

Beispiel 2-23: Berechnung des U-Wertes von Gefälledämmungen

Spalte →	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Zeile ↓	U-Wert-Berechnung, Gefälledämmung									
	Projekt: <i>Beispiel</i>					Datum: <i>14.01.10</i>				
	Bauteil: <i>Gefälledach</i>					Bearbeiter: <i>Maßong</i>				

Teilfläche Nr. ↓	Typ RE = Rechteck DG = Dreieck, dickste Stelle am Scheitel DK = Dreieck, dünnste Stelle am Scheitel	Fläche A [m ²]	Wärmeleitfähigkeit des Keils λ_1 [W/(m·K)]	Maximale Dicke der keilförmigen Schicht d_1 [m]	Maximaler Wärmedurchlasswiderstand der keilförmigen Schicht $R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1}$ [m ² ·K/W]	Wärmedurchgangswiderstand der Schichten ohne den Keil, einschließlich Übergangswiderstände R_0 [m ² ·K/W]	U-Wert			Zwischenwert Z = A · U [W/K]
							RE $U_{RE} = \frac{1}{R_1} \cdot \ln \left(\frac{R_1}{1 + R_0} \right)$	DG $U_{DG} = \frac{2}{R_1} \cdot \left[\left(\frac{R_0}{1 + \frac{R_0}{R_1}} \right) \cdot \ln \left(\frac{R_1}{1 + R_0} \right) - 1 \right]$	DK $U_{DK} = \frac{2}{R_1} \cdot \left[1 - \frac{R_0}{R_1} \cdot \ln \left(1 + \frac{R_0}{R_1} \right) \right]$	
1	DK	49,000	0,035	0,140	4,000	1,416			0,226	11,074
2	DK	"	"	"	"	"			"	11,074
3	DK	"	"	"	"	"			"	11,074
4	DK	"	"	"	"	"			"	11,074
5	RE	84,000	0,035	0,120	3,429	5,416	0,132			11,088
6	RE	"	"	"	"	"	"			11,088
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21		364,000	← Gesamtfläche $A_{Gesamt} = A_1 + A_2 + A_3 + \dots$				Summe der Zwischenwerte $Z_{Gesamt} = Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots$			66,472

22	Wärmedurchgangskoeffizient [W/(m ² · K)]	$U_{Gesamt} = \frac{Z_{Gesamt}}{A_{Gesamt}}$	0,183 ≈ 0,18
23	Wärmedurchgangswiderstand [m ² · K/W]	$R_{Gesamt} = \frac{1}{U_{Gesamt}}$	5,476

2.2.5 U-Wert-Optimierung

Häufig erreicht ein geplanter Aufbau im ersten Anlauf nicht den geforderten U-Wert. Nun gibt es zwei Möglichkeiten, ihn zu optimieren:

1. Schichtdicke oder Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung „nach Gefühl“ ändern und Aufbau erneut durchrechnen. Das Ganze so oft wiederholen, bis der U-Wert passt.
2. Optimierungsformeln verwenden, Aufbau mit der ermittelten Wärmedämmung (Dicke oder Wärmeleitfähigkeit) durchrechnen.

Der zweite Weg ist der sinnvollere. Deshalb wird dieser hier weiterverfolgt.

Für Optimierungen mit einer thermisch homogenen Schicht (beispielsweise Wärmedämmung ohne Unterbrechung) ist eine exakte Lösung möglich, für Optimierungen mit einer thermisch inhomogenen Schicht (beispielsweise Wärmedämmung, von Sparren unterbrochen) gibt es eine Faustformel, die meist im ersten Anlauf das passende Ergebnis liefert.

Es spielt keine Rolle, ob der übrige Aufbau thermisch homogen oder inhomogen ist. Entscheidend ist nur, ob die eine Schicht, mit der optimiert wird, homogen oder inhomogen ist.

Dächer mit Gefälledämmung können ebenfalls mit einer Faustformel recht genau optimiert werden, solange die Ausgangswerte nicht zu exotisch sind.

Rundungsregel: Jede berechnete Dicke ist grundsätzlich auf die nächstgrößere handelsübliche Dicke aufzurunden. Ein Abrunden um ca. 1 bis 3 mm ist meist zulässig, da der Vergleich zwischen zulässigem und vorhandenem U-Wert nur auf zwei Nachkommastellen genau durchgeführt wird. Dabei bleibt die Anforderung meist erfüllt.

Beispiel vorh $U = 0,204 \cong 0,20 = \text{zul } U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \rightarrow \text{o. k.}$

Optimierung durch thermisch homogene Schicht

Bei Optimierungen mit einer thermisch homogenen Schicht wird unterschieden, ob über die Schichtdicke oder über die Wärmeleitfähigkeit optimiert werden soll.

Optimierung über die Schichtdicke bei vorgegebener Wärmeleitfähigkeit: Zunächst wird für den gegebenen Aufbau der U-Wert mittels *Formblatt 2-8 auf Seite 112 oder 2-11 auf Seite 116* berechnet. Die Stoffschicht (meist Wärmedämmung), über deren Dicke der U-Wert erreicht werden soll, wird dabei entweder mit vorläufiger Dicke berücksichtigt, oder sie wird gar nicht berücksichtigt und erscheint nur als Platzhalter im Formblatt. Man erhält den vorläufigen U-Wert, *vorl U*.

Die (zusätzlich) erforderliche Dicke d (in m) der Stoffschicht wird wie folgt berechnet:

$$d = \left(\frac{1}{\text{zul } U} - \frac{1}{\text{vorl } U} \right) \cdot \lambda$$

Dabei ist:

zul U : geforderter (zulässiger) U-Wert, in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

vorl U : vorläufiger U-Wert vor Optimierung, in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$