



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Statik der Hochbau-Constructions

Landsberg, Theodor

Stuttgart, 1899

b) Flache Zeltdächer

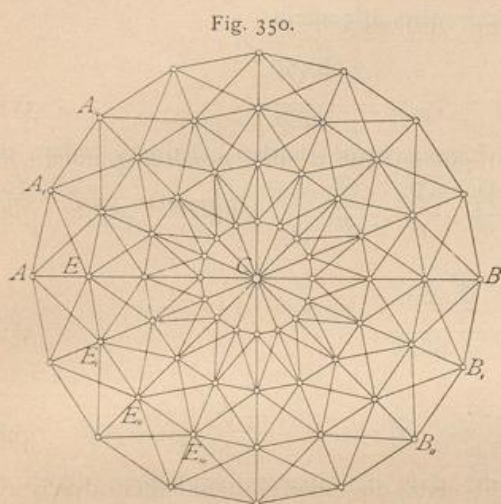
[urn:nbn:de:hbz:466:1-77733](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-77733)

Danach kann man leicht die auf die einzelnen Knotenpunkte entfallenden, senkrecht zur Kuppeloberfläche gerichteten Winddrücke berechnen. Näher ist auf diesen Gegenstand in der unten genannten Abhandlung des Verf.³⁷⁾ eingegangen.

b) Flache Zeldächer.

Die Zeldächer bilden Pyramiden, in den meisten Fällen regelmässige Pyramiden. Man kann sie aus einer Anzahl radial gestellter Binder, welche unter die sog. Grate kommen, construiren; alsdann wird die Berechnung eines jeden Binders unter Zugrundelegung der auf ihn entfallenden Belastungen so vorgenommen, wie bei den Balkendächern gezeigt ist. Neuerdings legt man auch bei den Zeldächern — zumal den flachen — alle Constructionstheile in die Dachflächen, wie bei den Schwedler'schen Kuppeln, so dass sich eine entsprechende Construction ergibt. In diesem Falle

252.
Zeldächer.



(Fig. 350) werden eine Anzahl Binder-sparren $AC, A_1C, A_2C, B_1C, B_2C, B_3C, \dots$ angeordnet; zwischen denselben befinden sich wagrechte Ringe E, E_1, E_2, E_3, \dots und in den viereckigen Feldern der Dachflächen, wegen der ungleichmässigen Belastungen, Diagonalen. Auch hier wird oft in der Dachmitte eine Laterne angeordnet, welche sich auf einen Laternenring stützt, gegen den sich die oberen Sparrenenden lehnen. Wir werden hier nur die der Kuppelconstruction entsprechende Anordnung betrachten. Obgleich die grössere oder geringere Neigung der Dachflächen keinen grundlegenden Unterschied bedingt, sollen die Zeldächer dennoch in flache und steile Zeldächer eingetheilt werden, weil bei den ersteren die Belastung durch Schnee, bei den letzteren diejenige durch Wind die maassgebende zufällige Belastung ist.

Zu den flachen Zeldächern gehören die Circus- und Theaterdächer, die Dächer über Panoramen, Locomotivschuppen etc., zu den steilen hauptsächlich die Thurmdächer.

Die flachen Zeldächer der vorgeschriebenen Anordnung sind weiter nichts, als Kuppeldächer mit gleichem Neigungswinkel α in der ganzen Dachfläche. Man erhält also unter denselben Voraussetzungen für die Belastungen, wie in Art. 243 (S. 248) die hier geltenden Stabkräfte, indem man in die dort gefundenen Werthe statt der veränderlichen Winkelwerthe $\alpha_{m-1}, \alpha_m, \alpha_{m+1} \dots$ den constanten Winkelwerth α einsetzt.

