

Übungsbeispiel 3

Wärmeschutz einer Außenwand gemäß nachstehender Skizze



Übungsbeispiel 3

Aufgabenstellung

- 1. Welche Anforderungen stellt DIN 4108-2: 2013 für die abgebildete Außenwand bzgl. des Wärmeschutznachweises?**
- 2. Erfüllt das betrachtete Bauteil die Anforderungen an den Wärmeschutz?**
- 3. Berechnen Sie den U-Wert dieser Wand.**
- 4. Welche Temperaturen stellen sich unter stationären Bedingungen bei einer Außenlufttemperatur von -10 °C und einer Innenraumtemperatur von 20 °C zwischen den Schichten ein?**
- 5. Berechnen Sie den Nennwert der Wärmeleitfähigkeit der für die Dämmung erforderlich wäre, um einen U-Wert von $0,35\text{ W/m}^2\text{K}$ zu erreichen.**

Übungsbeispiel 3

Aufgabenstellung

	Schicht [-]	Dicke d [m]	ρ [kg/m³]	μ [-]	s_d [m]	Σs_d /s _{d,T}	λ [W/(mK)]	R [(m²K)/W]	ΔT [K]	θ [°C]	p_{Sat} [Pa]
	innen										
1	Leichtputz	0,02	1000								
2	Beton (1% Stahl)	0,2	2300								
3	EPS	0,1	30								
4	Kunstharzputz	0,02	1100								
	außen										
				$\Sigma s_d = s_{d,T}$			ΣR				
							R_T				
							U		W/(m²K)		

Übungsbeispiel 3 - Lösung

1. Welche Anforderungen stellt DIN 4108-2: 2013 für die abgebildete Außenwand bzgl. des Wärmeschutznachweises?

Anforderungen nach DIN 4108-2: 2013?

• Schweres / Leichtes Bauteil?

$$m' = \rho_{\text{Beton}} \cdot d = \dots + \underbrace{2300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}_{\text{Beton}} \cdot 0,20\text{m} = 460 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$m' > 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \Rightarrow \text{schweres Bauteil}$$

$\Rightarrow$ Tab. 3 DIN 4108-2: 2013 gilt (S. 15)

$$\underline{R_{\text{schl}}} = 1,2 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \quad \text{Is. FN 6... niedrig beheizt wäre nur } 0,5 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

Übungsbeispiel 3 - Lösung

2. Erfüllt das betrachtete Bauteil die Anforderungen an den Wärmeschutz?

Anforderungen erfüllt?

$$\Sigma R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \geq 1,2 ?$$

→ s. Tabelle

$$\Sigma R = 2,297 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} > R_{\text{sol}} \rightarrow \text{Nachweis ist erfüllt}$$

	Schicht [-]	Dicke d [m]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	s_d [m]	Σs_d /s _{d,T}	λ [W/(mK)]	R [(m ² K)/W]
	innen							
1	Leichtputz	0,02	1000				0,38 ^x	0,053
2	Beton (1% Stahl)	0,2	2300				2,3 ^{xx}	0,087
3	EPS	0,1	30				0,047 ^{xxx}	2,128
4	Kunstharzputz	0,02	1100				0,70 ^x	0,029
	außen							
					$\Sigma s_d = s_{d,T}$		ΣR	2,297

x s. DIN 4108-4:2017

xx s. DIN EN ISO 10456:2010

xxx $\lambda_{\text{Bemessung}} = \lambda_D \cdot 1,03$, vgl. FNA

$$= 0,046 \frac{\text{W}}{\text{mK}} \cdot 1,03 = 0,047 \frac{\text{W}}{\text{mK}} \geq \frac{0,046 \frac{\text{W}}{\text{mK}}}{\Delta \lambda} = 0,001 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$$

Übungsbeispiel 3 - Lösung

3. Berechnen Sie den U-Wert dieser Wand.

U-Wert

$$U = \frac{1}{R_T} \quad \text{mit } R_T = R_{si} + R + R_{se}$$

$$R_{si} = 0,13 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}; R_{se} = 0,04 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

s. DIN EN ISO 6946:2018, Tab. 7.5.24

$$U = \frac{1}{0,13 + 2,297 + 0,04}$$

$$= \frac{1}{2,467 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}}$$

$$= \underline{\underline{0,41 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}}}$$

Übungsbeispiel 3 - Lösung

4. Welche Temperaturen stellen sich unter stationären Bedingungen bei einer Außenlufttemperatur von -10°C und einer Innenraumtemperatur von 20°C zwischen den Schichten ein?

