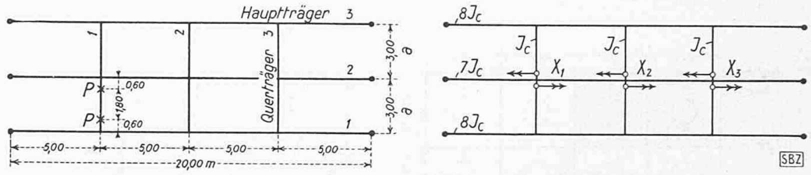
Band 118
Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet
Nr. 2

Die Berechnung von ebenen Trägerrosten

Von Dr. sc. techn. G. KRUCK, Public Works Department, Bangkok, Siam

(Schluss von Seite 6)



System und Belastung Abb. 17 Grundsystem

5. Rechnungsbeispiele

a) Balkenbrücke mit drei Haupt- und drei Querträgern (Abbildung 17)

Der Einfachheit halber setzen wir konstante Trägheitsmomente voraus. Wählen wir das Trägheitsmoment der Querträger als J_c, so wird $\bar{a} = a$ und die allgemeine Bestimmungsgleichung lautet:

$$i = 1, 2, 3: \ X_i \frac{2\,(a)^3}{3} + \sum_{k=1}^{3} X_k \left(\bar{\delta}^1_{ik} + 4\,\bar{\delta}^2_{ik} + \bar{\delta}^3_{ik}\right) = \bar{L}_i = \bar{X}_i \times \frac{2\,(a)^3}{3} - a\left(\bar{\delta}^1_{i0} - 2\,\bar{\delta}^2_{i0} + \bar{\delta}^3_{i0}\right)$$

Wir schreiben sie aus:

	X_1	X_2	X_3	
1	$\frac{2\,(a)^3}{3} + (\bar{\delta}^1_{11} + 4\,\bar{\delta}^2_{11} + \bar{\delta}^3_{11})$	$+ (\bar{\delta}^1_{12} + 4\,\bar{\delta}^2_{12} + \bar{\delta}^3_{12})$	$+ (\bar{\delta}^1_{13} + 4\,\bar{\delta}^2_{13} + \bar{\delta}^3_{13})$	$= \bar{L}_1$
2	$+ (\bar{\delta}^1_{21} + 4\,\bar{\delta}^2_{21} + \bar{\delta}^3_{21})$	$+ \frac{2\,(a)^3}{3} + (\bar{\delta}^1_{22} + 4\,\bar{\delta}^2_{22} + \bar{\delta}^3_{22})$	$+ (\bar{\delta}^1_{23} + 4\,\bar{\delta}^2_{23} + \bar{\delta}^3_{23})$	$= \bar{L}_2$
3	$+ (\bar{\delta}^1_{31} + 4\,\bar{\delta}^2_{31} + \bar{\delta}^3_{31})$	$+ (\bar{\delta}^1_{32} + 4\,\bar{\delta}^2_{32} + \bar{\delta}^3_{32})$	$+ \frac{2\,(a)^3}{3} + (\bar{\delta}^1_{33} + 4\,\bar{\delta}^2_{33} + \bar{\delta}^3_{33})$	$= \bar{L}_3$

Die Koeffizienten ermitteln sich zu:

$\bar{\delta}^1_{11} = \bar{\delta}^3_{11} = 11{,}72 \text{ m}^3$ $\quad \bar{\delta}^2_{11} = 13{,}39 \text{ m}^3$ $\quad \frac{2\,(a)^3}{3} = 18{,}00 \text{ m}^3$

$\bar{\delta}^1_{12} = \bar{\delta}^3_{12} = 14{,}32$ $\quad \bar{\delta}^2_{12} = 16{,}37$

$\bar{\delta}^1_{13} = \bar{\delta}^3_{13} = 9{,}11$ $\quad \bar{\delta}^2_{13} = 10{,}42$

$\bar{\delta}^1_{22} = \bar{\delta}^3_{22} = 20{,}83$ $\quad \bar{\delta}^2_{22} = 23{,}81$ $\quad$ (alles in t, m)

Für unsere Abmessungen lauten somit die Bestimmungsgleichungen:

	X_1	X_2	X_3	
1	+ 95,00	+ 94,12	+ 59,90	$= \bar{L}_1$
2	+ 94,12	+ 154,90	+ 94,12	$= \bar{L}_2$
3	+ 59,90	+ 94,12	+ 95,00	$= \bar{L}_3$

Wir trennen sie durch Addition und Subtraktion:

	$X_1 + X_3$	X_2	
1 + 3	+ 154,90	+ 188,24	$= \bar{L}_1 + \bar{L}_3$
2	+ 94,12	+ 154,90	$= \bar{L}_2$

	$X_1 - X_2$	
1 — 3	+ 35,10	$= \bar{L}_1 - \bar{L}_3$

Daraus erhalten wir die allgemeine Lösung:

mt	$\bar{L}_1$	$\bar{L}_2$	$\bar{L}_3$
$X_1 =$	+ 0,0266	— 0,0150	— 0,0019
$X_2 =$	— 0,0150	+ 0,0247	— 0,0150
$X_3 =$	— 0,0019	— 0,0150	+ 0,0266

Wir belasten den Querträger 1 mit zwei Lasten P (siehe Abbildung 17).

