

DIE BAUTECHNIK

5. Jahrgang

BERLIN, 11. Februar 1927.

Heft 7

Alle Rechte vorbehalten.

Beitrag zur Berechnung von Raumfachwerken.

Von L. Geusen in Dortmund.

I.

Das in Abb. 1 dargestellte abgewalmte Satteldach stellt ein Zimmermannsches Raumfachwerk dar, bei dem das obere Grundfachwerk in eine gerade Linie ausgeartet ist; es hat $K=6$ Knotenpunkte, $s=11$ Stäbe und $n=7$ Auflagerbedingungen (4 lotrechte Stützdrücke $\mathfrak{A}_1, \mathfrak{A}_2, \mathfrak{B}_1, \mathfrak{B}_2$ und 3 wagerechte Stützdrücke $H_1, \mathfrak{S}_1, \mathfrak{S}_2$), ist daher statisch bestimmt. Die Belastungen der oberen Knotenpunkte seien P (lotrecht), W und \mathfrak{B} (wagerecht), die der unteren \mathfrak{B} (lotrecht), V und \mathfrak{A} (wagerecht). Die Spannkraft eines Schrägstabes z. B. R_2 (Abb. 1c) wird in eine lotrechte Seitenkraft $\mathfrak{A}_2 = R_2 \frac{h}{r_2}$ und in eine wagerechte, mit der Grundrißprojektion zusammenfallende Seitenkraft $\mathfrak{A}_2 \frac{a_2}{h \sin \varrho_2}$ zerlegt, wo h die Höhe des Fachwerks, r_2 die wirkliche Stablänge, ϱ_2 der im Grundriß gemessene Winkel zwischen dem Unterringstab U_2 und der Grundrißprojektion $\frac{a_2}{\sin \varrho_2}$ des Stabes ist; diese Zerlegung wird im Schnittpunkt des betr. Stabes mit der Grundrißebene ausgeführt, also z. B. für R_2 im Punkte A_1 .

Ist der Knotenpunkt (1) nicht belastet, so ergibt sich die Spannkraft $\mathfrak{A}_1 = 0$, weil die übrigen in (1) zusammentreffenden Stäbe O, R_2 und D_2 in ein und derselben Ebene liegen; ebenso wird $\mathfrak{A}_2 = 0$, wenn der Knotenpunkt (2) unbelastet ist. Führt man um Punkt (1) einen Schnitt, der die vier Stäbe L_1, O, R_2 und D_2 trifft, so ergibt die Bedingung $\sum M = 0$ für U_2 als Drehachse die Gleichung $\mathfrak{A}_1 (a_1 + a_2) + P_1 a_1 - W_1 h = 0$, daher

$$(1) \quad \mathfrak{A}_1 = \frac{P_1 a_2 - W_1 h}{a_1 + a_2}$$

Ganz ebenso ergibt sich

$$(2) \quad \mathfrak{A}_2 = \frac{P_2 a_1 + W_2 h}{a_1 + a_2}$$

1. Belastung der oberen Knotenpunkte.

Berechnet man die Spannkraft im Unterringstab S_1 einmal für den Schnitt t_a-t_a um den Auflagerpunkt A_1 (Abb. 1b) und dann für den Schnitt t_b-t_b um den Auflagerpunkt B_1 , so ergeben sich die Gleichungen¹⁾

$$S_1 + \mathfrak{A}_2 \frac{a_2}{h \sin \varrho_2} \frac{\sin \varrho_2}{\sin \sigma_1} = 0$$

$$\text{und } S_1 - H_1 + \mathfrak{A}_1 \frac{a_1}{h \sin \lambda_1} \frac{\sin \lambda_1}{\sin \sigma_1} + \mathfrak{D}_1 \frac{a_1}{h \sin \delta_1} \frac{\sin \delta_1}{\sin \sigma_1} = 0,$$

die mit $\mathfrak{A}_2 + \mathfrak{A}_1 = 0$ und $\mathfrak{A}_1 + \mathfrak{D}_1 + \mathfrak{B}_1 = 0$ in

$$(3) \quad S_1 = \mathfrak{A}_1 \frac{a_2}{h \sin \sigma_1} = \mathfrak{B}_1 \frac{a_1}{h \sin \sigma_1} + H_1$$

übergehen; es folgt daher

$$(4) \quad \mathfrak{A}_1 a_2 - \mathfrak{B}_1 a_1 = H_1 h \sin \sigma_1.$$

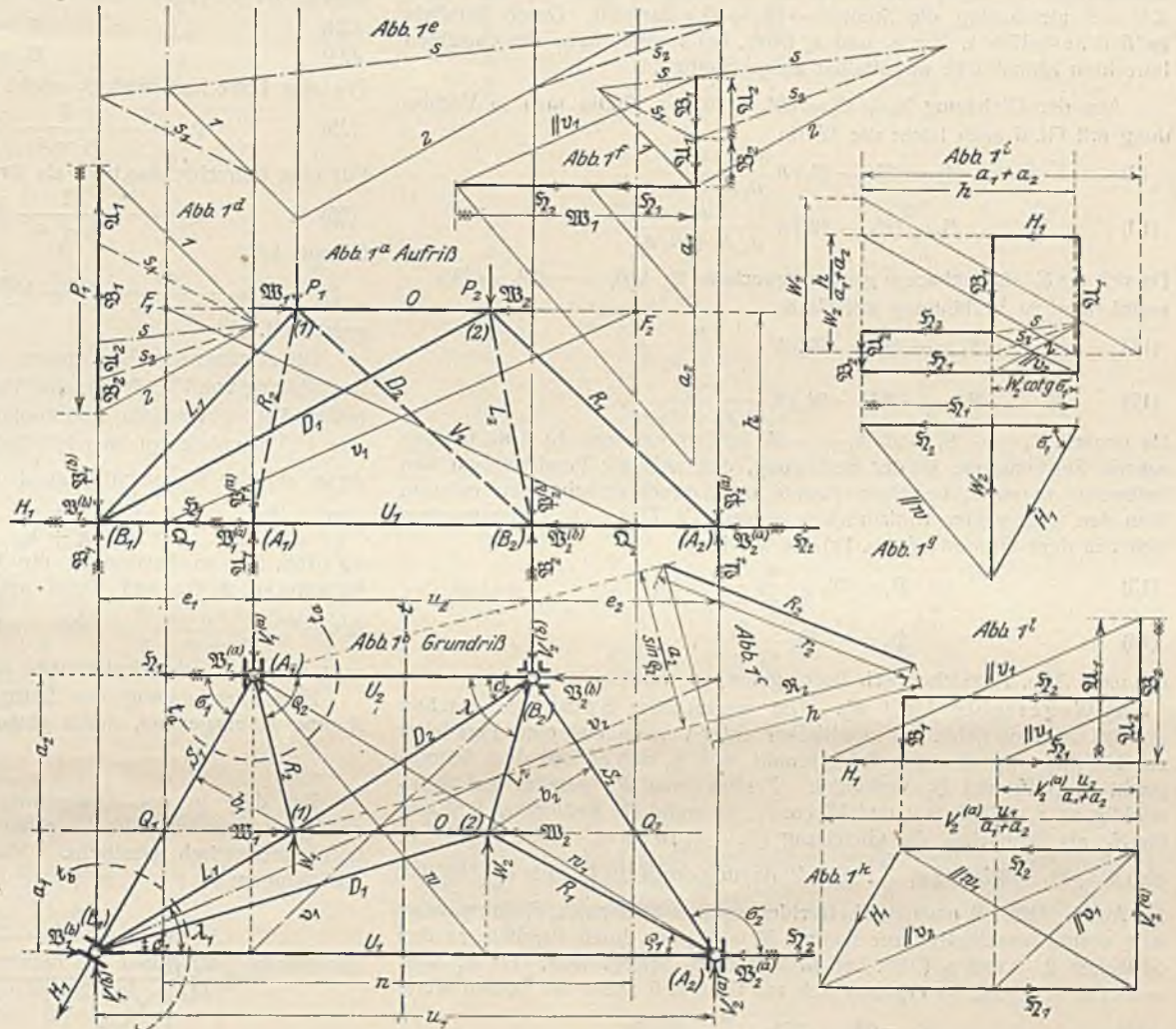
Ebenso ergeben sich für die Spannkraft S_2 die Werte

$$(5) \quad S_2 = \mathfrak{A}_2 \frac{a_1}{h \sin \sigma_2} = \mathfrak{B}_2 \frac{a_2}{h \sin \sigma_2},$$

aus denen

$$(6) \quad \mathfrak{A}_2 a_1 - \mathfrak{B}_2 a_2 = 0$$

folgt. Schneidet der verlängerte Obergurtstab O in Grundriß die Stäbe S_1 und S_2 in Q_1 und Q_2 , so ist für $Q_1 Q_2$ als Drehachse das Moment der beiden Stützdrücke \mathfrak{A}_2 und \mathfrak{B}_2 nach Gl. 6 gleich Null, das der beiden Stützdrücke \mathfrak{A}_1 und \mathfrak{B}_1 aber nach Gl. 4 gleich $H_1 h \sin \sigma_1$, wobei diejenigen Momente positiv eingeführt sind, die, im Sinne der wachsenden Knoten-



punktziffern gesehen, um die betreffende Achse im Sinne des Uhrzeigers drehen. Trennt man das Fachwerk durch den Schnitt $t-t$ in zwei Teile, so ergibt daher die Bedingung $\sum M = 0$ für $Q_1 Q_2$ als Drehachse am linken Teil die Gleichung

$$(I) \quad -\mathfrak{D}_1 a_1 - \mathfrak{D}_2 a_2 - W_1 h + H_1 h \sin \sigma_1 = 0$$

und am rechten Teil

$$(II) \quad +\mathfrak{D}_1 a_1 + \mathfrak{D}_2 a_2 + W_2 h = 0,$$

daher

$$(7) \quad H_1 = \frac{1}{\sin \sigma_1} (W_1 + W_2),$$

eine Gleichung, die sich auch unmittelbar im Grundriß aus der Bedingung $\sum H = 0$ ergibt. Daher wird nach Gl. 4 u. 7:

$$(8) \quad \mathfrak{A}_1 a_2 - \mathfrak{B}_1 a_1 = (W_1 + W_2) h.$$

Daraus folgt, daß für die lotrechte Belastung P sowie für die wagerechte Belastung \mathfrak{B} die Gleichung $\mathfrak{A}_1 a_2 - \mathfrak{B}_1 a_1 = 0$ erfüllt ist, d. h. daß die Resultierende aus \mathfrak{A}_1 und \mathfrak{B}_1 durch den Punkt Q_1 geht, während die Resultierende aus \mathfrak{A}_2 und \mathfrak{B}_2 für alle Belastungen durch den Punkt Q_2 geht. Danach können die Stützdrücke leicht zeichnerisch wie folgt bestimmt werden.

a) Lotrechte Last P_1 . Man zerlegt (Abb. 1d) die Kraft P_1 nach den beiden beliebigen Richtungen 1 und 2, bestimmt im Seileck (Abb. 1e) die Schlußlinie s als Verbindungslinie der Schnittpunkte der Seilseiten 1 und 2

¹⁾ Vergl. des Verfassers „Beitrag zur Berechnung räumlicher Fachwerkträger“ in der Zeitschrift für Bauwesen 1923, Heft 1/3.

mit den Lotrechten durch Q_1 und Q_2 und darauf die Schlußlinien s_1 und s_2 zwischen $\mathfrak{A}_1 \mathfrak{B}_1$ und $\mathfrak{A}_2 \mathfrak{B}_2$; die Parallelen zu s_1 , s und s_2 schneiden im Kraffteck (Abb. 1d) die gesuchten lotrechten Stützdrücke aus. Wagerechte Stützdrücke treten nicht auf; denn H_1 ist nach Gl. 7 gleich Null; daher muß auch $\mathfrak{H}_1 = \mathfrak{H}_2 = 0$ sein, weil sonst die Bedingung $\Sigma M = 0$ für das Fachwerk als Ganzes im Grundriß nicht erfüllt wäre.

b) Wagerechte Last \mathfrak{W}_1 . Zerlegt man im Grundriß (Abb. 1b) \mathfrak{W}_1 parallel und rechtwinklig zu S_1 in die Seitenkräfte $\mathfrak{W}_1 \cos \sigma_1$ und $\mathfrak{W}_1 \sin \sigma_1$, so liefert die Bedingung $\Sigma M = 0$ für S_1 als Drehachse mit $n = Q_1 Q_2 = \frac{u_1 a_2 + u_2 a_1}{a_1 + a_2}$ die Gleichung $(\mathfrak{A}_2 + \mathfrak{B}_2) n \sin \sigma_1 - \mathfrak{W}_1 \sin \sigma_1 h = 0$, daher $\mathfrak{A}_2 + \mathfrak{B}_2 = \mathfrak{W}_1 \frac{h}{n}$. Bestimmt man daher im Aufriß die Schnittpunkte \mathfrak{D}_1 und F_2 der Lotrechten durch Q_1 und Q_2 mit dem Unter- und Oberring, so führt die Zerlegung der Kraft \mathfrak{W}_1 (Abb. 1f) nach der lotrechten Richtung und parallel zu $\mathfrak{D}_2 F_2$ unmittelbar zu der Summe $\mathfrak{A}_2 + \mathfrak{B}_2$, die wegen $\Sigma V = 0$ gleichzeitig die Summe $-(\mathfrak{A}_1 + \mathfrak{B}_1)$ darstellt. Durch Parallele zu den Seilseiten 1, 2, s , s_1 und s_2 (Abb. 1e) werden dann die einzelnen lotrechten Stützdrücke unmittelbar ausgeschnitten.

