

IBAT-Fachinformation 2010-06-22:

Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten für Holzfenster und Fenstertüren (U_w -Wert)

Der U-Wert gibt an, welcher Wärmestrom (in Watt; W) bei einem Temperaturunterschied von 1°C (in Kelvin ausgedrückt; K) pro Quadratmeter (m^2) eines Bauteiles fließt ("Wärmeverlust"); seine Einheit lautet deshalb W/m^2K . Der U-Wert eines Fensters setzt sich aus den spezifischen U-Werten des Rahmens und des Glases zusammen, die beim vereinfachten Berechnungsverfahren nach DIN EN ISO 10077-1 entsprechend ihrer Flächanteile gewichtet werden. Zusätzlich ist der Einfluss des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ_g in W/mK (Psi-Wert) zu berücksichtigen, der die Wärmeleitung aus der Wechselwirkung von Rahmen, Glas und Abstandhalter berücksichtigt. Das bringt auch die nebenstehende Formel (1) nach DIN EN ISO 10077-1 zum Ausdruck.

Möglichkeiten der U_w -Wertermittlung

- Ablesen aus Tabellen der DIN EN ISO 10077-1:
 - Tabelle F.1 für normale Abstandhalter und 30 % Rahmenanteil
 - Tabelle F.2 für normale Abstandhalter und 20 % Rahmenanteil
 - Tabelle F.3 für verbesserte Abstandhalter und 30 % Rahmenanteil
 - Tabelle F.4 für verbesserte Abstandhalter und 20 % Rahmenanteil
 - Vereinfachte Berechnung mit Formel 1 nach DIN EN ISO 10077-1
 - Numerische Berechnung nach DIN EN ISO 10077-2
 - Messung mit dem Heizkastenverfahren nach EN ISO 12567-1
- Alle abgelesenen, berechneten und gemessenen Werte beziehen sich auf ein Blendrahmenaußenmaß von $1,23\text{ m} \cdot 1,48\text{ m}$, wie unter Punkt 5.1 in DIN V 4108-4 beschrieben und mittels „Richtlinie Fenster und Fenstertüren“ durch die Bauregelliste bauaufsichtlich festgelegt.

1. Ermittlung U_f -Wert Rahmen

- Ablesen aus Diagramm D.2 nach DIN EN ISO 10077-1
 - IV 68 aus einer Holzart mit ca. 700 kg/m^3 : $U_f = 2,1\text{ W/m}^2K$
 - IV 68 aus einer Holzart mit ca. 500 kg/m^3 : $U_f = 1,8\text{ W/m}^2K$
- Dieses Verfahren liefert aber nur relativ schlechte Werte
- Numerische Berechnung nach DIN EN ISO 10077-2 von Rahmen mit einer thermisch getrennten WSS; Quelle: Pfb / fenster marke tischler
 - IV 68 aus einer Holzart mit ca. 700 kg/m^3 : $U_f = 1,8\text{ W/m}^2K$
 - IV 68 aus einer Holzart mit ca. 500 kg/m^3 : $U_f = 1,4\text{ W/m}^2K$
 - IV 78 $U_{f\ 700\text{ kg}} = 1,6$ bzw. $U_{f\ 500\text{ kg}} = 1,3\text{ W/m}^2K$
- Messung mit dem Heizkastenverfahren nach DIN EN 12412-2

2. Ermittlung U_g -Wert Verglasung

- Berechnung nach DIN EN 673 (Herstellerangabe)
- Messung nach DIN EN 674 oder EN 675 (Herstellerangabe)
- Ablesen aus Tabelle C.2 nach DIN EN ISO 10077-1
- Berechnung mit Formel 6 nach DIN EN ISO 10077-1

3. Ermittlung ψ_g -Wert Glas-Rahmen-Verbindungsbereich

- Numerische Berechnung nach DIN EN ISO 10077-2
- Ablesen aus Tabelle E.2 nach DIN EN ISO 10077-1 für Holz- oder Kunststoffrahmen:
 - mit Abstandhaltern aus Aluminium oder Stahl
 - $\psi_g = 0,08\text{ W/mK}$ für Zwei- oder Drei-Scheibenverglasung, beschichtet, mit Luft oder Gas im SZR
 - mit wärmetechnisch verbesserten Abstandhaltern
 - $\psi_g = 0,06\text{ W/mK}$ für Zwei- oder Drei-Scheibenverglasung, beschichtet, mit Luft oder Gas im SZR
- Datenblätter für Fenster- ψ -Werte; Quelle: Arbeitskreis Warme Kante www.bundesverband-flachglas.de > Der Werkstoff Glas > Download

