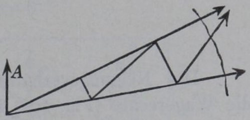
Daher hat man den Satz:

Die Spannkräfte der Wandglieder eines einfachen Fachwerkträgers auf zwei Stützen sind, wenn der massgebende Drehpunkt **ausserhalb** der Spannweite liegt, auf einseitige Belastung (das eine Mal rechts, das andere Mal links vom Schnitte) zu berechnen; wenn aber der Drehpunkt zwischen die Auflager-Lothrechten fällt, so muss die Berechnung (wie bei den Gurten) für volle Belastung erfolgen.

Fällt der Drehpunkt in die linksseitige Auflager-Lothrechte, so ist dies ein Grenzfall, der nach Belieben zu der einen oder anderen Gruppe von Fällen gerechnet werden kann. Man würde hiernach die betreffende Strebe auf einseitige oder auch auf volle Belastung berechnen dürfen. Beide Berechnungen führen nämlich zu dem gleichen Ergebnisse. Irgend eine Last P_1 rechts vom Schnitt wirkt auf den linksseitigen Abschnitt nur mittelbar durch seinen Beitrag zu dem Auflagerdruck A ein (s. S. 82). Da aber der Auflagerdruck A in Bezug auf den in seiner Richtungslinie liegenden Drehpunkt das Moment Null hat, so haben rechtsseitige Lasten auf die betreffende Strebe D überhaupt keinen Einfluss (Fig. 99); eine einseitige Belastung links vom Schnitte hat deshalb dieselbe Wirkung, wie eine volle Belastung; und da die Rechnung mit voller Belastung bequemer ist, so kann man diese, die für die Gurtkräfte massgebend war, auch für Ständer und Streben verwenden. Die für volle Belastung durchgeführte Berechnung des in Fig. 87, S. 74 und Fig. 95, S. 80 dargestellten Dachträgers war daher richtig. Für die Streben des Mittelfaches aber musste volle Belastung vorgenommen werden, weil für diese der Drehpunkt zwischen den Auflager-Lothrechten liegt. Über schiefe Belastungen durch Winddruck s. Keck, Graphische Statik, S. 70.

Fig. 99.



d) Parabolischer Fachwerkträger.

Beispiel: Parabolischer Fachwerkträger von $l = 24^{\mathrm{m}}$ Spannweite und $h_m = 3^{\mathrm{m}}$ Höhe in der Mitte. Der Obergurt sei gerade, der Untergurt einer Parabel eingeschrieben. Die Spannweite sei durch Ständer in sechs gleiche Fache von der Länge $\lambda = 4^{\,m}$ getheilt (Fig. 100). Für die Ständerhöhen h gilt dann die Parabelgleichung (s. Theil 1, S. 183)

$$h = \frac{4\,h_m}{l^2}\,x\,(l - x)\,,$$

wenn x der Abstand eines Ständers von einem Auflager.

Für $x = 4 \quad 8 \quad 12$

wird $h = 1^2/_3 \quad 2^2/_3 \quad 3\,.$

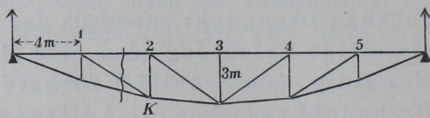


Fig. 100.

Für jeden der fünf Lastpunkte des Obergurts sei die ständige Last $G = 2000^{\,kg} = 2^{\,t}$, die bewegliche $P = 10\,000^{\,kg} = 10^{\,t}$. Es sollen beispielsweise die Spannkräfte des zweiten Faches berechnet werden (Fig. 101). Für die Gurtkräfte ist volle Belastung aller Lastpunkte mit $2 + 10 = 12^{\,t}$ anzunehmen; dann wird der Auflagerdruck $A = {}^5/_2 \cdot 12 = 30^{\,t}$. Für den Obergurt O_2 ist K der Drehpunkt, $h_2 = 2^2/_3{}^{\,m}$ der Hebelarm; mithin wird aus

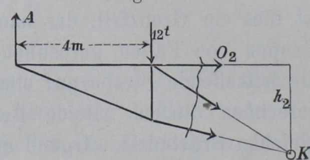


Fig. 101.

$$0 = O_2 \cdot {}^8/_3 + A \cdot 8 - 12 \cdot 4\,,$$
$$O_2 = -\,72^{\,t}.$$

Das Neigungsverhältnis des zweiten Stückes U_2 des Untergurts gegen die Wagerechte (Fig. 102) ist

$$(h_2 - h_1) : 4 = {}^1/_4 = \operatorname{tg} \nu\,,$$

dann ist $\cos \nu = 0{,}9701$, $\sec \nu = 1{,}031$.