Aus der Gleichung $\mathfrak{A}_2 + \mathfrak{B}_2 = (\mathfrak{W}_1 - \mathfrak{W}_2) \frac{h}{n}$ findet man in Verbindung mit Gl. 6 auch leicht die Werte

$$(9) \quad \mathfrak{A}_2 = (\mathfrak{W}_1 - \mathfrak{W}_2) h \frac{a_2}{u_1 a_2 + u_2 a_1},$$

$$(10) \quad \mathfrak{B}_2 = (\mathfrak{W}_1 - \mathfrak{W}_2) h \frac{a_1}{u_1 a_2 + u_2 a_1}.$$

Da sich für S_2 als Drehachse ganz entsprechend $\mathfrak{A}_1 + \mathfrak{B}_1 = -(\mathfrak{W}_1 - \mathfrak{W}_2) \frac{h}{n}$ ergibt, folgt in Verbindung mit Gl. 8

$$(11) \quad \mathfrak{A}_1 = -(\mathfrak{W}_1 - \mathfrak{W}_2) h \frac{a_1}{u_1 a_2 + u_2 a_1},$$

$$(12) \quad \mathfrak{B}_1 = -(\mathfrak{W}_1 - \mathfrak{W}_2) h \frac{a_2}{u_1 a_2 + u_2 a_1}.$$

Da danach $\mathfrak{A}_2 = -\mathfrak{B}_1$ und $\mathfrak{A}_1 = -\mathfrak{B}_2$ ist, so hat man in Abb. 1f eine scharfe Zeichenprobe in der Bedingung, daß sich die Parallelen zu den Seilseiten s_1 und s_2 in einem Punkte der Lotrechten schneiden müssen. Von den wagerechten Stützdrücken ist nach Gl. 7 $H_1 = 0$; daher ergeben sich aus dem Grundriß (Abb. 1b) die Werte

$$(13) \quad \mathfrak{H}_1 = \mathfrak{W}_1 \frac{a_1}{a_1 + a_2},$$

$$(14) \quad \mathfrak{H}_2 = -\mathfrak{W}_1 \frac{a_2}{a_1 + a_2},$$

die nach Abb. 1f zeichnerisch leicht gefunden werden.

c) Wagerechte Last W_2 . Die wagerechten Stützdrücke ergeben sich im Grundriß (Abb. 1g) unmittelbar unter Verwendung einer Parallelen zur Hilfslinie w , die den Schnittpunkt von \mathfrak{H}_1 und H_1 mit dem Schnittpunkt von W_2 und \mathfrak{H}_2 verbindet. Zerlegt man W_2 parallel und rechtwinklig zu S_1 in $W_2 \sin \sigma_1$ und $W_2 \cos \sigma_1$, so ergibt die Bedingung $\Sigma M = 0$ für S_1 als Drehachse die Gleichung $(\mathfrak{A}_2 + \mathfrak{B}_2) n \sin \sigma_1 + W_2 \cos \sigma_1 h = 0$, also $\mathfrak{A}_2 + \mathfrak{B}_2 = -W_2 \cotg \sigma_1 \frac{h}{n}$. Die Zerlegung der Kraft $W_2 \cotg \sigma_1$ (Abb. 1g) im Aufriß (Abb. 1i) nach der Lotrechten und parallel zu $\mathfrak{D}_2 F_1$ führt daher wie vorher unmittelbar zur Summe $\mathfrak{A}_2 + \mathfrak{B}_2$, die durch Parallele zu den Seilseiten 2, s und s_2 (Abb. 1e) in \mathfrak{A}_2 und \mathfrak{B}_2 zerlegt wird. Da $\mathfrak{A}_1 + \mathfrak{B}_1 = -(\mathfrak{A}_2 + \mathfrak{B}_2)$ ist, so ergeben sich aus Gl. 6 u. 8 leicht die beiden Werte

$$(15) \quad \mathfrak{A}_1 = (W_1 + W_2) \frac{h}{a_1 + a_2} - \mathfrak{B}_2,$$

$$(16) \quad \mathfrak{B}_1 = -(W_1 + W_2) \frac{h}{a_1 + a_2} - \mathfrak{A}_2.$$

Legt man daher im Aufriß (Abb. 1i) durch den Trennungspunkt von \mathfrak{A}_2 und \mathfrak{B}_2 eine Lotrechte und eine Wagerechte, trägt lotrecht W_2 , wagerecht aber h und $a_1 + a_2$ ab, so führt die in Abb. 1i angegebene Konstruktion unmittelbar zu den Werten \mathfrak{A}_1 und \mathfrak{B}_1 .

Nach Bestimmung der Stützdrücke können die Spannkraften, von A_1 und A_2 ausgehend, durch einfache Kräftezerlegung gefunden werden.

2. Belastung der unteren Knotenpunkte.

Die lotrechten Lasten \mathfrak{B} werden unmittelbar von den Stützpunkten aufgenommen. Die in A_1 und B_1 angreifenden wagerechten Lasten V und \mathfrak{B} sowie die in A_1 und B_2 angreifenden Lasten \mathfrak{B} werden entweder unmittelbar oder aber unter alleiniger Beanspruchung der Unterringstäbe U von den Auflagern aufgenommen. Nur die in A_2 und B_2 angreifenden Lasten $V_2^{(a)}$ und $V_2^{(b)}$ beanspruchen alle Stäbe des Raumfachwerkes (außer L_1 und L_2). Die Gl. 3 u. 4 behalten ihre Gültigkeit; an Stelle der Gl. 5 tritt die leicht abzuleitende Gleichung

$$(17) \quad S_2 = \mathfrak{A}_1 \frac{a_1}{h \sin \sigma_2} \frac{V_2^{(a)}}{\sin \sigma_2} = \mathfrak{B}_2 \frac{a_2}{h \sin \sigma_2} \frac{V_2^{(b)}}{\sin \sigma_2},$$

aus der

$$(18) \quad \mathfrak{A}_2 a_1 - \mathfrak{B}_2 a_2 = [V_2^{(a)} - V_2^{(b)}] h$$

folgt. Für den Schnitt $t-t$ ergeben sich wie vorhin die Gleichungen

$$\begin{aligned} -\mathfrak{D}_1 a_1 - \mathfrak{D}_2 a_2 + H_1 h \sin \sigma_1 &= 0 \\ + \mathfrak{D}_1 a_1 + \mathfrak{D}_2 a_2 - [V_2^{(a)} - V_2^{(b)}] h &= 0, \end{aligned}$$

daher

$$(19) \quad H_1 = \frac{1}{\sin \sigma_1} [V_2^{(a)} - V_2^{(b)}]$$

und nach Gl. 4

$$(20) \quad \mathfrak{A}_1 a_2 - \mathfrak{B}_1 a_1 = [V_2^{(a)} - V_2^{(b)}] h.$$

Für S_1 als Drehachse ergibt die Bedingung $\Sigma M = 0$ die Gleichung $\mathfrak{B}_2 u_2 \sin \sigma_1 + \mathfrak{A}_2 u_1 \sin \sigma_1 = 0$, aus der in Verbindung mit Gl. 18 die Werte

$$(21) \quad \mathfrak{A}_2 = [V_2^{(a)} - V_2^{(b)}] h \frac{u_2}{u_1 a_2 + u_2 a_1},$$

$$(22) \quad \mathfrak{B}_2 = -[V_2^{(a)} - V_2^{(b)}] h \frac{u_1}{u_1 a_2 + u_2 a_1}$$

folgen; der Vergleich von Gl. 18 mit Gl. 20 ergibt dann sofort

$$(23) \quad \mathfrak{A}_1 = -\mathfrak{B}_2,$$

$$(24) \quad \mathfrak{B}_1 = -\mathfrak{A}_2.$$

Für eine Lotrechte durch \mathfrak{B}_1 ergibt die Bedingung $\Sigma M = 0$ den Wert

$$(25) \quad \mathfrak{H}_1 = -\frac{1}{a_1 + a_2} [V_2^{(a)} u_1 - V_2^{(b)} (u_2 + e_1)].$$

Für eine Lotrechte durch A_1 als Drehachse ergibt sich ebenso

$$(26) \quad \mathfrak{H}_2 = -\frac{1}{a_1 + a_2} [V_2^{(a)} (u_1 - e_1) - V_2^{(b)} u_2].$$

Hieraus folgt

$$\mathfrak{H}_2 - \mathfrak{H}_1 = \frac{e_1}{a_1 + a_2} [V_2^{(a)} - V_2^{(b)}] = [V_2^{(a)} - V_2^{(b)}] \cotg \sigma_1 = H_1 \cos \sigma_1$$

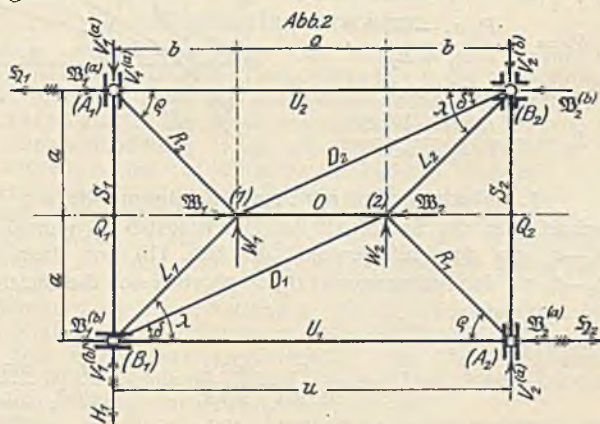
gemäß Gl. 19.

Die zeichnerische Bestimmung der wagerechten Stützdrücke in Abb. 1k bei Wirkung von $V_2^{(a)}$ durch eine Parallele zu der Hilfslinie w_1 (Abb. 1b) bedarf keiner weiteren Erläuterung. Zieht man durch den Endpunkt von $V_2^{(a)}$ Parallele zu den Hilfslinien v_1 und v_2 (Abb. 1b), so schneiden diese auf der Wagerechten durch den Anfangspunkt von $V_2^{(a)}$ die Stücke $V_2^{(a)} \frac{u_2}{a_1 + a_2}$ und $V_2^{(a)} \frac{u_1}{a_1 + a_2}$ ab; überträgt man diese in den Aufriß (Abb. 1i), so bestimmen die beiden Parallelen zu v_1 (Abb. 1a) die Stützdrücke $\mathfrak{A}_2, \mathfrak{B}_2$, und damit auch $\mathfrak{A}_1, \mathfrak{B}_1$; denn es ist beispielsweise $\mathfrak{A}_2 = V_2^{(a)} \frac{u_2}{a_1 + a_2} \frac{h}{n}$, also mit dem früheren Werte $n(a_1 + a_2) = u_1 a_2 + u_2 a_1$ übereinstimmend mit Gl. 21.

Nach Bestimmung der Stützdrücke können die Spannkraften, von A_1 und A_2 ausgehend, durch einfache Kräftezerlegung gefunden werden.

II.

Bei dem in der Anwendung wichtigsten Satteldach über rechteckigem Grundriß (Abb. 2) lassen sich Stützdrücke und Spannkraften auch leicht rechnerisch ermitteln. Man erhält entsprechend den früheren Gleichungen:



$$(1a) \quad \mathfrak{C}_1 = -\frac{1}{2} \left(P_1 - W_1 \frac{h}{a} \right).$$

$$(2a) \quad \mathfrak{C}_2 = -\frac{1}{2} \left(P_2 + W_2 \frac{h}{a} \right).$$

$$(3a) \quad S_1 = \mathfrak{A}_1 \frac{a}{h}.$$

$$(5a) \quad S_2 = \mathfrak{A}_2 \frac{a}{h}.$$

$$(7a) \quad H_1 = W_1 + W_2.$$

$$(17a) \quad S_2 = \mathfrak{A}_2 \frac{a}{h} - V_2^{(a)} = \mathfrak{B}_2 \frac{a}{h} - V_2^{(b)}.$$

$$(19a) \quad H_1 = V_2^{(a)} - V_2^{(b)}.$$

I. Einflußwerte für das abgewalmte Satteldach über rechteckigem Grundriß (Abb. 2).

	P_1	P_2	W_1	W_2	\mathfrak{W}_1	\mathfrak{W}_2	$V_2^{(a)}$	$V_2^{(b)}$	
\mathfrak{A}_1	$+\frac{1}{2}\left(1-\frac{b}{u}\right)$	$+\frac{b}{2u}$	$+\frac{h}{2a}$	$+\frac{h}{2a}$	$-\frac{h}{2u}$	$+\frac{h}{2u}$	$+\frac{h}{2a}$	$-\frac{h}{2a}$	\mathfrak{A}_1
\mathfrak{A}_1	$+\frac{1}{2}\left(1-\frac{b}{u}\right)$	$+\frac{b}{2u}$	$-\frac{h}{2a}$	$-\frac{h}{2a}$	$-\frac{h}{2u}$	$+\frac{h}{2u}$	$-\frac{h}{2a}$	$+\frac{h}{2a}$	\mathfrak{A}_1
\mathfrak{A}_2	$+\frac{b}{2u}$	$+\frac{1}{2}\left(1-\frac{b}{u}\right)$	0	0	$+\frac{h}{2u}$	$-\frac{h}{2u}$	$+\frac{h}{2a}$	$-\frac{h}{2a}$	\mathfrak{A}_2
\mathfrak{A}_2	$+\frac{b}{2u}$	$+\frac{1}{2}\left(1-\frac{b}{u}\right)$	0	0	$+\frac{h}{2u}$	$-\frac{h}{2u}$	$+\frac{h}{2a}$	$+\frac{h}{2a}$	\mathfrak{A}_2
H_1	0	0	+1	+1	0	0	+1	-1	H_1
\mathfrak{S}_1	0	0	$-\frac{b}{2a}$	$-\frac{u-b}{2a}$	$+\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$+\frac{u}{2a}$	$+\frac{u}{2a}$	\mathfrak{S}_1
\mathfrak{S}_2	0	0	$-\frac{b}{2a}$	$-\frac{u-b}{2a}$	$-\frac{1}{2}$	$+\frac{1}{2}$	$-\frac{u}{2a}$	$+\frac{u}{2a}$	\mathfrak{S}_2
\mathfrak{Z}_1	$-\frac{1}{2}$	0	$+\frac{h}{2a}$	0	0	0	0	0	\mathfrak{Z}_1
\mathfrak{Z}_2	0	$-\frac{1}{2}$	0	$-\frac{h}{2a}$	0	0	0	0	\mathfrak{Z}_2
\mathfrak{U}_1	$-\frac{b}{2u}$	$-\frac{1}{2}\left(1-\frac{b}{u}\right)$	0	0	$-\frac{h}{2u}$	$+\frac{h}{2u}$	$-\frac{h}{2a}$	$+\frac{h}{2a}$	\mathfrak{U}_1
\mathfrak{U}_2	$-\frac{1}{2}\left(1-\frac{b}{u}\right)$	$-\frac{b}{2u}$	$-\frac{h}{2a}$	$+\frac{h}{2a}$	$+\frac{h}{2u}$	$-\frac{h}{2u}$	$-\frac{h}{2a}$	$+\frac{h}{2a}$	\mathfrak{U}_2
\mathfrak{D}_1	$+\frac{b}{2u}$	$-\frac{b}{2u}$	0	$+\frac{h}{2a}$	$+\frac{h}{2u}$	$-\frac{h}{2u}$	$+\frac{h}{2a}$	$-\frac{h}{2a}$	\mathfrak{D}_1
\mathfrak{D}_2	$-\frac{b}{2u}$	$+\frac{b}{2u}$	0	$+\frac{h}{2a}$	$-\frac{h}{2u}$	$+\frac{h}{2u}$	$+\frac{h}{2a}$	$-\frac{h}{2a}$	\mathfrak{D}_2
O	$-\frac{b}{2h}$	$-\frac{b}{2h}$	0	$-\frac{u}{2a}$	$+\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{u}{2a}$	$+\frac{u}{2a}$	O
U_1	$+\frac{b}{2h}\frac{b}{u}$	$+\frac{b}{2h}\left(1-\frac{b}{u}\right)$	$-\frac{b}{2a}$	$-\frac{u-b}{2a}$	$-\frac{u-b}{2u}$	$+\frac{u-b}{2u}$	$-\frac{u-b}{2a}$	$+\frac{u-b}{2a}$	U_1
U_2	$+\frac{b}{2h}\left(1-\frac{b}{u}\right)$	$+\frac{b}{2h}\frac{b}{u}$	0	$+\frac{u}{2a}$	$+\frac{u-b}{2u}$	$-\frac{u-b}{2u}$	$-\frac{u-b}{2a}$	$+\frac{u-b}{2a}$	U_2
S_1	$+\frac{a}{2h}\left(1-\frac{b}{u}\right)$	$+\frac{a}{2h}\frac{b}{u}$	$+\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{a}{2u}$	$+\frac{a}{2u}$	$+\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	S_1
S_2	$+\frac{a}{2h}\frac{b}{u}$	$+\frac{a}{2h}\left(1-\frac{b}{u}\right)$	0	0	$+\frac{a}{2u}$	$-\frac{a}{2u}$	$-\frac{1}{2}$	$+\frac{1}{2}$	S_2

(21 a) $\mathfrak{A}_2 = -\mathfrak{B}_2 = \mathfrak{A}_1 = -\mathfrak{B}_1 = \frac{h}{2a} [V_2^{(a)} - V_2^{(b)}]$

(25 a) $\mathfrak{S}_1 = \mathfrak{S}_2 = -\frac{u}{2a} [V_2^{(a)} - V_2^{(b)}]$

Für den Schnitt um den Knotenpunkt (1) liefert die Bedingung $\sum M = 0$ für A_1, B_1 als Drehachse die Gleichung

$O h + \mathfrak{W}_1 h + P_1 b + \mathfrak{D}_2 u = 0;$

für Knotenpunkt (2) und A_2, B_2 als Drehachse wird ebenso

$O h + \mathfrak{W}_2 h + P_2 b + \mathfrak{D}_1 u = 0;$

daher $\mathfrak{D}_2 - \mathfrak{D}_1 = (P_1 - P_2) \frac{b}{u} + (\mathfrak{W}_1 - \mathfrak{W}_2) \frac{h}{u};$

da aber nach Gl. II:

$\mathfrak{D}_2 + \mathfrak{D}_1 = W_2 \frac{h}{a}$

ist, so folgt $\mathfrak{D}_1 = \frac{1}{2u} \left[(P_1 - P_2) b + W_2 \frac{h}{a} + (\mathfrak{W}_1 - \mathfrak{W}_2) h \right];$

$\mathfrak{D}_2 = \frac{1}{2u} \left[-(P_1 + P_2) b + W_2 \frac{h}{a} - (\mathfrak{W}_1 - \mathfrak{W}_2) h \right];$

ferner $O = -(P_1 + P_2) \frac{b}{2h} - W_2 \frac{u}{2a} - \frac{1}{2} (\mathfrak{W}_1 - \mathfrak{W}_2).$

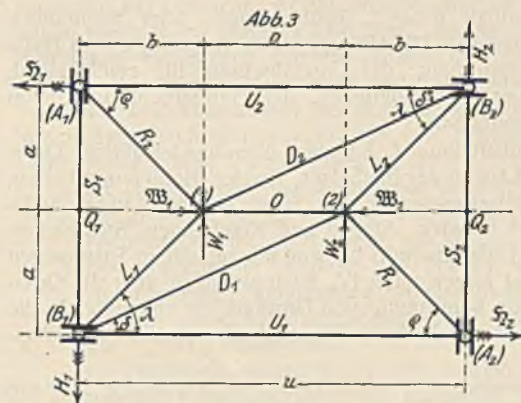
Die obenstehende Zusammenstellung enthält die Einflußwerte der über jeder lotrechten Spalte stehenden Kraft auf die Stützdrücke und Stabspannkraft.

