julius Springer, Wien. 1925. Geh. 22,60 Schilling, 13,30 RM. geb. 25,50 Schilling, 15 RM.

In den Ländern der österreichischen Bundesrepublik hat, veranlaßt durch die Kohlennot der Kriegszeit und mehr noch der Nachkriegszeit, eine außerordentlich lebhafte Entwicklung der Wasserkraftwirtschaft eingesetzt, während vor 1918 auch hier trotz vielfach günstigster natürlicher Voraussetzungen für den Wasserkraftausbau der Einfluß der Kohle auf die Energiebeschaffung ausschlaggebend gewesen ist.

Für den Außenstehenden ist es in den letzten Jahren trotz zahlreicher, aber in Fachzeitschriften und Einzelarbeiten erschienener Veröffentlichungen sehr schwer gewesen, sich über die Wasserkraftwirtschaft des neuen Österreich ein zutreffendes Bild zu machen, zumal sich die Mehrzahl der Veröffentlichungen mit den Wasserkraftanlagen der österreichischen Bundesbahnen oder sonstiger Teilgebiete nur befaßte. Es fehlte an einer auf breiterer Grundlage aufgebauten zusammenfassenden Darstellung.

Diese Lücke füllt das vorliegende Werk in sehr glücklicher Weise aus, es gelingt ihm in ausgezeichneter Darstellung teils bekannte und anderweit erörterte — oft wenig zugängliche — teils aber bisher noch nicht erwähnte Zusammenhänge zwischen den geologisch-geographischen Voraussetzungen im Gebiete des heutigen Österreich und der Wasserkraftausnutzung aufzuzeigen.

Und insoweit verdient das Buch gerade die volle Aufmerksamkeit des den unmittelbaren Dingen etwas entrückten Wasserwirtschaftlers. Wir finden hier das, was wir nur in Ländern mit einer planmäßigen Wasserkraftwirtschaft erwarten können, die reifere Entwicklungsstufe der Energiewirtschaft mit dem Wasser, die in erster Linie nach der Speicherfähigkeit der Energie, nach den Speichermöglichkeiten sucht, also den hydraulischen, nicht den kalorischen Energieausgleich als Arbeitsziel ansieht. Daß dadurch wasserwirtschaftlich ungünstige, als Raubbau anzusprechende Lösungen leichter und sicherer vermieden werden, ist leicht einzusehen.

Es würde zu weit führen, wenn man an dieser Stelle auf Einzelheiten eingehen wollte, eine kurze Inhaltsübersicht mag deshalb genügen.

Nach einer lesenswerten Einleitung behandelt Verf. auf 9 Seiten die Frage der Abflußmengen österreichischer Flüsse, die er nach dem Charakter ihrer Einzugsgebiete (Hochgebirgsflüsse, Alpenrand- oder Vorlandflüsse, Mittelgebirgsflüsse, Abflüsse aus Grundwasserbecken und verkarsteten Gebieten) unterscheidet. Nachdem er sodann kurz auf die Gebietsform und die Ausbaugröße eingegangen, erörtert er in interessanten Ausführungen die Gefall- und Speichermöglichkeiten (Nieder- und Mitteldruckanlagen auf jungen Schuttkegeln und auf Schotterfeldern — Eiszeitliche Wirkungen und Speicherräume (Karsseen oder Ursprungskare — Talträge und Trogseen einschl. Durchgangskare — Inneralpine Moränenseen — Alpenrand-, Alpenvorlandseen — Seen in glazialen Seitenarmen) — Gefäll- und Speichermöglichkeiten in den zentralalpinen Quertälern, in den alpinen Längstälern und von Flüssen außerhalb der Alpen und von Alpenflüssen aus nicht vergletschert gewesenen Gebieten.

Diese Kapitel lesen sich wie eine Art Systematik der Wasserkraftwirtschaft und bieten manche wertvollen Aufschlüsse und Zusammenhänge.

Der folgende VI. Abschnitt gibt eine Übersicht über die Wasserkraftwerke Österreichs, getrennt nach den Anlagen der Bundesbahnen, den Großkraftwerken der einzelnen Bundesländer, der Kleinkraftnutzung in Österreich, der Wasserkraftnutzung ohne Elektrizitätserzeugung und eine Übersicht über „Großkraftzentren".

