

1. Druckleitung eines Stausees II

Für das unten skizzierte Speicherkraftwerk soll eine Druckprobe bei einem linearen Schließvorgang durchgeführt werden. Dazu wird der zwischen der Rohrleitung 3 und 4 eingebaute Schieber solange vollständig geöffnet bis sich eine stationäre Strömung einstellt. Danach wird der Schieber geschlossen. Innerhalb dieses Schließvorganges sinkt die Strömungsgeschwindigkeit in den Rohrleitungen linear mit der Zeit bis auf 0 m/s ab. Die gesamte Schließzeit beträgt dabei 10 Sekunden.

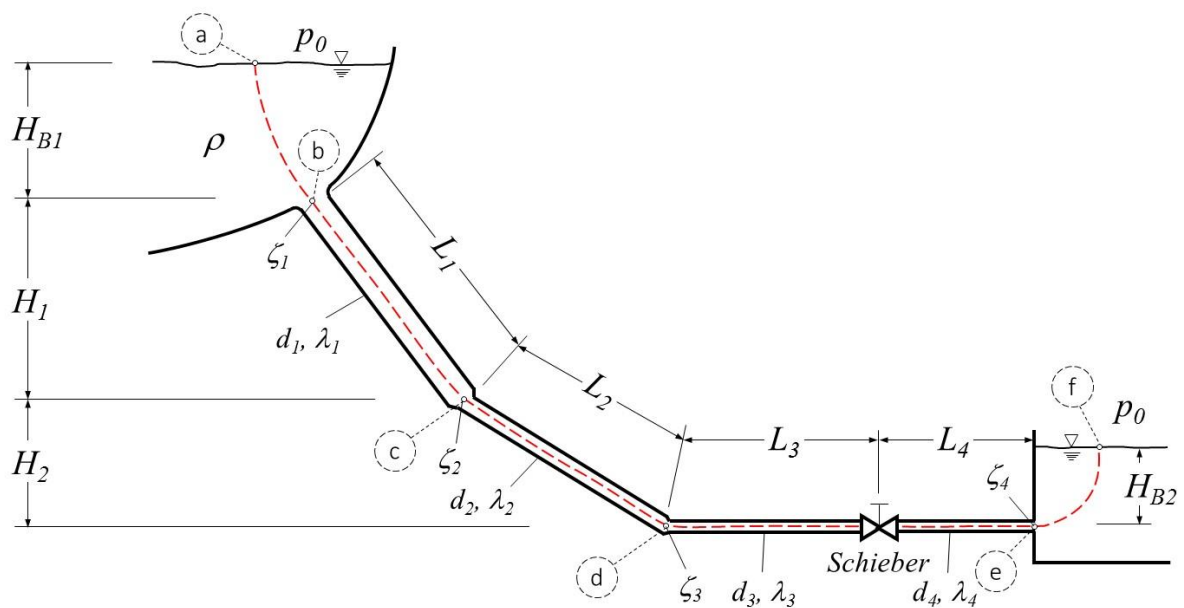


Abbildung 1: Skizze der Druckleitung eines Stausees II

Höhenangaben: $H_{B1}=20\text{ m}; H_1=250\text{ m}; H_2=100\text{ m}; H_{B2}=12\text{ m}$

Längenangaben: $L_1=400\text{ m}; L_2=200\text{ m}; L_3=20\text{ m}; L_4=20\text{ m}$

Rohrleitungsdimensionen: $d_1=1\text{ m}; d_2=0,8\text{ m}; d_3=0,6\text{ m}; d_4=0,6\text{ m}$

Umgebungsbedingungen: $p_\infty=p_0=1\text{ bar}; T_\infty=20^\circ\text{C};$

Einzelwiderstände: $\zeta_1=0,6; \zeta_2=0,2; \zeta_3=0,4; \zeta_4=1,0$

Rohrreibungsbeiwert: $\lambda=f(Re)$ für das hydraulisch glatte Rohr

Aufgabenstellung:

- Ermitteln Sie die Geschwindigkeiten in den einzelnen Rohrabschnitten bei voll geöffnetem Schieber unter stationären Bedingungen.
- Bestimmen Sie den statischen Druckverlauf (Überdruck gegenüber der Umgebung) in Abhängigkeit der Zeit unmittelbar vor dem Schieber (das Δp -t Diagramm ist – z.B. mittels EES – zu erstellen).

2. Druckverlustanalyse zweier Rohre

Durch zwei Rohre gleicher Länge, aber verschiedener Durchmesser d_1 und d_2 trete der gleiche Volumenstrom. In welchem Verhältnis stehen die Druckabfälle Δp_1 und Δp_2 bei:

- laminarer Strömung in beiden Rohren,
- turbulenter Strömung im Gültigkeitsbereich des Blasius-Gesetzes (in beiden Rohren) und
- turbulenter Strömung im hydraulisch rauen Rohr (in beiden Rohren), wobei die relative Rauigkeit in beiden Rohren gleich ist?