Der Drehpunkt für U_2 ist K', der Hebelarm daher $h_1 \cos \nu$; mithin wird aus

$$0 = -\,U_2 \cdot {}^5/_3 \cos \nu + A \cdot 4:$$
$$U_2 = 72 : \cos \nu = 72 \cdot \sec \nu = 74{,}23^{\,t}.$$

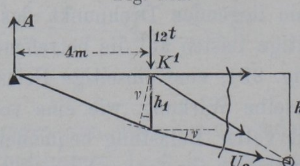


Fig. 102.

Für die Strebe D_1 liegt der Drehpunkt L links von der Spannweite (Fig. 103), u. zw., weil die Neigung von U_2, d. h. $\operatorname{tg} \nu = {}^1/_4$, um $4\,h_1 = 6^2/_3 = L\,K'$ links von K', oder um $2^2/_3{}^{\,m}$ links von A. Ist δ der Neigungswinkel von D_1, so gilt dafür $\operatorname{tg} \delta = h_2 : 4 = {}^2/_3$ und $\sin \delta = 0{,}5546$. Der Hebelarm von D_2 wird $r = L\,K' \sin \delta = 3{,}697^{\,m}$. Die Strebe ist auf zwei verschiedene Belastungsarten zu berechnen: Bei einseitiger Belastung rechts vom Schnitte tragen sämmtliche Lastpunkte die ständige Last $G = 2^{\,t}$, während

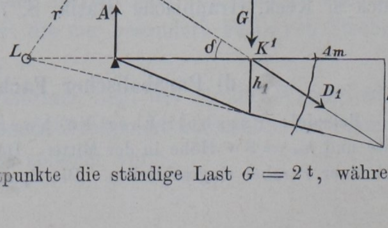


Fig. 103.

nur die Punkte 2 bis 5 (Fig. 100) mit beweglicher Last $P = 10^{\text{t}}$ bedeckt sind. Erstere liefern zu A den Beitrag $^5/_2 \cdot 2 = 5^{\text{t}}$, letztere den Beitrag

$$(^1/_6 + ^2/_6 + ^3/_6 + ^4/_6)\, 10 = 16^2/_3{}^{\text{t}}, \quad \text{so dass}$$
$$A = 5 + 16^2/_3 = 21^2/_3{}^{\text{t}}$$

wird. Mithin wird aus

$$0 = D_1 \cdot 3{,}697 - A \cdot 2^2/_3 + G \cdot 6^2/_3$$
$$D_1 = 12{,}02^{\text{t}}.$$

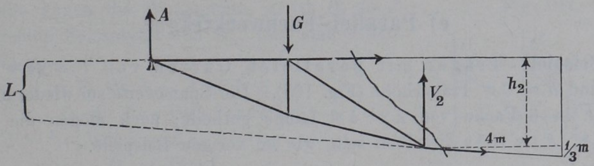
Bei einseitiger Belastung links vom Schnitt wird

$$A' = 5 + 10 \cdot {}^5/_6 = 13^1/_3{}^{\text{t}}, \quad \text{mithin aus}$$
$$0 = D_1' \cdot 3{,}697 - A' \cdot 2^2/_3 + (G + P) \cdot 6^2/_3$$
$$D_1' = -\, 12{,}02^{\text{t}}.$$

Die Strebe D_1 erfährt also, wenn die Lastengruppe P sich über den Träger bewegt, Spannkräfte, die zwischen einer Zugkraft von $12{,}05^{\text{t}}$ und einer Druckkraft von derselben Grösse schwanken.

Die gleichen Belastungsarten gelten auch für den Ständer V_2 (Fig. 104).

Fig. 104.



Der Drehpunkt liegt um $x = h_2 \dfrac{4}{1/_3} = 32^{\text{m}}$ links von V_2, um 24^{m} links von A.

