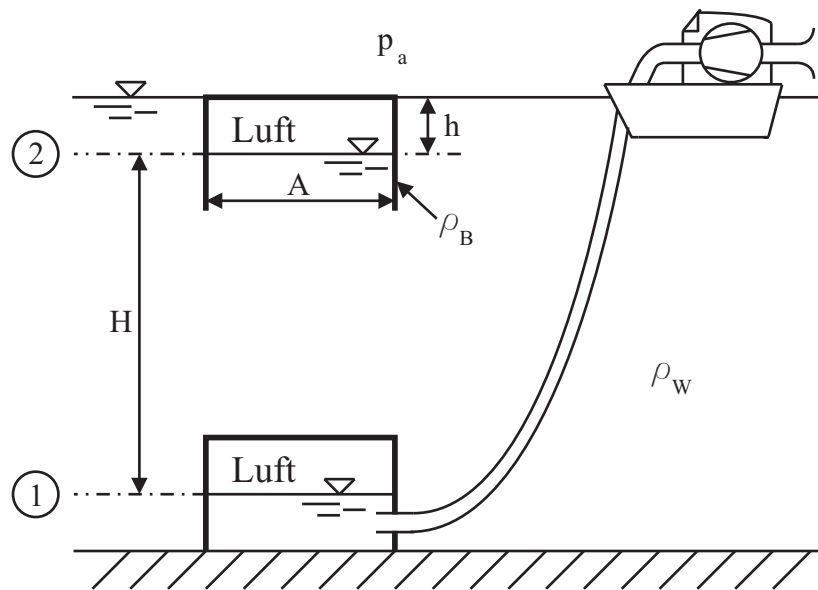


Tutorenprogramm - Strömungsmechanik I

Gemischte Aufgaben

1. Aufgabe

Ein unten offener Behälter (Gewicht G , Grundfläche A , Dichte ρ_B), der vollständig mit Wasser gefüllt ist, liegt auf dem Boden eines Sees. Durch Einpumpen von Luft soll er gehoben werden. Dabei entspricht die Lufttemperatur der des umgebenden Wassers T_W .



- Bestimmen Sie die Luftmasse, die eingepumpt werden muss, damit der Behälter gerade über dem Boden des Sees schwebt (Zustand 1). Das Wasser im Behälter kann über die Auflagefläche zum Boden hin entweichen.

Ein vernachlässigbarer Drucküberschuss lässt den Behälter aufsteigen.

- Bestimmen Sie die Luftmasse, die beim Aufsteigen abgelassen werden muss, damit der Behälter gerade unter der Wasseroberfläche schwebt (Zustand 2). Betrachten Sie bei der Rechnung nur den Anfangs- und Endzustand.

Gegeben:

$G, \rho_W, \rho_B, g, p_a, H, h, R, T_W$

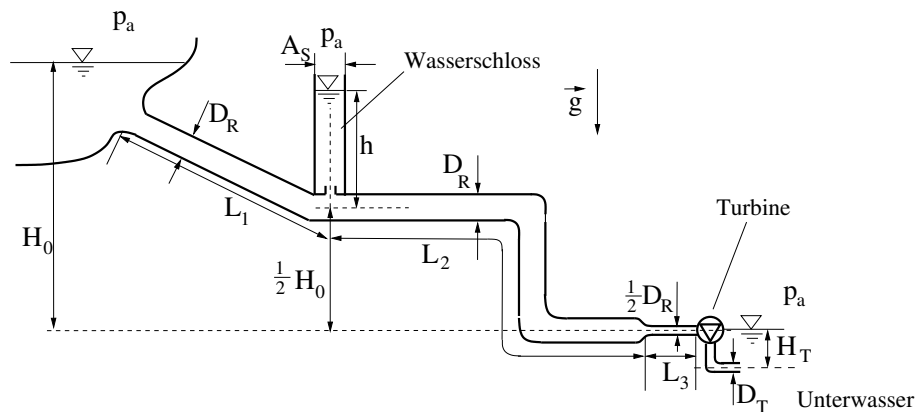
Hinweis:

Vernachlässigen Sie das Gewicht der eingepumpten Luft gegenüber dem Behältergewicht.