Spannungen in den Sparren. Wiederum mögen $G_1, G_2 \dots G_m \dots$ die Eigengewichte der ganzen Ringzonen, $P_1, P_2 \dots P_m \dots$ die zufälligen Belastungen derselben sein; alsdann sind, falls n Sparren vorhanden sind, die Belastungen der einzelnen Knotenpunkte bezw. $\frac{G_1}{n}, \frac{G_2}{n} \dots \frac{G_m}{n} \dots$ und $\frac{P_1}{n}, \frac{P_2}{n} \dots \frac{P_m}{n} \dots$

253.
Berechnung
der Stab-
spannungen.

³⁷⁾ Winddruck auf Kuppeln. Centralbl. d. Bauverw. 1898, S. 217.

Fig. 351.

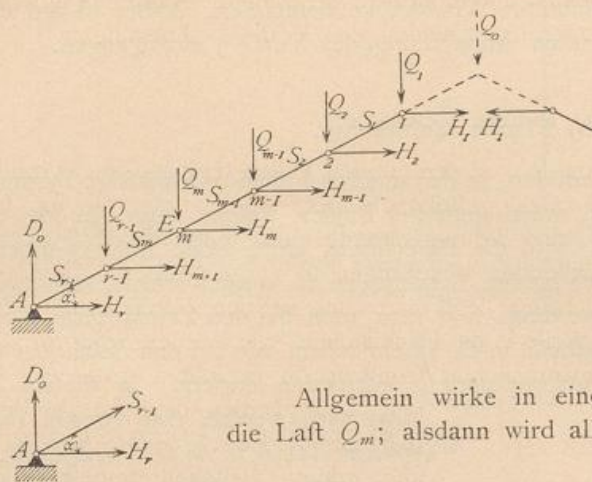
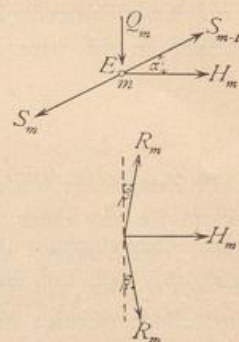


Fig. 352.



Allgemein wirke in einem Knotenpunkte m (Fig. 351) die Last Q_m ; alsdann wird allgemein

$$S_m = -\frac{\sum_1^m (Q)}{\sin \alpha} \dots \dots \dots 351.$$

Die Sparrenspannungen durch das Eigengewicht werden erhalten, indem der Reihe nach für $Q_1, Q_2, Q_3 \dots$ bzw. $\frac{G_1}{n}, \frac{G_2}{n}, \frac{G_3}{n} \dots$ eingesetzt wird. Man erhält

$$S_m^g = -\frac{\sum_1^m (G)}{n \sin \alpha} \dots \dots \dots 352.$$

Für $m = 1, 2, 3 \dots$ wird

$$S_1^g = -\frac{G_1}{n \sin \alpha}; S_2^g = -\frac{G_1 + G_2}{n \sin \alpha}; S_3^g = -\frac{G_1 + G_2 + G_3}{n \sin \alpha} \text{ etc. } 353.$$

Aus der Gleichung 340 ergibt sich, daß die Sparrenspannungen durch zufällige Last am größten bei voller Belaftung sind, und zwar wird

$$S_m^p \text{ max} = -\frac{\sum_1^m (P)}{n \sin \alpha} \dots \dots \dots 354.$$

und für $m = 1, 2, 3 \dots$

$$S_1^p \text{ max} = -\frac{P_1}{n \sin \alpha}; S_2^p \text{ max} = -\frac{P_1 + P_2}{n \sin \alpha}; S_3^p \text{ max} = -\frac{P_1 + P_2 + P_3}{n \sin \alpha} \text{ etc. } 355.$$

Falls keine Laterne vorhanden ist, gelten die Gleichungen 351 bis 354 ebenfalls; nur ist überall in die Summen auch Q_0 aufzunehmen, d. h. der Theil der Firstbelaftung, welcher auf den Sparren entfällt. (Allerdings gilt dies nur für angenäherte Berechnung.)