In der Anwendung wird man, besonders bei der Ausführung des Daches in Eisenbeton, auch das Auflager B_2 als Linienauflager mit einem lotrechten Stützdruck \mathfrak{W}_2 und einem wagerechten Stützdruck H_2 (Abb. 3) ausbilden. Das Raumbachwerk ist dann in bezug auf H_2 einfach statisch unbestimmt; seine Spannkraft S stellen sich in der Form

(27) $S = \mathfrak{Z}_0 - \mathfrak{Z} H_2$

dar, wo \mathfrak{Z}_0 die Spannkraft im statisch bestimmten System (Abb. 2), \mathfrak{Z} aber die Spannkraft für den Zustand $H_2 = -1$ bedeutet. Bei festliegenden Auflagerpunkten berechnet sich H_2 aus der Gleichung

(28) $H_2 \sum \mathfrak{Z} \frac{s}{EF} = \sum \mathfrak{Z}_0 \mathfrak{Z} \frac{s}{EF} - \epsilon_1 t \sum \mathfrak{Z} \frac{s}{EF},$



wo s die Stablänge, F den Stabquerschnitt, E das Elastizitätsmaß, ϵ_1 die lineare Wärmedehnungszahl und t die für alle Stäbe gleich groß vorausgesetzte Temperaturänderung bedeutet. Die Spannkraft \mathfrak{Z}_0 sind in der vorhergehenden Zusammenstellung in den Spalten P, W und \mathfrak{W} , die Spannkraft \mathfrak{Z} aber in der Spalte $V_2^{(b)}$ gegeben, wobei die für die $\mathfrak{D}, \mathfrak{Z}$ und \mathfrak{W}

angegebenen Werte mit $\frac{d}{h} \cdot \frac{l}{h}$ und $\frac{r}{h}$ multipliziert werden müssen, um die D, L und R zu ergeben; d, l und r sind die wahren Längen der betreffenden Stäbe. Die in den Unterringknotenpunkten angreifenden Kräfte werden jetzt entweder unmittelbar oder aber durch Vermittlung der Stäbe U und S von den Auflagern aufgenommen, ohne die übrigen Stäbe des Fachwerkes zu beanspruchen. (Schluß folgt.)

Die „Vorläufigen Bestimmungen für Holztragwerke (BH)“ der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Reichsbahnoberrat Dr.-Ing. K. Schaechterle, Stuttgart.

(Schluß aus Heft 2.)

II.

Der „Arbeitsausschuß für einheitliche technische Baupolizeibestimmungen des Normenausschusses der Deutschen Industrie“ hat sich bereits 1920 in mehreren Sitzungen mit der Festlegung der zulässigen Inanspruchnahme von Bauholz beschäftigt, ist jedoch zu keinem abschließenden Ergebnis gekommen. Zurzeit gelten noch die Bestimmungen des preußischen Ministeriums für Volkswohlfahrt über die bei Hochbauten anzunehmenden Belastungen und zulässigen Beanspruchungen der Baustoffe vom 24. Dezember 1919, die im Jahre 1926 als siebente ergänzte Auflage neu herausgegeben worden sind und die nur wenige Angaben über Bauglieder aus Holz enthalten.

Tafel 1.

Nr.	Holzart		Zulässige Beanspruchungen parallel zur Faser			
			Zug	Druck	Biegung	Abscherung
1	2	3	4	5	6	
1	Eichenholz	gesundes, trockenes	100	80	100	10
2	Kiefernholz	Holz von einwand-	100	60	100	10
3	Fichtenholz	freier Beschaffenheit	90	50	90	8
4	Tannenholz		80	50	80	8

1. Dauernd durchnäßtes Holz hat wesentlich geringere Widerstandsfähigkeit.
 2. Bei Bauten für vorübergehende Zwecke (Rüstungen, Ausstellungshallen u. dergl.) dürfen die Zahlen um 25% erhöht werden.
 3. Stützen und gedrückte Bauglieder müssen nach der Eulerschen Formel mit $E = 100\,000 \text{ kg/cm}^2$ eine sieben- bis zehnfache Knick-sicherheit besitzen ($\min J = 70 \text{ Pl}^2$ bis 100 Pl^2). Die untere Grenze von J gilt aber nur für Bauten zu vorübergehenden Zwecken.
- Diese Bestimmungen sind für Ingenieurholzbauten nicht ausreichend.

Im Jahre 1921 hat deshalb der Reichsverkehrsminister einen Fach-ausschuß für Holzbau eingesetzt und mit der Ausarbeitung von besonderen Vorschriften für Holzbauten der Reichsbahn beauftragt. Auf Grund der Vorarbeiten des Fachausschusses hat dann die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft „Vorläufige Bestimmungen für Holztragwerke“ durch Verfügung vom 12. Dezember 1926 eingeführt.

Bei der Aufstellung der Vorschriften wurden die Untersuchungen und Forschungsarbeiten von Winkler, Bauschinger, Tetmajer, G. Lang, Bach, Baumann, Graf, Rudeloff, Schönhofer, Jackson, Seitz verwertet, außerdem die Ergebnisse neuerer Festigkeitsuntersuchungen an der Eidgenössischen Materialprüfungsanstalt Zürich mit Bauhölzern berücksichtigt¹⁾.

Die „Vorläufigen Bestimmungen für die Ausführung von Holztragwerken“ der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft sind in zwei Hauptabschnitte gegliedert:

- A. Allgemeine Bedingungen für Lieferungen, Abnahme und Aufstellung von Holztragwerken.
- B. Technische Vorschriften für das Entwerfen und Berechnen von Holztragwerken.

Der Abschnitt A. enthält unter I. Bestimmungen über Stammholz, Schnittholz und Schnittklassen. Der Unterabschnitt II. handelt von Holzbedarf und von der Holzprüfung, der Unterabschnitt III. von Versand, Lieferung und Aufstellung der Bauglieder, der Unterabschnitt IV. von Zeichnungen und Berechnungen.

Der Abschnitt B. enthält unter I. Angaben über handelsübliche Querschnittabmessungen und Längen der Bauhölzer, Bretter, Bohlen und Latten, unter II. Angaben über Belastungsannahmen, Schwindmaße, Raumeinheitsgewichte, Stoßzahlen bei Brücken, Stegen und Kranbahnen, Standsicherheit. In dem wichtigen Unterabschnitt III. sind die zulässigen Spannungen aufgeführt. Anschließend folgen unter IV. Bestimmungen über die Querschnittermittlung sowie die Berechnung von Druckstäben und unter V. die Verbindungsmittel. Im Schlußabschnitt VI. sind Einzelheiten der Ausführung behandelt.

Den Praktiker interessieren in erster Linie die Abschnitte über die zulässigen Spannungen, die Querschnittermittlung und die Verbindungsmittel.

An den baupolizeilichen Vorschriften wird vor allem ausgesetzt, daß der Heterogenität des Baustoffs nicht genügend Rechnung getragen ist, daß Angaben über die zulässigen Spannungen quer zur Faser fehlen.

¹⁾ S. J. A. Normen für Holzbauten, Ergebnisse der Festigkeitsuntersuchungen an der E. M. P. A. mit Bauhölzern in den Jahren 1924/25 als Grundlage für die Normen der S. J. A. Bericht erstattet von Prof. Dr.-Ing. chr. M. Roß, Direktor der E. M. P. A.

Zahlreiche Bauunfälle (Einsturz des Lehrgerüsts der Corneliusbrücke in München) und viele ungünstige Erfahrungen mit freitragenden Holzkonstruktionen sind auf Überbeanspruchung des Holzes quer zur Faser sowohl bei unmittelbarer Druckübertragung (Längsfaser auf Quersfaser) als bei mittelbarer Übertragung der Kräfte durch Verbindungsmittel zurückzuführen. Überbeanspruchungen des Holzes quer zur Faser sind um so schädlicher, als gleichzeitig das hohe Schwindmaß quer zur Faser unberechenbare Nebenfolgen haben kann. Durch Vergrößerung der Anlageflächen quer zur Faser kann im Verhältnis zu dem kleinen Mehraufwand an Holz oder Verbindungsmitteln eine wesentliche Verbesserung der Tragfähigkeit erzielt werden.

Das Holz ist ein Naturerzeugnis und nach seinem anatomischen Aufbau kein homogener, sondern ein heterogener Baustoff. Die Festigkeiten des Holzes, durch Wachstum, Boden, Klima, Bestand, Kultur bedingt, von Fällzeit, Lagerung und Behandlung, Holzkrankheiten, Wuchsfehlern (Astknoten, Harzgallen, Drehwuchs), Wassergehalt weitgehend beeinflusst, schwanken selbst bei Stämmen des gleichen Bestandes, ja auch bei Holz aus ein und demselben Stamm innerhalb weiter Grenzen. Beim Holzbau liegen hiernach die Verhältnisse nicht so einfach wie beim Eisenbau, wo man Werkstoffsorten von ganz bestimmten Eigenschaften hat, z. B. Fluß-

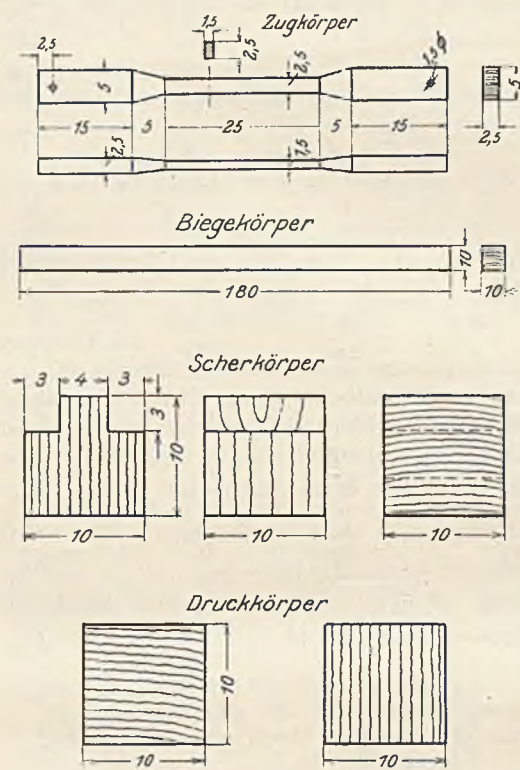


Abb. 12.

stahl St 37 (Normalgüte) mit Festigkeiten von 3700 bis 4500 kg/cm². Trotzdem empfiehlt es sich, bei der Festsetzung der zulässigen Spannungen für Holzbauten von einer „Normalqualität“ auszugehen. Als Mittelwerte der Festigkeit von luftgetrocknetem Bauholz mit einem Feuchtigkeitsgehalt von höchstens 20%, an Normenkörpern ohne Splint und Kern (Abb. 12) ermittelt, können angenommen werden:

- | | |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1. Zugfestigkeit in Faserrichtung zwischen | 400 und 600 kg/cm ² |
| 2. Druckfestigkeit in Faserrichtung zwischen | 220 „ 380 „ |
| senkrecht zur Faserrichtung, Weichholz, | |
| zwischen | 50 „ 75 „ |
| senkrecht zur Faserrichtung, Eiche, Buche, | |
| zwischen | 120 „ 200 „ |
| 3. Biegezugfestigkeit Biegungsebene parallel, | |
| Biegezugquerschnitt winkelrecht zur Faser- | |
| richtung, im Mittel 450 kg/cm ² , zwischen | 350 „ 550 „ ²⁾ |
| 4. Scherfestigkeit parallel zur Faserrichtung | |
| zwischen | 45 „ 75 „ |

Für Holz von besserer oder minderer Güte, bei dem also die genannten Festigkeitsnormenwerte über- oder unterschritten werden, müßte folgerichtig eine entsprechende Erhöhung oder Herabsetzung der zulässigen Spannungen vorgesehen werden. Die Schweizer Normen sind auf dieser Grundlage aufgebaut. Weiter ist bei Verwendung von Holz mit höherem Wassergehalt — frisch gefälltes Holz und Holz, das dauernd durchnäßt ist (Wasserbauten) — die Abnahme der Druckfestigkeit mit zunehmendem Wassergehalt (Abb. 13) zu berücksichtigen.

Die Vorläufigen Bestimmungen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft enthalten über Holzbeschaffenheit, Holz Auswahl, Prüfung und Abnahme nur allgemeine Richtlinien. Ein Nachweis der Normenfestigkeit ist nicht verlangt. Es ist auch keine Stufung der zulässigen Spannungen entsprechend den Ergebnissen von Normenprüfungen vorgesehen. Gegen die Einführung

²⁾ Spannungen nach dem Hookeschen Gesetz bestimmt.

von Normenproben im Holzbau können technische und wirtschaftliche Bedenken geltend gemacht werden. Für die überwiegende Mehrzahl der Bauausführungen genügt die Handelsware und die Ausscheidung ungeeigneter Hölzer durch Außenbesichtigung. Besonderer Nachdruck ist

Tafel 4.
Normen über Holzbauten des Schweizer Ingenieur- und Architekten-Vereins.
Vorentwurf vom 24. April 1926.

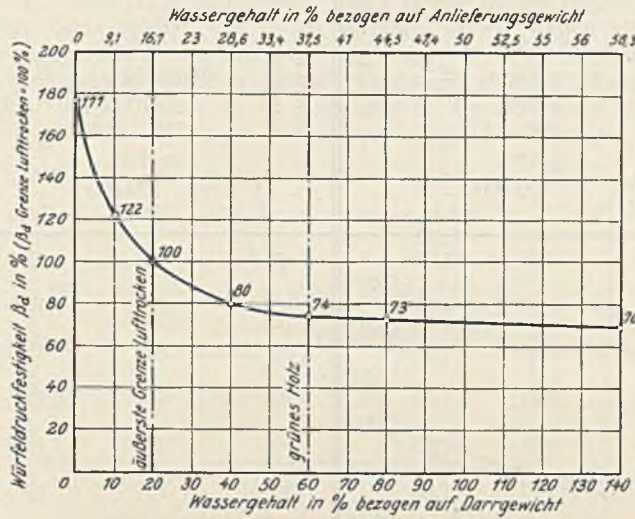


Abb. 13.

dagegen auf die Prüfung der Bauteile in der Werkstatt und auf der Baustelle, die Feststellung der Tragfähigkeit und Zuverlässigkeit der Verbindungen durch Versuche, schließlich auch auf die Abnahme der fertigen Konstruktion und auf die Vornahme von Belastungsversuchen gelegt.