Der Schlußabschnitt beschäftigt sich in geistreichen Untersuchungen mit Entwicklungsnotwendigkeiten und Entwicklungsmöglichkeiten der Wasserkraftnutzung in Österreich.

Allgem. — Bundesbahnen — Wien und Niederösterreich — die übrigen Bundesländer — Elektrotechnische Industrie (besonders beachtlich — dort Elektroroheisen, Elektrostahl, Ferrolegierungen, Stickstoffindustrie, Karborund, Korund, Aluminium, Cereisen, Chlorate, Persalze) und Wärmeverwertung des elektrischen Stromes. Den Beschluß des Werkes macht ein sehr eingehendes Schrifttumverzeichnis.

Nicht nur jeder Wasserkraftfachmann wird das Werk mit Gewinn lesen, auch für den Volkswirt, den Wirtschaftspolitiker, den Geologen und Geographen bringt es sehr interessante Ausführungen und Zusammenhänge. Es sollte jedenfalls überall dort bekannt sein, wo zusammenhängende Wasserkraftwirtschaft geplant wird.

Heiser.

Der Messehaus-Wettbewerb in Hamburg. 29 Entwürfe mit 111 Abb. Bauwelt-Verlag, Berlin. 1925. Preis 4 RM.

Neben den Ausschreibungsbedingungen, die dem Wettbewerb zugrunde lagen, behandelt der Direktor der Messehaus-Gesellschaft C. de Boer die wirtschaftliche Bedeutung des Bauvorhabens, der hamburgische Baudirektor Dr.-Ing. Ranck die städtebaulichen Gesichtspunkte, Regierungsbaumeister Bensch die künstlerischen Gedanken der Entwürfe. Die vorliegenden Projekte lassen erkennen, mit welcher Hingabe sich die einzelnen Entwurfsverfasser in ihre Aufgabe vertieft haben und wie sie zu neueren zeitgemäßen, oft freilich zunächst noch etwas eigenartig erscheinenden künstlerischen Formen und Gesamtgruppierungen, entwickelt aus der Aufgabe heraus, gelangen. Deshalb hat die vorliegende Veröffentlichung auch Wert nicht nur für die Gegenwart, sondern auch für die Zukunft. M. F.

Wissenschaftliche Tagungen während der Kölner Messe. Baufach. Vorträge vom 28. und 29. September 1925. Im Verlag des Messeamtes Köln.

Die Vorträge wurden veranstaltet von den technisch-wissenschaftlichen Vereinen in Verbindung mit den bedeutenderen bauwissenschaftlichen Verbänden. Die Vorträge behandeln die deutschen Natursteine, hochwertige Zemente und ihre Verwendung, das Eisen als Werkstoff unter Berücksichtigung der neuesten Entwicklung, den Werdegang der Bauten in Eisen und in Eisenbeton, die Verwendung des Eisens im Tiefbau, Betonstraßen, den neuzeitlichen deutschen Hochbau, den amerikanischen Wohnungsbau und endlich Fördermittel im Baubetrieb. Von ersten Fachvertretern gehalten, geben die Vorträge — in der Regel durch Bildwerk ergänzt — eine wertvolle Übersicht über das jeweils behandelte Sondergebiet des Baufaches. Die Zusammenfassung der Vorträge in der einheitlichen Form wird deshalb allseits mit Freude begrüßt werden. M. F.

„Elektrische Lichtbogenschweißung". Von Karl Meller. Verlag von S. Hirzel, Leipzig. 1925.

Der Verfasser gibt zunächst einen Überblick über die Schweißmaschinen und Schweißanlagen. Sodann wird eingehend das Schweißen von Stahl und Gußeisen und kurz das der übrigen Metalle sowie das Schneiden mit dem Lichtbogen behandelt. Die modernen Erfahrungen, insbesondere auch über die Festigkeitseigenschaften der Schweißstellen

sind gut und übersichtlich zusammengestellt. Im Anschluß sind eine große Anzahl von Ausführungsbeispielen über die praktische Anwendung der Lichtbogenschweißung im Betriebe, die wertvolle Anregungen für die Praxis bieten, ausführlich beschrieben und erläutert.

