

$$K = \pm \left( \frac{H}{b h} + \frac{6 M_{max}}{b h^2} \right) \dots \dots \dots 264.$$

In dieser Gleichung sind  $b$  und  $h$  unbekannt. Man nimmt zunächst für  $b$  einen Werth probeweise an und bestimmt  $h$  aus Gleichung 264; ergibt sich für  $h$  eine unzuweckmäßige Gröfse, so nehme man für  $b$  einen anderen Werth an und bestimme wiederum  $h$  nach Gleichung 264. Es werden sich meistens bei der zweiten Rechnung entsprechende Werthe für  $b$  und  $h$  ergeben.

### 7) Trapezträger.

a) Einzellaften. Für die Belastungen in Fig. 231a sind die Auflagerdrücke beim Hängebock

197.  
Einzellaften.

$$D_0 = \frac{P_2 a + P_1 (a + b)}{l} \quad \text{und} \quad D_1 = \frac{P_1 a + P_2 (a + b)}{l}.$$

Die Stabspannungen ergeben sich dann durch Aufstellung der Gleichgewichtsbedingungen für die einzelnen Knotenpunkte, wie folgt:

$$0 = D_0 + O_1 \sin \alpha, \quad \text{woraus} \quad O_1 = - \frac{P_2 a + P_1 (a + b)}{l \sin \alpha} \dots \dots \dots 265.$$

$$0 = O_1 \cos \alpha + U_1, \quad \text{woraus} \quad U_1 = \frac{P_2 a + P_1 (a + b)}{l \operatorname{tg} \alpha} = [P_2 a + P_1 (a + b)] \frac{a}{l h} \quad 266.$$

$$0 = U_1 - U_2, \quad \text{woraus} \quad U_2 = U_1 = [P_2 a + P_1 (a + b)] \frac{a}{l h} \dots \dots \dots 267.$$

$$0 = D_1 + O_3 \sin \alpha, \quad \text{woraus} \quad O_3 = - \frac{P_1 a + P_2 (a + b)}{l \sin \alpha} \dots \dots \dots 268.$$

$$0 = U_3 + O_3 \cos \alpha, \quad \text{woraus} \quad U_3 = \frac{P_1 a + P_2 (a + b)}{l \operatorname{tg} \alpha} = [P_1 a + P_2 (a + b)] \frac{a}{l h} \quad 269.$$

$$0 = O_2 - O_3 \cos \alpha, \quad \text{woraus} \quad O_2 = - \frac{P_1 a + P_2 (a + b)}{l \operatorname{tg} \alpha} = - [P_1 a + P_2 (a + b)] \frac{a}{l h} \quad 270.$$

$$0 = V_1 \quad (\text{falls die Last } P_1 \text{ in } C \text{ wirkt, so ist } V_1' = P_1) \dots \dots \dots 271.$$

$$0 = P_2 + V_2 + O_3 \sin \alpha, \quad \text{woraus} \quad V_2 = (P_1 - P_2) \frac{a}{l} \dots \dots \dots 272.$$

Falls die Last  $P_2$  in  $E$  wirkt, so wird

$$0 = V_2' + O_3 \sin \alpha, \quad \text{woraus} \quad V_2' = \frac{P_1 a + P_2 (a + b)}{l} \dots \dots \dots 273.$$

$$0 = U_2 + Y \cos \beta - U_3, \quad \text{woraus} \quad Y = - \frac{U_2 - U_3}{\cos \beta} = - \frac{a b}{l h \cos \beta} (P_1 - P_2),$$

$$Y = + (P_2 - P_1) \frac{a}{l \sin \beta} \dots \dots \dots 274.$$

Falls die Lasten in der unteren Gurtung, in  $C$  und  $E$ , angreifen, so wird

$$Y' \sin \beta + V_2' - P_2 = 0, \quad \text{woraus} \quad Y' = \frac{P_2 - V_2'}{\sin \beta} = \frac{P_2}{\sin \beta} - \frac{P_1 a + P_2 (a + b)}{l \sin \beta},$$

$$Y' = (P_2 - P_1) \frac{a}{l \sin \beta}, \dots \dots \dots 275.$$

d. h. eben so groß, wie in Gleichung 274.

Wenn, wie meistens,  $P_1 = P_2 = P$  ist, wird

$$\left. \begin{aligned} O_1 = - \frac{P}{\sin \alpha}; \quad U_1 = \frac{P a}{h} = U_2; \quad O_2 = - \frac{P a}{h}; \quad O_3 = - \frac{P}{\sin \alpha}; \\ U_3 = \frac{P a}{h}; \quad V_1 = 0; \quad V_2 = 0; \quad Y = 0 \end{aligned} \right\} \quad 276.$$

Die Construction ergibt den neben stehenden, ohne Erklärung verständlichen Kräfteplan (Fig. 231 b).

