



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Universitätsbibliothek Paderborn

Lehrbuch des Hochbaues

Grundbau, Steinkonstruktionen, Holzkonstruktionen, Eisenkonstruktionen ,
Eisenbetonkonstruktionen

Esselborn, Karl

Leipzig, 1908

b) Die Berechnung der Pfetten

[urn:nbn:de:hbz:466:1-50294](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-50294)

auf die Vertikallasten und Windkräfte zweckm sig ausgenutzt wird. So sind z. B. L- und  -Eisen möglichst nach den Abb. 471 bis 473 anzuordnen. Bei  -Eisen ist es mit Rücksicht auf die Tragfähigkeit gleichgültig, ob die Flansche nach oben oder unten

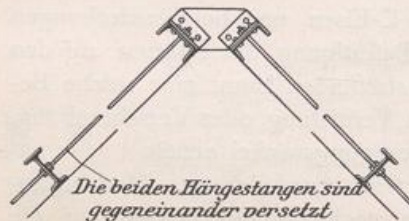
Abb. 471 bis 473. Eiserne Pfetten.



liegen, doch wird die letztere Anordnung zwecks Vermeidung von Schwei brinnen in der Regel vorzuziehen sein. Wegen der Beanspruchung der Pfetten sowohl in der einen als auch in der andern Hauptachsenrichtung ist es empfehlenswert, stets Profile mit großer seitlicher Steifigkeit zu verwenden; so werden z. B. bei großen Spannweiten I- und besonders Differdinger-Profile sowie Querschnitte mit zweckm sig zusammengesetztem Querschnitt von besonderem Vorteil sein.

Mitunter kann bei sehr steilen Dächern auch ein Anhängen der Zwischenpfetten an die Firstpfetten innerhalb deren Stützweite erforderlich werden (Abb. 474). Die beiden

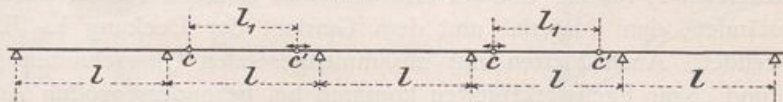
Abb. 474. Anhängen der Zwischenpfetten an die Firstpfetten.



Die beiden Hängestangen sind gegeneinander versetzt

Firstpfetten sind hierbei an den betreffenden Aufhängepunkten durch Rahmen miteinander zu verbinden. Die Pfetten laufen in der Regel entweder bis zu den erhältlichen Längen über die Binder hinweg, oder sie werden über jedem Auflagerpunkt gestoßen. Bei sehr langen Dachanordnungen muß den durch die Temperaturschwankungen auftretenden Längen- Änderungen durch entsprechende Ausbildung der Pfettenst o e mit länglichen Schraubenlöchern usw. (Dilatationen) Rechnung getragen werden.

Abb. 475. Auslegerpfette.



Bei großen Pfettenst tzweiten kommen mit Rücksicht auf eine Materialersparnis Auslegerpfetten (GERBER-Träger) zur Verwendung (Abb. 475), bei denen die Gelenkpunkte so gelegt werden, daß die größten negativen Momente über den Bindern gleich den größten positiven Momenten werden. Dies ist bei Annahme gleichm sig verteilter Belastung der Fall, wenn die Stützweite des eingehängten Trägers $CC' : l_1 = 0,707 l$ ist. Die Dilatationen für Temperaturänderungen lassen sich bei solchen Gelenkpfetten durch Ausbildung von je einem l ngsbeweglichen Gelenk in jeder Gelenk ffnung leicht erreichen. In Abb. 475 sind diese l ngsbeweglichen Gelenke durch Pfeile besonders markiert.

