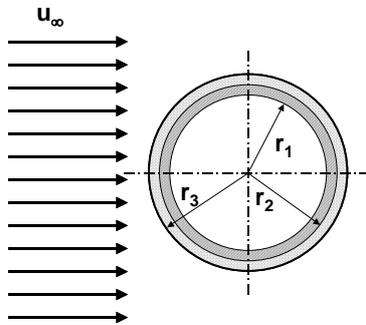


Wärmeübertragung I

11. Übung (Wärmeübertragung bei Konvektion II)

1. Aufgabe (Klausuraufgabe)

Eine Heißwasserleitung wird von einem Wassermassenstrom von $\dot{M}_w = 500 \text{ kg/h}$ (Eintrittstemperatur $\vartheta_{w,\text{Ein}} = 75^\circ\text{C}$) durchströmt. Die Leitung selbst besteht aus Stahl (Außendurchmesser $d_A = 340 \text{ mm}$, Wandstärke $s = 20 \text{ mm}$). Das Rohr hat eine Länge von 20 m und ist außen mit einer 2 cm dicken Glaswollschicht isoliert. Das Rohr wird außen quer von Luft ($\vartheta_L = 20^\circ\text{C}$, $u_\infty = 1 \text{ m/s}$) angeströmt (siehe Bild).



Der Wärmeübergangskoeffizienten α_i vom Wasser an die Rohrwand ist $14,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Berechnen Sie

- den Wärmeübergangskoeffizienten α_a vom isolierten Rohr an die Luft
- den Wärmedurchgangskoeffizienten k , bezogen auf die Außenfläche des isolierten Rohres.
- Die Temperatur des Wassers beim Austritt aus der Leitung.

Stoffdaten:

Wasser (70°C)	spezifische Wärmekapazität	$c_{pW} = 4190 \text{ [J/(kg K)]}$
Luft (20°C)	kinematische Viskosität	$\nu_L = 1,53 \cdot 10^{-5} \text{ [m}^2/\text{s]}$
	Wärmeleitfähigkeit	$\lambda_L = 0,0257 \text{ [W/(m K)]}$
	Prandtl-Zahl	$Pr_L = 0,71$
	Wärmeleitfähigkeit (Glaswolleisolierung)	$\lambda_{ISO} = 0,04 \text{ [W/(m K)]}$
	Wärmeleitfähigkeit (Stahl)	$\lambda_S = 17 \text{ [W/(m K)]}$

Annahme: Die Stoffwerte seien temperaturunabhängig. Die Änderung der Prandtl-Zahl zur Wand hin kann vernachlässigt werden (d.h. $Pr/Pr_W=1$). Weiterhin ist die Wärmeleitung im Rohr in Strömungsrichtung vernachlässigbar. Strahlung und freie Konvektion können vernachlässigt werden.

2. Aufgabe

Ein waagrecht frei verlegtes Rohr wird von heißem Wasser durchströmt. Die äußere Rohroberfläche habe dabei eine Temperatur von $T_0 = 90^\circ\text{C}$.

Berechnen Sie die Wärmeverluste pro m Rohrleitung (ohne Strahlungsverlust)

- bei ruhender Umgebungsluft
- bei Windgeschwindigkeiten von 1, 2, 5, 10, 20 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ (quer angeströmt)

und einer Umgebungstemperatur der Luft von $T_0 = 10^\circ\text{C}$.

Hinweis:

Die Luft darf als ideales Gas betrachtet werden ($\rho \sim 1/T$)

Daten:

- Luft:	Mittlere Temperatur	$T_m = 50^\circ\text{C}$
	Kinematische Viskosität	$\nu = 18 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$
	Prandtl-Zahl	$Pr = 0,69$
	Wärmeleitfähigkeit	$\lambda = 0,028 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}$
- Rohr:	Außendurchmesser	$d = 250 \text{ mm}$