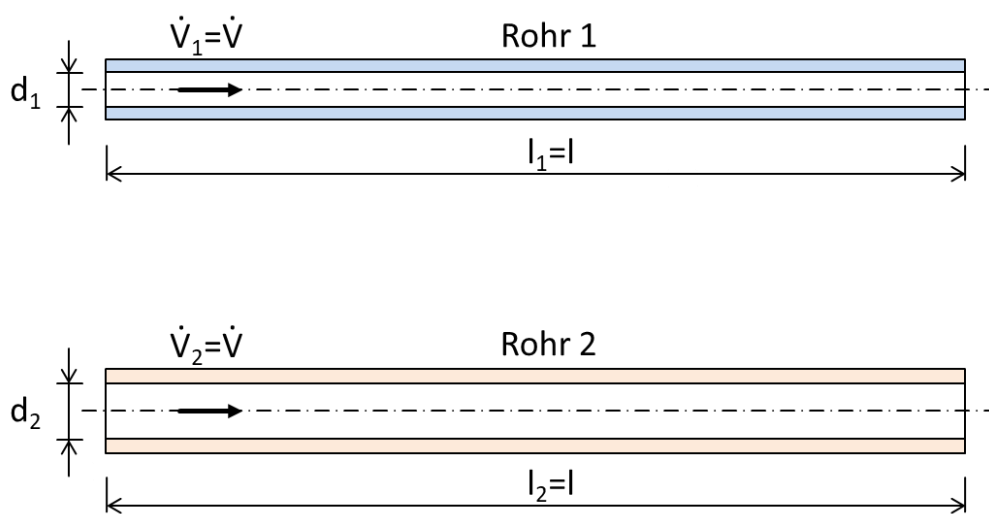


Abbildung 2: Skizze der beiden Rohre

3. Entrauchungskonzept einer Produktionshalle

Für ein Entrauchungskonzept einer Produktionshalle soll die zu erwartende mittlere Austrittsgeschwindigkeit in der Fortluftöffnung abgeschätzt werden (die Ein- und Ausströmsituation ist in Abbildung 3 dargestellt). Die dabei zu berücksichtigenden Außenbedingungen sind mit $T_{\text{ausßen}}=33^\circ\text{C}$ und $p_0=0,97\text{ bar}$ festgelegt. Zudem ist für den zu untersuchenden Brandfall eine Temperaturverteilung in der Produktionshalle vorgegeben. Demzufolge ist bis zu einer Höhe von 1,8 m eine Temperatur von 45°C und ab einer Höhe von 1,8 m eine Temperatur von 250°C anzunehmen. Die Außenluft wird über Außenluftöffnungen unmittelbar über den Fußboden zugeführt und die Fortluft über eine Rohrleitung ($d=1\text{ m}$) ins Freie abgeführt. Die Druckverlustbeiwerte und der freie Querschnitt für die Außenluftöffnung sind mit $\zeta_{\text{AUL}} = 0,5$ bzw. $A_{\text{AUL}}=3\text{ m}^2$ und für die Fortluftöffnung mit $\zeta_{\text{FOL}} = 0,6$ bzw. $A_{\text{FOL}}=0,57\text{ m}^2$ gegeben. Neben den beiden Einzelverlusten sind die Druckverluste aufgrund der un stetigen Querschnittsverengung und die Rohrreibungsverluste in der Fortluftleitung sowie etwaige Stoßverluste zu berücksichtigen. Dabei kann $\zeta_E = 0,35$ und ein Rohrreibungsbeiwert von $\lambda = 0,04$ angenommen werden.

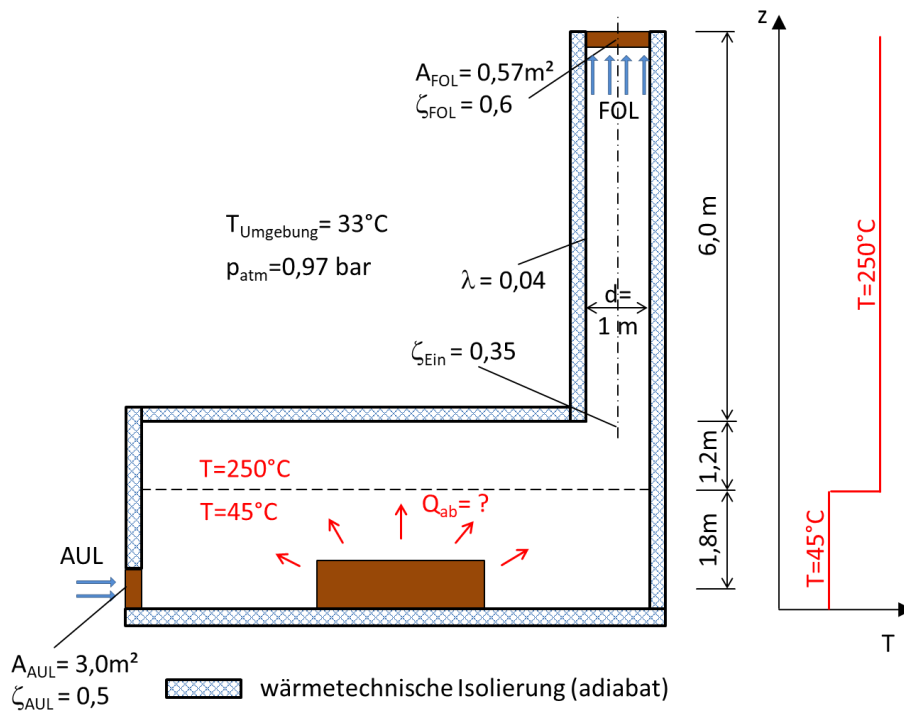


Abbildung 3: Skizze der Produktionshalle (nicht maßstabsgetreu)

Hinweis:

Die Strömung kann als stationär betrachtet werden. Für das Medium Luft und Rauchgas können folgende Stoffwerte herangezogen werden ($R=287\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ und $c_p=1,006\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$).

Aufgabenstellung:

- Wie groß ist die mittlere Austrittsgeschwindigkeit in der Fortluftöffnung?
- Wie groß ist die thermische Leistung die durch den Brand freigesetzt wird (die Massenänderung durch das Rauchgas kann vernachlässigt werden)?