Spannungen in den Ringen. Die algebraische Summe der in E (Fig. 352) wirkenden wagrechten Kräfte ist gleich Null; bezeichnet H_m die Mittelkraft der beiden Ringspannungen R_m , so ist daher

$$0 = H_m + S_{m-1} \cos \alpha - S_m \cos \alpha,$$

woraus folgt:

$$H_m = (S_m - S_{m-1}) \cos \alpha = -\frac{\sum_1^m (Q) - \sum_1^{m-1} (Q)}{\sin \alpha} \cos \alpha = -Q_m \cotg \alpha.$$

Nun ist $H_m = 2 R_m \sin \beta$ und, da nach Art. 243 (S. 249) $\beta = \frac{\pi}{n}$ ist,

$$R_m = \frac{H_m}{2 \sin \frac{\pi}{n}} = - \frac{Q_m \cotg \alpha}{2 \sin \frac{\pi}{n}} \dots \dots \dots 356.$$

Die Belastung durch das Eigengewicht erzeugt demnach eine Spannung

$$R_m^g = - \frac{G_m \cotg \alpha}{2 n \sin \frac{\pi}{n}} \dots \dots \dots 357.$$

Falls ein Laternenring vorhanden ist, so gilt die Gleichung 357 auch für diesen. Für denselben ist $m = 1$ und $\sum_1^{m-1} (Q) = 0$, so wie $\sum_1^m (Q) = Q_1$. Wir erhalten demnach für $m = 1, 2, 3 \dots$

$$R_1^g = - \frac{G_1 \cotg \alpha}{2 n \sin \frac{\pi}{n}}; \quad R_2^g = - \frac{G_2 \cotg \alpha}{2 n \sin \frac{\pi}{n}} \text{ etc.} \dots \dots \dots 358.$$

Die Gleichungen 357 u. 358 ergeben, dass in sämtlichen Ringen durch das Eigengewicht Druck erzeugt wird; die Gleichung 356 gilt aber nicht für den Mauerring. Am Knotenpunkt *A* (Fig. 351) wirken die Kräfte $D_0 = \sum (Q)$, H_r und S_{r-1} ; mithin ist $S_{r-1} \cos \alpha + H_r = 0$, woraus $H_r = - S_{r-1} \cos \alpha$. Ferner ist

$$D_0 + S_{r-1} \sin \alpha = 0, \text{ woraus } S_{r-1} = - \frac{\sum_1^{r-1} (Q)}{\sin \alpha}. \text{ Daher wird } H_r = \sum_1^{r-1} (Q) \cotg \alpha$$

und da $R_r = \frac{H_r}{2 \sin \frac{\pi}{n}}$ ist, wird

$$R_r = \frac{\sum_1^{r-1} (Q) \cotg \alpha}{2 \sin \frac{\pi}{n}} \dots \dots \dots 359.$$

Der Mauerring erhält also Zug.

Das Eigengewicht erzeugt in demselben die Spannung

$$R_r^g = \frac{(G_1 + G_2 + \dots + G_{r-1}) \cotg \alpha}{2 n \sin \frac{\pi}{n}} \dots \dots \dots 360.$$

Die größte durch zufällige Belastung erzeugte Spannung findet in einem Ringe nach Gleichung 356 statt, wenn Q_m seinen größten Werth hat. Da Q , aufser beim Mauerring, nie negativ wird, so ist die Ringspannung durch zufällige Belastung, abgesehen vom Mauerring, stets Druck. Demnach wird

$$R_1^{l \min} = - \frac{P_1 \cotg \alpha}{2 n \sin \frac{\pi}{n}}; \quad R_2^{l \min} = - \frac{P_2 \cotg \alpha}{2 n \sin \frac{\pi}{n}} \text{ etc.};$$

allgemein

$$R_m^{l \min} = - \frac{P_m \cotg \alpha}{2 n \sin \frac{\pi}{n}} \dots \dots \dots 361.$$

Weiters ist $R_1^{lmax} = R_2^{lmax} = R_m^{lmax} = 0$. Die größte Druckspannung in einem Ringe findet also schon statt, wenn nur die betreffende Zone belastet ist; die Belastung der übrigen Zonen ist auf die Ringspannung ohne Einfluss. Man kann demnach auch sagen, dass die größte Ringspannung in allen Ringen bei zufälliger Belastung des ganzen Daches stattfindet.