Das Buch ist klar und verständlich, dabei unter Berücksichtigung der modernen praktischen und wissenschaftlichen Erfahrungen geschrieben. Es ist sehr zu empfehlen. Anerkennung verdient auch die gute Ausstattung von seiten des Verlages. Schwinning.

Schnellkubierungs-Tabelle für Bauholz. Von Matth. Steiner und Franz Fritz. Selbstverlag der Verfasser. Villach 1925.

Das 121 Seiten starke Buch enthält Zahlentafeln, aus denen der Rauminhalt von 1—100 Stück Hölzer rechteckiger Querschnitte von 4, 5, 6, 7 . . . 15 m Länge sofort abgelesen werden kann. Man findet also beispielsweise für den Querschnitt 16 × 18 cm, Länge 10 m, Stückzahl 30 den Rauminhalt von 8,64 m³, so daß das Produkt 30.0,16.0,18.10,0 = 8,64 m³ ohne Rechnung abzulesen ist.

Auf reichsdeutsche Verhältnisse scheint das Buch weniger zugeschnitten zu sein, da die hier häufig verwendeten Querschnitte 12.12, 12.14, 12.16, 14.14, 14.16, 14.20 in den Zahlentafeln nicht enthalten sind. B. L.

Mathematische Formelsammlung. Von Gewerbestudienrat P. Gruhn. Sechste vermehrte und verbesserte Auflage. Dr. Max Jänecke, Leipzig 1925. Verlagsbuchhandlung. Preis broschiert 1,20 RM.

Die vorliegende Sammlung mathematischer Formeln ist offenbar zunächst für den Gebrauch an höheren technischen Lehranstalten bestimmt; da sie aber in ihrem Umfang wesentlich über das Ziel einer solchen Anstalt hinausgeht und dabei trotzdem auf das Wichtigste sich beschränkt, so wird sie auch in der Praxis wohl gerne zur Hand genommen werden.

Mit Rücksicht auf die Bestimmung der Sammlung würde sich bei einer späteren Auflage die Aufnahme der wichtigsten, für das Zahlenrechnen in Frage kommenden Näherungsformeln empfehlen. Auf die — sonst kaum gebräuchlichen — Bezeichnungen Kommutationsgesetz, Assoziationsgesetz und Distributionsgesetz sollte in einer Formelsammlung verzichtet werden. P. Werkmeister, Dresden.

Erich Giese, Otto Blum, Kurt Risch, Linienführung. Handbibliothek für Bauingenieure. II. Teil. 2. Band. Herausgegeben von R. Otzen, Verlag von Jul. Springer. Berlin 1925. (447 S.) Preis 21 RM. geb.

Das Werk besteht aus zwei Teilen
A. Eisenbahngeographie von Blum.
B. Linienführung und allgemeine Bahnanlage von Risch und Giese.

Daß dieser Band mit einem Hauptabschnitt über Eisenbahngeographie eingeleitet wird, ist ein glücklicher Griff, denn das Trassieren ist praktische Geographie. Blum war es, der als Verkehrsfachmann zum erstenmal die Verkehrsgeographie in sein Arbeits- und Lehrgebiet aufgenommen und diesem Wissenszweig neues Blut zugeführt hat.

Die landläufigen Begriffe der „Linie", auf der der Verkehr fließt und des „Punktes", von dem er ausgeht und in dem er zusammenströmt, ersetzt Blum durch die treffenderen und fruchtbareren des „Bandes" und des „Kleinen Raumes" und verwendet sie zum Vorteil der Anschaulichkeit nicht nur für die Gesamtlage der Verkehrswege, sondern auch für die Festlegung der Leitungswege in einem bestehenden Netz. Aus diesen und den geologischen Anschauungen heraus entwirft er uns ein plastisches und lebendiges Bild von den physikalischen Vorbedingungen des Verkehrs insbesondere Europas und Deutschlands und läßt in geistreicher Weise auf dieser Grundlage und unter Berücksichtigung der Energiequellen und der in Räumen sich darstellenden Erzeugungs- und Verbrauchsstätten des für Deutschland verkehrswirtschaftlich zweckmäßigste Eisenbahnnetz entstehen, das wichtige Fingerzeige gibt für die Verbesserung des vorhandenen.