Gemäss (9a) errechnet sich: $X_1 = -\,0{,}360\,P$

$$\text{und: } X_1 \times \frac{2\,(a)^3}{3} = -\,6{,}480\,P$$

Im Grundsystem werden die Träger 1 und 2 mit P belastet, Träger 3 bleibt unbelastet. Wir erhalten:

Hauptträger 1:

$\bar{\delta}^1{}_{i0} = \bar{\delta}^1{}_{i1} \times P$: $\bar{\delta}^1{}_{1,0} = 11{,}72\,P$, $\bar{\delta}^1{}_{2,0} = 14{,}32\,P$, $\bar{\delta}^1{}_{3,0} = 9{,}11\,P$

Hauptträger 2:

$\bar{\delta}^2{}_{i0} = \bar{\delta}^2{}_{i1} \times P$: $\bar{\delta}^2{}_{1,0} = 13{,}39\,P$, $\bar{\delta}^2{}_{2,0} = 16{,}37\,P$, $\bar{\delta}^2{}_{3,0} = 10{,}42\,P$

Hauptträger 3:

$\bar{\delta}^3{}_{i0} = 0$

Daraus berechnen wir die Lastglieder:

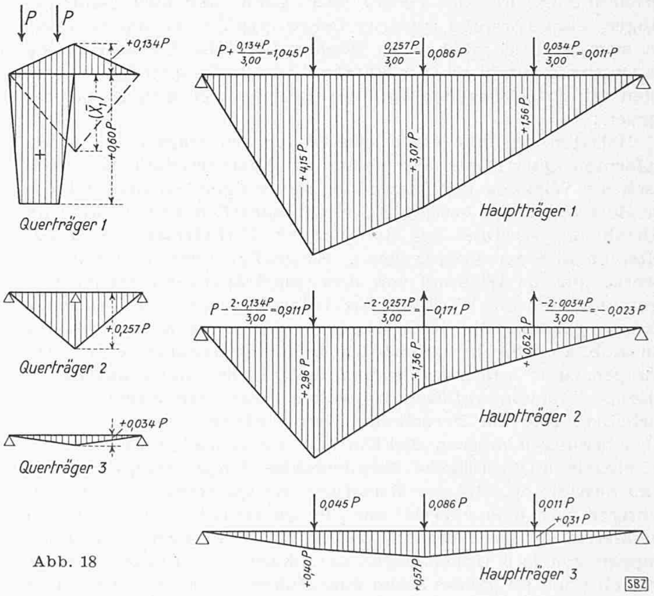


Abb. 18

$\bar{L}_1 = -\,6{,}480\,P - 3{,}00\,(11{,}72\,P - 2 \times 13{,}39\,P) = +\,38{,}70\,P$

$\bar{L}_2 = \quad -\,3{,}00\,(14{,}32\,P - 2 \times 16{,}37\,P) = +\,55{,}26\,P$

$\bar{L}_3 = \quad -\,3{,}00\,(\ 9{,}11\,P - 2 \times 10{,}42\,P) = +\,35{,}19\,P$

und erhalten: $X_1 = +\,0{,}134\,P$, $X_2 = +\,0{,}257\,P$, $X_3 = +\,0{,}034\,P$

Die Momentenflächen für die Quer- und Hauptträger sind in Abb. 18 dargestellt.

b) Kurze Angaben über die Berechnung von Systemen mit vielen Unbekannten

Das Vorgehen bei Systemen mit vielen Unbekannten verdient besondere Erläuterung. Wählen wir dazu als erstes Beispiel das System in Abb. 19 (Seite 14).

Es besitzt $4 \times 5 = 20$ Unbekannte. Weitaus die meisten Brücken sind symmetrisch in Bezug auf eine Längs- und Quer-Axe. Durch Addition und Subtraktion der Gleichungen können wir dann das System der 20 Bestimmungsgleichungen trennen in zwei Gruppen zu 6 und zwei Gruppen zu 4 Unbekannten. Solche Gruppen lassen sich mit Hilfe des Gauss'schen Allgorithmus mit noch erträglicher Rechenarbeit allgemein auflösen. Mehr als fünf Querträger innerhalb einer Oeffnung anzuordnen, bietet wenig Vorteile für die Lastverteilung auf die Hauptträ-