Im Mauerring findet der größte Zug durch zufällige Belastung bei voller Belastung statt; derselbe ist

$$R_r^{lmax} = \frac{(P_1 + P_2 \dots + P_{r-1}) \cotg \alpha}{2 n \sin \frac{\pi}{n}} \dots \dots \dots 362.$$

Druck findet in demselben nicht statt.

Spannungen in den Diagonalen. Für dieselbe Belastungsart, welche bei den Kuppeln zu Grunde gelegt ist, ergibt sich der Spannungsunterschied in zwei benachbarten Sparren, zwischen denen die Belastungsgrenze liegt, zu

$$\Delta = - \frac{\sum_1^m (P)}{n \sin \alpha}$$

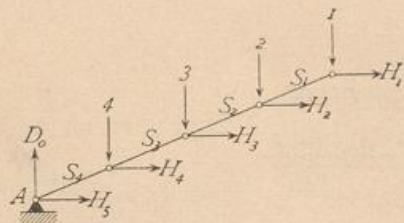
und die Spannung in der Diagonalen, welche dieselbe übertragen soll, zu

$$Y = \frac{\sum_1^m (P)}{n \sin \alpha} \cdot \frac{d}{s},$$

in welchem Ausdruck d , bzw. s die Längen der Diagonale und des Sparrens bezeichnen. Demnach wird

$$Y_1 = \frac{P_1}{n \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{d_1}{s_1}, \quad Y_2 = \frac{P_1 + P_2}{n \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{d_2}{s_2} \text{ etc.} \dots \dots \dots 363.$$

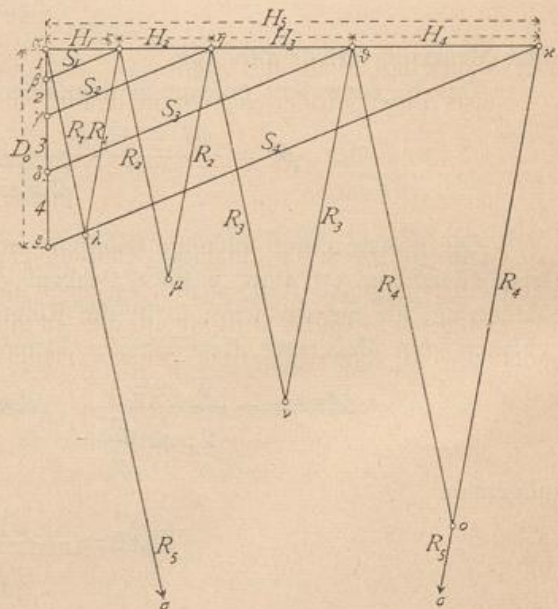
Fig. 353.



Die Berechnung kann auch nach dem Verfahren von Müller-Breslau vorgenommen werden, welches in Art. 246 bis 249 (S. 255) für die Kuppelflechtwerke vorgeführt ist.

Um die Stabspannungen mittels Zeichnung (Fig. 353 u. 354) zu ermitteln, seien die Belastungen der einzelnen Knotenpunkte 1, 2, 3, 4; alsdann ergibt sich leicht, wenn $\alpha\beta = 1$, $\beta\gamma = 2$, $\gamma\delta = 3$, $\delta\varepsilon = 4$ gemacht wird, $\beta\zeta = S_1$, $\zeta\alpha = H_1$,

Fig. 354.



254.
Graphische
Ermittlung
der Stab-
spannungen.

$\gamma \eta = S_2, \eta \zeta = H_2, \delta \theta = S_3, \theta \eta = H_3, \varepsilon \alpha = S_4, \alpha \beta = H_4$; ferner $\varepsilon a = D_0, \alpha z = H_5, \zeta \lambda = \lambda a = R_1, \eta \mu = \mu \zeta = R_2, \theta \nu = \nu \eta = R_3, \alpha o = o \theta = R_4$ und $a \sigma = \sigma z = R_5$ (= Mauerringspannung).