b) *Die Berechnung der Pfetten.* Die Pfetten sind durch lotrechte Lasten, Eigengewicht und Schnee, sowie durch schräg, d. h. senkrecht zur Dachfläche wirkende Windkräfte belastet. Bei der aufrechten Pfettenstellung wirken die senkrechten Lasten in einer Hauptachse, die Windkräfte nicht in einer Hauptachse, während bei der normalen Pfettenstellung die Kr ftebene für Wind den Pfettenquerschnitt in einer Hauptachse und diejenige für lotrechte Lasten nicht in einer Hauptachse schneiden. Hierbei sind selbstredend Pfettenquerschnitte vorausgesetzt, bei denen eine Hauptachse bei der lotrechten Stellung senkrecht und bei der Normalstellung normal zur Dachfläche steht, z. B.  -, I- und Blechträger-Querschnitte für eiserne Pfetten bzw. rechteckige Querschnitte für Holzpfetten.

das qm Dachfläche war 85 kg, senkrecht zur Dachfläche wirkend, das Eigengewicht der Deckung 90 kg für das qm Grundfläche. Das Eigengewicht der Pfetten sei vorläufig zu 50 kg für das lfd. m angenommen. Für das lfd. m Pfette ergibt sich somit folgende gesamte lotrechte Belastung:

$$\begin{aligned} &\text{für Gewicht der Deckung } 90 \cdot 3,2 = 288 \text{ kg,} \\ &> \text{ \textasciitilde{ } \textasciitilde{ } \textasciitilde{ } Pfette } 50 \cdot 1,0 = 50 \text{ \textasciitilde{ } } \\ &> \text{ Schneelast } 75 \cdot 2,5 = 187,5 \text{ \textasciitilde{ } } \end{aligned}$$

Zusammen 525,5 kg = rd. 0,525 t.

Das hierdurch auftretende Moment der Vertikalkräfte bei Annahme frei aufliegender Pfetten beträgt $M_v = \frac{0,525 \cdot 4,0^2}{8} = 1,05$ tm. Die Windkraft für das lfd. m Pfette ist $85 \cdot 3,2 =$ rd. 275 kg = 0,275 t und somit das Windmoment

$$M_w = \frac{0,275 \cdot 4,0^2}{8} = 0,55 \text{ tm.}$$

a) Bei Normalstellung der Pfetten (Abb. 477) wirkt M_w schon in einer Hauptachse; es ist also nur eine Zerlegung von M_v in die zwei Seitenkomponenten nötig und zwar ist, da $\cos \alpha = \frac{2,5}{3,2}$ und $\sin \alpha = \frac{2,0}{3,2}$,

$$M_{1v} = M_v \cdot \cos \alpha = 1,05 \cdot \frac{2,5}{3,2} = 0,82 \text{ tm}$$

$$M_{2v} = M_v \cdot \sin \alpha = 1,05 \cdot \frac{2,0}{3,2} = 0,656 \text{ tm.}$$

Somit wird $M_1 = M_w + M_{1v} = 0,55 + 0,82 = 1,37$ tm = 137 000 kgcm,
 $M_2 = M_{2v} = 0,656$ = rd. 0,66 tm = 66 000 kgcm.

Es ist nun $W_x = \frac{M_1 + c \cdot M_2}{k}$. Unter der Annahme von $k = 1000$ kg/qcm und $c = 9$ ergibt sich

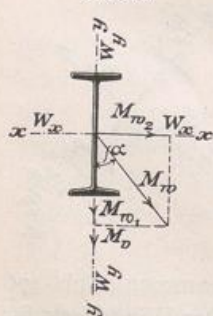
$$W_x = \frac{137000 + 9 \cdot 66000}{1000} = 137 + 594 = 731 \text{ cm}^3.$$

Für das I-Profil N. P. 32 mit $W_x = 781$ cm³ und $c = \frac{W_x}{W_y} = \frac{781}{84,6} = 9,23$ wird die für obige Belastung auftretende Spannung

$$\sigma_{\max} = \frac{M_1 + 9,23 M_2}{W_x} = \frac{137000 + 9,23 \cdot 66000}{781} = 955 \text{ kg/qcm;}$$

dies Profil kann also beibehalten werden.