Tafel 2 u. 3.
Zulässige Beanspruchungen in kg/cm².

Vorschläge bzw. Bestimmungen	Vorschläge des Arbeitsausschusses für einheitliche technische Baupolizeibestimmungen vom 12. März 1921			Vorläufige Bestimmungen für die Ausführung von Holztragwerken der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft vom Jahre 1926		
	Holzart:		Bemerkungen	Holzart		Bemerkungen
Bezeichnung	Laubholz: Eiche, Buche	Nadelholz: Kiefer, Fichte, Tanne		Laubholz: Eiche, Buche	Nadelholz: Kiefer, Fichte	
Art der Beanspruchung	1	2	3	7	8	9
a) Druck i. d. Faserrichtung	90	60		100	80	
b) Druck i. d. Faserrichtung infolge Druck u. Biegung (Kantenpressung) oder Biegung allein	100	90		110	90	Gleichzeitig darf im Schwerpunkte des Querschnitts die unter a) zugelassene Beanspruchung nicht überschritten werden
c) Örtlicher Druck rechtwinklig zur Faserrichtung auf ganzer Breite (Schwellendruck)	50	20	Gültig bei einem Überstand, der das 1,5fache der Schwellenhöhe beträgt	35	15	Überstand der Schwelle ü. d. Druckfläche i. d. Faserrichtung mindestens gleich dem 1,5fachen d. Schwellenhöhe
d) Örtlicher Druck rechtwinklig zur Faserrichtung auf einem Bruchteil der Breite (Stempeldruck)	60	25	Die Schwelle muß mindestens 2 cm breiter sein als der Stempel	50	25	Überstand der Schwelle ü. d. Stempel in der Breitenrichtung mindestens 2 cm. i. d. Längsrichtung mindestens gleich dem 1,5fachen d. Schwellenhöhe
e) Zug in der Faserrichtung	100	90	Eine Erhöhung dieser Werte ist unzulässig	110	100	Nur für scharfkantig geschnittenes Holz mit nur kleinen, fest verwachsenen Ästen
f) Abscheren in der Faserrichtung	15	10		20	12	
g) Elastizitätsmaß in der Faserrichtung	110 000	110 000		100 000	100 000	

Beanspruchungsart	1. Für eingedeckte Hochbauten mit ruhender Belastung; Hilfsbrücken, Lehrgerüste sowie wichtige Baugerüste		2. Für eingedeckte Brücken, nicht eingedeckte Hochbauten, bezw. solche mit bewegter Last und nicht eingedeckte Brücken provisorischen Charakters	
	kg/cm²		kg/cm²	
1. Achsialer Zug: parallel zur Faserrichtung	100		80	
2. Achsialer Druck: parallel zur Faserrichtung	75		60	
senkrecht zur Faserrichtung	15	35	12	30
Hirnholz auf Hirnholz	15		35	
desgleichen, jedoch mit Blecheinlage	65		50	
3. Biegung: Reine Biegung; Biegung mit Achsialzugkraft; Biegung mit Achsialdruckkraft, solange der Einfluß der Langskraft nicht mehr als 20% der nebenstehend angegebenen, zulässigen Beanspruchung ausmacht	100		80	
Biegung mit Achsialdruckkraft, wobei der Einfluß der Längsdruckkraft mehr als 20% der nebenstehend angegebenen zulässigen Beanspruchung ausmacht, unter gleichzeitigem Nachweis der Knicksicherheit infolge exzentrischen Kraftangriffes (vergl. unter 5)	85		70	
4. Abscherung: parallel zur Faserrichtung	12		10	
5. Knickung: bei zentrischem Kraftangriff für:				
$\frac{l}{i} \leq 100$	$75 \left(1 - 0,007 \frac{l}{i}\right)$		$60 \left(1 - 0,007 \frac{l}{i}\right)$	
$\frac{l}{i} \geq 100$	$225 000 \left(\frac{i}{l}\right)^2$		$180 000 \left(\frac{i}{l}\right)^2$	

Die vom „Arbeitsausschuß für einheitliche technische Baupolizeibestimmungen“ in seiner Sitzung vom 12. März 1921 vorgeschlagenen und die von dem Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Verein in dem Vorentwurf der Normen über Holzbauten vom 24. April 1926 enthaltenen zulässigen Inanspruchnahmen des Bauholzes sind in den nachfolgenden Tafeln den entsprechenden Werten der „Vorläufigen Bestimmungen für die Ausführung von Holztragwerken“ der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft gegenübergestellt.

Die in Tafel 3 aufgeführten zulässigen Spannungen gelten für Holzbauwerke der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft aus lufttrockenem, fehlerfreiem Bauholz mit geringer Astbildung, bei denen sich die Kraftwirkungen zuverlässig rechnerisch erfassen lassen und die Übertragung der Kräfte durch einwandfreie Verbindungen und Verbindungsmittel sichergestellt ist.

Nach den Vorschlägen des Arbeitsausschusses für einheitliche technische Baupolizeibestimmungen war eine Erhöhung der zulässigen Werte unter Spalte 1 und 2 vorgesehen

1. für Gerüste und vorübergehende Bauten um 1/4 der Grundwerte;
2. bei gleichzeitiger Einwirkung von Windlast, Wärmeschwankung und Bremskräften mehrerer Krane um 1/6 der Grundwerte;
3. bei sorgfältigster Auslese des Holzes und einer den strengsten Anforderungen genügenden Durchbildung, Berechnung und Ausführung sowie bei Überwachung der Arbeiten durch einen Ingenieur um 1/6 der Grundwerte.
4. Im Höchstfall sollten bei Vorhandensein aller unter 2 und 3 genannten Voraussetzungen die zulässigen Beanspruchungsziffern um 1/3 der Grundwerte erhöht werden dürfen.

Auf alle diese Erhöhungen verzichten die Vorläufigen Bestimmungen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft im Interesse einer größeren Sicherheit der Bauten. Im Einklang mit den Vorschlägen des Arbeitsausschusses ist dagegen eine Herabsetzung der zulässigen Beanspruchungsziffern auf 2/3 der Grundwerte für alle Holztragwerke vorgesehen, die der Feuchtigkeit und Nässe ausgesetzt sind und nicht durch Tränkung oder Schutzanstrich gegen Fäulnis geschützt sind. Druckbeanspruchungen schräg zur Faser sind nach den Vorläufigen Bestimmungen der Reichsbahn bei einem

Winkel von 30° zwischen Faser- und Kraffrichtung mit 0,6 und bei einem Winkel von 60° mit 0,3 der in der Faserrichtung zulässigen Werte einzusetzen. Zwischenwerte können geradlinig eingeschaltet werden. Zugbeanspruchungen senkrecht und schräg zur Faser sind zu vermeiden und gegebenenfalls durch besondere Vorkehrungen zu übertragen.

Für den örtlichen Druck rechtwinklig zur Faserrichtung auf ganzer Breite (Schwellendruck) ist bei den Vorläufigen Bestimmungen der Reichsbahn ein kleinerer Wert als in den Vorschlägen des Arbeitsausschusses vorgeschrieben. Das gleiche gilt für die zulässige Beanspruchung bei örtlichem Druck rechtwinklig zur Faserrichtung auf einen Bruchteil der Breite (Stempeldruck).

Für die Beanspruchung der Scherflächen in der Faserrichtung lassen die Vorläufigen Bestimmungen der Reichsbahn etwas größere Werte zu, als in den Vorschlägen des Arbeitsausschusses und in den Schweizer Normen vorgesehen. Es wird sich aber empfohlen, diese zugelassenen Werte für Scherflächen an Stabenden nicht voll auszunutzen und dadurch den schädlichen Einflüssen von Schwindrissen an den Endstücken Rechnung zu tragen.

Das Elastizitätsmaß wurde vom Arbeitsausschuß mit 110 000 kg/cm² in Vorschlag gebracht, die Vorläufigen Bestimmungen der Reichsbahn setzen diesen Wert mit 100 000 fest. Bei frei aufliegenden Trägern hat der Arbeitsausschuß eine Durchbiegung zwischen 1/230 und 1/500 der Stützweite als zulässig erachtet. Die Vorläufigen Bestimmungen der Reichsbahn sehen hierfür einheitlich 1/400 der Stützweite vor.

Hinsichtlich der Berechnung und Bemessung von Druckstäben schließen sich die Vorläufigen Bestimmungen der Reichsbahn für Holztragwerke an das für Eisenbauwerke vorgeschriebene Verfahren an.

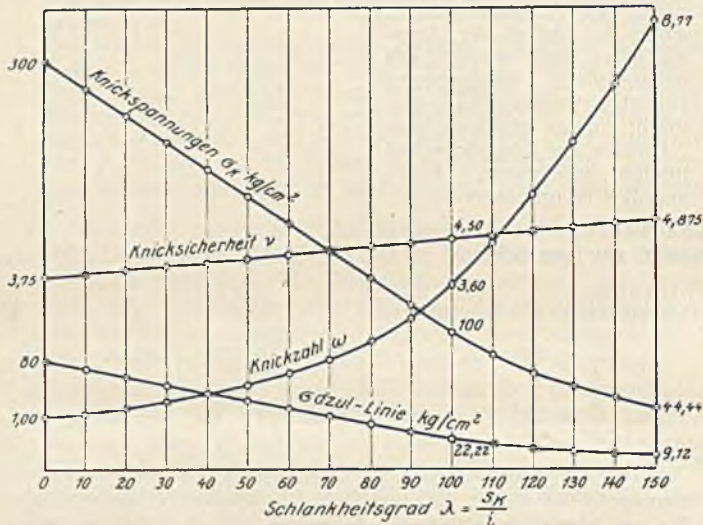


Abb. 14.

Bei mittigem Kraftangriff ist hiernach die errechnete Stabkraft S mit der dem Slankheitsgrade $\lambda = \frac{S_K}{i}$ ($i = \sqrt{\frac{J}{F}}$, $J =$ kleinstes Trägheitsmoment und $F =$ Querschnitt des unverschwächten Stabes) entsprechenden Knickzahl ω (Tafel 5) zu multiplizieren. Der Stab kann dann wie ein dem Knicken nicht ausgesetzter Druckstab behandelt werden (Abb. 14).

Der Wert ω -Schwerpunktspannung ist dem Werte σ_{zul} gegenüberzustellen. Es muß also $\frac{\omega \cdot S}{F} \leq \sigma_{zul}$ sein, wobei für σ_{zul} die Werte der Tafel 3 unter a) anzunehmen sind.

Bei Stäben, die erheblich außermittig durch eine Kraft $S = S_g + \eta \cdot S_p + \dots$ oder die neben einer mittigen Kraft S von einem Biegemoment $M = M_g + \eta \cdot M_p + \dots$ beansprucht werden, darf die aus der Gleichung

$$\sigma = \frac{\omega \cdot S}{F} + \frac{M}{W_n} \text{ bei Druckstäben}$$

$$\text{und } \sigma = \frac{S}{F_n} + \frac{M}{W_n} \text{ bei Zugstäben}$$

errechnete (gedachte) Randspannung den entsprechenden Wert σ_{zul} (s. Tafel 3) nicht überschreiten.

Hierbei ist ohne Rücksicht auf die Richtung der Ausbiegung stets der größte Wert von ω einzusetzen.

Querschnittsverschwächungen sind bei Druckstäben nur dann zu berücksichtigen, wenn die verschwächte Stelle nicht satt ausgefüllt ist, oder wenn der ausfüllende Baustoff (wie z. B. bei senkrecht zur Faser verlaufenden Holzeinlagen) leichter zusammendrückbar ist als das Holz des Stabes.

Tafel 5.
Knickspannungen σ_k und Knickzahlen ω .

Nadelholz				Eichen- und Buchenholz			
1	2	3	4	1	2	3	4
Slankheitsgrad	Knickspannung σ_k $\lambda \leq 100$; $\sigma_k = 300 - 2\lambda$ $\lambda \geq 100$; $\sigma_k = \frac{100\,000}{\lambda^2}$	Knickzahl $\omega = \frac{\sqrt{\omega}}{\sqrt{\lambda}}$	$\frac{\omega}{\lambda}$	Slankheitsgrad	Knickspannung σ_k $\lambda \leq 100$; $\sigma_k = 375 - 2,75\lambda$ $\lambda \geq 100$; $\sigma_k = \frac{100\,000}{\lambda^2}$	Knickzahl $\omega = \frac{\sqrt{\omega}}{\sqrt{\lambda}}$	$\frac{\omega}{\lambda}$
0	300	1,00		0	375	1,00	
10	280	1,09	0,009	10	347	1,10	0,010
20	260	1,20	0,011	20	320	1,22	0,012
30	240	1,33	0,013	30	292	1,36	0,014
40	220	1,47	0,014	40	265	1,53	0,017
50	200	1,65	0,018	50	237	1,74	0,021
60	180	1,87	0,022	60	210	2,00	0,026
70	160	2,14	0,027	70	182	2,35	0,035
80	140	2,49	0,035	80	155	2,81	0,046
90	120	2,95	0,046	90	127	3,48	0,067
100	100	3,60	0,065	100	100	4,50	0,102
110	83	4,43	0,083	110	83	5,54	0,104
120	69	5,36	0,093	120	69	6,70	0,116
130	59	6,39	0,103	130	59	7,99	0,129
140	51	7,53	0,114	140	51	9,41	0,142
150	44	8,77	0,124	150	44	10,97	0,156

Bei gedrückten Stäben muß mit Rücksicht auf die Art der Anschlüsse die Einspannung an den Stabenden stets unberücksichtigt bleiben. Bei Abstützung von Zwischenpunkten gedrückter Bauglieder gegen festliegende andere Punkte darf die Knicklänge entsprechend verringert werden.

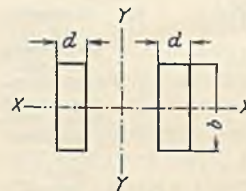


Abb. 15.

Für die Bemessung von Druckstäben $\lambda \leq 100$ bei mittigem Kraftangriff ist in den Vorläufigen Bestimmungen ein von Reichsbahnrat Karig, Dresden, abgeleitetes einfaches Berechnungsverfahren angegeben.

Bei mehrteiligen Druckstäben ist das Trägheitsmoment in bezug auf die stofffreie Achse $y-y$ (Abb. 15) um mindestens 10% größer zu wählen, als es der Slankheitsgrad des Gesamtstabes beim Ausknicken in der Richtung der Stoffachse $x-x$ erfordert.

Für das Ausknicken in Richtung der stofffreien Achse $y-y$ werden mehrteilige Stäbe wie Vollstäbe berechnet, wobei für a die Gesamtbreite der Einzelstäbe ($a = 2d$, $a = 3d \dots$) und das Verhältnis $\eta = \frac{S_k}{b}$ gesetzt wird. Für das Ausknicken in Richtung der Stoffachse $x-x$ ist auch die Tragfähigkeit des Einzelstabes nachzuweisen.

Durch neuere Versuche der Eidgen. Materialprüfungsanstalt, Zürich, ist die in Abb. 14 dargestellte, auf Grund der Tetmajerschen Versuche angenommene Knickspannungslinie bestätigt worden.