Den zweiten Hauptabschnitt „Die Linienführung" leitet Risch mit einer Abhandlung über den Begriff und die Einteilung der Bahnen sowie über die Vorschriften und Vereinbarungen ein, die beim Trassieren zu beachten sind, und reiht hieran die Erwägungen über die wirtschaftlichen und Verkehrsverhältnisse sowie die Bauwürdigkeit einer beabsichtigten neuen Linie. Die folgenden Abschnitte über Eisenbahnfahrzeuge, betriebstechnische Grundlagen der Linienführung, Bahngestaltung, Schutzanlagen und Lage der Bahn zu andern Verkehrswegen entstammen der Feder von Giese. Besonders zu begrüßen ist der erste Abschnitt über Eisenbahnfahrzeuge, der einen ausgezeichneten Überblick über den Bau und die Einrichtungen der elektrischen und der Dampflokomotiven sowie über Eisenbahn- und Triebwagen gibt. Bei einer Neuauflage wäre unter Berücksichtigung des neuesten Standes der Wissenschaft die Ermittlung der Schleppleistungen, sowie die Zugbewegung über Anlaufsteigungen neu zu bearbeiten. Die Bewegungswiderstände könnten später etwas kürzer behandelt werden. Ausgezeichnet ist ferner der Abschnitt über die Grundsätze der Linienführung, der durch hervorragend gute Bilder über die Linienentwicklungen belebt wird, sowie der Teil über „Neuzeitliche Aufgaben der Linienführung".

Über Bau- und Betriebskosten gibt sodann Risch in dem folgenden Abschnitt eingehend Berechnungsunterlagen und -verfahren an. Die Betriebskosten werden aus den virtuellen Längen ermittelt. Es wäre zu begrüßen, wenn später statt diese Berechnungsweisen die in allerletzter Zeit bekanntgegebenen Methoden neu aufgenommen würden, die die Kosten einer Zugfahrt aus dem Bewegungsbild (Zeit, Weg, Lokomotiv- und Bremsarbeit, Rostbeanspruchung) in Verbindung mit den auf diese Einheiten bezogenen Verbrauchssätzen für Betriebsstoffe, Personal und Unterhaltung und Erneuerung der Fahrzeuge und des Oberbaues sowie des Kapitaldienstes unter Anwendung graphodynamischer Verfahren schnell und zuverlässig bestimmen. Ein Abschnitt über den Geschäftsgang bei der Herstellung von Eisenbahnanlagen von E. Giese beschließt das gediegene und gut ausgestattete Werk. Prof. W. Müller, Dresden.

Bemessungsverfahren, Zahlentafeln und Zahlenbeispiele zu den Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton vom September 1925 von B. Löser, a. o. Prof. an der Techn. Hochschule Dresden, mit 132 Abbildungen und einer Tafel; Verlag W. Ernst & Sohn, Berlin 1925. Preis geheftet 6 RM.

Bei Herausgabe der letzten amtlichen Bestimmungen im Jahre 1916 wurden gleichzeitig amtliche Musterbeispiele veröffentlicht, die die Anwendung der Vorschriften erleichtern sollten. Man hat es wohl inzwischen eingesehen, daß die Herausgabe von derartigen Musterbeispielen von amtlicher Stelle nicht zweckmäßig war.