Je nachdem nun die Kräfte $\lambda, \mu, \nu, \sigma$ die Eigengewichte oder die zufälligen Lasten bedeuten, erhält man die durch die eine oder andere Belastung erzeugten Spannungen. Die Spannungen in den Diagonalen sind leicht zu construiren.

c) Steile Zeldächer oder Thurmdächer.

Als lothrechte Belastung ist hier nur das Eigengewicht einzuführen. Eine Belastung durch Schnee findet nicht statt, weil wegen der großen Steilheit des Daches der Schnee nicht liegen bleibt. Diese lothrechte Belastung erzeugt, da die Construction eben so, wie bei den flachen Zeldächern, aus Sparren und Ringen zusammengesetzt wird, Spannungen, welche genau, wie dort gezeigt wurde, zu berechnen sind. Auf diese Berechnung soll deshalb hier nicht weiter eingegangen werden. Dagegen spielt der Winddruck hier eine große Rolle, und die durch diesen erzeugten Spannungen sollen berechnet werden. Zunächst soll die Berechnung für ein vierseitiges Pyramidendach, alsdann für ein achtseitiges Pyramidendach gezeigt werden.

1) Vierseitiges Pyramidendach.

Der Winddruck auf eine Pyramidenseite ist am größten, wenn die Windrichtung im Grundriss senkrecht zur betreffenden Rechteckseite steht. Alsdann ist der Winddruck für 1 qm schräger Dachfläche (Fig. 355 u. 356) nach Gleichung 7:

255.
Belastung.

$v = 120 \sin(\alpha + 10^\circ)$; die vom Winde getroffene schräge Dachfläche ist

$$F = \frac{a \lambda}{2} = \frac{a h}{2 \sin \alpha},$$

mithin der Gesamtdruck gegen eine Pyramidenseite

$$N = \frac{a h v}{2 \sin \alpha} \quad 364.$$

Wir denken uns nun in der Symmetrie-Ebene *II* einen ideellen Binder *ABC* (Fig. 355) und bestimmen die darin durch den Winddruck entstehenden Spannungen; wir nehmen vorläufig die Wagrechten und Diagonalen, wie in Fig. 356 gezeichnet,

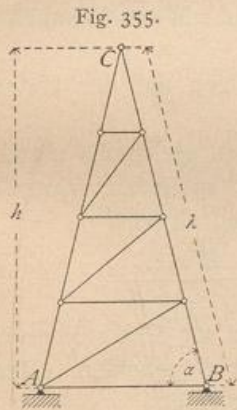
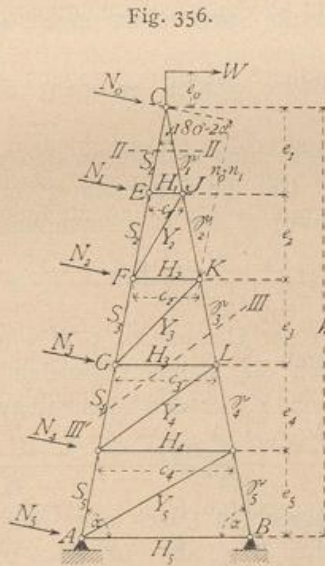
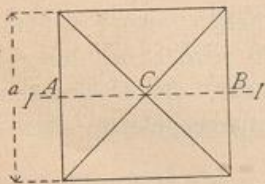


Fig. 357.



an. Auf ein oben befindliches Kreuz wirke ein Winddruck *W* in der Höhe e_0 über dem Firstpunkt *C*; außerdem wirken in den Knotenpunkten *C, E, F, G*... die Kräfte N_0, N_1, N_2, N_3 ... senkrecht zur Dachfläche; die Größe dieser Kräfte ist leicht aus den auf die bezüglichen Knotenpunkte entfallenden Dachflächen zu ermitteln.