



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Statik der Hochbau-Constructions

Landsberg, Theodor

Stuttgart, 1899

4) Winddruck

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

Für die verschiedenen Verhältnisse der Firfthöhe h zur Stützweite L ergeben sich demnach folgende

Größte Belastungen p_s durch Schneedruck
für 1 qm schräger Dachfläche:

Für $\frac{h}{L} =$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{10}$
$\alpha =$	45°	33°41'	26°40'	21°50'	18°25'	16°	14°	12°30'	11°20'
$p_s =$	(53)	62	67	70	71	72	73	73	73 Kilogr.

Für 1 qm wagrechter Projection der Dachfläche beträgt die ungünstigste Schneebelastung 75 kg.

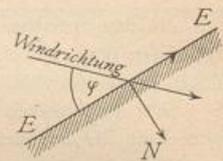
Wenn die Dachneigung so steil ist, daß $\frac{h}{L} \geq \frac{1}{2,8}$ ist, so bleibt der Schnee nicht mehr liegen, gleitet vielmehr ab; für derartige Dachneigungen braucht man also auf Schneelast gar keine Rücksicht zu nehmen. Deshalb ist in der Tabelle der Werth von p_s , welcher sich für $\frac{h}{L} = \frac{1}{2}$ ergeben hat, eingeklammert.

4) Winddruck.

29.
Winddruck.

Der Winddruck ist von hervorragender Bedeutung sowohl für die Dächer, wie für hohe Mauern, Schornsteine etc. In der Technik ist vor Allem wichtig, zu wissen, welchen Druck der Wind auf eine Ebene EE (Fig. 20) ausübt, die seinen Strom unter einem spitzen Winkel φ schneidet.

Fig. 20.



Dieser Druck kann nur senkrecht zu der Ebene gerichtet sein; denn der Druck zwischen zwei sich berührenden Körpern kann höchstens um einen Winkel von der Senkrechten zur Berührungsfläche abweichen, welcher gleich ist dem Reibungswinkel. Zwischen der Dachfläche und der sie umspielenden Luft findet keine Reibung statt, der Reibungswinkel ist hier also gleich Null; mithin ist der Druck zwischen der Dachfläche und der Luft stets senkrecht zur Dachfläche gerichtet.

Bis vor Kurzem wurde allgemein angenommen, der senkrechte Druck N auf die Ebene EE sei der zweiten Potenz von $\sin \varphi$ proportional; neuere theoretische Untersuchungen und praktische Versuche haben jedoch nachgewiesen, daß man der Wirklichkeit wesentlich näher kommt, wenn man einführt

$$N = P \sin \varphi, \dots \dots \dots 1.$$

in welcher Gleichung P die Größe des Druckes ist, welche der Wind auf eine senkrecht getroffene Fläche ausübt. Man kann setzen

$$P = \frac{v^2 F \gamma}{g}, \dots \dots \dots 2.$$

mithin

$$N = \frac{v^2 F \gamma}{g} \sin \varphi \dots \dots \dots 3.$$

In diesen Gleichungen bedeutet: F den Flächeninhalt der vom Winde getroffenen Fläche, v die Geschwindigkeit des Windes (in Met. für die Secunde), γ das Gewicht von 1 cbm Luft (in Kilogr.) und g die Beschleunigung des freien Falles = 9,81 m.

Für 15 Grad C. und 760 mm Barometerstand ist $\frac{\gamma}{g} = 0,12458$, also rund

$$P = 0,125 F v^2,$$

demnach der Winddruck für 1 qm senkrecht getroffener Fläche

$$p = 0,125 v^2.$$

Nimmt man als grösste Windgeschwindigkeit $v = 30^m$ an, so wird rund

$$\left. \begin{aligned} p &= 120 \text{ Kilogr.} \\ n &= p \sin \varphi = 120 \sin \varphi \text{ Kilogr.} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 6.$$

Es ist im Hochbau üblich, als grössten Winddruck $p = 120^kg$ für 1^qm einzuführen; im Brückenbau rechnet man mit einem Grösstwerth von p , welcher 250 bis 280^kg für 1^qm erreicht. Wenn auch bei den gewöhnlichen Dach-Constructions, besonders an geschützten Orten, der Werth 120^kg nicht zu klein ist, so ist doch bei Berechnung von hohen Schornsteinen und Thurmdächern, Gasbehältern u. dergl. zu überlegen, ob nicht die Vorsicht gebietet, einen grösseren Werth als 120^kg für 1^qm der Rechnung zu Grunde zu legen. Alljährlich fällt eine nicht geringe Zahl von Thürmen und Schornsteinen den Stürmen zum Opfer. An freien Stellen und bei den genannten hohen Bauten sollte man bis $p = 200^kg$ für 1^qm gehen. Für die nachfolgenden Untersuchungen ist

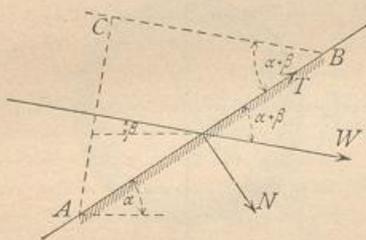
$$p = 120^kg \text{ für } 1^qm$$

angenommen.

