

## Berechnung von Kältemittelführenden Rohrleitungen

$$\dot{V} = A \times c$$

$$\dot{V} = d_i^2 \times 0,785 \times c$$

$$\dot{V} = \frac{\dot{m}}{\rho}$$

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}_0}{h_1 - h_4 \times \rho}$$

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}_0}{q_0 \times \rho}$$

$$q_0 = h_1 - h_4$$

$$c = \frac{\dot{Q}_0}{d_i^2 \times 0,785 \times q_0 \times \rho}$$

$$\dot{Q}_0 = d_i^2 \times 0,785 \times c \times q_0 \times \rho$$

$$d_i = \sqrt{\frac{\dot{Q}_0}{c \times 0,785 \times q_0 \times \rho}}$$

$q_0$  = spez. Kühlmenge kJ/kg

$\dot{V}$  = Volumenstrom m<sup>3</sup>/s

A = Fläche m<sup>2</sup>

$\dot{Q}_0$  = Kühlleistung kJ/s (KW)

$d_i$  = Rohrlinnendurchmesser m

$\rho$  (Rho) = Dichte kg/m<sup>3</sup>

c = Geschwindigkeit m/s

$h_1$  = Wärmeinhalt kJ/kg

(Ende der Wärmeaufnahme) (Beginn der Verdichtung)

$h_4$  = Wärmeinhalt kJ/kg

(Beginn der Verdampfung)

Bezeichnung	Sole Glykollmischung m/s	Wasser m/s	Kältemittel m/s
Saugleitung	0,5 - 1,5	0,5 - 2	6 - 12
Druckleitung	1,0 - 2,0	1,5 - 3	6 - 15
Flüssigkeitsleitung			0,3 - 1,2

Druckverlust der Rohrleitung

$$\Delta p = \lambda \times \frac{l}{d_i} \times \frac{\rho}{2} \times c^2$$

Druckverlust durch Einzelwiderstände

$$\Delta p = \zeta \times \frac{\rho}{2} \times c^2$$

Druckverlust durch steigende Leitung

$$\Delta p = \rho \times g \times h$$

Gesamtdruckverlust

$$\Delta p_{ges} = \lambda \times \frac{l}{d_i} \times \frac{\rho}{2} \times c^2 + \zeta \times \frac{\rho}{2} \times c^2 + \rho \times g \times h$$

$\lambda$  = Praxiswert Cu 0,03

l = Rohrleitungslänge m

$\zeta$  = Zeta Wert aus Tabellen

$\Delta p$  = Druckverlust Pa

g = Fallbeschleunigung 9,81 m/s<sup>2</sup>

1 kJ/s = 1 kW

kg m/s<sup>2</sup> = N

100 000 Pa = 1 bar = 0,1 MPa

## Arbeiten mit Tabellen

1. Wahl des Leitungsdurchmesser

2. Berechnung der Strömungsgeschwindigkeit und Vergleich, ob wir in der zulässigen Grenze liegen.

3. geometrische Länge der Saugleitung errechnen  $l_{geo}$

4. Korrekturfaktor der Verflüssigungstemperatur heraus suchen

$$t_c = 45^\circ\text{C} \rightarrow 0,95$$

5. Interpolieren der Kälteleistung

$t_0 = +5^\circ\text{C}$	$t_0 = -6^\circ\text{C}$	$t_0 = -10^\circ\text{C}$
$\dot{Q}_{0,T} = 38,18 \text{ kW}$	$\dot{Q}_0 = 26,38 \text{ kW}$	$\dot{Q}_{0,T} = 22,10 \text{ kW}$

$$\Delta t = 15 \text{ K} \quad \Delta Q = 16,05 \text{ kW} \quad \dot{Q}_{0,-6^\circ\text{C}} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \times 4 + \dot{Q}_{0,T} = \frac{16,05}{15} \times 4 + 22,1 = 26,38 \text{ kW}$$

6. effektive Tabellenwert

$$\dot{Q}_{0,T,eff} = \dot{Q}_{0,T} \times f = 26,38 \times 0,95 = 25 \text{ kW}$$

7. äquivalente Länge der Einbauteile

Die Einzelwiderstände wird in eine Rohrlänge (äquivalente Länge) umgewandelt.

Stück		Länge (m)
1	Muffe 54/35	1,50
1	Bogen 35 90°	0,60
1	Doppelbogen 35 180°	0,80
2	Bogen 35 90°	1,20
1	Doppelbogen 35 180°	0,80
1	Bogen 35 90°	0,60
1	Ventil	0,45
		5,95

8. gesamte Rohrleitungslänge

$$l_{ges} = l_{geo} + l_{äqu} = 26 \text{ m} + 5,95 \text{ m} = 31,95 \text{ m}$$

9. Berechnung der tatsächlichen Temperaturdifferenz

$$\Delta T_e = \Delta T_T \times \frac{l_{ges}}{l_{ä,T}} \left( \frac{\dot{Q}_0}{\dot{Q}_{0,T,eff}} \right)^{1,8} = 1,1 \times \frac{31,95 \text{ m}}{30,5 \text{ m}} \times \left( \frac{22 \text{ kW}}{25 \text{ kW}} \right)^{1,8} = 0,91 \text{ K}$$

Bezeichnung	Kurzzeichen	Druckabfall in K (Empfehlung)
Saugleitung	SL	1 bis 2
Druckleitung	DL	1 bis 2
Flüssigkeitsleitung	FL	ca. 0,5
Verflüssigerleitung	VL	ca. 0,5

$l_{ges}$  = gesamte Rohrleitungslänge (Rohr + Formteile) errechnet

$l_{ä,T}$  = Wert mit dem die Tabelle errechnet wurde (aus Kopfzeile)

$\dot{Q}_0$  = Verdampferleistung (Kälteleistung)

$\dot{Q}_{0,T,eff}$  = Berechnete Leistung der Tabelle (Leistung aus der Spalte)