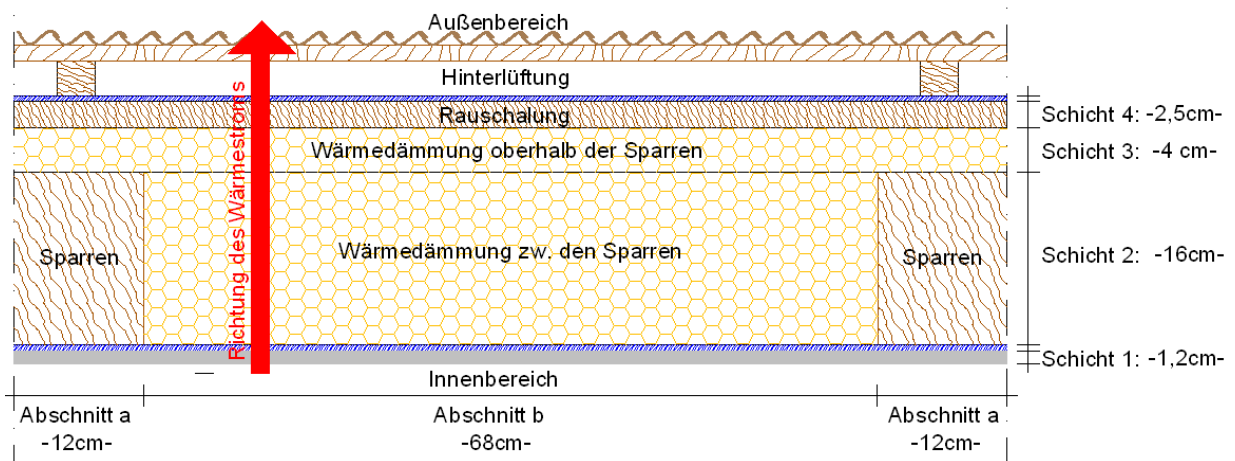




**Beispiel für die Berechnung eines hinterlüfteten Bauteils mit inhomogener Schichtung.**

Gegeben ist eine Dachkonstruktion (25° Neigung) mit einem Aufbau von innen nach außen wie folgt:

- |    |   |                    |                                  |
|----|---|--------------------|----------------------------------|
| 1. | Gipskartonplatte  | $s_1=1,2\text{cm}$ | $\lambda_1=0,210\text{ W/(mK)}$  |
| 2. | Dampfbremse   |                    |                                  |
| 3. | Sparren 12x16   | $s_2=16\text{cm}$  | $\lambda_2=0,130\text{ W/(mK)}$  |
| 4. | Wärmedämmung zwischen den Sparren                                 | $s_3=16\text{cm}$  | $\lambda_3 =0,045\text{ W/(mK)}$ |
| 5. | Wärmedämmung oberhalb der Sparren                                 | $s_4=4\text{cm}$   | $\lambda_4 =0,045\text{ W/(mK)}$ |
| 6. | Rauschalung   | $s_5=2,5\text{cm}$ | $\lambda_5 =0,130\text{ W/(mK)}$ |
| 7. | winddichtes, wasserdichtes sowie dampfdiffusionsoffenes Baupapier |                    |                                  |
| 8. | Konterlattung und Lattung sowie Eindeckung                        |                    |                                  |



Analog zum obigen Beispiel wird das Bauteil in Schichten und Abschnitte unterteilt. Das vorliegende Bauteil wird in 4 Schichten und 2 Abschnitte unterteilt.