Was den armirten Balken (Fig. 228 b) anbelangt, so sind bei diesem die Spannungen sowohl in der oberen, wie in der unteren Gurtung den soeben für die gerade, bzw. gebrochene Gurtung des doppelten Hängebockes gefundenen Spannungen der absoluten Gröfse nach gleich, dem Sinne nach entgegengesetzt. Die Werthe derselben können demnach aus den Gleichungen 265 bis 270 durch Umkehrung der Vorzeichen genommen werden. Die Spannungen in der Diagonalen und in den Verticalen ergeben sich leicht durch Betrachtung des Gleichgewichtes der einzelnen Knotenpunkte, wie beim doppelten Hängebock gezeigt ist.

198.  
Gleichförmig  
vertheilte  
Belastung.

β) Gleichförmig über den ganzen Träger vertheilte Belastung (Fig. 232). Jede Belastung erzeugt in den Stäben der unteren Gurtung Zug, in denjenigen der oberen Gurtung Druck, wie sich aus den Gleichungen 265 bis 270 ergibt. Maximalzug, bzw. -Druck findet also in den Gurtungen bei Belastung des ganzen Trägers statt.

Die untere Gurtung wirkt, wenn keine Gelenke in den Knotenpunkten derselben angenommen werden, wie ein continuirlicher Balken auf 4 Stützen. Die Endstützen sind A und B; die Mittelfützen werden durch die Verticalen FC und GE gebildet. Wird  $a = b$  gesetzt, so ergibt sich bei Belastung des ganzen Trägers mit der Last  $p$  für die Längeneinheit als Auflagerdruck der Mittelfützen nach der Zusammenstellung in Art. 164

(S. 146)  $d_1 = d_2 = 1,1 \frac{p l}{3} = 0,37 p l$ . Eben so groß ist die Last, welche in den Knotenpunkten C und E des Systemes nach unten wirkt. Werden diese Werthe für  $P_1$  und  $P_2$  in die obigen Gleichungen eingeführt, so ergibt sich

$$\left. \begin{aligned} O_1 &= -\frac{0,37 p l}{\sin \alpha}; & U_1 &= 0,37 p l \frac{a}{h}; & O_2 &= -0,37 p l \frac{a}{h}; & O_3 &= -\frac{0,37 p l}{\sin \alpha}; \\ U_2 &= 0,37 p l \frac{a}{h}; & U_3 &= 0,37 p l \frac{a}{h}; & V_1 &= 0,37 p l; & V_2 &= 0,37 p l; & Y &= 0 \end{aligned} \right\} \cdot 277.$$

Die hier gefundenen Spannungen O und U sind die größten Stabspannungen, welche durch gleichförmig vertheilte Nutzlast entstehen. Wird statt  $p$  das Eigen-

Fig. 231.

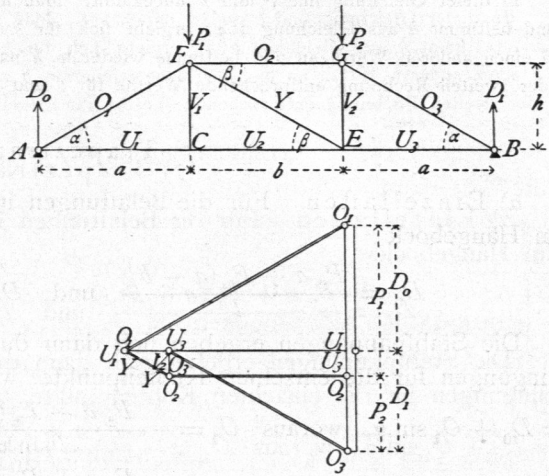
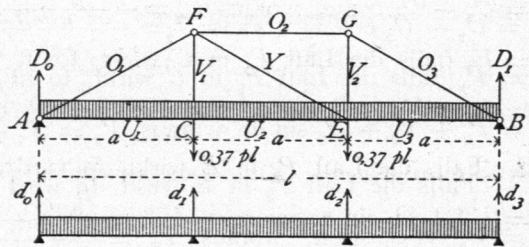


Fig. 232.



gewicht  $g$  für die Längeneinheit eingeführt, so ergeben sich die durch das Eigengewicht entstehenden Stabspannungen.