Daher gilt für rechtsseitige Last

$$0 = -V_2\, 32 - A \cdot 24 + G \cdot 28 \quad \text{mit} \quad A = 21^2/_3{}^{\text{t}}, \text{ wie vorhin,}$$
$$\text{also} \quad V_2 = -\, 14{,}5^{\text{t}}.$$

Für linksseitige:

$$0 = -V_2' \cdot 32 - A' \cdot 24 + (G + P) \cdot 28 \quad \text{mit} \quad A' = 13^1/_3{}^{\text{t}}, \text{ wie vorhin,}$$
$$\text{also} \quad V_2' = 0{,}5^{\text{t}}.$$

Die Spannkraft des Ständers schwankt demnach zwischen $0{,}5^{\text{t}}$ Zug und $14{,}5^{\text{t}}$ Druck.

Dieses Beispiel des parabolischen Trägers ist besonders geeignet, zu zeigen, welchen Fehler man begehen würde, wollte man die Wandglieder auf volle Belastung berechnen. Es wäre dann $A = 30^{\text{t}}$, und es würde nach Fig. 103, wenn man darin die Einzellast G durch $G + P = 12$ ersetzt, aus

$$0 = D_1 \cdot 3{,}697 - 30 \cdot 2^2/_3 + 12 \cdot 6^2/_3:$$
$$D_1 = 0; \quad \text{und nach Fig. 104 aus}$$
$$0 = -\, V_2 \cdot 32 - 30 \cdot 24 + 12 \cdot 28:$$
$$V_2 = -\, 12^{\text{t}}.$$

Für volle Belastung ist also die Strebe D_1 spannungslos, und dasselbe erhält man für sämmtliche Streben des parabolischen Trägers. In Theil 1, S. 185, wurde schon gezeigt. dass der parabolische Träger ohne Streben für volle Belastnng im Gleichgewicht ist, dass diese Stäbe nur durch eine ungleichmässige Belastung bedingt werden. Demgemäss werden nun die vorhandenen Streben bei voller Belastung spannungslos; auch haben dann die Ständer nur die Knotenlasten von oben nach den Knotenpunkten des geknickten Untergurtes zu übertragen; daraus erklärt sich der obige Werth $V_2 = -12^{\text{t}}$ für volle Belastung, den man in gleicher Weise für sämmtliche Ständer findet. Nach Theil 1, S. 184, ist $H = \frac{p\,l^2}{8\,f} = \frac{p\,l \cdot l}{8\,f}$ die wagerechte Spannkraft einer solchen Stangenverbindung; dies giebt hier, wo auf 4^{m} Länge 12^{t}, auf $l = 24^{\text{m}}$ also 72^{t} kommen:

$$H = \frac{72 \cdot 24}{8 \cdot 3} = 72^{\text{t}}.$$

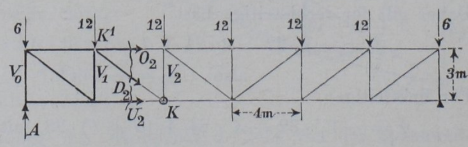
Dieser Werth gilt für die Druckkräfte in sämmtlichen Stäben des Obergurtes und ist zugleich die wagerechte Seitenkraft der Zugkräfte im Untergurte.

e) Parallel-Fachwerkträger.

Beispiel: Träger mit parallelen Gurten von $l = 24^{\text{m}}$ Spannweite und $h = 3^{\text{m}}$ Trägerhöhe (Fig. 105). Die Spannweite sei wiederum durch Ständer in 6 Fache von $\lambda = 4^{\text{m}}$ Länge getheilt; auch mögen die Lasten, $G = 2^{\text{t}}$, $P = 10^{\text{t}}$, dieselben sein, wie im vorigen Beispiele.

Für die Berechnung der Gurten ist volle Belastung sämmtlicher Lastpunkte anzunehmen, und zwar sind die Endpunkte des Obergurtes je mit der halben Last eines Faches, d. h. mit 1^{t} bezw. 5^{t} zu belasten. Dann ist $A = 3 \cdot 12 = 36^{\text{t}}$.

Fig. 105.



Für O_2 ist K der Drehpunkt, und man findet aus der Momentengleichung

$$0 = O_2 \cdot 3 + (A - 6) \cdot 8 - 12 \cdot 4:$$

$$O_2 = -64^{\text{t}}.$$

Für U_2 ist K' der Drehpunkt, und man findet aus:

$$0 = -U_2 \cdot 3 + (A - 6)\,4$$

$$U_2 = 40^{\text{t}}.$$

Übrigens braucht man bei einem derartigen Parallelfachwerke mit Streben, die nach der Mitte hin abfallen, nur die Spannkräfte des Obergurtes zu berechnen und kann darnach diejenigen des Untergurtes ohne Weiteres