Abb. 478. Berechnung aufrecht stehender Pfetten.



b) Bei der aufrechten Pfettenstellung (Abb. 478) wirkt M_v in der Hauptachse, und ist M_w in die folgenden Seitenkomponenten zu zerlegen:

$$M_{w1} = M_w \cdot \cos \alpha = 0,55 \cdot \frac{2,5}{3,2} = 0,43 \text{ tm,}$$

$$M_{w2} = M_w \cdot \sin \alpha = 0,55 \cdot \frac{2,0}{3,2} = 0,344 \text{ rd. } 0,35 \text{ tm.}$$

Somit

$$M_1 = M_v + M_{w1} = 1,05 + 0,43 = 1,48 \text{ tm} = 148000 \text{ kgcm,}$$

$$M_2 = M_{w2} = 0,35 \text{ tm} = 35000 \text{ kgcm.}$$

Für $k = 1000$ kg/qcm und $c = 9$ wird

$$W_x = \frac{M_1 + c \cdot M_2}{k} = \frac{148000 + 9 \cdot 35000}{1000} = 148 + 9 \cdot 35 = 463 \text{ cm}^3.$$

Für das I-Profil N. P. 27 mit $W_x = 491 \text{ cm}^3$ und $c = \frac{W_x}{W_y} = \frac{491}{56} = 8,76$ wird

$$\sigma_{\max} = \frac{M_1 + 8,76 \cdot M_2}{W_x} = \frac{148000 + 8,76 \cdot 35000}{491} = 930 \text{ kg/qcm.}$$

Für Profil N. P. 26 mit $W_x = 441 \text{ cm}^3$ und $c = \frac{441}{50,6} = 8,72$ würde folgende Maximalspannung entstehen:

$$\sigma_{\max} = \frac{148000 + 8,72 \cdot 35000}{441} = \frac{452000}{441} = \text{rd. } 1020 \text{ kg/qcm.}$$

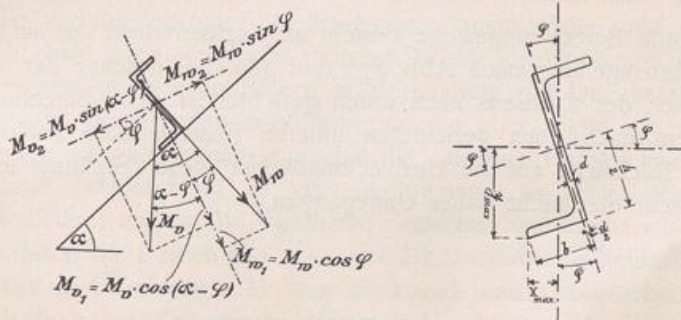
Während also bei diesem Beispiel für die aufrechte Pfettenstellung je nach der zulässigen Beanspruchung ein N. P. 26 bzw. N. P. 27 genügt, wäre für die Normalstellung ein Profil N. P. 32 erforderlich. Es ist also in statischer Hinsicht bei diesem Beispiel die aufrechte Pfettenstellung günstiger als die Normalstellung, welcher Umstand in erster Linie durch das Verhältnis der größeren Vertikallasten zu den geringeren Windkräften bedingt ist.

Die vorstehende Berechnungsweise der Pfetten gilt nicht für Pfettenquerschnitte ohne Symmetrieachse (Z-Eisen, ungleichschenklige Winkel usw.), da hierbei von vornherein die Lage der Hauptachse nicht bekannt und für jede Profil-Nummer eine andere ist. Für Pfetten aus Z-Eisen hat MEYERHOF in der »Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure« 1891, S. 696, eine ausführliche Berechnungsweise angegeben; die hierfür von MEYERHOF aufgestellte Tabelle ist auch in FÖRSTER, »Die Eisenkonstruktionen der Ingenieur-Hochbauten« enthalten.

Um jedoch die Möglichkeit zu geben, die Berechnung der an sich sehr zweckmäßigen Pfetten aus Z-Profilen auch ohne diese Tabelle vornehmen zu können, sei das folgende Verfahren angegeben. Bei der Pfettenstellung nach Abb. 479 sei wieder M_w das Moment der Windkräfte und M_v das Moment der Vertikallasten, ferner φ der Winkel der Hauptachsen zum Steg bzw. zur Senkrechten auf den Steg und M_1 und M_2 die Seitenmomente sämtlicher Kräfte in der Richtung der Hauptachsen; alsdann wird nach Abb. 479:

$$M_1 = M_w \cdot \cos \varphi + M_v \cdot \cos(\alpha - \varphi) \quad \text{und} \quad M_2 = -M_w \cdot \sin \varphi + M_v \cdot \sin(\alpha - \varphi). \quad (54)$$

Abb. 479 u. 480. Berechnung von Pfetten aus Z-Eisen.