Das vorstehende Buch wurde auf Anregung des Verlags von dem Verfasser an Stelle der amtlichen Musterbeispiele herausgegeben. Es ist wertvoll, daß dieses Buch von einem Fachmann veröffentlicht wurde, der nicht nur als langjähriger Praktiker in der Ausführung der statischen Berechnungen und in der Anwendung der amtlichen Bestimmungen Erfahrung hat, sondern auch Mitarbeiter an den neuen Bestimmungen war. Der Unterzeichnete möchte mit Genugtuung feststellen, schon in der Anleitung Ansichten vertreten zu sehen, die er zur Grundlage seiner „Vorlesungen über Eisenbeton" gemacht hat. Diese sind, daß es im Eisenbetonbau nicht nur erwünscht sondern auch möglich ist, die Rechenarbeit nach Möglichkeit abzukürzen und auf die konstruktive Gestaltung im Bauwerk größeren Wert zu legen als bisher. Da die Auflagerbedingungen im Bauwerk den Grundlagen der Berechnung meist wenig entsprechen, hebt der Verfasser mit Recht hervor, daß die Tüfteleien an durchlaufenden Trägern, wie diese bisher üblich waren, wenig Wert hätten.

Z. T. fasse ich die Herausgabe des Buches auch als Erläuterung zu den neuen Vorschriften auf.

Der Verfasser hat zur Erleichterung der Durchführung von statischen Berechnungen nach den amtlichen Vorschriften an verschiedenen Beispielen Bemessungsverfahren, Zahlentafeln und Zahlenbeispielen zusammengestellt, die für den in der Praxis tätigen Ingenieur von Vorteil sein werden. In dem Abschnitt über „Schubspannungen und Schubsicherungen" zeigt sich an den ausgeführten Beispielen der Mangel in den Bestimmungen, die ich in meinen kritischen Bemerkungen im „Bauingenieur" 1925 dargelegt habe. Meine damals ausgesprochenen Befürchtungen wegen des theoretisch vollkommen ungerechtfertigten Mehraufwands sowohl an Schrägeisen als auch an Bügeln sind durch die Beipsiele, die der Verfasser als Musterbeispiele angeführt hat, nur bestärkt worden. Bei einigen Beispielen wird so recht die Unwirtschaftlichkeit dieses Teiles der neuen Bestimmungen vor Augen geführt. Dagegen ist die für die Sicherheit gegen schräge Risse wesentliche Verteilung der Schrägeisen (s. Vorlesungen über Eisenbeton I. Bd. 2. Aufl. Seite 476) nicht in erwünschtem Maß berücksichtigt, wie z. B. aus Abb. 86 auf Seite 78 zu ersehen ist. Im übrigen hat der Verfasser, soweit es die Vorschriften zulassen, für die Berechnung der Schubspannungen einige Vereinfachungen eingeführt. Bei Decken mit kreuzweiser Bewehrung übernimmt der Verfasser das Näherungsverfahren von Marcus. Ein besonderer Abschnitt ist der Erläuterung der Anwendung der Vorschriften auf die Konstruktion der Pilzdecken gewidmet. Die Arbeit des Verfassers wir für die Auslegung und Anwendung der neuen Bestimmungen in der Praxis willkommen sein und kann in diesem Sinne bestens empfohlen werden. E. P.

Technische Wirtschaftslehre. Leitfaden zur Einführung des Technikers in die Wirtschaftswissenschaften. Von Theodor Janssen, Professor, Kgl. Regierungsbaumeister a. D. Berlin, 370 Seiten, Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig 1925, Geb. 16 RM.

Die engen Beziehungen zwischen den großen Gebieten der Technik und Wirtschaft, die durch die immer fortschreitende Entwicklung beider, der Technik als Förderin der menschlichen Freiheit einerseits und der die einzelnen Glieder der Gemeinschaft im Hinblick auf die Freiheit der Gesamtheit in notwendiger Folge organisch bindenden Wirtschaft andrerseits, haben nicht nur an Umfang gewonnen, sie sind in vielen Fällen so kompliziert geworden, daß ihr Erkennen ein tieferes Eindringen in das Gebiet der technischen Wirtschaftswissenschaften erforderlich macht. Ihr Studium muß Hand in Hand gehen mit der Fachausbildung, damit die Auffassung von technisch vollkommenem Schaffen das Streben nach Befriedigung wirtschaftlicher Forderungen einschließt. In dieser Absicht die Wege zu weisen, den innigen Zusammenhang wirtschaftlicher Probleme mit der Technik erkennen zu lassen, ist das vorliegende Lehrbuch entstanden. In ihm entwickelt der Verfasser zunächst die für das Verständnis der eigentlichen Wirtschafts-