Berechnung:

Aus Tabelle 2 werden die Werte für die Wärmeübergangswiderstände abgelesen. In diesem Fall ist der Aufbau außen hinterlüftet. Daher wird der äußere Wärmeübergangswiderstand gleich dem inneren Wärmeübergangswiderstand gesetzt (sh. Wärmeübergangswiderstände). Dies wird auch bei hinterlüfteten Außenfassaden angewandt.

$$R_{se} = R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} \text{ (Richtung des Wärmestroms = aufwärts)}$$

Der Grenzwert des oberen Wärmedurchgangswiderstandes ( $R'_T$ ) für beide Abschnitte wird zuerst berechnet:

Abschnitt a: Bereich der Sparren:

$$\begin{aligned} R_{Ta} &= R_{si} + s_1/\lambda_1 + s_2/\lambda_2 + s_4/\lambda_4 + s_5/\lambda_5 + R_{se} \\ &= 0,10 + 0,012/0,210 + 0,16/0,130 + 0,04/0,045 + 0,025/0,130 + 0,10 = 2,569 \text{ (m}^2\text{K)/W} \end{aligned}$$

$$f_a = l_a/(l_a + l_b) = 12\text{cm}/(12\text{cm} + 68\text{cm}) = 0,15 \text{ (entspricht 15\% der Gesamtfläche)}$$

Abschnitt b: Wärmedämmung zwischen den Sparren:

$$\begin{aligned} R_{Tb} &= R_{si} + s_1/\lambda_1 + s_3/\lambda_3 + s_4/\lambda_4 + s_5/\lambda_5 + R_{se} \\ &= 0,10 + 0,012/0,210 + 0,16/0,045 + 0,04/0,045 + 0,025/0,130 + 0,10 = 4,894 \text{ (m}^2\text{K)/W} \end{aligned}$$

$$f_b = l_b/(l_a + l_b) = 68\text{cm}/(12\text{cm} + 68\text{cm}) = 0,85 \text{ (entspricht 85\% der Gesamtfläche)}$$

$$1/R'_T = f_a/R_{Ta} + f_b/R_{Tb} = 0,15/2,569 + 0,85/4,894 = 0,231 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \Rightarrow R'_T = 4,309 \text{ (m}^2\text{K)/W}$$

Der Grenzwert des unteren Wärmedurchgangswiderstandes ( $R''_T$ ) für alle 3 Schichten berechnet sich aus:

Schicht 1: homogener Aufbau:

$$1/R_1 = f_a/R_{a1} + f_b/R_{b1} = f_a/(s_1/\lambda_1) + f_b/(s_1/\lambda_1) =$$

$$= 0,15/(0,012/0,210)+0,85/(0,012/0,210) = 17,500 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Schicht 2: inhomogener Aufbau:

$$\begin{aligned} 1/R_2 &= f_a/R_{a2}+f_b/R_{b2} = f_a/(s_2/\lambda_2)+f_b/(s_3/\lambda_3) = \\ &= 0,15/(0,16/0,130)+0,85/(0,16/0,045) = 0,361 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \end{aligned}$$

Schicht 3: homogener Aufbau:

$$\begin{aligned} 1/R_3 &= f_a/R_{a3}+f_b/R_{b3} = f_a/(s_4/\lambda_4)+f_b/(s_4/\lambda_4) = \\ &= 0,15/(0,04/0,045)+0,85/(0,04/0,045) = 1,125 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \end{aligned}$$

Schicht 4: homogener Aufbau:

$$\begin{aligned} 1/R_4 &= f_a/R_{a4}+f_b/R_{b4} = f_a/(s_5/\lambda_5)+f_b/(s_5/\lambda_5) = \\ &= 0,15/(0,025/0,130)+0,85/(0,025/0,130) = 5,199 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R''_T &= R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \\ &= 0,10+1/17,500+1/0,361+1/1,125+1/5,199+0,10 = 4,109 \text{ (m}^2\text{K)}/\text{W} \end{aligned}$$

Nun wird der mittlere Wärmedurchgangswiderstand nach folgender Formel berechnet:

$$R_T = \frac{R'_T + R''_T}{2} = \frac{4,309 + 4,109}{2} = 4,209 \text{ (m}^2\text{K)}/\text{W}$$

Daraus ergibt sich nun der U-Wert des gesamten Bauteils:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4,209} = 0,238 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \quad \Rightarrow \quad \mathbf{U = 0,24 \quad W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Das Endergebnis des Wärmedurchgangskoeffizienten wird auf 2 Kommastellen gerundet.