Die Statik im Stahlbetonbau

Beyer, Kurt

Berlin [u.a.], 1956

Die Grenze der Querkraft

Der Ansatz besitzt in dieser Form nur grundsätzliche Bedeutung. Die Schnittkräfte werden besser nach den Angaben auf S. 42 berechnet. Hierbei ergeben sich zunächst die Querkräfte Q_m und bei geneigter oder gekrümmter Stabachse deren Komponenten V_m und H_m. Damit können die Biegungsmomente M_m nach (86) oder (88) gebildet und unter Umständen durch die Momente M_r für die Anschlußquerschnitte der Zwischenkonstruktion nach (89) ergänzt werden. Sind die Streckenlasten $g(x)$, $p(x)$, $w(y)$ nicht einfach zu integrierende Funktionen, so wird die stetige Belastung nach S. 44 durch eine annähernd äquivalente Gruppe von Einzellasten ersetzt. Querkraft und Moment sind bei gerader Stabachse in den Abschnitten zwischen den Einzellasten nach (86) gerade Linien oder Parabelabschnitte. Der Größtwert des Momentes entsteht nach S. 42 in demjenigen Querschnitt, in welchem die Querkraft Null ist oder ihr Vorzeichen wechselt. Die Tabellen 6 und 7 geben die Schnittkräfte für zahlreiche Belastungsannahmen an.

Die Stütz- und Schnittkräfte können auch zeichnerisch mit Kraft- und Seileck bestimmt werden. Bei der Einfachheit der Aufgabe liegt jedoch kein Grund vor, die Rechnung durch die Zeichnung zu ersetzen.

Einflußlinien. Die Grenzwerte der Stütz- und Schnittkräfte setzen sich aus den Anteilen zusammen, die aus der ruhenden Belastung, also im wesentlichen durch Eigengewicht, und aus der ungünstigsten Stellung der beweglichen Belastung erhalten werden. Diese ist in der Regel durch Einflußlinien bestimmt, die nach Abschn. 13 als Funktion der Einflußgröße oder kinematisch als Verschiebungsplan des Lastgurtes entwickelt werden.

Einflußlinien der Stützenwiderstände und Schnittkräfte des einfachen Balkenträgers.

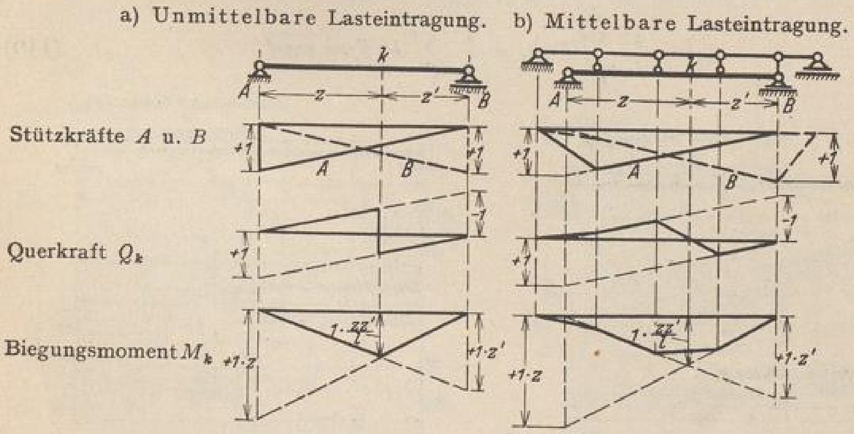

Abb. 63.

Die Grenzwerte der Querkraft. a) Gleichgroße, unmittelbare Streckenbelastung p. Durch Belastung des positiven oder negativen Bereichs der Einflußlinie wird (Abb. 64)

$$\left.\begin{aligned} \max Q_{mp} &= +p\,\frac{x_m'^2}{2l} = +\frac{pl}{2}\,\xi'^2, \\ \min Q_{mp} &= -p\,\frac{x_m^2}{2l} = -\frac{pl}{2}\,\xi^2. \end{aligned}\right\} \tag{107}$$

b) Gleichgroße mittelbare Streckenbelastung p (Abb. 65, 66).

$$\max Q_{mp} = +p\,\frac{x_m' c_m'}{2l}; \qquad \min Q_{mp} = -p\,\frac{(x_m - c_m)\,c_m}{2l}. \tag{108}$$

Der Grenzwert der Querkraft ist nach der Einflußlinie für alle Schnitte zwischen zwei Querträgern konstant. Lastscheide und Grenzwerte werden graphisch bestimmt.