lehre erforderlichen Grundlagen, den Begriff der Technik im engeren Sinne als materielle Technik, als Bezwingerin der Kräfte und Stoffe der äußeren Natur zum Nutzen der Menschheit, den Begriff der Wirtschaft als die Fürsorge für die Beschaffung der dem individuellen Dasein notwendigen Sachgüter, ferner den Einfluß der Technik auf die weltgeschichtliche Entwicklung, wofür viele Leser dem Verfasser in Erinnerung an den hierüber ihnen zuteilgewordenen Schulunterricht Dank wissen werden. Schließlich geht der Verfasser ein auf den Einfluß der Technik auf die Kulturentwicklung, trennt hier scharf Zivilisation und Kultur und bezeichnet letzten Endes die aus dem Handwerk hervorgegangene Arbeitsteilung und in ihrer Gefolgschaft den Handel als die treibende Kräfte wirtschaftlicher Kultur. Die Definition des technischen Denkens, das sich auf dem Erkennen und der gewollten Anwendung der Naturkräfte und -stoffe, letztere verbunden mit einem wirtschaftlichen Verhältnis von Aufwand und Wirkungsgrad, aufbaut, leitet über zu den Hauptkapiteln der Wirtschaftslehre und ihren Grundbegriffe Wert und Preis sowie der Produktionsfaktoren. Ihner folgen die Abhandlungen über die kaufmännische, die technische oder Fabrikationsbuchführung und die kameralistische Buchführung, daran anschließend die der Kalkulation. Das folgende Kapitel „Wirtschaft" enthält auch hier zunächst die Grundbegriffe, Wirtschaftsarten, -systeme und -grundsätze, die Wirtschaftsformen, im Zusammenhang mit diesen den Einfluß des modernen Kapitalismus auf die Technik, die Beziehungen zwischen Technik und Wirtschaft im modernen Kapitalismus, daran anschließend die verkehrswirtschaftliche Ordnung der Volkswirtschaft im sozialistischen Lichte, die kommunistische Wirtschaftsform, die Entwicklung der Unternehmung und die Sozialpolitik. Zum Schluß wird auf die Aufgaben des Verkehrs, die die technische Verteilung der Waren übernehmenden Verkehrsmittel und auf den Handel eingegangen.

Das weite und vielseitige Gebiet der Technischen Wirtschaftslehre ist in dem vorliegenden Werk in hervorragender Weise zusammengefaßt, dabei großzügig in der Behandlung des Stoffes und klar im Ausdruck. Es kommt hinzu, daß ein großer Teil des Inhalts die unsere Zeit beherrschenden politischen, sozialen und wirtschaftlichen Fragen behandelt und dadurch besonderes Interesse erheischt. Möge dem Werke, der Arbeit eines Bauingenieurs, weiteste Verbreitung, nicht zuletzt in unserer akademischen Jugend, beschieden sein. E.

Ein Jahr hochwertiger Baustahl St. 48. Von Dr.-Ing. Otto Kommerell. Reichsbahnoberrat im Eisenbahnzentralamt Berlin. (Sonderabdruck aus „Der Bauingenieur", Zeitschrift für das gesamte Bauwesen. 6. Jahrgang 1925, Heft 28 und 29.) Verlag von Julius Springer, Berlin. 1925. (11 S.) Geheftet 1,20 RM.

Der wertvolle und für die Entwicklung des St. 48 in Gegenwart und Zukunft gleich bedeutungsvolle Ansatz, den Dr. Kommerell in dem für die 1925er Tagung des Deutschen Eisenbauverbandes herausgegebenen Sonderheft des Bauingenieur (Heft 28/29, 1925) veröffentlicht hat, liegt als Sonderabdruck vor. Bei der anerkannten Wichtigkeit der in ihm behandelten Fragen werden alle Fachgenossen es mit dankbarer Freude begrüßen, die Kommerellschen Beobachtungen, Versuche und Schlußfolgerungen in geschlossener Form erhalten zu können und sie leicht handlich zu stetem Gebrauche vor sich zu haben. M. F.