Quelle: Frühjahr 2010

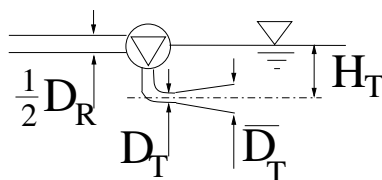
2. Aufgabe

Das Wasser aus einem Stausee fließt durch ein Rohrleitungssystem über ein Wasserschloss in die Turbine eines Wasserkraftwerks mit dem Volumenstrom \dot{V} . Vor der Turbine wird der Rohrdurchmesser von D_R auf $\frac{1}{2}D_R$ verengt. Über die Längen L_1 , L_2 und L_3 ist die Strömung verlustbehaftet mit dem Reibungsbeiwert λ . Die übrigen Verluste in den Rohrleitungen (z.B. durch Krümmungen) sind vernachlässigbar.



1. Bestimmen Sie die Spiegelhöhe h im Wasserschloss bei stationärer Strömung.
2. Welche Leistung gibt die Turbine ab, wenn der Turbinenaustritt mit dem Durchmesser $D_T = \frac{1}{2}D_R$ in das Unterwasser mündet? Die Rohrreibung im Turbinenaustritt sei vernachlässigbar und die Strömung stationär.
3. Steigt oder sinkt die Leistung, wenn der Turbinenaustritt auf einen Durchmesser $\bar{D}_T > D_T$ aufgeweitet wird? Kurze Begründung!

zu c)



4. Die Strömung sei nun überall verlustfrei. Zum Zeitpunkt $t = t_0$ wird die Turbine gestoppt und der Durchfluss gesperrt. Bestimmen Sie die Differentialgleichung für die Änderung der Spiegelhöhendifferenz $h = h(t)$ im Wasserschloss.

Gegeben:

$$\dot{V}, D_R, L_1, L_2, L_3, H_0, \lambda, g, A_s, \varrho$$

Hinweis:

Es gilt $H_0 \gg D_R$, $h \gg D_R$ und $L_{1,2,3} \gg D_R$.

Quelle: Herbst 2007

3. Aufgabe (13 Punkte)

Ein Kanal der Breite B wird mit der Geschwindigkeit v_0 bei einer Spiegelhöhe h_0 durchströmt, wobei $Fr < 1$ ist. Zum Zeitpunkt t_0 werden zwei Hindernisse mit den Höhen $h_0/2$ und h_0 hintereinander positioniert. Es stellt sich für $t \gg t_0$ bei strömendem Zustand in der Anströmung wieder eine stationäre Strömung ein. Hinter dem zweiten Hindernis steht ein Wassersprung.

1. Zeichnen Sie qualitativ den Verlauf der Spiegelhöhe für $t \gg t_0$ und in einem Energiehöhendigramm $H = f(z)$ den zugehörigen Verlauf der Energiehöhen. (Es ist keine Berechnung erforderlich; tragen Sie die charakteristischen Größen ein.)
2. Berechnen Sie die Energiehöhe H_V vor dem Wassersprung.
3. Leiten Sie den Energieverlust $\Delta H = H_N - H_V$ über den Wassersprung als alleinige Funktion der Spiegelhöhen unmittelbar vor und hinter dem Wassersprung z_V und z_N ab. Illustrieren Sie Ihre Herleitung mittels einer ausführlichen Skizze.

Gegeben:

$$h_0, \quad v_0, \quad g$$

Hinweise:

Die Strömung ist reibungsfrei.

Die Zeichnungen gehören auf die Lösungsblätter! Zeichnungen in der Aufgabenstellung werden **NICHT** gewertet!

$$z_{gr} = \left(\frac{\dot{V}^2}{gB^2} \right)^{\frac{1}{3}}.$$

$$H = z + \frac{\dot{V}^2}{2gz^2B^2}.$$

Quelle: Frühjahr 2010

