

## Berechnungsgrundlagen

### Wärmeleitfähigkeit

Wärmeleitfähigkeit des Wärmedämmstoffs in Funktion dessen Temperatur

Temperatur des Dämmstoffs in °C	-40	-20	0	20	40	60	80	100
Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ in W/(m K)	0.016	0.018	0.020	0.022	0.024	0.027	0.030	0.033

Wärme-Dämmungen:

Zuschlag für Unterkonstruktion:  $\lambda_z = 0.008$  W/(m K) für Stützen aus Stahl, ca. 3 mm dick gedämmt

Kälte-Dämmungen:

Zuschlag für Unterkonstruktion:  $\lambda_z = 0.003$  W/(m K) für keramische Stützen

### Wärmeübergang

Wärmeübergangskoeffizient für das ungedämmte Rohr

$$h_a = h_k + h_s \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \text{K})]$$

Wärmeübergang durch Konvektion für übliche Berechnungen

$$h_k = 1.5 \cdot \left( \frac{|\Delta a|}{\text{Da}} \right)^{0.25} \cdot (1 + 2.85 \cdot w)^{0.5} \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \text{K})]$$

Wärmeübergang durch Strahlung

$$h_s = \varepsilon \cdot C_s \cdot \frac{\left( \frac{T_s}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_a}{100} \right)^4}{T_s - T_a} \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \text{K})]$$

Emissionsgrad von Oberflächen

Äussere Rohroberfläche	Emissionsgrad $\varepsilon$
CrNiSt (nicht rostend)	0.15
Stahlrohr verzinkt	0.35
Stahlrohr roh, unbehandelt	0.75
Stahlrohr mit Korrosionsschutz	0.90

Ummantelung	Emissionsgrad $\varepsilon$
metallische Ummantelung	0.35
nichtmetallische Ummantelung	0.90

$Q_a$	Umgebungstemperatur	°C
$Q_s$	Oberflächentemperatur	°C
$ \Delta a $	Temperaturgefälle zwischen Oberfläche und Umgebung	°C
$e$	Emissionsgrad der Oberfläche	---
$D_a$	Aussendurchmesser	m
$C_s$	Strahlungskonstante des Schwarzen Strahlers	5.67 W/(m <sup>2</sup> K)
$T_a$	absolute Temperatur der Umgebung = $t_a + 273.15$	K
$T_s$	absolute Temperatur der Oberfläche = $t_s + 273.15$	K
$h_a$	Wärmeübergangskoeffizient aussen	W/(m <sup>2</sup> K)
$h_k$	Wärmeübergang durch Konvektion	W/(m <sup>2</sup> K)
$h_s$	Wärmeübergang durch Strahlung	W/(m <sup>2</sup> K)
$w$	Windgeschwindigkeit	m/s

**Wärmeverlustkoeffizient [W/(m K)]**

$$U_{(L)} = \text{Wärmeübergangskoeffizient [W/(m}^2 \text{ K)]} \cdot \text{Rohroberfläche [m}^2\text{/m]}$$

**Wärme: Energie-Verlust [kWh/(m, a)]**

$$E_{(v)} = \frac{\text{Wärmeverlustkoeffizient [W/(m K)]} \cdot \text{Temperaturgefälle [K]} \cdot \text{Betriebsstunden [kh/a]}}{\text{Jahresnutzungsgrad der Wärmeanlage [-]}}$$

**Kälte: Energie-Bedarf [kWh/(m, a)]**

$$E_{(v)} = \frac{\text{Wärmeverlustkoeffizient [W/(m K)]} \cdot \text{Temperaturgefälle [K]} \cdot \text{Betriebsstunden [kh/a]}}{\text{Jahresnutzungsgrad der Kälteanlage [-]}}$$