



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Die Statik der Hochbau-Constructions**

**Landsberg, Theodor**

**Stuttgart, 1899**

4) Winddruck auf die Kuppel

---

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

Betrachtet man nun einen Knotenpunkt  $E$  (Fig. 331) und setzt die algebraische Summe der in ihm wirkenden wagrechten Kräfte gleich Null, so wird

$0 = S_m \cos \alpha_m - S_{m-1} \cos \alpha_{m-1} - H_m$ , woraus  $H_m = S_m \cos \alpha_m - S_{m-1} \cos \alpha_{m-1} = 0$ , da nach Gleichung 346  $S \cos \alpha$  constant ist. Die Ringspannung ist dann

$$R = \frac{H}{2 \sin \frac{\pi}{n}} = 0 \dots \dots \dots 347.$$

Die obigen Angaben sind damit bewiesen.

Noch möge bemerkt werden, daß der theoretische Materialaufwand bei einer nach der cubischen Parabel gekrümmten Kuppel nur  $\frac{2}{3}$  desjenigen Materialaufwandes beträgt, der sich bei einer nach der gemeinen Parabel gekrümmten Kuppel ergibt.

4) Winddruck auf die Kuppel.

251.  
Winddruck  
auf die  
Kuppel.

Bei steilen Kuppeln ist es nicht angängig, nur die lothrechte Komponente  $v$  des Winddruckes (vergl. Art. 30, S. 23) zu berücksichtigen; man muß in solchen Fällen die wirklich auf die Kuppel übertragenen Windkräfte kennen.

Der Winddruck gegen eine beliebige Ebene (Tangentenebene an die Kuppel) ergibt sich folgendermaßen (Fig. 346). Durch einen Punkt  $A$  im Raume werden drei Coordinatenachsen gelegt, welche senkrecht zu einander stehen; die  $X$ -Axe sei wagrecht und parallel zu der gleichfalls wagrecht angenommenen Windrichtung gelegt. Im Punkte  $P$  der Ebene wird die Normale  $\overline{PN}$  errichtet, außerdem die Linie  $PW$  parallel zur Windrichtung gezogen. Die durch  $\overline{PN}$  und  $PW$  gelegte Ebene schneide die gegebene Ebene in der Linie  $\overline{TT}$ ; der Winkel  $WPT$  werde  $\varphi$  genannt. Alsdann ist nach Art. 29 (S. 22) der Winddruck auf die Flächeneinheit der Ebene

$$n = p \sin \varphi = p \cos \psi;$$

$n$  ist normal zur Ebene gerichtet.

Die Coordinaten eines beliebigen Punktes  $P$  der Kuppelfläche seien  $x, y, z$  (Fig. 347); die  $X$ -Axe liege parallel zur Windrichtung. Der Normalschnitt mit der Fläche, welcher im Punkte  $P$  durch die Normale  $PN$  und  $PW$  geht, habe den Krümmungshalbmesser  $\rho$  und den Krümmungsmittelpunkt  $O$  mit den Coordinaten  $a, b, c$ . Die Coordinaten des

Fig. 346.

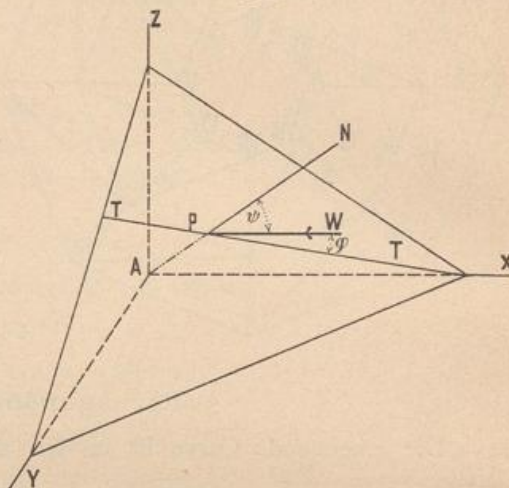
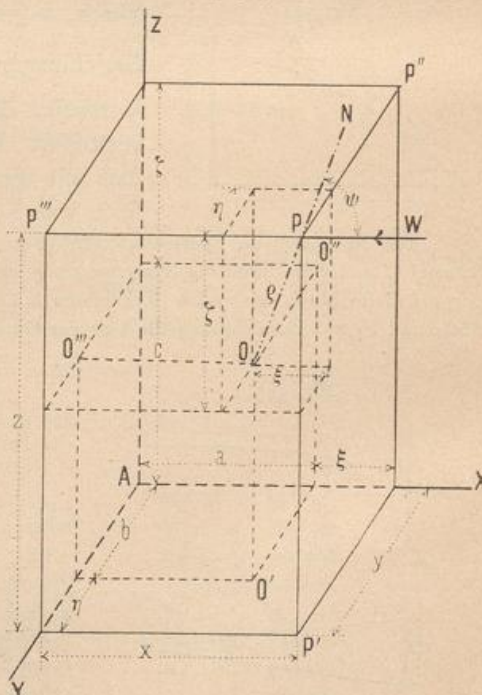