Berichtigung.

In dem Verzeichnis der für die Literaturschau bearbeiteten Zeitschriften, Seite 60, Heft 3, Jahrgang 1926, muß es heißen: Zentralblatt der Bauverwaltung, G. Hackebeil A.-G., Berlin S 14, Stallschreiberstr. 34/35.

MITTEILUNGEN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR BAUINGENIEURWESEN.

Geschäftstelle: BERLIN NW 7, Friedrich-Ebert-Str. 27 (Ingenieurhaus).

Zahlung des Mitgliedsbeitrages für 1926.

Die Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen werden hiermit gebeten, den Beitrag für 1926, der auf der Ordentlichen Mitgliederversammlung (Hauptversammlung) am 1. Dezember d. Js. auf 8 RM. jährlich, für Mitglieder des VDI auf 6 RM. und für Junioren auf 3 RM. festgesetzt worden ist, baldgefälligst auf das Postscheckkonto Berlin Nr. 100329 der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen, Berlin NW 7, Ingenieurhaus, einzuzahlen.

Literaturkartei.

Die Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen werden darauf hingewiesen, daß die Geschäftstelle der Gesellschaft im Oktober v. Js. eine Literaturkartei eingerichtet hat, die verschiedenen Zeitschriftenschauen und Literaturübersichten für das gesamte Bauingenieurwesen aus den in Betracht kommenden führenden Zeitschriften zu sammeln. Die Geschäftstelle ist daher in der Lage, die Mitglieder zu unterstützen, wenn sie irgendwelche Angaben in Zeitschriften oder Büchern über Veröffentlichungen seit Herbst v. Js. auf einem bestimmten Gebiet schnell und sicher zu haben wünschen, und bittet, entsprechende Anfragen unter Beifügung des Rückportos an die Geschäftstelle der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen, Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Straße 27, zu richten. Eine Gebühr wird von Mitgliedern für die Auskunft nicht erhoben.

Vortragsreihe über die wirtschaftliche Erschließung Transkaukasiens.

Die Arbeitsgemeinschaft für Kolonial- und Auslandstechnik, der Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure und die Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen (Ortsgruppe Brandenburg) veranstalteten im Dezember 1925 eine Vortragsreihe über die wirtschaftliche Erschließung Transkaukasiens. In ihrem Rahmen hielt am 9. Dezember Herr Dr.-Ing. Enzweiler einen Vortrag über die im Bau befindliche Wasserkraftanlage Zemo-Awtschaly. Diese Anlage dient der Energieversorgung von Tiflis und nützt die Kura etwa 20 km oberhalb der Stadt mit einem Gefälle von 22 m und einer Wassermenge von 80 cbm pro sec im ersten und von 160 cbm/sec im 2. Ausbau aus. Die Kura, einer der Hauptflüsse im Kaukasus, hat von ihrem Ursprung im armenischen Hochgebirge bis Tiflis den Charakter eines ausgesprochenen Gebirgsflusses mit starker Geschiebe- und Sinkstoff-Führung und großer Geschwindigkeit und führt ein Mittelwasser von 100—200 cbm/sec, ein Hochwasser von über 800 cbm/ces und ein katastrophales Hochwasser bis zu 1200 cbm/sec. Die Stauanlage, die in der Nähe der Stadt Mzchet in die Kura eingebaut wird, und ein Sammelbecken von 3 Mill. cbm schafft, besteht aus 3 Stoney-Schützen von einer Höhe von 7 m und einer Breite von 13 m, einem Saugheber, Heyn'scher Bauart mit 8 m Saugegefälle, einem Eisüberlauf mit beweglicher Klappe und einem Grundablaß. Das Wasser der Kura wird in einen 3,5 km langen Obergraben geleitet und stürzt von einem offenen Wasserschloß aus, das sich am Ende des Obergrabens befindet, in vier eisernen Rohrleitungen von 3,7 m ∅ zum Krafthaus hinunter. Hier sind für den ersten Ausbau vier Franzis-Turbinen mit entsprechenden Generatoren und Schalthaus vorgesehen. Die erzeugte Energie von 18 000 PS wird mit 37 000 Volt Spannung nach Tiflis geleitet und dort in vier Haupttransformatoren auf 6600 Volt herunter transformiert und mit 49 Untertransformatoren auf die Netzspannung von 120/210 Volt gebracht. Für die Ausführung ist von der Stadt ein Komitee eingesetzt worden, das sämtliche Anlagen mit Ausnahme des Wehres in eigener Verwaltung herstellt. Die Arbeiten sind im Jahre 1922 mit dem Bau des Obergrabens begonnen worden und werden voraussichtlich im Laufe des Sommers 1926 fertiggestellt. Der technisch interessanteste Teil ist der Bau des Wehres, den auf Grund eines Selbstkostenvertrages eine deutsche Firma, die Siemens-Bauunion, in Auftrag erhalten hat. Für dieses Bauwerk ist von dem Baukomitee eine Stelle ausgesucht worden, an der die beiden Ufer der Kura sich bis auf 50 m nähern und so eine enge Schlucht bilden. Eine Unterteilung des Wehres in zwei Bauabschnite war hier unmöglich. Der Fluß mußte durch einen vom Baukomitee in die linke Felsnase eingesprengten Durchstich, der später als Grundablaß benutzt wird, umgeleitet werden.