$$\overline{m\,m'} = \frac{p\,l}{2}\,\frac{x'_m}{l}, \qquad \overline{E_m E'_m} = \overline{m\,m'}\,\frac{e'_m}{l} = \max Q_{m\,p} \qquad \text{(Abb. 65)}.$$

Bei gleichem Abstand der Querträger nach Abb. 66 wird

$$e'_m = \frac{x'_m\,l}{l-c}, \ \max Q_{m\,p} = +\,p\,\frac{x'^2_m}{2(l-c)} = \overline{m\,m'}, \ \min Q_{m\,p} = -\,p\,\frac{(x_m-c)^2}{2(l-c)} = \overline{m\,m''}. \tag{109}$$

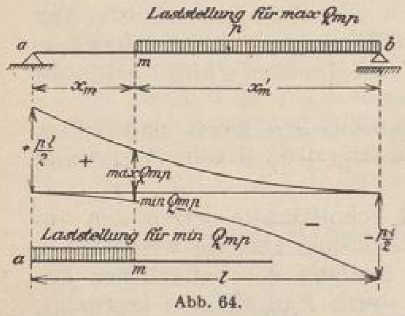

Abb. 64.

Die jedem Felde zugeordneten Grenzwerte der Querkraft sind Ordinaten einer Parabel mit dem ausgezeichneten Werte $p\,\frac{l-c}{2}$ für $x'_m = (l-c)$ (Abb. 66).

c) Unmittelbare Belastung durch einen Zug von Einzellasten.

Die größte Querkraft Q_m wird nach der Einflußlinie bei Grundstellung des Lastenzuges zum Querschnitt m für Linksfahrt erhalten (erste Last über dem Querschnitt m, Abb. 67b). Der negative Grenzwert ergibt sich ebenso bei Rechtsfahrt:

$$\max Q_m = A_m; \qquad \min Q_m = -\,B_m.$$

Die Grenzwerte von $\max Q_m$ sind Ordinaten einer Schaulinie, in welcher der Stützdruck A_m für eine beliebige Stellung des Lastenzuges über dem Angriffspunkt der ersten Last P_1 aufgetragen wird (A_m-Polygon). Der Betrag

$$A_m = \frac{1}{l}\sum_1^m P_i\,b_i = \frac{1}{l}\sum_1^m P_i\,b'_i = \overline{m\,m'} \tag{110}$$

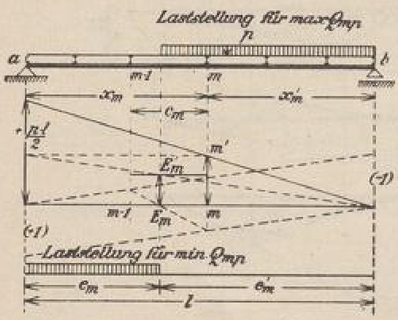

Abb. 65. Entfernung der Querträger beliebig.

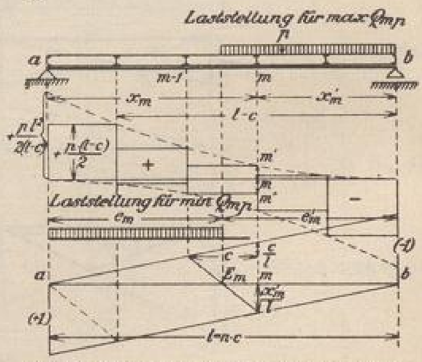

Abb. 66. Entfernung der Querträger konstant.

wird graphisch als Ordinate eines Seilecks zu dem in umgekehrter Fahrtrichtung stehenden Lastenzug (P_1 in b) bestimmt (Abb. 67c). Polweite H des Kraftecks ist dann eine Strecke gleich der Stützweite l des Trägers im Maßstab des Lageplans. Ist das statische Moment der Lasten $P_1, \ldots, P_k$ in bezug auf die Last k $\sum_{i=1}^{i=k} P_i\,b_{i\,k} = \mathfrak{S}_k$ durch Tabellen bekannt, so werden die Ordinaten

$$\overline{k\,k'} = A_k = \mathfrak{S}_k/l. \tag{111}$$

d) Mittelbare Belastung durch einen Zug von Einzellasten (Abb. 68).