Die von Prof. Graf in der Materialprüfungsanstalt Stuttgart vorgenommenen Versuche mit vollständig astfreiem, parallelfaserigem und luftgetrocknetem Fichtenholz haben zwar — wie bei dem ausgezeichneten elastischen Stoff nicht anders zu erwarten ist — ergeben, daß die Eulerformel bis nahe an die Quetschgrenze Gültigkeit hat, weil ihre Voraussetzungen annähernd erfüllt sind (Abb. 16). Die von der Reichsbahn gewählte Knickspannungslinie trägt aber den praktischen Verhältnissen Rechnung. Unregelmäßigkeiten im Holzaufbau, Astigkeit, schiefer Faserverlauf, ungleichmäßige Verteilung der stützenden Fasern im Querschnitt (Jahresringe), Lochungen usw. beeinflussen die Formänderungen sehr stark. Es gibt, genau genommen, im Holzbau überhaupt keinen zentrischen Kraftangriff, auch wenn er im geometrischen Schwerpunkte des Querschnitts stattfindet, weil wegen der Ungleichmäßigkeit der Jahresringe der elastische

Schwerpunkt nicht mit dem geometrischen zusammenfällt und in den verschiedenen Querschnitten wechselt. Von dem Verziehen der Hölzer beim Austrocknen ist dabei ganz abgesehen. Das Verziehen durch ungleichmäßiges Schwinden ist besonders nachteilig bei zusammengesetzten Druckstäben. Es kann leicht vorkommen, daß z. B. ein solcher Druckstab nur auf einer Kante aufsitzt, was starke Ausmittigkeit des Kraftangriffs und Überbelastung des Einzelteils zur Folge hat. Da Knickversuche mit zusammengesetzten Stäben in den bei Hochbauten üblichen Anordnungen und Abmessungen fehlen, so ist jedenfalls in der Knickfrage äußerste Vorsicht am Platze.

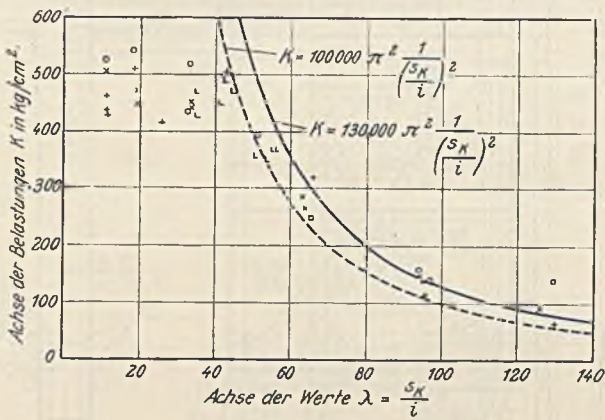


Abb. 16.

Aus der Gegenüberstellung der zulässigen Spannungen (Tafel 3) und der Festigkeitswerte des normalen Bauholzes ergibt sich eine rd. 4- bis 5fache rechnerische Sicherheit gegen Bruch. In Wirklichkeit ist die Sicherheit wegen der ungleichmäßigen Güte des Holzes und der dem Holz anhaftenden Fehler und Mängel (Ästigkeit, Schwind- und Spalttrisse, wechselnder Feuchtigkeitsgrad), der Ungenauigkeiten der Verbindungen vielleicht 2 1/2- bis 3fach. Diese verhältnismäßig niedrigen Sicherheitsgrade bei Holzbauten sind nach den Erfahrungen an ausgeführten Bauwerken unbedenklich, wenn eine der Eigenart des Holzes entsprechende Konstruktion gewählt wird, die Voraussetzungen der statischen Berechnung erfüllt sind und die größtmöglichen Kraftwirkungen unter Berücksichtigung der dynamischen Einflüsse der Betriebslasten mit weitgehender Annäherung an die tatsächlichen Verhältnisse erfaßt werden. Außerdem muß verlangt werden, daß die bauliche Durchbildung und die Bauausführung in allen Einzelheiten mit Sachkenntnis und Sorgfalt geschieht und eine gewissenhafte Baukontrolle ausgeübt wird. Die von Vertretern des Holzbaues gemachten Vorschläge, über die in den Vorläufigen Bestimmungen festgesetzten zulässigen Beanspruchungen hinauszugehen, konnten nicht befürwortet werden. Für den Gesamtholzaufwand spielt eine kleine Erhöhung keine große Rolle, weil viele Einzelteile aus baulichen Gründen ohnehin stärker bemessen werden müssen, als rechnerisch erforderlich wäre, und Versteifungshölzer aller Art unerlässlich sind.

Die Sicherheit der Holzbauwerke ist eben wesentlich von der konstruktiven Durchbildung abhängig. Wirtschaftliche Vorteile sind also nicht durch Herabsetzen des Sicherheitsgrades, sondern vielmehr durch technische Vervollkommnung der Bauweise und Verbesserung der Arbeitsverfahren anzustreben.

Dies gilt auch für Lehrgerüste, die vorübergehenden Zwecken dienen, wobei noch zu beachten ist, daß die Holz Auswahl und Schutzmaßnahmen gegen Feuchtigkeit und Witterungseinflüsse nicht in dem Maße getroffen werden können wie bei Bauwerken von längerer Lebensdauer. Durch Quellen und Schwinden der Hölzer und durch Änderung der Belastungen können Abweichungen von den statischen Annahmen und Mehrbelastungen einzelner Bauglieder eintreten.

In den Vorläufigen Bestimmungen der Reichsbahn sind die neueren Sonderbauweisen nicht ausdrücklich erwähnt. Sie unterscheiden sich in

der Hauptsache durch die Verbindungsmittel. Hierüber ist in BV der Vorläufigen Bestimmungen gesagt:

„Die verschiedenen Verbindungsmittel (Schraubenbolzen, Flacheisen, Runddübel, Keile usw.) dürfen, soweit keine besonderen Vorschriften gegeben sind, auf Grund von Versuchsergebnissen staatlicher Versuchsanstalten berechnet werden.

Werden vom Unternehmer neue, eigenartige Verbindungsmittel und Konstruktionen für die Ausführung eines Tragwerkes vorgeschlagen, so hat er mit dem Angebot Versuchsergebnisse einer staatlichen Materialprüfungsanstalt vorzulegen. Bei geleimten Trägern muß die Festigkeit der Leimfugen mindestens gleich der Schubfestigkeit des Holzes sein. Werden Bolzen ohne Dübel u. dergl. verwendet, so sind sie auf Lochleibungsdruck und auf Biegung zu berechnen, wobei die Druckverteilung nach Abb. 17 und demnach die Momente

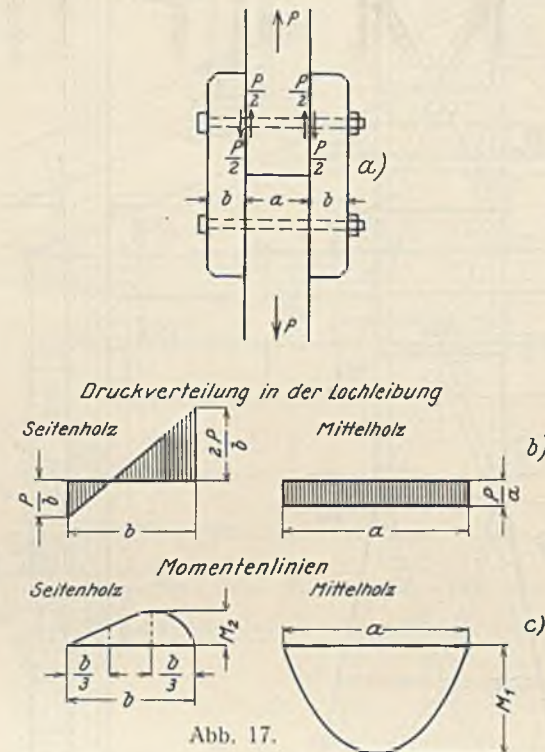


Abb. 17.

anzunehmen sind.

$$M_1 = \frac{P a}{8}$$

$$\text{und } M_2 = \frac{2 P b}{27}$$

Die gleichmäßig auf die Lochleibung bezogene Pressung darf betragen
bei Mittelhölzern 100 kg/cm²,
bei Seitenhölzern 50 kg/cm².

Für Beanspruchung rechtwinklig zur Faserrichtung sind diese Werte auf 1/2 zu ermäßigen.

Für Verbindungen mit gebogenen oder geknickten Flacheisen, die mindestens 6 mm dick sein müssen, ist, falls nicht ausreichende Versuchsergebnisse staatlicher Prüfungsanstalten ein Abweichen von dieser Regel gestatten, bei Annahme gleichmäßiger Verteilung auf die Druckübertragungsfläche mit einer zulässigen Spannung von 40 kg/cm² in der Faserrichtung und 15 kg/cm² rechtwinklig zur Faser zu rechnen.

Bei Dübeln und Keilen dürfen die unter Berücksichtigung des auftretenden Kippmomentes errechneten Spannungen die Werte der Tafel 3 unter a, d und e nicht überschreiten. Die Wirkung der Dübel und Keile muß hierbei durch eine ausreichende Zahl von Schraubenbolzen gewährleistet sein. Bei verdübelten oder verzahnten Balken ist das Widerstandsmoment zu rechnen

$$\text{bei zwei Lagen: } W = 0,8 \cdot \frac{b h^2}{6}$$

$$\text{bei zwei Lagen: } W = 0,6 \cdot \frac{b h^2}{6}$$

Mehr als drei Lagen sind unzulässig.“

Zum Schluß ist noch darauf hinzuweisen, daß für den Holzbau Festigkeitsprüfungen mit Normenkörpern nicht genügen. Es sind noch weitere Versuche mit Holzkörpern von den im Holzbau üblichen Abmessungen und mit vollständig zusammengebauten Trägern notwendig, um die Frage der tatsächlich im Bauwerk vorhandenen Sicherheit zu klären und die Gleichwertigkeit mit anderen Bauweisen nachzuweisen.

Die Kohlen-Förder- und -Lageranlagen der Farbwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning in Höchst a. M.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Geheimrat Buhle, Professor in Dresden.

(Schluß aus Heft 5.)

Die Anlage brachte für den Bauingenieur⁴⁾ in mehr als einer Hinsicht sehr beachtenswerte und interessante Aufgaben. Zunächst galt es,

⁴⁾ An dieser Stelle möchte ich nicht unterlassen, Herrn Oberingenieur Max Müller (Bauingenieur) der Firma Bleichert meinen verbindlichsten Dank für die freundliche Unterstützung bei der Abfassung der nachfolgenden Ausführungen auszusprechen; bei dem Vorhergehenden gilt dasselbe für Herrn Oberingenieur Bruckmann.

eine Vermessung der von der Förderanlage zu erfassenden Fabrikabteilung vorzunehmen. Man stelle sich darunter aber nicht eine einzige große Halle oder einzelne große Hallen vor, sondern eine Stadt etwa von der Größe des Stadtkerns von Leipzig, und zwar ebenso wie dieser geteilt durch eine Anzahl von sehr verkehrsreichen Straßen. Der äußerst lebhafteste Verkehr von Schmalspur-Dampfzügen, Lastkraftwagen, Handwagen und Fußgängern erschwerte die Vermessung sehr erheblich. Zu einzelnen

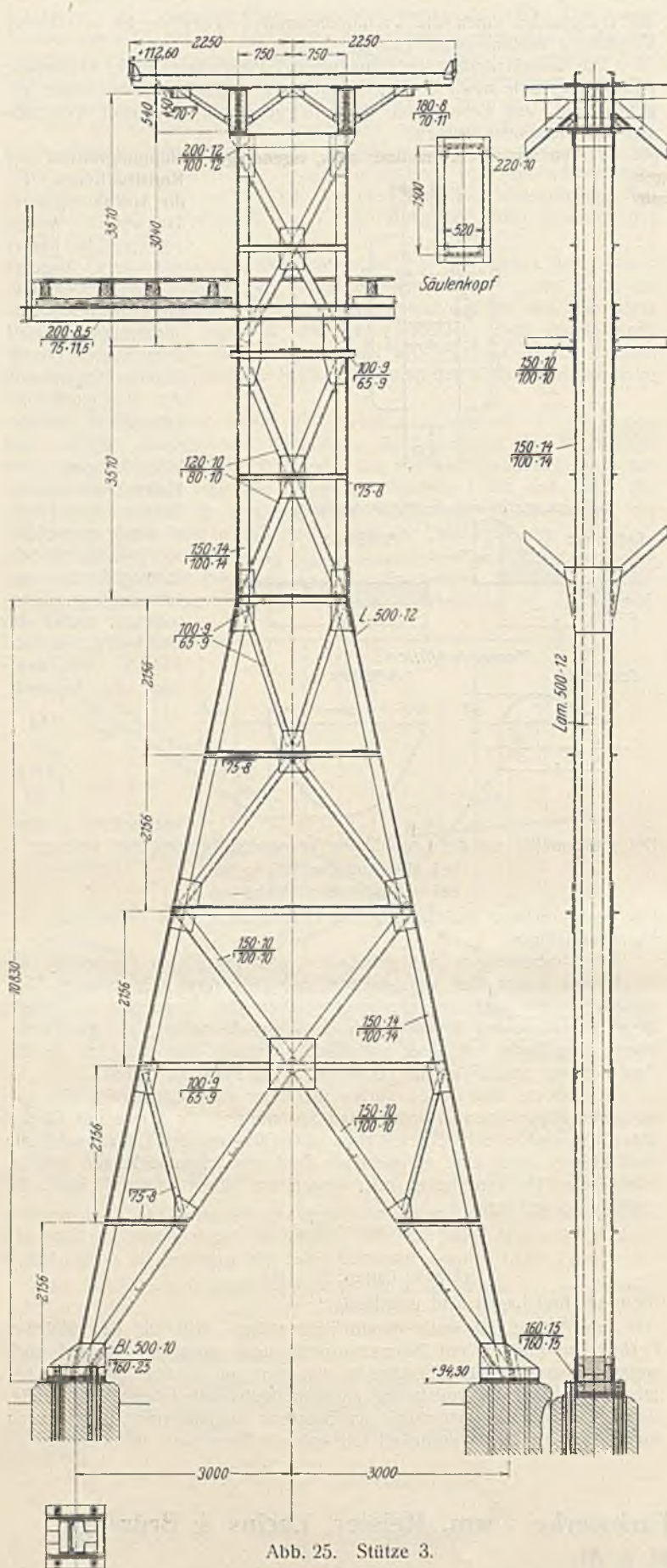


Abb. 25. Stütze 3.

