Die Statik im Stahlbetonbau

Beyer, Kurt

Berlin [u.a.], 1956

Rechenvorschrift

ersetzt (Abb. 45). Die Querkraft ist zwischen zwei Querträgern konstant, das Moment an deren Anschlußstellen ebenso groß wie bei unmittelbarer Belastung und im Bereiche von u_r linear. Demnach werden die Momente unter Einschaltung der Querschnitte $(r-1)$, r nach (86) berechnet und die Querkräfte Q_r eines Feldes rückwärts aus

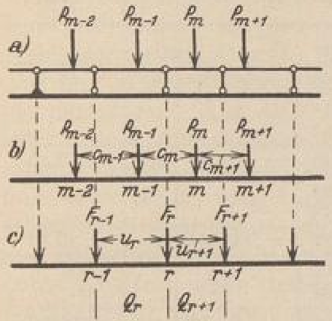

Abb. 45.

$$Q_r = \frac{M_r - M_{r-1}}{u_r} \tag{89}$$

bestimmt (Rechenvorschrift S. 44).

Bei einer stetigen Belastung $p(x)$ des Stabzuges werden die statischen Bedingungen für das Gleichgewicht eines infinitesimalen Abschnitts angeschrieben. Man unterscheidet dabei gekrümmte Stäbe (ds) (Abb. 46) und gerade Stäbe (dx) mit waagerechter Achse und vernachlässigt kleine Größen zweiter Ordnung.

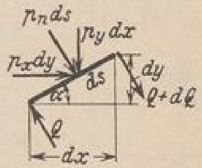

Abb. 46.

$$\left.\begin{aligned} dQ &= -p_n(s)\,ds = -[p_x(s)\sin^2\alpha + p_y(s)\cos^2\alpha]\,ds\,; \quad \frac{d^2M}{ds^2} = -p_n(s)\,,\\ dQ &= -p(x)\,dx\,; \quad \frac{dQ}{dx} = \frac{d^2M}{dx^2} = -p(x)\,. \end{aligned}\right\} \tag{90}$$

Die zweimalige Integration der Belastungsfunktion p liefert daher die Schnittkräfte Q und M, sobald die Integrationskonstanten durch die statisch bestimmte Stützung des Stabzugs bekannt sind.

Rechenvorschrift.

a) Unmittelbare Belastung (Abb. 47a):

Stützkraft C aus Momentengleichung für den Schleppträger um den Gelenkpunkt:

$$C \cdot 8{,}0 = P_9 \cdot 0{,}5 + P_{10} \cdot 3{,}5 + P_{11} \cdot 5{,}0\,, \quad C = 22{,}5\,\mathrm{t}\,.$$

Stützkraft B aus Momentengleichung für das ganze System um Stützpunkt a, Stützkraft A aus Momentengleichung für das ganze System um Stützpunkt b.

m	P_m	a_m	a'_m	$P_m a_m$	$P_m a'_m$	c_m	Q_m [t]	$Q_m c_m$	M_m [mt]
a	(− 41,875)	0,0	+ 16,0	—	(− 670)	—	—	—	0,0
1	+ 18,0	+ 4,0	+ 12,0	+ 72	+ 216	4,0	+ 41,875	+ 167,500	+ 167,500
2	+ 18,0	+ 5,5	+ 10,5	+ 99	+ 189	1,5	+ 23,875	+ 35,813	+ 203,313
3	+ 18,0	+ 7,0	+ 9,0	+ 126	+ 162	1,5	+ 5,875	+ 8,812	+ 212,125
4	+ 18,0	+ 8,5	+ 7,5	+ 153	+ 135	1,5	− 12,125	− 18,188	+ 193,937
5	+ 18,0	+ 10,0	+ 6,0	+ 180	+ 108	1,5	− 30,125	− 45,187	+ 148,750
6	+ 20,0	+ 13,5	+ 2,5	+ 270	+ 50	3,5	− 48,125	− 168,438	− 19,688
7	+ 20,0	+ 15,0	+ 1,0	+ 300	+ 20	1,5	− 68,125	− 102,187	− 121,875
b	(− 145,625)	+ 16,0	± 0,0	(− 2330)	—	1,0	− 88,125	− 88,125	− 210,000
8	+ 20,0	+ 19,0	− 3,0	+ 380	− 60	3,0	+ 57,500	+ 172,500	− 37,500
d	—	+ 20,0	− 4,0	—	—	1,0	+ 37,500	+ 37,500	0,000
9	+ 20,0	+ 20,5	− 4,5	+ 410	− 90	0,5	+ 37,500	+ 18,750	+ 18,750
10	+ 20,0	+ 23,5	− 7,5	+ 470	− 150	3,0	+ 17,500	+ 52,500	+ 71,250
11	+ 20,0	+ 25,0	− 9,0	+ 500	− 180	1,5	− 2,500	− 3,750	+ 67,500
c	− 22,5	+ 28,0	− 12,0	− 630	+ 270	3,0	− 22,500	− 67,500	+ 0,000
	$\Sigma = 0$			$\Sigma = 0$	$\Sigma = 0$				