Die größte Querkraft Q_m entsteht nach der Einflußlinie (Abb. 65) entweder bei Grundstellung des Lastenzuges zum Querträger m oder nach Überschreitung der

Grundstellung bis zur zweiten, dritten oder $r$ten Last über Querträger m. In der ungünstigsten Stellung ist nach (102)

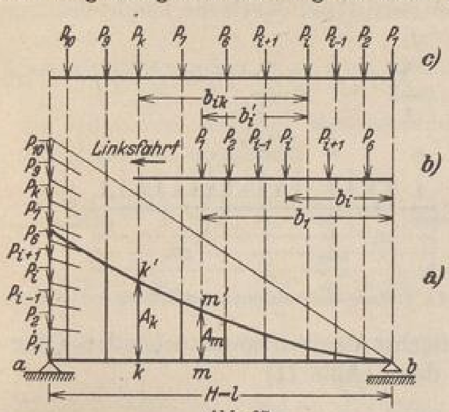

Abb. 67.

$$\left.\begin{aligned}&\mathfrak{P}_{r-1} < \frac{c_m}{l}\,\mathfrak{P}_n < \mathfrak{P}_r;\\ &\mathfrak{P}_n = \sum_1^n P_i, \qquad \mathfrak{P}_r = \sum_1^r P_i,\end{aligned}\right\} \tag{112}$$

$$\max Q_m = \frac{1}{l}\sum_1^n P_i b_i - \frac{1}{c_m}\sum_1^r P_i b_{ir}. \tag{113}$$

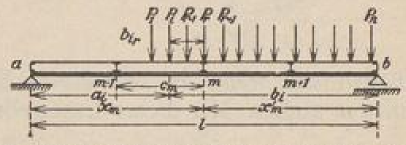

Abb. 68. Stellung des Lastenzuges zur Bildung von $\max Q_m$.

Der bis zur Last P_2 vorgezogene Lastenzug liefert also die größte Querkraft im Felde, wenn

$$\left.\begin{aligned}&\frac{l}{c_m}P_1 < \mathfrak{P}_n \quad\text{und}\quad \frac{l}{c_m}(P_1 + P_2) > \mathfrak{P}_n,\\ &\max Q_m = \frac{1}{l}\sum_1^n P_i b_i - \frac{1}{c_m}P_1 b_{12}.\end{aligned}\right\} \tag{114}$$

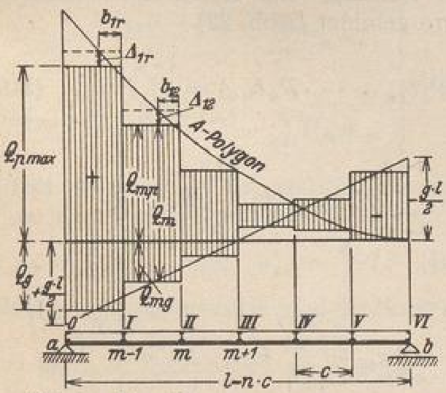

Abb. 69a. Schaulinie für $\max Q_m$ aus Eigengewicht und einem Lastenzug als Verkehrslast.

$\max Q_m = Q_{mg} + A_p - \Delta_{1r}, \quad \Delta_{1r} = \sum_1^r \frac{P_i b_{ir}}{c_m}.$

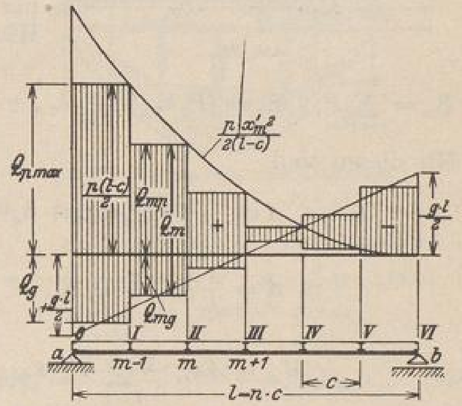

Abb. 69b. Schaulinie für $\max Q_m$ aus Eigengewicht und gleichförmig verteilter Nutzlast.

$\max Q_m = Q_{mg} + \frac{p\,x_m'^2}{2(l-c)}.$

Die Grenzwerte der Biegungsmomente. Die Einflußlinie (Abb. 63) hat nur einen positiven Bereich, das Moment also nur einen positiven Grenzwert.

a) Gleichgroße Streckenbelastung p (Abb. 70).

Bei unmittelbarer Lasteintragung ist

$$\max M_{mp} = p\,\frac{x x'}{2} = \frac{p l^2}{2}\left(\frac{x}{l} - \frac{x^2}{l^2}\right) = \frac{p l^2}{2}\,\omega_R. \tag{115}$$

Bei mittelbarer Lasteintragung sind die Grenzwerte der Momente an den Anschlußquerschnitten durch die gleiche Funktion bestimmt. Dazwischen ist die Schaulinie für $\max M_{mp}$ geradlinig.