

Ermittlung des Lüftungswärmebedarfes

Von H. Preußker



Dr.-Ing. Horst Preußker, Hamburg

Der Verfasser beschreibt ein Verfahren, mit dem es möglich ist, in einem Diagramm zugleich den gesuchten Lüftungswärmebedarf nach DIN 4701 und die Luftmenge je Meter Spalt darzustellen. Bei Berücksichtigung einiger Faktoren läßt sich diese Methode auch auf den allgemeinen Fall mehrerer Außenfenster und Türen unterschiedlicher Dichtigkeit anwenden. Sie ist somit für die überschlägliche und genaue Erfassung der örtlichen Lufteinfallverhältnisse geeignet.

Zur raschen Ermittlung des Lüftungswärmebedarfes nach DIN 4701, Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfes von Gebäuden, ist es zweckmäßig, die der Berechnung zugrunde liegende Fugendurchlässigkeit und den „Raumkenngröße“ genannten Drosselungseffekt durch innere Bauteile des Gebäudes zwar zu berücksichtigen, jedoch in einem einheitlichen Diagramm sogleich den gesuchten Lüftungswärmebedarf und die Luftmenge je Meter Spalt darzustellen. Hieraus ergibt sich ein übersichtliches Verfahren, welches sich durch Berücksichtigung einiger Faktoren auch in guter Näherung auf den allgemeinen Fall mehrerer Außenfenster und Türen unterschiedlicher Dichtigkeit anwenden läßt und für die überschlägliche und genaue Erfassung der örtlichen Lufteinfallverhältnisse geeignet ist.

Anhand der Tabellen und Formeln für den Lüftungswärmebedarf nach DIN 4701 läßt sich eine vereinfachte Darstellung geben. Geht man davon aus, daß für jeden Bauteil an der Außenwand ein Lufteinfall auftritt, der von der Drosselung im Innern des Gebäudes abhängt, so läßt sich dieser Lufteinfall für die Normallage direkt angeben. Jede andere Variation ist durch Zuschläge darstellbar.

- Hauslage: Vergleichszahl für Reihenhäuser = 1;
- Fensterlage: Vergleichszahl für Fenster in einer Wand = 1;
- Windlage: Vergleichszahl für normale, geschützte Lage = 1;
- Temperaturen: für $\Delta t = 32^\circ\text{C}$ geltend.

Dann ergibt sich für die Raumkennzahl

$$R = \frac{1}{\frac{\sum (a \cdot l)_A}{\sum (a \cdot l)_N} + 1}$$

Hierin ist:

a Fugendurchlässigkeit je m Fugenlänge in m^3 bei 1 kp/m^2 Druckunterschied, Index A außen,

Index N oder T innen.

Mit den Tabellenwerten aus DIN 4701, Tabelle 4a, wird für

Einfachfenster (Holz oder Kunststoff)

$$a = 3,0;$$

Verbundfenster (Holz oder Kunststoff)

$$a = 2,5;$$

Doppelfenster (Holz oder Kunststoff) mit garantierter Dichtung

$$a = 2,0;$$

Einfach/Verbund-Metallfenster

$$a = 1,5;$$

Doppelfenster und Einfachfenster mit garantierter Dichtung

$$a = 1,2;$$

außerdem für Innentüren dicht

$$a = 15;$$

$$\text{undicht } a = 40.$$

Die Größe a bezieht sich auf einen Druckunterschied von 1 kp/m^2 . Die Hauskenngröße H enthält den wirksamen Druckunterschied sowie die spezifische Wärme der Luft und wird rechnerisch mit berücksichtigt.

Vereinfacht man die Raumkenngröße in üblicher Weise, so läßt sich schreiben:

$$R = \frac{1}{\frac{a_A/a_N \cdot l_A/l_N + 1}{1}} = \frac{1}{\frac{a_A/a_N \cdot F_A/F_N + 1}{1}}$$

Hierbei ist es zweckmäßig, mit einheitlichen mittleren Werten für a zu rechnen, auch wenn es sich um unterschiedliche Bauteile wie Fenster, Türen oder Oberlichter handelt. Die Fugenlänge d bzw. die Fläche F kann überschläglich eingesetzt werden.

Der tatsächliche Lufteinfall ergibt sich zu

$$V_L = \frac{a_A \cdot l_A \cdot R \cdot H}{0,31}$$

Den Wärmebedarf für die Lüftung erhält man bei 32°C Temperaturdifferenz zu

$$\begin{aligned} Q_L &= 32 \cdot 0,31 \cdot V_L \\ &= 10 \cdot V_L \\ &= 32 \cdot a_A \cdot l_A \cdot R \cdot H. \end{aligned}$$

Besteht die Außenseite eines Raumes beispielsweise aus zwei undichten Elementen mit unterschiedlichem Lufteinfall, so beträgt der wirkliche Lufteinfall:

$$V_{L \text{ ges}} \sim \frac{(a_1 \cdot l_1 + a_2 \cdot l_2) \cdot \frac{1}{(a_1 \cdot l_1 + a_2 \cdot l_2)/a_N \cdot l_N + 1}}$$