Beispiel

Rahmen: $U_f = 1,4\text{ W/m}^2K$

Verglasung: $U_g = 1,0\text{ W/m}^2K$ mit Beschichtung und Gasfüllung

Wärmetechnisch verbesserter Abstandhalter: $\psi_g = 0,06\text{ W/mK}$

Abmessung: $1,23\text{ m} \cdot 1,48\text{ m} = 1,820\text{ m}^2 = A_w$

Glasfläche: $A_g = 1,144\text{ m}^2$; Rahmenfläche $A_f = 0,676\text{ m}^2$

Sichtbare Umfangslänge der Verglasung: $l_g = 4,422\text{ m}$

U_w -Wertermittlung mit Formel 1 nach DIN EN ISO 10077-1:

$$U_w = \frac{1,144\text{ m}^2 \cdot 1,0\text{ W/m}^2K + 0,676\text{ m}^2 \cdot 1,4\text{ W/m}^2K + 4,422\text{ m} \cdot 0,06\text{ W/mK}}{1,820\text{ m}^2}$$

Ergebnis: $U_w = 1,294\text{ W/m}^2K$ ist aufzurunden auf $U_w = 1,30\text{ W/m}^2K$

Formel (1) nach DIN EN ISO 10077-1:

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \psi_g}{A_g + A_f}$$

- U_w Wärmedurchgangskoeffizient des gesamten Fensters in W/m^2K (w für *window*)
- A_g verglaste Fläche in m^2 (g für *glazing*)
- U_g Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung in W/m^2K (g für *glazing*)
- A_f Ansichtsfläche des Rahmens in m^2 (f für *frame*)
- U_f Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens in W/m^2K (f für *frame*)
- l_g sichtbare Umfangslänge der Glasscheibe in m
- ψ_g längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient in W/mK (griechisches *Psi*; g für *glazing*)
- A_w Gesamtfläche des Fenster in m^2 ; $A_w = A_g + A_f$

Auszug Tabelle F.1 DIN EN ISO 10077-1:2006 Wärmedurchgangskoeffizienten für vertikale Fenster mit einem **Flächenanteil des Rahmens von 30 %** und mit **Abstandhaltern aus Aluminium oder Stahl**; Ablesebeispiel $U_g = 1,1\text{ W/m}^2K$ und $U_f = 1,4\text{ W/m}^2K$ ergibt $U_w = 1,4\text{ W/m}^2K$

U_f in W/m^2K	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
U_g in W/m^2K	U_w in W/m^2K							
1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9
1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8
1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,8
1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7
1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,6
0,8	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5
0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
0,6	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,4

Auszug Tabelle F.3 DIN EN ISO 10077-1:2006 Wärmedurchgangskoeffizienten wie oben, aber mit **verbesserten Abstandhaltern**; Ablesebeispiel $U_g = 1,1\text{ W/m}^2K$ und $U_f = 1,4\text{ W/m}^2K$ ergibt $U_w = 1,3\text{ W/m}^2K$

U_f in W/m^2K	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
U_g in W/m^2K	U_w in W/m^2K							
1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8
1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8
1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7
1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6
1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,6
0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5
0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
0,7	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3
0,6	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3

Weitere Hinweise enthält die DIN V 4108-4, das Merkblatt ES.01 „Die richtigen U-Werte von Fenstern“, Ausgabe 2009-2 (Herausgeber: Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e.V. VFF; www.window.de) und die Ergänzung zur Produktnorm DIN EN 14351-1:2006+A1:2010 Anhang J (normativ). Danach sind Sprossen folgendermaßen bei den aus Tabellen abgelesenen U_w -Werten zu berücksichtigen:

- glasteilende echte Sprossen $\Delta U_w = +0,4\text{ W/m}^2K$
- mehrfaches Sprossenkreuz im SZR $+0,2\text{ W/m}^2K$
- einfaches Sprossenkreuz im SZR $+0,1\text{ W/m}^2K$
- auf das Glas aufgesetzte Sprossen $0,0\text{ W/m}^2K$