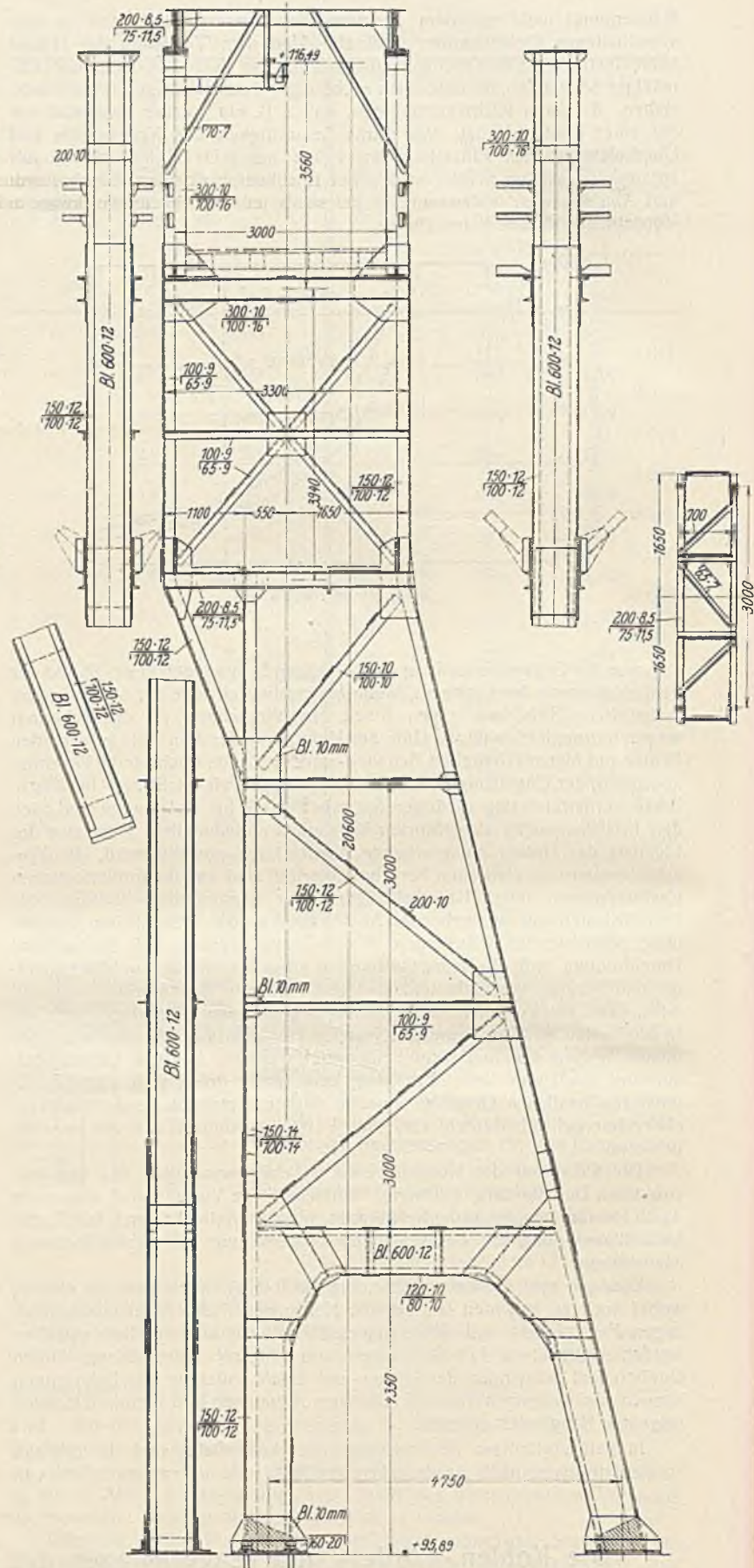


Abb. 26. Stütze 9.

Instrument-Aufstellungen wurden ganze Tage benötigt, d. h. nur um von einem Punkte aus die notwendigen Winkelmessungen nach den nächsten drei oder vier Polygonpunkten sachgemäß und genau vornehmen zu können. Ein genaues Netz ward aufgenommen, und zu diesem wurden alsdann die Einzelvermessungen durchgeführt. Auch diese hatten unter dem starken Verkehr innerhalb der Fabrikstraßen stark zu leiden und erforderten viel Zeit, weil nicht nur wagerechte, sondern auch lotrechte Abnahmen gemacht werden mußten. Letztere bezogen sich in der Hauptsache auf die außerordentlich zahlreichen Rohrleitungen, die besonders an

den Straßenkreuzungen fast den Himmel verdunkeln. In dieses Gewirr von Rohrleitungen, Grubenanlagen und chemischen Apparaturen, die vielfach außerhalb der Gebäude lagen, mußte der Bauingenieur die Gerüste für die Hängebahnen hineinordnen. Es darf also nicht verwundern, wenn diese Gerüste vielfach eine abenteuerliche Gestalt angenommen haben, wie dies aus den Längsprofilen der Bahn (Abb. 13 bis 24) zu ersieht ist. Für mehrere Stationen, die an Straßenkreuzungen aufzustellen waren, mußte die Bauart des „Stuhles auf dem Tisch“ gewählt werden, wie dies z. B. an den Winkelstationen G, H, I, K und L (Abb. 18 bis 24)

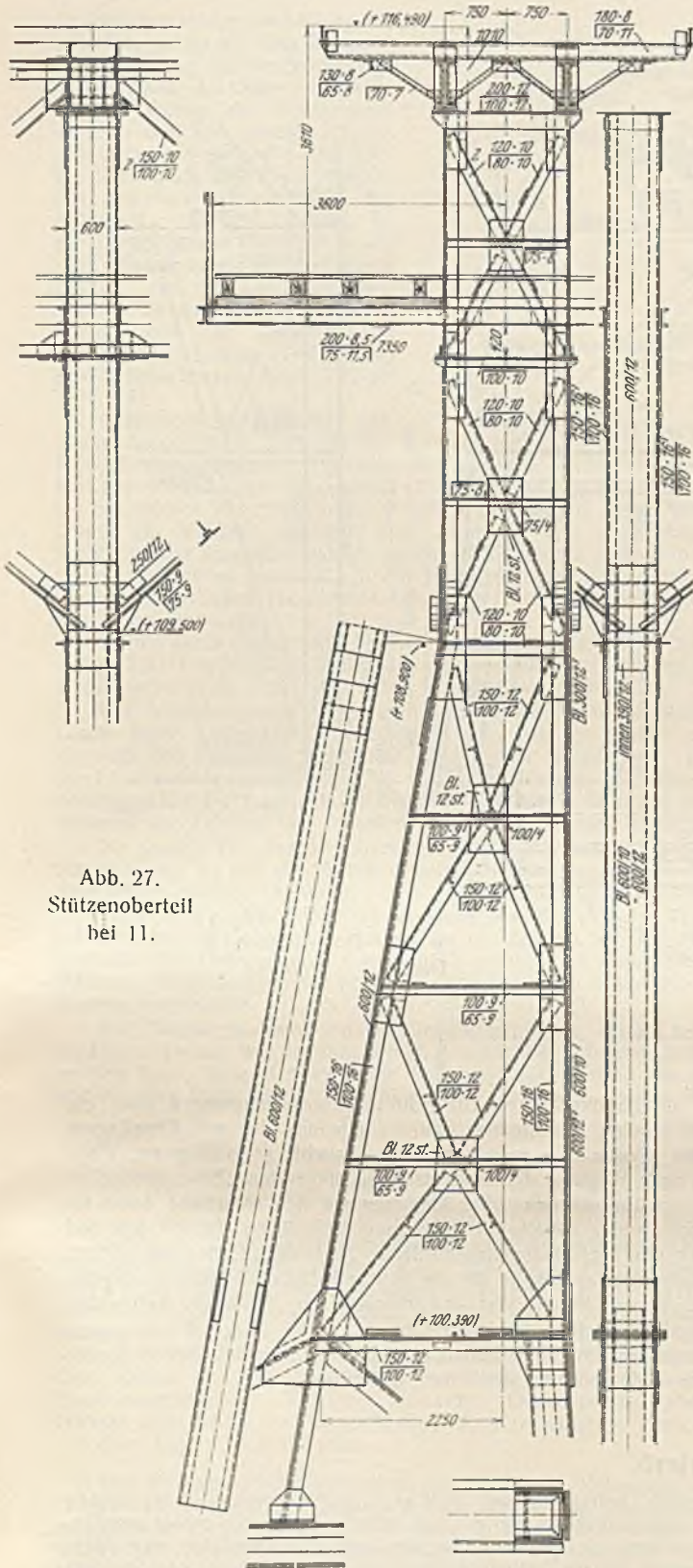


Abb. 27.
Stützenoberteil
bei 11.

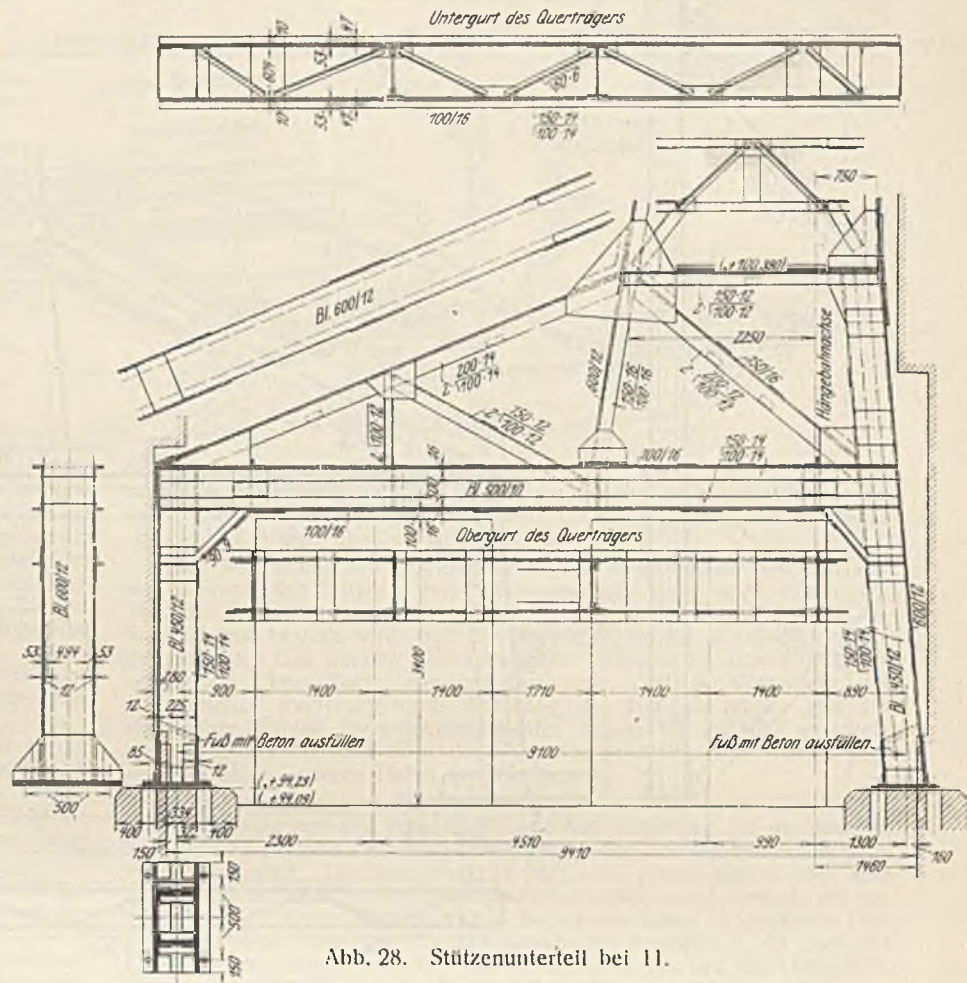


Abb. 28. Stützenunterteil bei 11.

deutlich zu ersehen ist (vergl. auch die MAN-Einzel-Abb. 25 bis 29). Die Unterbauten mußten hier auf Grund sorgfältiger Einzelaufmessungen vollständig außerhalb des Verkehrsbereiches abgestützt werden, während der Oberbau eigentlich nur die Bestimmung hatte, die Umföhrungscheibe der Winkelstation zu tragen und an zwei Seiten die lichte Öfönung für den Ein- bzw. Ausgang der Hängebahnwagen freizulassen.

Besonders abenteuerlich mutet die Bauart der Winkelstation *L* (Abb. 23 u. 24) an, die noch besonders dadurch gekennzeichnet wird, daß sich hier eine mit Bunkern belastete Brücke aufstützt, die ihr zweites Auflager mitten in einem Maschinenhause (Kesselhaus Ch 36 Ost) findet. Diese Bauart wurde bedingt durch die Rücksicht auf eine vorhandene Brücke mit sehr schweren Rohren. Andererseits mußte die Auskragung der Winkelstation vorgenommen werden, weil auf ein vorhandenes Betriebsgebäude Rücksicht zu nehmen war.

Die Unterbauten der Stationsgerüste stellen durchweg Rahmenbauten dar, die nach Möglichkeit als statisch bestimmte Gebilde durchgearbeitet worden sind. Diese Systeme zeichnen sich durch ihre „Unsymmetrie“ aus, was

dem Laien teilweise wenig angenehm in die Augen fällt. Es sei nur auf die Winkelstationen *H*, *I* und *L* (Abb. 21 bis 24) verwiesen. Mit der Wahl statisch bestimmter Systeme, also Abstüzung von Gitterträgern einerseits durch eine steife, andererseits durch eine Pendelstütze, wurde an vielen Stellen gleichzeitig den Wünschen der Betriebsleitung Rechnung getragen, die die Durchgangsprofile unter den Gerüsten so groß als irgend möglich haben wollte, um den regen Verkehr mit Kleinbahnzügen nicht zu behindern.

Bemerkenswert sind auch die Brückenbauten. Es war erstrebenswert, viele Brücken in gleichen Spannweiten auszuführen, mindestens aber die Feldteilungen gleich zu machen, um die Brückenlängen einfach durch Angliedern einer oder mehrerer Feldweiten erreichen zu können. Diese Absicht ließ sich leider nur selten verwirklichen, weil die Gelände-verhältnisse, ferner die Rücksichten auf Fenster, Türen, Maschinen und „Apparaturen“ durchweg die Stellung der Stützenfüße vorschrieben. So konnten z. B. nur zwischen Winkelstation *A* und *B* (Abb. 14) zwei Brücken in der gleichen Länge von 61 m und in der Strecke von Winkelstation *G* nach *H* drei Brücken in der Länge von je 55 m ausgeführt werden (Abb. 20). Die letztgenannte Brückenstrecke bildet die längste überhaupt vorkommende Strecke; sie wird unterstützt von einem festen Gerüst Nr. 12 und zwei Pendelstützen Nr. 11 und 13. Die festen Auflager befinden sich aber nicht auf dem Gerüst Nr. 12, sondern auf den beiden Winkelstationen *G* und *H*, während das Gerüst Nr. 12 bewegliche Auflager besitzt. Durch diese Anordnung wurde insofern Material gespart, als die Gerüste der Stationen *G* und *H* ohnehin mit Rücksicht auf ihre große Basis erheblich aufnahmefähiger für wagerechte Kräfte sind als der auf schmalerem Raum aufgeführte Turm Nr. 12.

Auch die Ansicht der Brückenunterstützungen mußte mit Rücksicht auf das Gelände und die Baulichkeiten entworfen werden. Es kamen also auch hier keine symmetrischen Stützenansichten heraus, sondern vielfach unsymmetrische Bauweisen, zum Teil auch mit Auskragungen. An den aus- bzw. einspringenden Ecken dieser Eisenbauten mußten besondere Vorkehrungen getroffen werden, um die Knicksicherheit des ganzen Bauwerks in der senkrecht zur Ansicht stehenden Schnittebene zu gewährleisten.

Besonders hingewiesen sei noch darauf, daß die Winkelstationen *C* und *K* durch bestehende Becherwerkgerüste hindurchgesteckt werden mußten. Abgesehen von genauen Aufnahmen der vorhandenen Becherwerke, wurden nach Durcharbeitung der Bauweise nochmals genaue Nachprüfungen vorgenommen, daß auch alle neuen Bauglieder durch die Becherwerkstruktur hindurchgeführt werden konnten, ohne diese zu treffen.