Zur Abschließung der Wehrbaugrube dienten zwei Fangedämme. Bei ihrer Konstruktion war die Gefahr einer Überströmung zu berücksichtigen, da der Durchstich nur etwa 500 cbm/sec durchließ, während mit einem Hochwasser von 800 cbm/sec gerechnet werden mußte. So bestand denn der obere Fangedamm aus einem Betonkern von 2—3 m Stärke und im Maximum von 10 m Höhe, der bis auf den Fels heruntergeführt wurde und zu beiden Seiten eine Erd- und dann eine Steinschüttung erhielt. Letztere bekam in ihrem oberen Teil eine Böschungsneigung von 1 : 2, in ihrem unteren eine solche von 1 : 5 und wurde mit Zementmörtel vergossen. Bei dem unteren Fangedamm diente die Herdmauer des Wehrtosbeckens als Betonkern. In dieser Form haben beide Dämme die Hochwasserperiode Februar/Juni 1925, in der sie längere Zeit hindurch von einer Wassermenge von 825 cbm/sec überströmt wurden, gut überstanden, so daß sofort nach dem Rückgang des Hochwassers mit dem Aushub der Baugrube begonnen werden konnte. Der freigelegte Fels zeigte sich stark zerklüftet und wurde, um die Bildung von Wasseradern unter dem Wehre zu verhindern, durch starke Zementeinsprengungen gedichtet. Er lag an einzelnen Stellen bis über 30 m unter dem höchsten Betriebsstau Das Betonieren der immerhin erheblichen Massen (28 000 cbm) geschieht wegen der geringen Löhne, die in Georgien gezahlt werden, von Hand. Dabei werden Leistungen von im Maximum über 600 cbm/Tag erzielt.

Nach dem jetzigen Stand der Bauarbeiten zu urteilen, dürfte das Wehr im Februar 1926 fertiggestellt sein und die Anlage, wie schon erwähnt, im Laufe des nächsten Sommers in Betrieb genommen werden. Die Kosten des Kraftwerkes belaufen sich schätzungsweise auf 15 Mill. Goldrubel.

Die sozialen Einrichtungen für den Bau übertreffen bei weitem das Maß dessen, was bei uns üblich ist. Unter den 30 Gebäuden befinden sich ein massives Krankenhaus, Badehäuser, Klubhäuser, ein Theater, in dem Vorführungen in mehreren Sprachen stattfinden, ein Kino, eine Schule für Analphabeten usw.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Geheimrat Dr.-Ing. E. h. M. Foerster, Dresden; für „Die Baunormung": Regierungsbaumeister K. Sander, Berlin.
Verlag von Julius Springer in Berlin W. — Druck von H. S. Hermann & Co., Berlin SW 19 Beuthstraße 8.