Fig. 347.



Punktes  $P$ , bezogen auf den Punkt  $O$ , seien  $\xi, \eta, \zeta$ ; endlich bilde die Normale und der Krümmungshalbmesser  $\overline{OP}$  mit den Coordinaten-Axen die Winkel bzw.  $\alpha, \beta, \gamma$ . Alsdann ist nach Fig. 347

$$\cos \alpha = \frac{\xi}{\rho}, \quad \cos \beta = \frac{\eta}{\rho}, \quad \cos \gamma = \frac{\zeta}{\rho};$$

ferner  $\psi = \alpha$ , also hier

$$n = p \cdot \cos \alpha = p \frac{\xi}{\rho}.$$

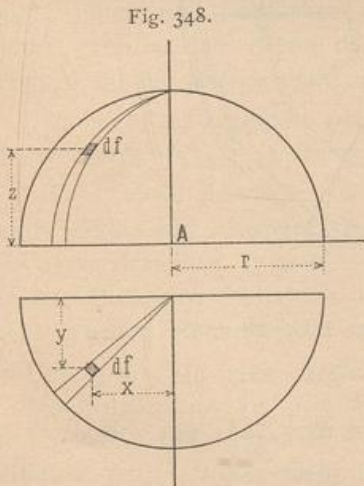
Zerlegt man  $n$  nach den Richtungen der Coordinaten-Axen, so erhält man als Seitenkräfte von  $n$

$$\left. \begin{aligned} n_x &= n \cos \alpha = p \frac{\xi^2}{\rho^2} \\ n_y &= n \cos \beta = p \frac{\xi \eta}{\rho^2} \\ n_z &= n \cos \gamma = p \frac{\xi \zeta}{\rho^2} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 348.$$

und, da  $\xi = x - a, \quad \eta = y - b \quad \text{und} \quad \zeta = z - c$  ist,

$$\left. \begin{aligned} n_x &= \frac{p}{\rho^2} (x - a)^2 \\ n_y &= \frac{p}{\rho^2} (x - a)(y - b) \\ n_z &= \frac{p}{\rho^2} (x - a)(z - c) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 349.$$

Die Gleichungen 348 u. 349 geben die Seitenkräfte des Winddruckes an einem beliebigen Punkte  $P$  der Kuppelfläche, bezogen auf die Flächeneinheit, ausgedrückt in den Coordinaten des Punktes  $P$  und des Krümmungsmittelpunktes des in Betracht kommenden Normalschnittes, so wie dem betreffenden Krümmungshalbmesser  $\rho$ . Durch Integration können die auftretenden Winddrücke ermittelt werden.



Um den auf einen Knotenpunkt des Kuppelfachwerkes entfallenden Winddruck zu ermitteln, genügt es, die GröÙe  $n$  desselben für die Flächeneinheit im Knotenpunkte selbst zu ermitteln und dieses  $n$  mit dem Inhalt der Kuppelfläche zu multipliciren, welche diesem Knotenpunkte zugewiesen ist. Ist die Abcisse des betreffenden Knotenpunktes  $x$ , so ist