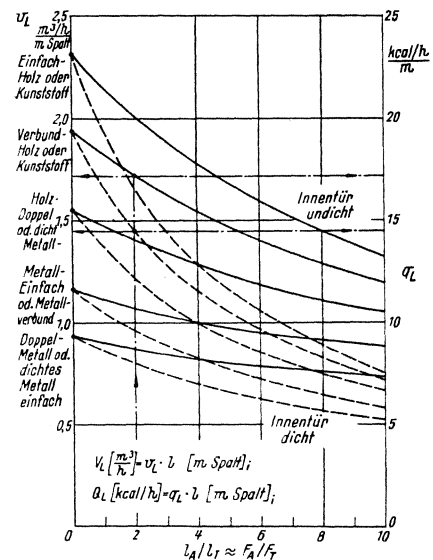


Bild 1: Zahlenwerte für den Lufteinfall — normale Gegend, geschützte Lage (4 m/s)

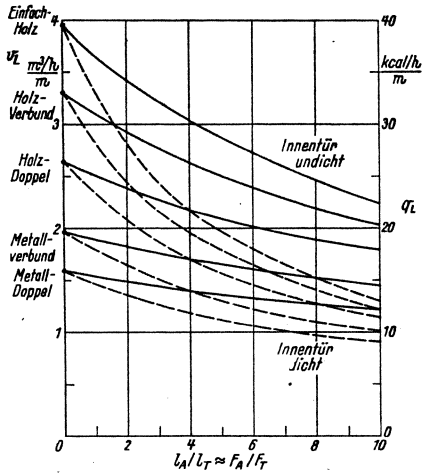


Bild 2: Zahlenwerte für den Luftfall — normale Gegend, freie Lage (6 m/s) oder windstark geschützt

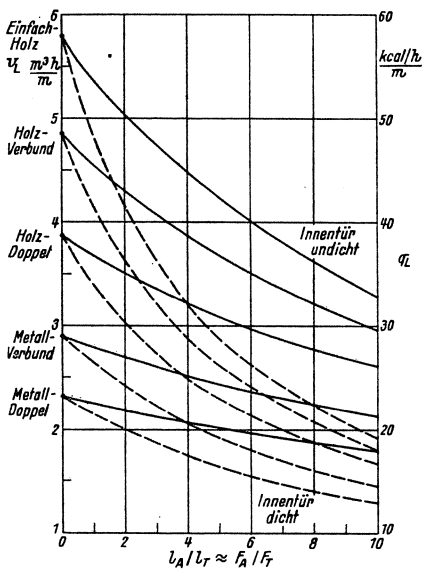


Bild 3: Zahlenwerte für den Luftfall — normale Gegend, außergewöhnlich freie Lage (8 m/s) oder windstark freie Lage

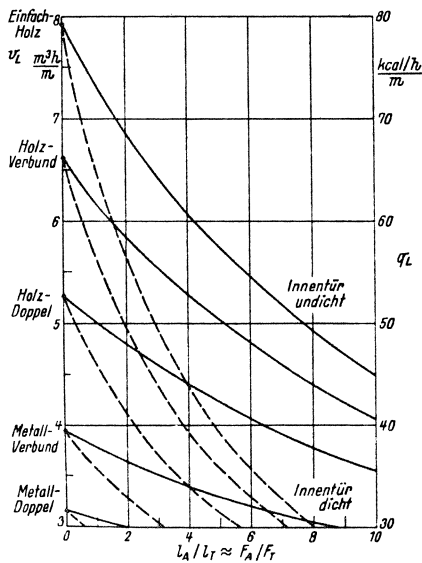


Bild 4: Zahlenwerte für den Luftfall — windstarke Gegend, außergewöhnlich freie Lage (10 m/s)

Tafel 1: Werte für R

a_A [m³/m · h]	Innentüren	3,0	2,5	2,0	1,5	1,2	
$a_N = 15$; $a_N = 40$; a_A/a_N	dicht	0,200	0,167	0,133	0,100	0,08	
	undicht	0,075	0,0625	0,05	0,0375	0,03	
$l_A/l_T =$	2	dicht	0,714	0,75	0,79	0,834	0,862
		undicht	0,87	0,89	0,91	0,93	0,943
4	dicht	0,555	0,60	0,65	0,714	0,757	
	undicht	0,77	0,80	0,833	0,87	0,892	
6	dicht	0,455	0,50	0,555	0,625	0,675	
	undicht	0,69	0,727	0,77	0,816	0,847	
8	dicht	0,384	0,430	0,483	0,555	0,610	
	undicht	0,625	0,666	0,715	0,77	0,806	

