

Beispiel - Temperaturverlauf

Für zwei Wände, die sich ausschließlich durch die Lage der Isolierschicht unterscheiden, sind zu berechnen:

1. die Wärmestromdichte,
2. der Temperaturverlauf,
3. die Lage des Punktes, bei dem 0 °C herrschen (Schicht und Entfernung von innen).

Wand I	Wand II
Innenputz (Kalkzement), d = 1,5 cm	
Kalksandstein Mauerwerk $\rho = 1600 \text{ kg/m}^3$, d = 24 cm	Isolierung $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$, d = 5 cm
Isolierung $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$, d = 5 cm	Kalksandstein Mauerwerk $\rho = 1600 \text{ kg/m}^3$, d = 24 cm
Außenputz (Zement), d = 2,0 cm	

Tab: Wandaufbauten von außen nach innen

Innentemperatur $t_i = 20 \text{ °C}$
 Außentemperatur $t_a = -14 \text{ °C}$

Lösung

zu 1. Wärmestromdichte

Sie ist für beide Wände gleich.

Bauteil	d m	λ W/(mK)	R (m ² K)/W
R_i	--	--	0,130
Innenputz	0,015	0,87	0,017
Kalksandstein	0,240	0,79	0,304
Mauerwerk	0,050	0,035	1,429
Isolierung	0,020	1,40	0,014
Außenputz	--	--	0,040
R_a			

$$R_k = 1,934$$

$$k = 0,517 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Tab: Wärmedurchgangskoeffizient durch die Wand

Wärmestromdichte

$$\dot{q} = \frac{1}{R_k} \cdot (t_i - t_a) = k \cdot (t_i - t_a) = \frac{1}{1,934} \cdot (20 - (-14)) \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\underline{\underline{\dot{q} = 17,58 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}}$$

zu 2. Temperaturverlauf

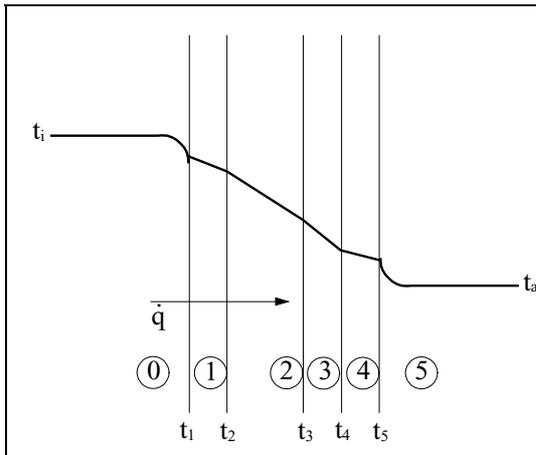


Bild: Temperaturverlauf durch eine Wand

$$\dot{q}_0 = \dot{q}_1 = \dot{q}_2 = \dot{q}_3 = \dot{q}_4 = \dot{q}_5 = \dot{q}$$

$$\text{allgemein: } \dot{q} = \frac{1}{R_k} \cdot (t_i - t_a)$$

$$\text{innen: } \dot{q} = \frac{t_i - t_1}{R_i} \Rightarrow t_1 = t_i - R_i \cdot \dot{q}$$

Wand I	Wand II
$t_1 = 20^\circ\text{C} - 0,130 \cdot 17,58\text{K} = 17,71^\circ\text{C}$	$t_1 = 17,71^\circ\text{C}$
$\text{Schicht } \leftarrow : \dot{q} = \frac{t_1 - t_2}{R_\lambda} \Rightarrow t_2 = t_1 - R_\lambda \cdot \dot{q}$	
$t_2 = 17,71^\circ\text{C} - 0,017 \cdot 17,58\text{K} = 17,42^\circ\text{C}$	$t_2 = 17,71^\circ\text{C} - 0,017 \cdot 17,58\text{K} = 17,42^\circ\text{C}$
$t_3 = 17,42^\circ\text{C} - 0,304 \cdot 17,58\text{K} = 12,07^\circ\text{C}$	$t_3 = 17,42^\circ\text{C} - 1,429 \cdot 17,58\text{K} = -7,71^\circ\text{C}$
$t_4 = -13,05^\circ\text{C}$	$t_4 = -13,05^\circ\text{C}$
$t_5 = -13,30^\circ\text{C}$	$t_5 = -13,30^\circ\text{C}$

Tab: Temperaturverlauf durch die Wände

zu 3. Lage des Punktes mit $t = 0\text{ °C}$

Wand I 0 °C -Punkt liegt in der Isolierung

$$t_4^* = 0\text{ °C} = 12,07\text{ °C} - R_{\lambda\text{Iso}}^* \cdot 17,58 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$R_{\lambda\text{Iso}}^* = \frac{12,07\text{ °C}}{17,58 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}} = \frac{d^*}{\lambda_{\text{Iso}}} = \frac{d^*}{0,035 \frac{\text{W}}{\text{mK}}}$$

$$d^* = \frac{12,07\text{ °C} \cdot 0,035 \text{ Wm}^2}{17,58 \text{ WmK}} = 0,024 \text{ m}$$

0 °C -Punkt von innen: $l^* = (0,015 + 0,24 + 0,024)\text{m} = 0,279 \text{ m}$

Wand II 0 °C -Punkt liegt in der Isolierung

$$t_3^* = 0\text{ °C} = 17,42\text{ °C} - R_{\lambda\text{Iso}}^{**} \cdot 17,58 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$R_{\lambda\text{Iso}}^{**} = \frac{17,42\text{ °C}}{17,58 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}} = \frac{d^{**}}{\lambda_{\text{Iso}}} = \frac{d^{**}}{0,035 \frac{\text{W}}{\text{mK}}}$$

$$d^{**} = \frac{17,42\text{ °C} \cdot 0,035 \text{ Wm}^2}{17,58 \text{ WmK}} = 0,035 \text{ m}$$

0 °C -Punkt von innen: $l^{**} = (0,015 + 0,035)\text{m} = 0,05 \text{ m}$