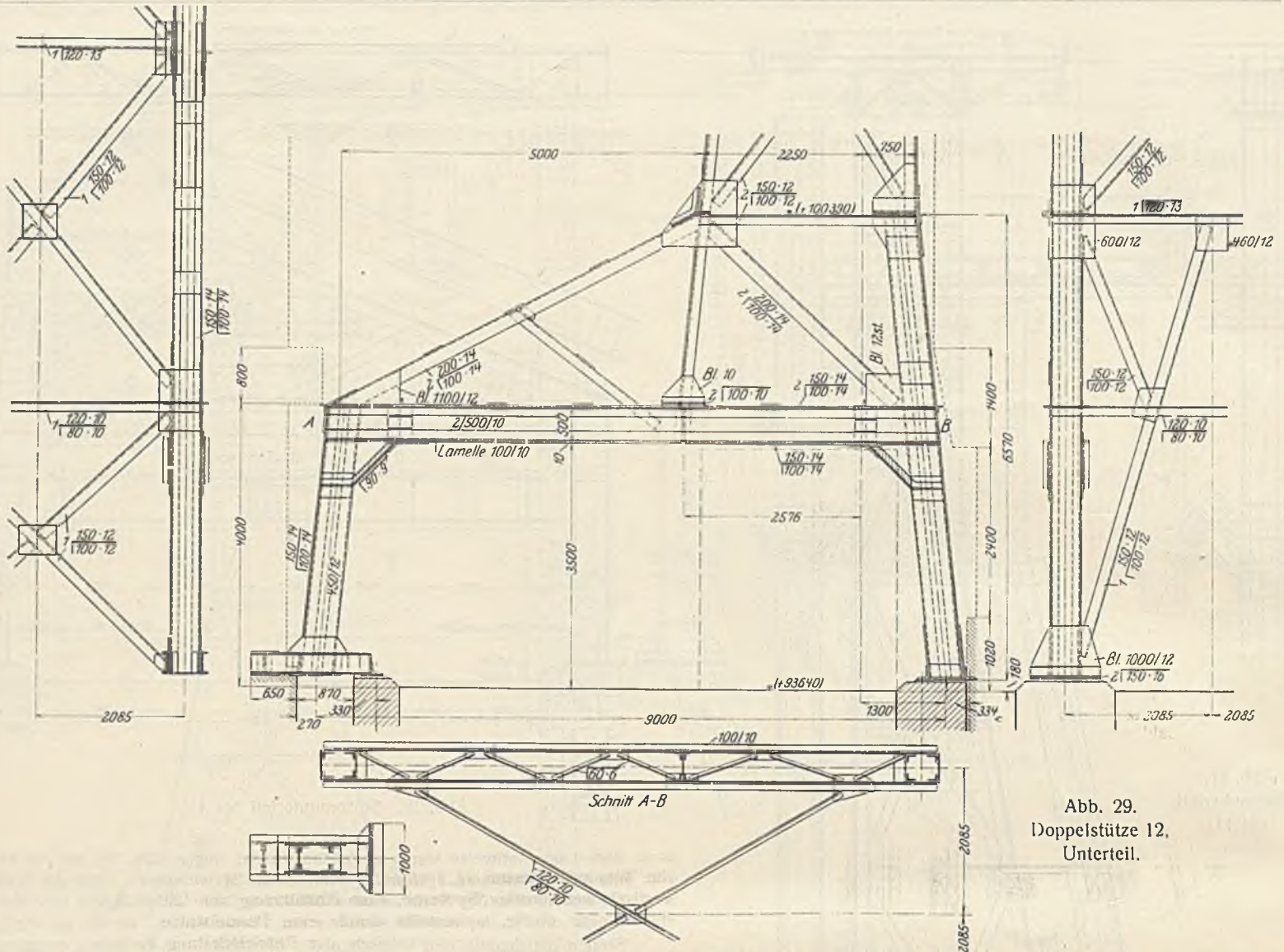


Abb. 29.
Doppelstütze 12,
Unterteil.

Ähnliche Schwierigkeiten wie bei der Ausarbeitung der Gesamt- und Einzelentwürfe ergaben sich auch bei der Aufstellung. Nur wenige Brücken konnten unten ganz fertig gemacht und dann im ganzen hochgezogen werden. Der weitaus größere Teil mußte auf besonderen, der Höhenlage der Brücken entsprechenden Gerüsten zusammengesetzt und dann auf die Auflager niedergelassen werden. Dies ergab sich nicht nur dort, wo die Förderanlage über vorhandene Gebäude führt, in denen der Betrieb ununterbrochen weitergeführt werden mußte, sondern auch besonders dort, wo die Brücken sich über verkehrsreiche Straßen hinziehen, auf denen die stetige Durchführung des Verkehrs das höchste Gebot war.

Blicken wir hiernach kurz nochmals zurück, so sehen wir, daß die

unter den Mischbunkern (Abb. 10) gefüllten Hangebahnwagen über ein Gefälle, das infolge des kleinen Fahrwiderstandes der mit Kugellagern ausgerüsteten Wagen nur gering zu sein braucht, selbsttätig zur Wage fahren und nach Wagung der dicht daneben liegenden „Einkuppelstelle“ von Hand zugeführt werden. Hier klemmen sie sich selbsttätig durch ihr Eigengewicht an das ständig in Bewegung befindliche Zugseil fest und werden nach den Kesselhäusern gefördert. Nach ihrer Entleerung kehren sie zur Beladestelle zurück, in der sie sich selbsttätig an der „Auskuppelstelle“ vom Zugseil lösen. Von den Bunkern aus fließt die Kohle den Feuerungen durch flußeiserne Röhren zu.

Die Gesamtausführungen bilden eine Ingenieurleistung ersten Ranges von drei der bedeutendsten deutschen Welthäuser!

Alle Rechte vorbehalten.

Der Freihafen in Malmö.

Bis zur Erbauung des Kaiser-Wilhelm-Kanals ist der Sund die wichtigste Zufahrtstraße zur Ostsee gewesen. Schätzungsweise durchfahren ihn auch heute noch jährlich im Durchschnitt etwa 60 000 Fahrzeuge, wobei sie teilweise die an seinen Ufern belegenen Häfen anlaufen. Es ist bei diesen günstigen Verhältnissen nicht verwunderlich, daß der am Sund gelegene Hafen in Malmö eine für nordeuropäische Verhältnisse ungewöhnlich rasche Entwicklung genommen hat. Die Stadt Malmö ist die aufstrebendste in Schweden und hat augenblicklich etwa 116 000 Einwohner, während sie vor 25 Jahren erst die Hälfte davon besaß.

Vor ungefähr 150 Jahren erhielt Malmö seinen ersten Hafen mit einer 1,20 m tiefen Zufahrtstraße. Seitdem hat dieser Hafen sich, wenn auch mit starken Unterbrechungen, weiterentwickelt; zurzeit hat der Zollinlandhafen eine Kailänge von ungefähr 4500 m mit einer nutzbaren Wassertiefe von 6 bis 7,25 m.

Vorschläge für die Erbauung eines Freihafens wurden schon 1882 gemacht, aber erst 1907 wurde das erforderliche Gesetz verabschiedet. Nach umfangreichen, besonders die künftige Entwicklung berücksichtigenden Untersuchungen genehmigte die schwedische Regierung im Jahre 1917 den Entwurf für den Freihafen, so daß in demselben Jahre mit dem Bau begonnen werden und im Jahre 1922 der erste Ausbau dem Verkehr übergeben werden konnte.

Von See her¹⁾ gelangt man durch den Zufahrtkanal zunächst an ein Wendebecken, an das sich das eigentliche Freihafenbecken anschließt.

Die Wassertiefe beträgt überall 9,25 m. An der Südseite der beiden Becken ist eine insgesamt 686 m lange massive Kaimauer erbaut worden, hinter der, soweit sie am Wendebecken liegt, Freilagerplätze angeordnet sind, und soweit sie am Freihafenbecken erbaut ist, zunächst ein Speicher hergestellt ist. Platz für die Entwicklung des Hafens durch Verlängerung der Kaimauer landeinwärts und die Errichtung weiterer Speicher ist vorhanden. Ebenso kann, falls die Südseite des Freihafenbeckens für den Verkehr nicht mehr ausreichen sollte, seine Nordseite ausgebaut werden.

Das erforderliche Gelände hat sich durch Aufschüttung des bei der Baggerung des Zufahrtkanals und der beiden Becken gewonnenen Bodens ergeben. Rd. 1 Mill. m³ Klei, Sand und Kreide sind zu diesem Zweck, teilweise durch deutsche Unternehmer, gebaggert worden. Der Bodenaushub war mit großen Schwierigkeiten verbunden, da der Bau zu einem großen Teile in dem den Untergrund bildenden harten Kreidelfelsen ausgeführt werden mußte. Mit den Baggerungen ging die Erbauung der Kaimauern und des Speichers Hand in Hand.

Auf die Erbauung eines Schuppens unmittelbar hinter der Kaimauer hat man verzichtet, dafür aber einen dreistöckigen unterteilerten Speicher aus Eisenbeton mit Ziegelausmauerung hergestellt. Die Decken sind als Pilzdecken ausgebildet, wobei der Bewehrung für die Decke des Kellergeschosses eine Nutzlast von 2250 kg/m² und für die beiden weiteren

¹⁾ Nach „The Dock and Harbour Authority“, Bd. V, Nr. 52, London 1925.

Decken eine solche von 1800 kg/m² zugrunde gelegt ist. Das Gebäude ist 120 m lang und im Erdgeschoß 34,8 m breit. Im Ober- und Dachgeschoß springt die Vorderwand ein, so daß sich breite Absatzplattformen ergeben, die innerhalb der Reichweite der Krane liegen. Die nutzbare Grundfläche des Speichers umfaßt 16 000 m². In der Länge ist das Gebäude durch zwei Brandmauern in drei Teile zerlegt. An der Landseite sind sechs Güteraufzüge von je 2 t Tragfähigkeit in feuersicheren Schächten eingebaut. Der Boden des Erdgeschosses liegt 1,12 m über S.O.

Beiderseits des Speichers und hinter dem größten Teil der am Wendebecken liegenden Kaimauer sind doppelte Gleise mit den nötigen Weichenverbindungen angeordnet. Zum Ordnen der Eisenbahnwagen ist ein besonderer Verschiebebahnhof hergestellt worden. Die Übergabe der Wagen im Verkehr zwischen dem Freihafen und dem Bahnhof der Schwedischen Staatseisenbahnen geschieht auf einem außerhalb des Freigebietes belegenen Bahnhof. In das Hauptzufahrtgleis zum Hafen ist eine für 50 t Tragfähigkeit bemessene Gleiswage mit einer Brückenlänge von 8 m eingeschaltet.

Hinter der Kaimauer am Freihafenbecken sind sechs Halbportalkrane mit je 2,5 t Tragfähigkeit, hinter der am Wendebecken drei mit oder ohne Greifer arbeitende Krane von 3 bis 5 t Tragkraft angeordnet.

Die Zollabfertigung von Massengütern geschieht in der Regel an der Löschi- bzw. Ladestelle. Die übrigen Güter werden in dem am Haupteingange des Freihafens belegenen Zollspeicher abgefertigt. Er enthält zwei helle Abfertigungsräume, deren einer heizbar ist. Das Gebäude enthält weiter Platz für die Zollbeamten und einen Raum, in dem Güter während der Zahlung der Zollgebühren gelagert werden können.

Ein großer Teil des Speichers enthält Güterboden der Schwedischen Staatsbahnen, so daß die Waren unmittelbar nach der Zollabfertigung zur Bahnabfuhr gelangen können.

Gleichfalls neben dem Haupteingange befindet sich das Verwaltungsgebäude, das im Erdgeschoß Zimmer für das Zollamt nebst Zollkasse usw. sowie für die Untersuchung von Gepäck enthält. Im ersten Stock ist die Malmöer Freihafengesellschaft untergebracht. Der Keller ist zu Lageräumen hergerichtet.

Für Bauzwecke steht zurzeit ein Gelände von etwa 7 ha zur Verfügung, das aber, wie erwähnt, durch Anschüttungen beträchtlich vermehrt werden kann, ohne daß es einer Änderung der Grenzen des Freihafens bedarf. Der Platz unmittelbar hinter der Kaimauer ist für den Güter-



umschlag, für Kaischuppen und für weitere Speicher bestimmt. Die Hauptfläche soll Firmen für Lagerplätze sowie für die Errichtung von Schuppen oder Fabrikanlagen überlassen werden.

Die Verwaltung des gesamten Freihafens einschließlich des Löschens und Ladens der Schiffe, des Stauereigeschäfts usw. wird durch die Malmöer Freihafengesellschaft wahrgenommen, deren Vorstand durch die Stadt Malmö bestellt wird, und die ausschließlich für diesen Zweck gegründet ist. Das übliche Nebeneinander mehrerer Dienststellen ist so vermieden. Die Tarife werden durch die örtliche Vertretung der schwedischen Regierung nach Anhörung der Handelskammer und des städtischen Handels- und Schiffsamtes festgesetzt und sind so eingestellt, daß der Verkehr über den Malmöer Freihafen nicht teurer wird als über einen anderen Hafen in Skandinavien.

Das Hinterland von Malmö ist nicht sonderlich groß; der Einfluß von Gotenburg auf der einen Seite und von Trelleborg auf der anderen läßt dazu zweifelhaft erscheinen, ob nicht künftig sich das Hinterland noch verkleinern wird. Der Inlandverkehr wird also, zumal Malmö über eine an den Hafen anschließende Binnenschiffahrtstraße nicht verfügt, ein bestimmtes Maß kaum überschreiten. So ist der Hafen in gewissem Umfange auf Ansiedlung von Veredelungsindustrie angewiesen, da auch der Umschlag von Gütern zwischen der transozeanischen und der Ostseefahrt sich voraussichtlich nur zu einem Teil in Malmö vollziehen wird. Der Wettbewerb von Gotenburg in Schweden, von Kopenhagen auf der dänischen Seite des Sundes, von Flensburg, Kiel und Lübeck an der deutschen Ostseeküste, sowie von Hamburg, das, in dieser Hinsicht durch den Kaiser-Wilhelm-Kanal besonders begünstigt, einen wesentlichen Teil dieses Verkehrs an sich ziehen konnte, läßt es zweifelhaft erscheinen, ob die glänzende Entwicklung Malmö's sich auch in Zukunft in demselben Maße fortsetzen wird wie bisher. — dt.

Vermischtes.

Beton u. Eisen, Internationales Organ für Betonbau (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W8). Das am 5. Februar erschienene Heft 3 (1,50 R.-M.) enthält u. a. folgende Beiträge: E. Kemnitz & Cia.: Das Wasserkraftwerk Rio de Pedras, Brasilien. — Dr. Berrer: Zusammenstellung der Bewerte für die Bemessung einfach bewehrter Eisenbetonplatten. — Dr. H. Marcus: Zur Schubstärkung der Eisenbetonträger. — Geh. Baurat, ord. Prof. K. Hager: Zur Frage der Schubbewehrung bei Eisenbetonträgern. — Dipl.-Ing. Habicht: Der neue Bauunfall an der Gartzter Oderbrücke. — Prof. Dr.-Ing. A. Kleinlogel: Neue Versuche mit dem Jaeger-Schnellmischer.

Der Neubau, Halbmonatsschrift für Baukunst, Wohnungs- und Siedlungswesen (Verlag von Wilh. Ernst & Sohn, Berlin W8). Das am 10. Februar ausgegebene Heft 3 (1 R.-M.) enthält u. a. folgende Beiträge: Dr.-Ing. Walter Kurt Behrendt: Landesplanung in den Vereinigten Staaten. — Haus Hartrath, M.-Gladbach. Architekten: Friese u. Bermbach. — Das Dresdner Museumsforum. Architekt Otto Wilh. Wulle.

Aus dem Reichshaushalt 1927. Einnahmen und Ausgaben gleichen sich aus mit zusammen 8 526 479 185 R.-M. für die allgemeine Reichsverwaltung und mit 1 976 903 207 R.-M. für die Kriegslasten. Für allgemein technische und bautechnische Ausgaben kommt wie im Vorjahre¹⁾ nur der Haushalt des Reichsverkehrsministeriums in Frage, der fast ausschließlich Aufgaben des Wasser- und Kanalbaues sowie des Wasserstraßenverkehrs umfaßt.