α) Winddruck auf Dachflächen. Die Windrichtung schliesst nach den gemachten Beobachtungen einen Winkel von nahezu 10 Grad mit der wagrechten Ebene ein¹²⁾. Dieser Winkel möge β , der Winkel der Dachfläche gegen die Wagrechte α genannt werden; dann ist nach Fig. 21 der Winkel der Windrichtung mit der Dachfläche $\varphi = (\alpha + \beta)$ und demnach der auf 1^qm schräger Dachfläche entfallende senkrechte Winddruck

30.
Dachflächen.

Fig. 21.



senkrechte Winddruck

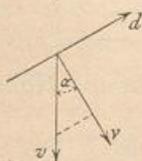
$$v = p \sin (\alpha + \beta) = 120 \sin (\alpha + 10^\circ) \dots 7.$$

Aus Gleichung 7 ergeben sich für die verschiedenen Dachneigungen die in folgender Tabelle angeführten Werthe für v .

Senkrechte Belastungen v durch Winddruck für 1^qm schräger Dachfläche.

Für $\frac{h}{L} =$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{10}$
$\alpha =$	45°	$33^\circ 41'$	$26^\circ 40'$	$21^\circ 50'$	$18^\circ 25'$	16°	14°	$12^\circ 30'$	$11^\circ 20'$
abgerundet $v =$	98	83	72	63	57	53	49	46	44 Kilogr.

Fig. 22.



Zerlegt man den Normaldruck v in eine lothrechte und eine in die Richtung der Dachfläche fallende Seitenkraft (Fig. 22), so wird die erstere für 1^qm der Dachfläche $v = \frac{v}{\cos \alpha}$ und für 1^qm wagrechte Projection der Dachfläche

$$v = \frac{v}{\cos^2 \alpha} = \frac{120 \sin (\alpha + 10^\circ)}{\cos^2 \alpha} \dots \dots \dots 8.$$

Die Werthe für v sind in der nachstehenden Tabelle angegeben.

Für $\frac{h}{L} =$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{10}$
$\alpha =$	45°	$33^\circ 41'$	$26^\circ 40'$	$21^\circ 50'$	$18^\circ 25'$	16°	14°	$12^\circ 30'$	$11^\circ 20'$
$v =$	196	120	90	73	64	57	52	48	46 Kilogr.

¹²⁾ Nach neueren Versuchen von *Lilienthal* hat der Wind eine unter etwa 3 Grad von unten ansteigende Richtung; die Annahme wagrechter Richtung des Windes scheint demnach als die einfachste und mit den beiden Richtungen am besten vereinbare empfehlenswerth zu sein.

37.
Mauerflächen.

β) Winddruck gegen Mauerflächen. Bei Auffuchung des auf lothrechte oder schwach geneigte Mauern wirkenden Winddruckes wird zweckmäfsig der Winddruck als wagrechte Kraft eingeführt.

Der senkrechte Druck des Windes gegen eine Mauerfläche EE (Fig. 23), welche den Winkel φ mit der Windrichtung bildet, ist für die Flächeneinheit

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

die Seitenkraft von n , welche in die Richtung des Windes fällt, ist alsdann

$$h = n \sin \varphi = p \sin^2 \varphi,$$

während die Seitenkraft, welche senkrecht zur Windrichtung wirkt, die Gröfse hat

$$t = p \sin \varphi \cos \varphi.$$

Die erstere Seitenkraft ist besonders dann wichtig, wenn es sich um Bauteile handelt, welche im Grundrifs nach einem Vielecke, einem Kreise, einer Ellipse etc. geformt sind, so bei Schornsteinen, Thürmen etc. Bei ebenen Mauern ist der Berechnung stets als ungünstigste Windbelastung diejenige zu Grunde zu legen, bei welcher der Wind die Mauer senkrecht trifft.

a) Winddruck gegen eine ebene Mauer. Wenn die getroffene Fläche F Quadr.-Met. enthält, so ist

$$N = p F = 120 F \text{ Kilogr.}$$

Als Angriffspunkt der Mittelkraft kann der Schwerpunkt der getroffenen Fläche eingeführt werden.

b) Winddruck gegen einen Kreis- cylinder. Es soll der Winddruck ermittelt werden, welcher auf die Längeneinheit der Höhe, also auf das steigende Meter wirkt. Gegen das Bogentheilchen ds , dessen Tangente mit der X -Axe den Winkel φ (Fig. 24) bildet, wirkt der Normaldruck

$$dn = p \cdot ds \cdot \sin \varphi = p r d\varphi \cdot \sin \varphi.$$

Die senkrecht zur Windrichtung wirkende Seitenkraft von dn wird durch eine gleich grofse, entgegengesetzt wirkende aufgehoben, welche auf den symmetrisch zur XX -Axe liegenden Bogentheil wirkt; die andere Seitenkraft ist

$$dh = dn \sin \varphi = p r \sin^2 \varphi d\varphi.$$

Die gefammte Kraft, welche ein Umsturz-Moment erzeugt, ist für die Höhen- einheit offenbar

$$H = \int_0^\pi p r \sin^2 \varphi d\varphi = 2 p r \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^2 \varphi d\varphi,$$

sonach

$$H = p r \frac{\pi}{2} \dots \dots \dots 9.$$

Wird $p = 120 \text{ kg}$ eingeführt, so ist die Kraft H für das steigende Meter

$$H = 188,4 r = \approx 190 r \text{ Kilogr.},$$

worin r in Metern einzufetzen ist.

