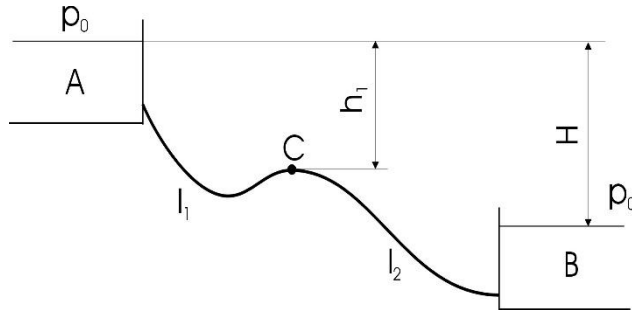


Turbulente Strömung, technische Anwendungen

1. Aufgabe:



Zwei große Behälter A und B (Höhenunterschied zwischen den Wasserspiegeln H) sind durch eine Rohrleitung (D, l_1, l_2) miteinander verbunden, und bei Bedarf kann Wasser (Dichte ρ , kinematische Zähigkeit ν) von A nach B fließen. Die Rohrleitung muss zwischendurch über ein Hindernis geführt werden, dessen höchster Punkt bei C liegt (Rohrlänge bis C: l_1).

Dieser Strömungsvorgang soll unter der Voraussetzung stationärer Verhältnisse (Bewegungsgeschwindigkeit der Spiegel in den Behältern vernachlässigbar) untersucht werden. Der Umgebungsdruck beträgt $p_0 = 1 \text{ bar}$.

- Berechnen Sie die Strömungsgeschwindigkeit in der Rohrleitung unter Berücksichtigung der auftretenden Verluste (Reibung, hydraulisch glatt, Austrittsverlust). Dabei soll in einem ersten Schritt die Strömungsgeschwindigkeit im Rohr unter Vernachlässigung der Reibung berechnet, und davon ausgehend der korrekte Wert iterativ ermittelt werden.
- Bestimmen Sie den Mindestabstand h_1 , um den der Punkt C unterhalb des Wasserspiegels im Behälter A liegen muss, damit an dieser Stelle der statische Druck in der Rohrleitung den Dampfdruck p_D des Wassers nicht unterschreitet.

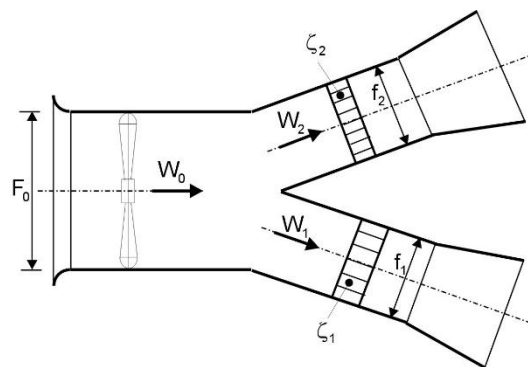
Zahlenangaben:

Rohr:	$D = 0,8 \text{ m}$	Wasser:	$\rho = 1000 \text{ kg / m}^3$,
	$l_1 = 3 \text{ km}, l_2 = 5 \text{ km}$		$\nu = 1,2 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}$
	$H = 25 \text{ m}$		$p_D = 0,14 \text{ bar}$

2. Aufgabe:

In der Skizze ist ein System zur Förderung von schwach staubeladener Luft durch zwei Filter dargestellt. Die Strömung wird dabei von einem Rohrventilator im Hauptrohr erzeugt, das die Luft aus einem Raum mit dem Druck p_0 frei ansaugt. Nach dem Ventilator wird das Rohr in zwei Leitungen getrennt, in denen sich die Filter mit den Verlustbeiwerten ζ_1 bzw. ζ_2 befinden.

Es soll gezeigt werden, dass die Geschwindigkeiten in beiden Rohren bei gleicher Gebläseleistung gesteigert werden können, wenn am Ende der beiden Einzelrohre jeweils ein Diffusor nachgeschaltet (Flächenverhältnis $\gamma = f / F$) wird. Die Ausströmung der Luft erfolgt in Bereiche, wo ebenfalls der Druck p_0 herrscht. Die Querschnitte der Rohre sind mit $F_0, f_1 = \alpha F_0$ und $f_2 = \beta F_0$ gegeben.



Die Berechnung kann also für reine Luft erfolgen. Die Rohrreibung sowie jene Verluste, die bei der Trennung des Luftstromes auftreten, sollen vernachlässigt werden. Die Gebläsekennlinie (der Zusammenhang zwischen Drucksteigerung Δp und der Geschwindigkeit W_0) ist durch folgende Beziehung gegeben:

$$\Delta p_G = 100 - 0,4 W_0^2 \text{ [N/m}^2\text{]},$$

wobei die Geschwindigkeit W_0 in [m/s] einzusetzen ist.

- a) Bestimmen Sie unter Verwendung der Kontinuitätsgleichung den Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit im Hauptrohr w_0 sowie den beiden Leitungen (W_1 und W_2) und den Austrittsgeschwindigkeiten aus den Diffusoren (W_3 und W_4).
- b) Berechnen Sie die Strömungsgeschwindigkeiten W_1 und W_2 , wenn an beiden Enden jeweils ein Diffusor angebracht ist, für neue Filter ($\zeta_1 = 2$ und $\zeta_2 = 3$) und skizzieren Sie die Gebläsekennlinie.
- c) Skizzieren Sie den Verlauf des statischen Druckes sowie des Gesamtdruckes längs eines Zweiges mit nachgeschaltetem Diffusor (Wirkungsgrad η_D).
- d) Berechnen Sie die Strömungsgeschwindigkeiten W_1 und W_2 ohne Diffusoren, ermitteln Sie die durch die Diffusoren erreichten Steigerungen für neue Filter ($\zeta_1 = 2$ und $\zeta_2 = 3$) und skizzieren Sie den Verlauf des statischen Druckes sowie des Gesamtdruckes längs eines Zweiges.
- e) Berechnen Sie die Strömungsgeschwindigkeiten W_1 und W_2 wenn an beiden Enden jeweils ein Diffusor angebracht ist, für staubbelegte Filter ($\zeta_1 = 4$ und $\zeta_2 = 6$) und skizzieren Sie die Gebläsekennlinie.

.Zahlenangaben:

$$\begin{array}{ll} \alpha = 0,3 & \eta_D = 0,8 \\ \beta = 0,4 & \rho = 1,25 \text{ kg / m}^3 \\ \gamma = 0,4 & \end{array}$$