In der Regel rechnet man mit abgerundeten Werten für Stütz- und Querkräfte und gleicht die Momente nachträglich aus.

b) Mittelbare Belastung (Abb. 47b).
Stützkräfte wie bei unmittelbarer Belastung:

r	m	P_m	c_m	Q_m	$Q_m c_m$	M_r [mt]	$M_r - M_{r-1}$	u_r	Q_r [t]
	a	− 41,875	—	—	—	0,00			
I		+ 18,000	4,0	+ 41,875	+ 167,50	+ 167,50	+ 167,50	4,0	+ 41,875
	2	+ 18,000	1,5	+ 23,875	+ 35,81	+ 203,31			
	3	+ 18,000	1,5	+ 5,875	+ 8,81	+ 212,12			
II		—	1,0	− 12,125	− 12,12	+ 200,00	+ 32,50	4,0	+ 8,13
	4	+ 18,000	0,5	− 12,125	− 6,06	+ 193,94			
	5	+ 18,000	1,5	− 30,125	− 45,19	+ 148,75			
III		—	2,0	− 48,125	− 96,25	+ 52,50	− 147,50	4,0	− 36,87
	6	+ 20,000	1,5	− 48,125	− 72,19	− 19,69			
	7	+ 20,000	1,5	− 68,125	− 102,19	− 121,88			
IV	b	− 145,625	1,0	− 88,125	− 88,12	− 210,00	− 262,50	4,0	− 65,62
	8	+ 20,000	3,0	+ 57,500	+ 172,50	− 37,50			
V	d	—	1,0	+ 37,500	+ 37,50	0,00	+ 210,00	4,0	+ 52,50
	9	+ 20,000	0,5	+ 37,500	+ 18,75	+ 18,75			
	10	+ 20,000	3,0	+ 17,500	+ 52,50	+ 71,25			
VI		—	0,5	− 2,500	− 1,25	+ 70,00	+ 70,00	4,0	+ 17,50
	11	+ 20,000	1,0	− 2,500	− 2,50	+ 67,50			
VII	c	− 22,500	3,0	− 22,500	− 67,50	0,00	− 70,00	4,0	− 17,50

In der Regel wird für die Rechnung eine Differenzenbeziehung an Stelle der Differentialbeziehung (90) verwendet, der Bereich der Belastungsfunktion dabei in eine Anzahl gleich großer Intervalle unterteilt und diese selbst in jeder Stufe durch eine Gerade (1) oder einen Parabelabschnitt (2) ersetzt. Die stetige Belastung $p(x)$ wird in eine äquivalente Gruppe von Einzellasten P_m zerlegt, deren Moment in den Teilpunkten m, $(m+1)$ mit denjenigen von $p(x)$ übereinstimmt (Abb. 48). Die Querkräfte Q_m und die Biegungsmomente M_m werden dann nach den Angaben unter (86), (87) berechnet. Die Schaulinie des Biegungsmomentes M verläuft durch die Endpunkte der Ordinaten M_m. Sie ist daher bei geeigneter Teilung genügend genau bestimmt.

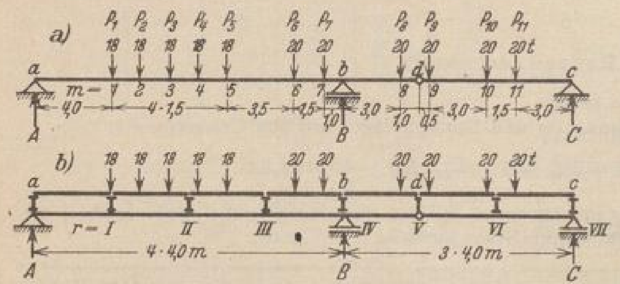

Abb. 47.

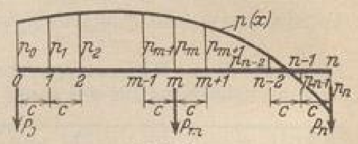

Abb. 48.

1. Die Funktion $p(x)$ wird durch einen Geradenzug ersetzt:

$$P_0 = \frac{c}{6}(2p_0 + p_1), \ldots, P_m = \frac{c}{6}(p_{m-1} + 4p_m + p_{m+1}), \ldots, P_n = \frac{c}{6}(p_{n-1} + 2p_n). \quad (91)$$

2. Die Funktion $p(x)$ wird durch Parabelabschnitte ersetzt:

$$P_0 = \frac{c}{2}\,\frac{7p_0 + 6p_1 - p_2}{12}, \ldots, P_m = c\,\frac{p_{m-1} + 10p_m + p_{m+1}}{12}, \ldots, P_n = \frac{c}{2}\,\frac{7p_n + 6p_{n-1} - p_{n-2}}{12}. \quad (92)$$

Graphische Methoden zur Ermittlung der Stütz- und Schnittkräfte. Um die Stützkräfte einer statisch bestimmten Stab- oder Scheibenverbindung zeichnerisch anzugeben, werden diese zunächst für die resultierende Kraft aus der Belastung jeder einzelnen Scheibe bestimmt und dann durch Superposition zusammengefaßt. Dieses Ergebnis wird unmittelbar erhalten, wenn die Resultierende der Lasten