Für die Profile 12 bis 20, die wohl für Pfetten fast nur in Betracht kommen, schwankt $\text{tg } \varphi$ von 0,433 bis 0,313, d. h. der Winkel φ von $23^\circ 30''$ bis $17^\circ 30''$; φ könnte also im Mittel zu 20° angenommen werden. Unter Zugrundelegung dieser vorläufigen Annahme können die Werte M_1 und M_2 nach den vorstehenden Formeln ermittelt und dann das erforderliche Widerstandsmoment für die Hauptachse nach $W_x = \frac{M_1 + c \cdot M_2}{k}$

berechnet werden, wobei für $c = \frac{W_x}{W_y}$ im Mittel der Wert $c = 5$ bis 6 gesetzt werden könnte. Hat man nach dem so gefundenen W_x ein entsprechendes Normalprofil ausgewählt, so kann man die für das gewählte Profil durch die vorliegende Belastung auftretende Maximalspannung nach der Formel

$$\sigma_{\max} = \frac{M_1}{J_x} \cdot y_{\max} + \frac{M_2}{J_y} \cdot x_{\max} \quad (55)$$

berechnen, indem man in diese Gleichung die für das gewählte Profil geltenden Werte M_1 und M_2 nach Gl. 54 (unter Einführung des für das betreffende Profil vorhandenen Winkels φ) und die Hauptträgheitsmomente J_x und J_y , sowie die auf die Hauptachsen bezogenen Ordinaten y_{\max} und x_{\max} der äußersten Querschnittspunkte einsetzt.

Die Werte y_{\max} und x_{\max} , die in den Profiltabellen in der Regel nicht angegeben sind, können nach folgenden Formeln berechnet werden (s. Abb. 480):

$$y_{\max} = \frac{h}{2} \cdot \cos \varphi + \left(b - \frac{d}{2}\right) \cdot \sin \varphi,$$

$$x_{\max} = \left(b - \frac{d}{2}\right) \cos \varphi - \frac{h}{2} \cdot \sin \varphi.$$

Bezeichnet man $\frac{J_x}{y_{\max}}$ mit W_x und $\frac{J_y}{x_{\max}}$ mit W_y , so wird Gl. 55 zu

$$\sigma_{\max} = \frac{M_1}{W_x} + \frac{M_2}{W_y}.$$

Zur Vereinfachung der Berechnung sei für die wichtigeren Z-Profile Nr. 10 bis Nr. 20 noch folgende Tabelle angegeben:

Tabelle für Z-Eisen (zu Abb. 480).

N. P.	φ	J_x	J_y	y_{\max}	x_{\max}	W_x	W_y	c
10	26° 10'	270	24,6	6,77	2,65	39,8	9,3	4,28
12	23° 25'	470	37,7	7,75	3,02	60,6	12,5	4,85
14	21° 05'	768	56,4	8,72	3,39	88,0	16,6	5,30
16	19° 40'	1184	79,5	9,74	3,72	121	21,4	5,65
18	18° 15'	1759	110	10,7	4,08	164	27,0	6,1
20	17° 25'	2509	147	11,8	4,39	213	33,5	6,35

Die vorstehende Berechnungsweise bezieht sich selbstredend nur auf die günstige und zweckmäßige Pfettenstellung nach Abb. 479 und 480, bei welcher der auf dem Binder aufsitzende Flansch des Z-Eisens nach unten gerichtet ist. Die Berechnung für die Anordnung mit dem nach oben gerichteten unteren Flansch wäre analog vorzunehmen, doch wird mit Rücksicht auf die Unzweckmäßigkeit dieser Stellung in statischer und praktischer Hinsicht hier nicht näher eingegangen.