1. Ordentlicher Haushalt: Fortdauernde Ausgaben.
 Verschiedenes: Betrieb des Seezeichenwesens 220 800, bauliche Unterhaltung der Tonnen, Fahrzeuge, Tonnenschuppen, Leuchttürme, Nebensignalstationen, Feuerschiffe und Baken sowie der Dienstwohnungsgebäude 137 600, wissenschaftliche Hilfsmittel und Veröffentlichungen sowie Auszeichnungen für freiwillige Mitarbeiter der Seewarte, namentlich für gute Beobachter auf See 100 690, Baggerarbeiten 457 900, Unterhaltung der Schleusen- und Hafenbauwerke, der Eisenbahn- und Straßenbrücken sowie

der Beleuchtungs-, Telegraphen- und Fernsprechanlagen 1 344 700, Unterhaltung und Betrieb der Werft Saatsee bei Rendsburg einschließlich der Flüssiggasanstalt und der Seezeichenwerkstatt dasebst 1 024 200, Betriebsstoffkosten der Maschinen- und Dampfkeselanlagen usw. für Schleusen, Brücken usw. 201 000, Unterhaltungskosten der Schlepp- und Lotsendampfer, der Dienstfahrzeuge und der Fährfahrzeuge 467 600, Kraftausnutzung der Staustufen der Oder bei Janowitz und Koppen 163 000, Beteiligung des Reichs an der Teltow-Kanal-A.-G. 48 274, Schleppbetrieb auf dem Rhein-Weser-Kanal 4 420 000.

Neckarbauverwaltung: Pauschbetrag an die Neckar-A.-G. in Stuttgart für die Verwaltung der Neckarwasserstraße im Bereich der Neckarbauämter Stuttgart und Heilbronn 12 800.

Ausgaben für die auf das Reich übergegangenen Wasserstraßen der Länder: Pauschsumme zur Erstattung persönlicher und damit zusammenhängender sächlicher Ausgaben der Länder für die Verwaltung der Reichswasserstraßen (ausschl. der persönlichen Ausgaben Preußens für den Schleppbetrieb auf dem Rhein-Weser-Kanal) 10 800 000, Unterhaltung und Betrieb der Binnenwasserstraßen 25 800 000, Unterhaltung und Betrieb der Seewasserstraßen einschl. des Seezeichen- und Lotsenwesens 18 500 000, Bergung von in Seenot befindlichen Schiffen durch Regierungsschiffe sowie Belohnungen für die beteiligten Mannschaften, ferner Kosten, die durch den Besuch von Leuchttürmen und sonstigen Anlagen erwachsen, sowie Entschädigungen für die beteiligten Beamten 12 000, Abwendung und Bekämpfung der Hochwasser- und Eisgefahr 400 000, zur Verfügung für literarische und gemeinnützige Zwecke 8000, Verkehrs- und Baumuseum in Berlin 26 500.

2. Ordentlicher Haushalt: Einmalige Ausgaben.
 Verschiedenes: Erweiterung des Kaiser-Wilhelm-Kanals (Rest) 40 000, Anschluß des Kraftwerks Kudensee an das Überlandnetz 49 000, Beteiligung des Reichs an den Aufwendungen für die Aufrechterhaltung der Schnelldampferlinie Swinemünde—Pillau 370 000, Ersatzbeschaffung abgängigen Geräts der Reichswasserstraßenverwaltung (2. Teilbetrag) 3 000 000, Versuche auf dem Gebiete des Eisenbetonbaues (6. Ergänzungsbetrag) 15 000.

¹⁾ Vergl. „Die Bautechnik“ 1926, Heft 6 u. 7, S. 79 u. 90.

Binnenwasserstraßen.

Preußen (9 387 000).

Regulierung der Krümmen Gilge (1. Teilbetrag) 400 000, Verbesserung der Oderschiffahrtstraße bei Breslau im Zusammenhange mit der Ausführung des Gesetzes, betreffend die Herstellung und den Ausbau von Wasserstraßen, vom 1. April 1905 (10. Ergänzungs- und Restbetrag) 100 000, Anlage eines Bauhofes und Hafenbeckens an der Breitenbachfahrt bei der Schleppzugschleuse Wilhelmsruh bei Breslau (3. Teilbetrag) 300 000, Verlängerung des oberen Trennungsdammes an der Staustufe Groschowitz der kanalisiertierten oberen Oder (Rest) 100 000, Vertiefung der Flußsohle und Regelung des Laufes der Netze unterhalb Filehne 82 200, Verlängerung des oberen Trennungsdammes an der Staustufe Oderhof der kanalisiertierten oberen Oder (1. Teilbetrag) 150 000, Ausbau der oberen Trennungsspitze, der oberen Kanaleinfahrt und des rechtseitigen Stromufers oberhalb des Kanals an der Schleuse Ransern (1. Teilbetrag) 193 000, Sicherung der Kammermauern der Schleppzugschleuse Wilhelmsruh bei Breslau (1. Teilbetrag) 78 000, Ersatzbeschaffung für die Eimerbagger „Gleiwitz“ und „Elbing“ der Oderstrombauverwaltung 210 000, Ufersicherungen an der Müggelspree von km 12,000 bis 44,975 (Rest) 100 000, Verbesserung der Fahrstraße in der Sakrower Enge 120 000, Verbesserung des Fahrwassers in der Havel oberhalb Brandenburg (1. Teilbetrag) 100 000, Niedrigwasser-ausbau der Elbe bei Storkau, km 396,0, (Rest) 90 000, Verbesserung der Stromstrecken der Elbe mit regelmäßig eintretendem schlechten und seichten Fahrwasser im Bezirke des Wasserbauamts Wittenberge von km 442,5 bis 502,5 (3. Teilbetrag) 250 000, Maßnahmen zur Erhaltung des Fahrwassers der Elbe bei km 189/190 (Clödener Enge), (2. Teilbetrag) 175 000, Verlängerung von zwei Bühnengruppen bis zu 20 m im Wasserbauamtsbezirk Lauenburg, km 574/575, (Rest) 146 000, Neubau eines Deckwerkes auf dem rechten Elbufer bei Dautschen, km 162,62/164,08, im Bauamtsbezirk Torgau (1. Teilbetrag) 100 000, Neubau eines Deckwerkes bei km 350,0 der Elbe an der Ohremündung, Bauamtsbezirk Magdeburg, (1. Teilbetrag) 70 000, Herstellung eines Deckwerkes am Rühstädter Deich, km 438,0 bis 439,225 der Elbe im Bauamtsbezirk Wittenberge, (1. Teilbetrag) 100 000, Sicherung des Borghorster Deckwerkes bei km 587,445 bis 588,0 der Elbe im Bauamtsbezirk Lauenburg (1. Teilbetrag) 33 000, Maßnahmen zur Beseitigung von Stauschäden an der kanalisiertem Aller (Rest) 190 000, Herstellung von zwölf Dammwärterhäusern und Ausführung weiterer Sicherheitsmaßnahmen am Ems-Weser-Kanal (Rest) 114 000, Bau eines Deckwerkes am rechten Weserufer bei Bollen, km 352,2 bis 352,8, (Rest) 50 000, Vor- und Entwurfsarbeiten für die Kanalisierung der Weser von Minden bis Bremen (Ergänzungsbetrag) 145 000, Verstärkung der Dämme des Ems-Weser-Kanals (1. Teilbetrag) 400 000, Neubau einer Schleppzugschleuse bei Hameln (1. Teilbetrag) 600 000, Sicherungsmaßnahmen gegen Rutschungen im Harenberger Einschnitt des Zweigkanals nach Linden 42 000, Vorarbeiten für den Ausbau der Weser von Hann.-Münden bis Minden 125 000, Beseitigung von Fehlstellen auf der Weser zwischen Hann.-Münden und Minden (1. Teilbetrag) 170 000, Ablösung der Unterhaltungspflicht der Entwässerungsanlagen an der kanalisiertem Aller (1. Teilbetrag) 150 000, Ausbesserung und Verstärkung von massiven Brücken des Ems-Weser-Kanals 147 000, Wiederherstellung der durch das außergewöhnliche Hochwasser vom Januar 1926 zerstörten Ufer- und Strombauten im Gebiete der Weser (1. Teilbetrag) 180 000, Herstellung einer zweiten Fahrt im Zuge des Dortmund-Ems-Kanals an dessen Kreuzung mit der Emscher (3. Teilbetrag) 1 500 000, Umbau der Rollschütze in den Schleusen des Dortmund-Ems-Kanals (Rest) 54 000, Kanalverbreiterung an der Südseite des Rhein-Herne-Kanals vor der Abzweigung der zweiten Mündung bei Duisburg-Ruhrort 60 000, Untersuchung der hydrologischen Verhältnisse der Ems und Vorarbeiten zur Erlangung eines Entwurfs für eine Erweiterung des Dortmund-Ems-Kanals (2. Teilbetrag) 190 000, Beschaffung eines Schutensaugers (Spülers) mit acht Prahmen für das Wasserbauamt Meppen (Rest) 50 000, Begradigung der Ems zwischen Papenburg und Leerort (11. Ergänzungsbetrag) 100 000, Vor- und Entwurfsarbeiten zur Prüfung der Bauwürdigkeit des Hansakanals (2. Teilbetrag) 600 000, Versetzung von Mehrpfählen am rechten Rheinufer zwischen Rüdeshelm und Abmannshausen 61 000, Verbesserung des Fahrwassers im Rhein bei Uerdingen (1. Teilbetrag) 35 000, Errichtung eines Dienstgebäudes für den Wasserbauamtsbezirk Düsseldorf 102 500, Beschaffung von vier Materialtransportbahnen für die Rheinstrombauverwaltung 194 000.

Bayern (437 000).

Verlängerung der Wehrstege an den Mainstaufen Kleinostheim und Großwelzheim 65 000, Fahrwasserbesserung an der Donau unterhalb der Altmühlmündung 290 000.

Bayern und Baden.

Nachregulierung des Rheines auf der Strecke zwischen Mannheim (Rheinau) und Sondernheim (Rest) 800 000.

Sachsen (180 000).

Ausbau des Niederwasserbetts der Elbe zwischen dem Rehbock oberhalb Meißen und der Eisenbahnbrücke daselbst (Rest) 30 000, Elbstromberichtigung bei Leckwitz-Nünchritz (1. Teilbetrag) 150 000.

Hessen (267 000).

Erhaltung des Fahrwassers im Rhein bei Nackenheim (km 319 bis 321), (2. Teilbetrag) 100 000, Erhaltung des Fahrwassers im Rhein unterhalb der Eisenbahnbrücke bei Worms (km 279,0 bis 281,1), (2. Teilbetrag) 167 000.

Hamburg.

Ausbau des rechten Elbufers oberhalb Geesthacht bei km 583 (2. Teilbetrag) 126 000.

Mecklenburg-Schwerin (931 000).

Regulierung der Warnow zwischen Bützow und Rostock (5. Teilbetrag) 386 000, Verbesserung der Elde-Wasserstraße zwischen Kuppentin und Plau (3. Teilbetrag) 400 000, Umbau des Kanals Gütitz—Grabow (Rest) 70 000, Beitrag des Reichs zum Neubau der Straßenbrücke über die Warnow bei Schwaan 75 000.

Mecklenburg-Strelitz.

Ausbau des Kammer-Kanals (Rest) 100 000.

Oldenburg.

Begradigung der unteren Hunte einschl. Deichverlegungen (2. Ergänzungsbetrag) 100 000.

Anhalt.

Neubau eines Deckwerkes ober- und unterhalb der Elbbrücke bei Roßlau und eines Parallelwerkes oberhalb der Elbbrücke von km 257,472 bis 258,075 (Rest) 40 000. (Schluß folgt.)

Die neue Moselbrücke Kochem—Kond. Die neue Moselbrücke für den Personen- und Fuhrwerkverkehr zwischen Kochem und Kond ist nach der „Tremonia“ fertiggestellt worden. Damit ist eine weitere Voraussetzung dafür geschaffen, großzügige Straßenpläne in der Längsrichtung durch Hunsrück und Eifel für den Verkehr der Zukunft durchzuführen. Die Brücke Kochem—Kond, deren Einweihung am 23. Januar stattfinden sollte, ist eine der schönsten Moselbrücken und paßt sich in Aussehen und architektonischer Gestaltung dem Landschaftsbilde harmonisch an.

Leuchtturmbergung durch einen 250-t-Schwimmkran. Der englische Dampfer Anglo Columbian stieß kürzlich beim Einlaufen in den Hafen 2 von Bremen, ohne selbst einen Schaden zu leiden, mit seinem Bug auf den Molenkopf des Hafens, durchstieß die Molenwand und drang etwa 1,5 m in das Erdreich ein, wobei er den am Molenkopf stehenden, zugleich als Molenwärterhaus ausgebildeten Leuchtturm unterhöhlte und in Schräglage brachte. Der Untergrund des Leuchtturms wurde durch die Gezeiten noch stärker unterspült, und es bestand schließlich die Gefahr, daß der Molenkopf auseinanderbrach, der Leuchtturm dadurch gegen die Hafeneinfahrt fiel und diese versperrte.

Zur Aufrichtung, Hebung und Versetzung des Leuchtturms 30 m weiter südlich wurde der 250-t-Demag-Schwimmkran in Wilhelmshaven zugezogen. Dieser Kran trägt bei 18 m Ausladung 250 t (bei 20 m 200 t, bei 23 m 150 t, bei 27,5 m 100 t, bei 31 m 65 t, bei 42 m 50 t), während die beiden für den Panamakanal gelieferten 250-t-Schwimmkrane diese Last nur bei 7,3 m Ausladung über Bordkante tragen. Die Spitze des aufgerichteten Auslegers reicht 84 m über Deck, die Länge des drehbaren Auslegers bis zur Spitze beträgt 57 m.

Vortrag Schwarzenbach-Talsperre. Am 21. Februar, 7 Uhr, und am 22. und 23. Februar, 9 Uhr, veranstaltet die Siemens-Bauunion in der Urania, Berlin, je eine Vorführung ihres Filmes über die Ausführung der Schwarzenbach-Talsperre mit einleitenden Worten von Dipl.-Ing. Falley.

Patentschau.

Bearbeitet von Regierungsrat Donath.

Verfahren zur Herstellung hohler Bauwerke für Talsperren, Dämme, Stütz- oder Futtermauern. (Kl. 84 a, Nr. 430 391 vom 20. 12. 1923 von Dipl.-Ing. Alex Vogt in Borna b. Leipzig.) — Das Verfahren besteht darin, daß zylindrische Schächte *a* und *b* von verhältnismäßig großem Durchmesser und dünner Wandstärke dicht nebeneinander in Reihen einzeln hochgemauert und erst nach Setzen und Abbinden der einzelnen Schächte durch Ausfüllung und Dichtung der Zwickel *c* mit Mauerwerk, Zement oder dergl. zwischen den Schächten zu einem zusammenhängenden Ganzen verbunden werden. Das Bauwerk kann aus einer Schachtreihe oder deren mehreren aufgeführt werden.

**Personalnachrichten.**

Preußen. Versetzt: die Regierungsbaumeister (W.) Dr.-Ing. Hansen von Oppeln an das Polizeipräsidium (Verwaltung der Berliner Wasserstraßen) in Berlin und Steffens von Meppen an das Wasserbauamt in Rheine.

Gestorben: der Baurat Dr.-Ing. e. h. r. Karl Kolle in Frankfurt a. M., früher Stadtbaurat daselbst, und der Regierungsbaurat Otto Schroeder, Vorstand des Kulturbauamts Stargard i. Pomm.

INHALT: Beitrag zur Berechnung von Raumbauwerken. — Die „Vorläufigen Bestimmungen für Holztragwerke (BH)“ der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. (Schluß.) — Die Kohlen-Förder- und Lageranlagen der Farbwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning in Höchst a. M. (Schluß.) — Der Freihafen in Malmö. — Vermischtes: Inhalt von Beton u. Eisen, Internationales Organ für Betonbau. — Inhalt von Der Neubau, Halbmonatsschrift für Baukunst, Wohnungs- und Siedlungswesen. — Aus dem Reichshaushalt 1927. — Neue Moselbrücke Kochem—Kond. — Leuchtturmbergung durch einen 250-t-Schwimmkran. — Vortrag Schwarzenbach-Talsperre. — Patentschau. — Personalnachrichten.

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