

2. Bauteile mit inhomogenen Schichten nach DIN EN ISO 6946

Eine inhomogene Schicht zeichnet sich dadurch aus, dass in einer Schicht **Materialien verschiedener Wärmeleitfähigkeit** angeordnet sind, z.B. Holz und Dämmstoff. Typische Bauteile sind Schrägdächer mit Zwischensparrendämmung oder Außenwände von Häusern in Holzständerbauweise.

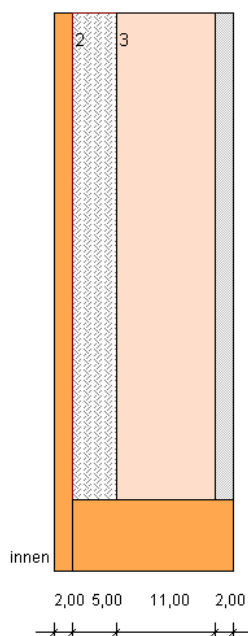


Abb. 1.2:
Berechnungsbeispiel-
Außenwand aus
inhomogenen Schichten

Gefach:

	s [cm]	ρ [kg/m³]	λ [W/m·K]	R [m²·K/W]
von innen				
R _{si}				0,130
01 Nadelholz	2,00	600	12,0	0,154
02 Lehmputz 2000	5,00	2000	1,100	0,045
03 Mz 1600	11,00	1600	0,680	0,162
04 Putzmörtel aus Kalk	2,00	1800	0,870	0,023
R _{se}				0,040
d = 20,00		G = 324,0		R _T = 0,55
U_{Gefach} = 1,805 W/(m²·K)				

Rahmen:

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil		
8,0 cm	100,0 cm	8,0 %		310,6 kg/m²
	s [cm]	ρ [kg/m³]	λ [W/m·K]	R [m²·K/W]
Rahmenanteil von innen				
R _{si}				0,130
01 Nadelholz	2,00	600	12,0	0,154
02 Eiche	18,00	800	0,200	0,900
R _{se}				0,040
20,00		156,0		R _T = 1,22
U_(R) = 0,817 W/(m²·K)				

$$R'_T = 1 / (92,00\% \cdot 1/0,554 + 8,00\% \cdot 1/1,224) = 0,58 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R''_T = 0,13 + 0,15 + 0,05 + 0,17 + 0,02 + 0,04 = 0,57 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_T = (R'_T + R''_T) / 2 = 0,57 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$\text{Wärmedurchgangskoeffizient } U = 1,742 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Auch für Bauteile mit inhomogenen Schichten ist – wie für Bauteile aus homogenen Schichten – der Wärmedurchgangskoeffizient U der Kehrwert des Wärmedurchgangswiderstandes R_T des Bauteils:

$$U = \frac{1}{R_T} \quad \text{in } W/(m^2 \cdot K)$$

Der Wärmedurchgangswiderstand R_T setzt sich jedoch – anders als bei Bauteilen aus homogenen Schichten - aus einem oberen Wärmedurchlasswiderstand R'_T und einem unteren Wärmedurchlasswiderstand R''_T zusammen.

$$R_T = \frac{R'_T + R''_T}{2} \quad \text{in } m^2 \cdot K/W$$

Es ist zur Berechnung des Wärmedurchgangswiderstandes eines Bauteils mit inhomogenen Schichten notwendig, dieses gedanklich in Schichten und Abschnitte aufzuteilen.

Die Schichten verlaufen parallel zur Oberfläche. Sie sind jeweils durch ihre Dicke d gekennzeichnet und werden mit Ziffern bezeichnet, also Schicht 1 mit der Dicke d_1 , Schicht 2 mit der Dicke d_2 usw.

Die Abschnitte (z.B. Sparren-Abschnitt, Gefach-Abschnitt) sind durch Flächenanteile f gekennzeichnet und werden mit kleinen Buchstaben bezeichnet, also Abschnitt a mit Teilfläche f_a , Abschnitt b mit Teilfläche f_b usw.

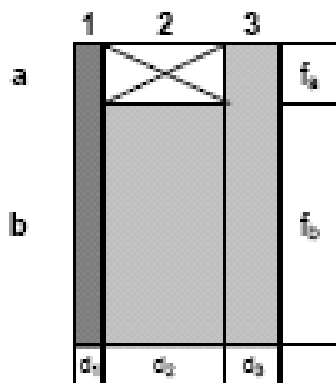
Den genauen Rechengang beschreibt DIN EN ISO 6946.

Nachfolgend finden Sie ein Arbeitsblatt zur U-Wert-Ermittlung, das den Rechengang nach DIN EN ISO 6946 abbildet. Der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils mit inhomogenen Schichten kann damit mittels Taschenrechner ermittelt werden.

ARBEITSBLATT

Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines Bauteils mit inhomogenen Schichten nach DIN EN ISO 6946

Beispiel: Bauteil mit drei Schichten und zwei Bereichen



$$R_{Ta} = R_{si} + R_{a1} + R_{a2} + R_{a3} + R_{se}$$

$$\frac{1}{R'_{Ta}} = \frac{f_a}{R_{Ta}} + \frac{f_b}{R_{Tb}}$$

$$\frac{1}{R_1} = \frac{f_a}{R_{a1}} + \frac{f_b}{R_{b1}}$$

$$R''_{T} = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{se}$$

	1	2	3	
a	$\lambda_{a1} =$ W/(m·K)	$\lambda_{a2} =$ W/(m·K)	$\lambda_{a3} =$ W/(m·K)	$f_a =$
b	$\lambda_{b1} =$ W/(m·K)	$\lambda_{b2} =$ W/(m·K)	$\lambda_{b3} =$ W/(m·K)	$f_b =$
	$d_1 =$ m	$d_2 =$ m	$d_3 =$ m	

R_{se}	$R_{a1} =$ m ² ·K/W	$R_{a2} =$ m ² ·K/W	$R_{a3} =$ m ² ·K/W	$R_{se} = 0,1$	$R_{Ta} =$ m ² ·K/W
	$R_{b1} =$ m ² ·K/W	$R_{b2} =$ m ² ·K/W	$R_{b3} =$ m ² ·K/W		$R_{Tb} =$ m ² ·K/W
					$R''_{T} =$ m ² ·K/W

R_{se}	$R_1 =$ m ² ·K/W	$R_2 =$ m ² ·K/W	$R_3 =$ m ² ·K/W	$R_{se} = 0,1$	$R''_{T} =$ m ² ·K/W
----------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	----------------	---------------------------------

$U =$ W/(m ² ·K)