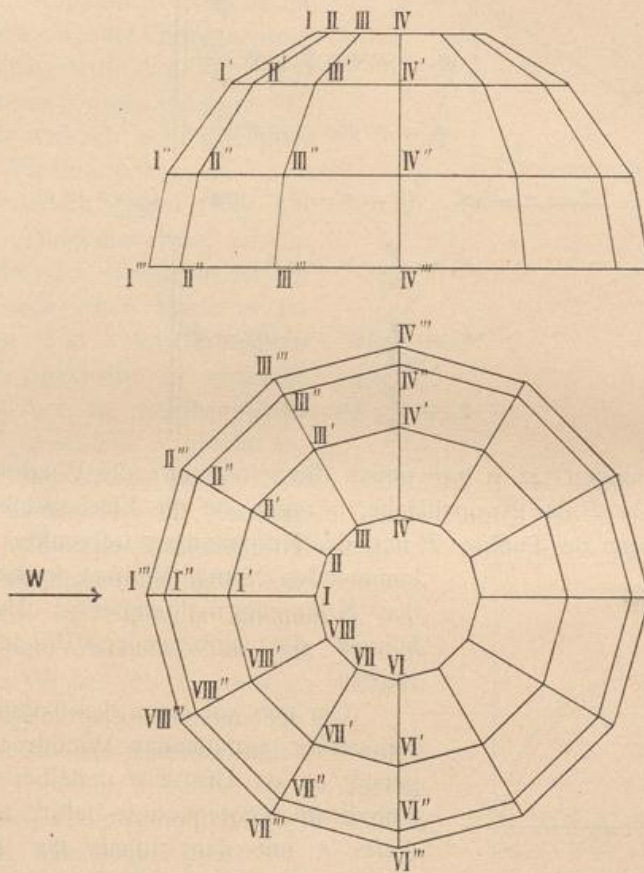
$$n = p \frac{(x - a)}{\rho}$$

Für die Kugelkuppel (Fig. 348) sind alle Normalschnitte gröÙte Kreise der Kugel; alle  $\rho$  sind gleich dem Kugelhalbmesser  $r$ . Wählt man den Mittelpunkt der Kuppel als Anfangspunkt der Coordinatenachsen, so werden  $a = b = c = 0$ , und es werden

$$\left. \begin{aligned} n &= \rho \frac{x}{r} \\ n_x &= \frac{\rho}{r^2} x^2 \\ n_y &= \frac{\rho}{r^2} (xy) \\ n_z &= \frac{\rho}{r^2} (xz) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 350.$$

Beispiel. Für das in Fig. 349 dargestellte, einer Halbkugelkuppel eingeschriebene Polyeder über einem Zwölfeck sei  $r = 10$  m, der Wind komme von links. Dann sind die Werthe von  $n$  für die bezeichneten Punkte wie in nachstehender Tabelle angegeben (für  $\rho = 120$  kg für 1 qcm):

Fig. 349.



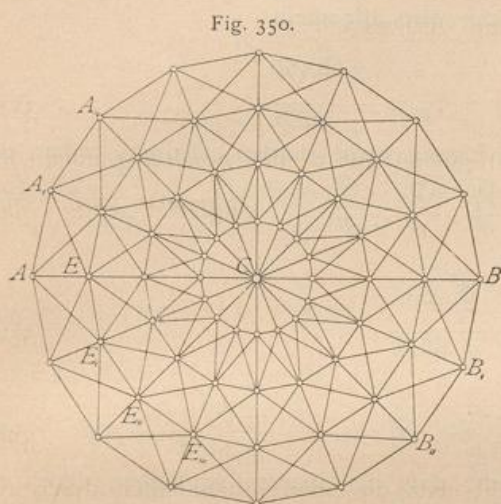
Punkt I	I'	I''	I'''	Punkt II	II'	II''	II'''
$\frac{x}{r} = 0,32$	0,71	0,94	1	$\frac{x}{r} = 0,29$	0,62	0,82	0,88
$n = \frac{\rho x}{r} = 38$	85	113	120 kg	$n = \frac{\rho x}{r} = 35$	74	98	106 kg.
		Punkt III	III'	III''	III'''		
		$\frac{x}{r} = 0,17$	0,36	0,47	0,5		
		$n = \frac{\rho x}{r} = 20$	43	56	60 kg.		

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.<sup>37)</sup> 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  $\alpha$  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  $\alpha$  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.

<sup>37)</sup> Winddruck auf Kuppeln. Centralbl. d. Bauverw. 1898, S. 217.