Fig. 23.

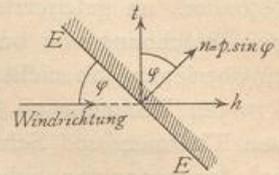
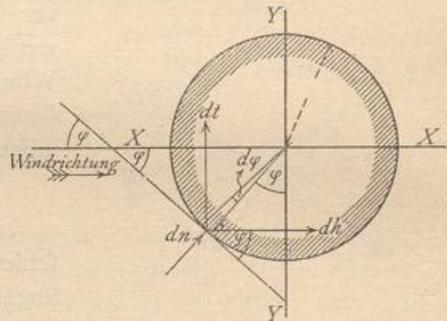


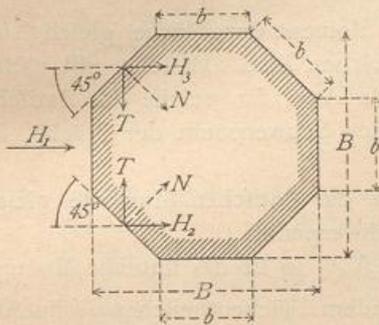
Fig. 24.



Die Kraft H liegt in der lothrechten Ebene der Axe XX und greift in halber Höhe des Cylinders an.

c) Winddruck gegen ein regelmässiges achtseitiges Prisma (Fig. 25). Die Breite des umschriebenen Quadrates sei B , die Seitenlänge der achteckigen Grundfläche sei b ; dann ist $b = 0,414 B$. Der Winddruck gegen die senkrecht getroffene Fläche ist für die Längeneinheit der Höhe

Fig. 25.



$$H_1 = pb,$$

derjenige gegen die unter 45 Grad getroffenen Seitenflächen je

$$N = pb \sin 45^\circ,$$

und die in die Windrichtung fallende Seitenkraft von N ist

$$H_2 = pb \sin^2 45^\circ = \frac{pb}{2}.$$

Eben so gross ist H_3 ; mithin wird die gesammte Kraft, welche ein Umsturz-Moment erzeugt, für das steigende Meter sein

$$H = H_1 + H_2 + H_3 = 2 pb.$$

Die Mittelkraft aller H greift, wie oben, in halber Höhe des Prismas an und liegt in der durch die Axe des Prismas und H_1 bestimmten lothrechten Ebene.

Die bisher ganz allgemein und auch in vorstehenden Entwicklungen gemachte Annahme einer gleichmässigen Vertheilung des Winddruckes über eine getroffene ebene Fläche scheint nach den neueren Versuchen und theoretischen Ermittlungen nicht ganz richtig zu sein; demnach ist auch nicht ohne Weiteres richtig, dass die Mittelkraft durch den Schwerpunkt der getroffenen Fläche geht. Es scheint, dass der Druck an den Rändern am kleinsten ist und nach der Mitte der Ebene hin zunimmt. Bis über die Gesetzmässigkeit genauere Angaben vorliegen, wird man jedoch für die Zwecke des Hochbaues unbedenklich die vorgeführten Annahmen den Berechnungen zu Grunde legen können.

b) Schwerpunkte und statische Momente.

1) Schwerpunkte von ebenen Figuren.

Um den Schwerpunkt einer beliebigen ebenen Figur zu finden, genügt es, zwei Linien zu bestimmen, auf deren jeder der Schwerpunkt liegen muss; alsdann ist der Schnittpunkt beider Linien der gesuchte Schwerpunkt. Werden in der Ebene, in welcher die betreffende Figur liegt, zwei Coordinaten-Axen OX und OY beliebig angenommen, so erhält man die Abstände x_0 und y_0 des Schwerpunktes von den beiden Axen OY und OX aus den Gleichungen

$$x_0 = \frac{\int x df}{F} \quad \text{und} \quad y_0 = \frac{\int y df}{F}, \quad \dots \quad 10.$$

in denen F die ganze Querschnittsfläche, df den Flächeninhalt eines beliebigen Theilchens mit den Coordinaten x und y bedeutet und die Summirung über die ganze Fläche auszudehnen ist. Die vorstehenden beiden Gleichungen können hier als aus der Mechanik bekannt vorausgesetzt werden. Man kann statt der unendlich kleinen Theilchen df Flächentheile f von endlicher Grösse einführen, also die obigen Gleichungen schreiben:

$$x_0 = \frac{\sum (fx)}{F} \quad \text{und} \quad y_0 = \frac{\sum (fy)}{F}, \quad \dots \quad 11.$$

wenn x und y die Schwerpunkts-Coordinten der Flächentheile f bedeuten.

32.
Grund-
gleichungen.