Tafel 2: Luftdurchlässigkeit v_L [m³/m · h] für normale, geschützte Lage

a_A [m³/m · h]	Innentüren	3,0	2,5	2,0	1,5	1,2	
l_A/l_T	0	dicht	2,32	1,94	1,55	1,16	0,93
		undicht					
2	dicht	1,66	1,45	1,22	0,966	0,80	
	undicht	2,02	1,72	1,41	1,08	0,875	
4	dicht	1,29	1,16	1,00	0,83	0,70	
	undicht	1,79	1,55	1,29	1,01	0,825	
6	dicht	1,055	0,97	0,86	0,725	0,625	
	undicht	1,60	1,41	1,19	0,95	0,785	
8	dicht	0,89	0,83	0,75	0,645	0,565	
	undicht	1,45	1,29	1,11	0,895	0,747	

Benutzt man das angegebene Rechenverfahren für jedes Bauelement getrennt, so ergibt sich

$$V_L \sim a_1 \cdot l_1 \cdot \left(\frac{1}{a_1 \cdot l_1/a_N \cdot l_N + 1} \right) + a_2 \cdot l_2 \cdot \left(\frac{1}{a_2 \cdot l_2/a_N \cdot l_N + 1} \right)$$

Vergleicht man beide Werte miteinander, so ergibt sich:

$$V_{L \text{ ges}} \cong a_N \cdot l_N \cdot \frac{(a_1 \cdot l_1 + a_2 \cdot l_2)}{a_N \cdot l_N + a_1 \cdot l_1 + a_2 \cdot l_2}$$

und auch

$$V_L \cong a_N \cdot l_N \cdot \left(\frac{a_1 \cdot l_1}{a_N \cdot l_N + a_1 \cdot l_1} + \frac{a_2 \cdot l_2}{a_N \cdot l_N + a_2 \cdot l_2} \right)$$

Man sieht, daß infolge des kleineren Nenners $V_L > V_{L \text{ ges}}$ ist, daß man also mit dem Fehler auf der sicheren Seite liegt. Daher ist es möglich, mit Mittelwerten oder Einzelwerten zu arbeiten. Die Zahlenwerte für $F_A/F_N = 0$ ergeben mit $R = 1$ jeweils die Größtwerte. Tafel 1 zeigt R abhängig von l_A/l_N bzw. F_A/F_N für dichte und undichte Innentüren.

Die Zahlenwerte für den Luftfall ergeben sich aus Tafel 2 und können aus dem Diagramm auf Bild 1 direkt abgelesen werden. Die weiteren Diagramme (Bild 2 bis Bild 4) ergeben sich aus den verschiedenen Windlagen. Während das Diagramm auf Bild 1 für normale, geschützte Lage (4 m/s Windgeschwindigkeit) bei Außenfenstern in einer Wandseite im Reihenhaus gilt und der Wärmebedarf sich aus der Temperaturdifferenz von 32°C ergibt, gelten für die anderen Fälle folgende Zuschläge:

Eckfenster $Z_E = 1,2$; Einzelhaus $Z_R = 1,4$; Windlage normal frei oder windstark geschützt (6 m/s) $Z_W = 1,7$; normale Windgegend sehr frei, windstark

frei (8 m/s) $Z_W = 2,5$; windstarke Gegend, sehr freie Lage (10 m/s) $Z_W = 3,4$; Wärmebedarfsfaktor $Z_q = (t_i - t_A) / 32$.

Für die Gesamtwerte gilt

$$V_{L \text{ ges}} = \sum (a_L \cdot l) \cdot Z_E \cdot Z_R \cdot Z_W, \quad Q_{L \text{ ges}} = \sum (a_L \cdot l) \cdot Z_E \cdot Z_R \cdot Z_W \cdot Z_q$$

Beispiele:

- In normaler, windgeschützter Lage hat ein Holz-Verbundfenster im Reihenhaus bei dichten Innentüren und Lüftungsspaltlängen von außen $l_A = 10$ m und innen $l_T = 5$ m einen Lüftungseinfall von 1,45 m³/mh oder 10 · 1,45 m³/h. Das bedeutet einen Luftfall von 14,5 m³/h und einen Lüftungswärmebedarf von 145 kcal/h bei 32 grd Temperaturdifferenz zwischen außen und innen.

- Handelt es sich um undichte Innentüren, so ist der Luftfall 17,2 m³/h, der Lüftungswärmebedarf 172 kcal/h, was sich aus dem Diagramm ergibt.

- Soll ein Eckfenster in einem sehr frei gelegenen Einzelhaus in einer windstarken Gegend berechnet werden, so erhöhen sich diese Beträge bei 32 grd Temperaturgefälle zwischen Außen- und Raumluft um den Faktor $1,2 \cdot 1,4 \cdot 3,4 = 5,7$. Diese Werte sind auch auf Bild 4 direkt ablesbar.

Der Zahlenwert für das Beispiel a) würde sich gemäß DIN 4701 rechnerisch ergeben aus der Formel $Q_L = a_A \cdot l_A \cdot R \cdot H \cdot \Delta t$, $Q_b = 2,5 \cdot 10 \cdot 0,75 \cdot 0,24 \cdot 32 \cdot Q_L = 145$ kcal/h.

Dieser Wert ist der gleiche wie der im Beispiel a) ermittelte, jedoch mit der genaueren Erfassung der Raumkenngröße R in der vorgeschlagenen Diagrammform. [H 0069]

DK 536.68:697.911