γ) Ungünstigste Beanspruchung der Diagonale und der Verticalen. Den allgemeinen Ausdruck für die Diagonalspannung giebt die Gleichung 274.  $Y$  wird seinen größten positiven Werth (Zug) haben, wenn  $P_2$  möglichst groß,  $P_1$  möglichst klein ist;  $Y$  wird seinen größten negativen Werth (Druck) erreichen, wenn  $P_2$  möglichst klein,  $P_1$  möglichst groß ist. Wird als Nutzlast eine gleichmäßig vertheilte Last eingeführt, so kann man, wenn  $a = b$  ist, mit für die Zwecke des Hochbaues hinreichender Sicherheit annehmen, daß die Diagonale den größten Zug erleidet, wenn der Punkt  $E$  am Fußpunkte derselben mit  $p a + 0,37 g l$  belastet ist, der Punkt  $C$  (in der Verticalen des Kopfes der Diagonalen) nur das Eigengewicht  $0,37 g l$  trägt. Bei der umgekehrten Belastung dagegen erleidet die Diagonale ihren größten Druck. Demnach wird

$$V_{\max} = \pm \frac{p a^2}{l \sin \beta} \dots \dots \dots 278.$$

Ferner ist hier, wo die Lasten unten wirken,  $V_1 = P_1$ , d. h.

$$V_{1\max} = 0,37 (g + p) l \quad \text{und} \quad V_{1\min} = 0,37 g l \dots \dots \dots 279.$$

Auch  $V_2$  erleidet den größten Zug bei voller Belastung; da bei dieser Belastung  $Y = 0$  ist, so wird auch

$$V_{2\max} = 0,37 (g + p) l \quad \text{und} \quad V_{2\min} = 0,37 g l \dots \dots \dots 280.$$

δ) Die Querschnittsbestimmung ist in genau gleicher Weise vorzunehmen, wie dies in Art. 195, (S. 180) beim Dreiecksträger gezeigt ist. Die Maximalmomente in der geraden Gurtung finden bei  $C$  und  $E$  statt und sind genau genug für  $a = b$  nach der Zusammenstellung in Art. 164 (S. 146)

$M = p \left(\frac{l}{3}\right)^2 \frac{1}{10} = \frac{p l^2}{90}$ . Die Abmessungen  $b$  und  $h$  des rechteckigen Querschnittes (für Holz) sind demnach aus der Gleichung zu bestimmen:

$$N_{\max} = K = \pm \left( \frac{U}{b h} + \frac{6 M_{\max}}{b h^2} \right).$$

Die Dreieck- und Trapezträger mit einer größeren Anzahl von Lastpunkten werden durch Einfügen von Dreiecken in die oben (Fig. 227 u. 228) dargestellten Trägerformen hergestellt. Die Berechnung entspricht der vorstehenden, kann aber auch bequem nach der Momentenmethode vorgenommen werden.

#### Literatur.

Bücher über »Statik der Stützen und Träger«.

- KLOSE, H. A. Theorie der eisernen Träger mit Doppelflanschen. Hannover 1862.  
 ASSMANN, G. Hilfstafeln zur Berechnung eiserner Träger und Stützen. Berlin 1865.  
 FRANCIS, J. B. *On the strength of cast-iron pillars.* New-York 1866.  
 KLERITJ, Lj. J. Abhandlung über genauere Berechnung und Construction einiger Träger von gleichem Widerstande. Freiberg 1869.  
 LIPPICH, F. Theorie des continuirlichen Trägers constanten Querschnittes. Elementare Darstellung der von CLAPEYRON und MOHR begründeten analytischen und graphischen Methoden und ihres Zusammenhanges. Wien 1871.  
 RITTER, W. Die elastische Linie und ihre Anwendung auf den continuirlichen Balken etc. Zürich 1871. — 2. Aufl. 1883.  
 KECK, W. Ueber die Ermittlung der Spannungen in Fachwerkträgern, mit Hilfe der graphischen Statik. Hannover 1872.

199.  
Ungünstigste  
Beanspruchung  
der  
Gitterstäbe.

200.  
Querschnitts-  
bestimmung.



- WEYRAUCH, J. Allgemeine Theorie und Berechnung der continuirlichen und einfachen Träger. Leipzig 1873.
- TETMAJER, L. Die äußern und innern Kräfte an statisch bestimmten Brücken- und Dachstuhl-Constructionen. Zürich 1875.
- PINZGER, L. Neue Methode zur Berechnung von Trägern mit unfymmetrischen Querschnittsformen. München 1879.
- CLERC, A. *Mémoire sur une nouvelle théorie de la résistance des poutres*. Paris 1880.
- ZIMMERMANN, H. Trägheitsmomente, Widerstandsmomente und Gewichte genieteter Blechträger. Berlin 1881.
- CANOVETTI. *Théories des poutres continues etc.* Paris 1882.
- HULEWICZ. *Calcul de résistance des poutres droites à plusieurs travées*. Paris 1882.
- MÜLLER-BRESLAU, H. F. B. Die wichtigsten Resultate für die Berechnung eiserner Träger und Stützen etc. Berlin 1883.
- STONE, B. B. *The theory of stresses in girders and similar structures*. London 1886.
- WEYRAUCH, J. J. Theorie der statisch bestimmten Träger für Brücken und Dächer. Leipzig 1887.
- WEYRAUCH, J. J. Beispiele und Aufgaben zur Berechnung der statisch bestimmten Träger für Brücken und Dächer. Leipzig 1888.