$$q = U \cdot (\Theta_i - \Theta_e) = \text{konstant}$$

$$q = \frac{1}{R_T} (\Theta_i - \Theta_e) = \frac{1}{R_T} \cdot \Delta T_{\text{ges}} = \frac{1}{2,467} \cdot 30 = 12,16 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$q_n = \frac{1}{R_n} \cdot \Delta T_n \Rightarrow \Delta T_n = \frac{R_n}{R_T} \cdot \Delta T_{\text{ges}}$$

$$\rightarrow \Delta T_n = q \cdot R_n \quad \text{oder}$$

$$\Delta T_{s_1} = 12,16 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 0,13 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} = 1,6 \text{K}$$

$$\Delta T_1 = \cdot 0,053 = 0,6 \text{K}$$

$$\Delta T_2 = \cdot 0,087 = 1,1 \text{K}$$

$$\Delta T_3 = \cdot 2,128 = 25,9 \text{K}$$

$$\Delta T_4 = \cdot 0,029 = 0,4 \text{K}$$

$$\Delta T_{s_2} = \cdot 0,04 = 0,5 \text{K}$$

$\Sigma 30 \text{K}$
Rundung

$= \frac{0,13}{2,467} \cdot 30$	$\swarrow$	i	20°C
$= \frac{0,053}{2,467} \cdot 30$	$\swarrow$	s_1	$18,4^{\circ}\text{C}$
$= \frac{0,087}{2,467} \cdot 30$	$\swarrow$	$1/2$	$17,8^{\circ}\text{C}$
$= \frac{0,081}{2,467} \cdot 30$	$\swarrow$	$2/3$	$16,7^{\circ}\text{C}$
$= \frac{2,128}{2,467} \cdot 30$	$\swarrow$	$3/4$	$-9,2^{\circ}\text{C}$
$= \frac{0,029}{2,467} \cdot 30$	$\swarrow$	s_2	$-9,6^{\circ}\text{C}$
$= \frac{0,04}{2,467} \cdot 30$	$\swarrow$	e	$-10,1^{\circ}\text{C}$

4 Rundung

Übungsbeispiel 3 - Lösung

2-4. R, R_T, U, Temperaturgradienten, Temperatur zwischen den Bauteilschichten

	Schicht [-]	Dicke d [m]	ρ [kg/m³]	μ [-]	s _d [m]	Σs _d /s _{d,T}	λ [W/(mK)]	R [(m²K)/W]	ΔT [K]	θ [°C]	p _{sat} [Pa]
	innen							0,13	1,6	20	
1	Leichtputz	0,02	1000				0,38 ^x	0,053	0,6	18,4	
2	Beton (1% Stahl)	0,2	2300				2,3 ^{xx}	0,087	1,1	17,8	
3	EPS	0,1	30				0,047 ^{xxx}	2,128	25,9	16,7	
4	Kunstharzputz	0,02	1100				0,70 ^x	0,029	0,4	-9,2	
	außen							0,04	0,5	-9,6	
						Σs _d =s _{d,T}		ΣR	2,297	Σ30,1	
								R _T	2,467		
								U	0,41		

x s. DIN 4108-4:2017
 xx s. DIN EN ISO 10456:2010

$$\begin{aligned}
 \text{xxx } \lambda_{\text{Bemessung}} &= \lambda_D \cdot 1,03, \text{ vgl. FN 4} \\
 &= 0,046 \frac{\text{W}}{\text{mK}} \cdot 1,03 = 0,047 \frac{\text{W}}{\text{mK}} \geq \frac{0,046 \frac{\text{W}}{\text{mK}}}{\Delta \lambda} \quad \checkmark
 \end{aligned}$$

1/4 Rundungsfehler,
 soll 30K!

Übungsbeispiel 3 - Lösung

5. Berechnen Sie den Nennwert der Wärmeleitfähigkeit der für die Dämmung erforderlich wäre, um einen U-Wert von $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ zu erreichen.

$$U_{\text{SOLL}} = 0,35 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

$$R_{T,\text{SOLL}} = 1/U_{\text{SOLL}} = 1/0,35 = 2,857 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$\begin{aligned} R_{\text{SOLL}} &= R_{T,\text{SOLL}} - R_{\text{si}} - R_{\text{se}} = 2,857 - 0,13 - 0,04 \\ &= 2,687 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{\text{Dämm,SOLL}} &= R_{\text{SOLL}} - R_1 - R_2 - R_4 \\ (=R_3) &= 2,687 - 0,053 - 0,087 - 0,029 = 2,518 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \end{aligned}$$

$$R = \frac{d}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{d}{R} = \frac{0,10 \text{ m}}{2,518 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}} = 0,040 \frac{\text{W}}{\text{mK}} = \lambda_{\text{Bemessg.}}$$

$$\lambda_{\text{Bemessg.}} = \lambda_D \cdot 1,03 \quad \text{für EPS (nach DIN 4108-4:2017, 5.26)}$$

$$\rightarrow \lambda_D = \frac{\lambda_{\text{Bemessung}}}{1,03} = \frac{0,040 \frac{\text{W}}{\text{mK}}}{1,03}$$

$$= \underline{0,039 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} \quad \text{Nennwert} \\ (= \text{Maximalwert})$$

	Schicht [-]	Dicke d [m]	ρ [kg/m³]	μ [-]	s_d [m]	Σs_d /s _{d,T}	λ [W/(mK)]	R [(m²K)/W]	ΔT [K]	θ [°C]	p_{Sat} [Pa]
	innen							0,13	1,6	20	
1	Leichtputz	0,02	1000				0,38	0,053	0,6	18,4	
2	Beton (1% Stahl)	0,2	2300				2,3	0,087	1,1	17,8	
3	EPS	0,1	30				0,047	2,128	25,9	16,7	
4	Kunstharzputz	0,02	1100				0,7	0,029	0,4	-9,2	
	außen							0,04	0,5	-9,5	
										-10	
				$\Sigma s_d = s_{d,T}$			ΣR	2,297			
							R_T	2,467			
							U	0,41	W/(m²K)		