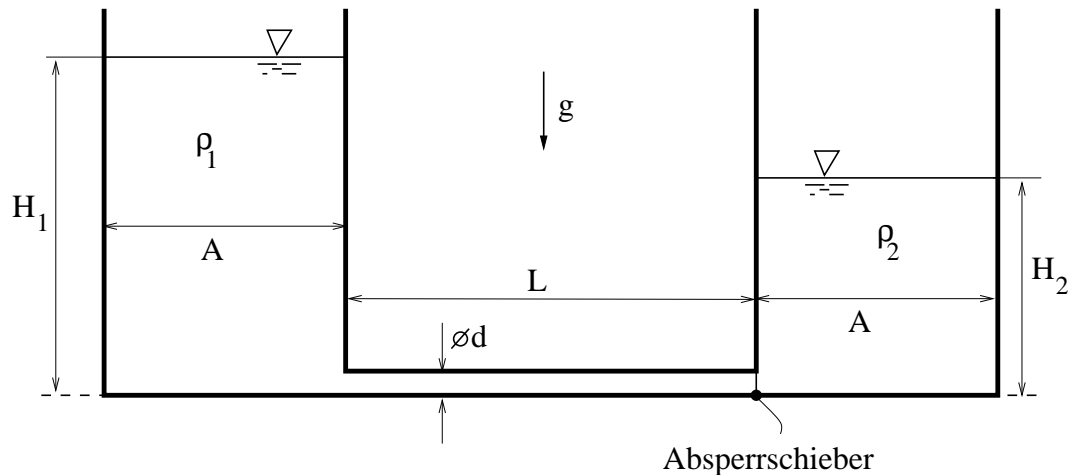


- c) Skizzieren Sie qualitativ den Verlauf der Luftmasse m_L und der Auftriebskraft F_A des Ballons als Funktion der Höhe z für den Aufstieg bis zur Meeresoberfläche unter der Bedingung, dass keine Luft mehr über den Schlauch zugeführt wird. Ferner soll der Ballon beim Start des Aufstiegs $1/3$ des Gesamtvolumens Luft enthalten und das Dichteverhältnis der Luft zwischen Oberfläche und Grund soll $1/6$ betragen.

2. Aufgabe (13 Punkte)

Zwei große, offene Behälter mit der gleichen Querschnittsfläche A , die mit einem Rohr (Durchmesser d und Länge L , wobei $d \ll H$) verbunden sind, enthalten zwei unterschiedliche Flüssigkeiten mit den Dichten ρ_1 und ρ_2 und den Flüssigkeitsspiegellhöhen H_1 und H_2 . Es gilt $\rho_1 > \rho_2$ und $L \gg H_1 > H_2$. Im Rohr befindet sich ein Absperrschieber, der die beiden Flüssigkeiten voneinander trennt. Zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ wird der Absperrschieber plötzlich entfernt. Die Strömung verläuft ab diesem Zeitpunkt instationär und verlustfrei.



- a) Bestimmen Sie die auf den geschlossenen Absperrschieber wirkende Kraft.

Der Schieber ist nun geöffnet:

- b) Bestimmen Sie die Flüssigkeitsspiegellhöhen h_1 und h_2 für den Gleichgewichtszustand unter der Voraussetzung, dass sich die Fluide nicht mischen.
- c) Bestimmen Sie eine Differentialgleichung für die Höhe $h_1(t)$.
- d) Lösen Sie die Differentialgleichung für $\rho_1 = \rho_2$.

Gegeben:

$$\rho_1, \quad H_1, \quad \rho_2, \quad H_2, \quad A, \quad g, \quad L, \quad d, \quad t_0 = 0$$

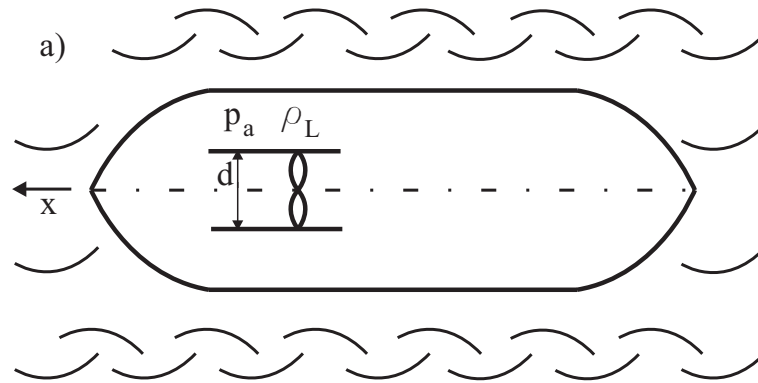
Hinweis:

- Die beiden Flüssigkeiten vermischen sich nicht
- Die lokale Beschleunigung ist nur im Rohr zu berücksichtigen $d \ll L$
- Lösungsansatz für die DGL $a \cdot \ddot{x} + b \cdot \dot{x} + c = 0$:

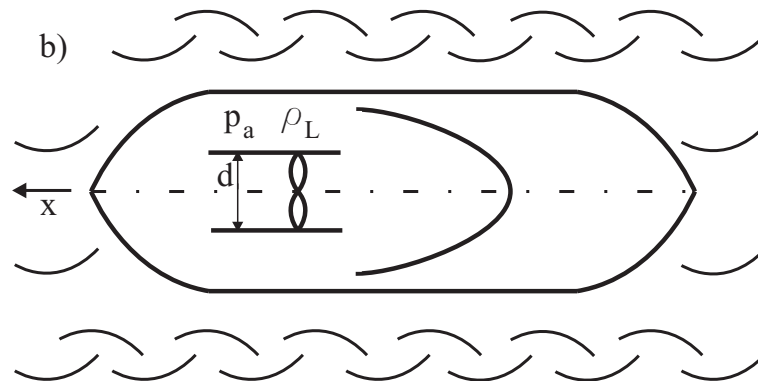
$$x(t) = -\frac{c}{b} + C_1 \sin(\sqrt{b/a} t) + C_2 \cos(\sqrt{b/a} t)$$

3. Aufgabe (10 Punkte)

Ein Schiff wird durch ein Gebläse mit scharfkantigem Einlauf ζ_E und der Strömungsleistung P angetrieben. Die Gesamtwiderstandskraft $F_W = k \cdot v_F^2$ des Schiffes soll vereinfacht mittels des Widerstandsfaktors k berechnet werden.



- a) Bestimmen Sie die maximale Fahrtgeschwindigkeit v_F in Abhängigkeit der gegebenen Größen.



- b) Ein starres Segel wird nun in die Gebläseausströmung aufgestellt, wobei die Strömung verlustlos umgelenkt wird. Wie lautet nun der Betrag und die Richtung der Fahrtgeschwindigkeit? Begründen Sie Ihre Antwort mit Hilfe einer Rechnung!

Gegeben:

d, ρ_L, P, k, ζ_E

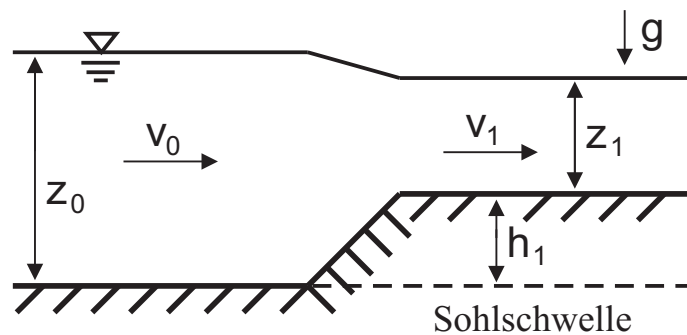
Hinweis:

Betrachten Sie den Einfluss der maximalen Fahrtgeschwindigkeit auf die Energie- und Impulsberechnung als vernachlässigbar klein.

4. Aufgabe (9 Punkte)

- a) Leiten Sie allgemein die Definition der Wellenausbreitungsgeschwindigkeit c in einer Gerinneströmung unter der Bedingung, dass die Höhe des Wellenberges klein gegenüber der Wassertiefe ($\Delta z \ll z$) ist, her.

Für die dargestellte Sohlschwelle in einem Vorfluter sind die Wassertiefen (z_0, z_1) vor und über der Erhebung bekannt. Weiterhin liegt die Höhe h_1 der Sohlschwelle vor. Über der Schwelle kann vom Grenzzustand ($Fr_1 = 1$) ausgegangen werden.



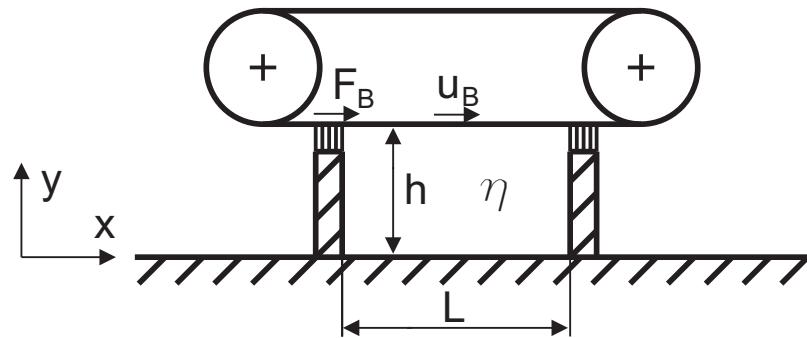
- b) Ermitteln Sie den auf die Breite bezogenen Durchfluss $(\dot{V}/B)_0$ und die Fließgeschwindigkeit v_0 vor der Sohlschwelle.
- c) Sie werfen über der Sohlschwelle, wo der Grenzzustand vorliegt, einen Stein ins Wasser. Skizzieren Sie das sich auf der Wasseroberfläche ergebende Wellenbild aus der Vogelperspektive.

Gegeben:

$$z_0, \quad z_1, \quad h_1, \quad g$$

5. Aufgabe (11 Punkte)

Zur Reinigung eines Fließbandes befindet sich in einem Spalt der Höhe h eine zähe Newton'sche Flüssigkeit, die durch zwei Bürsten am Auslaufen gehindert wird. An den Bürsten, die im Abstand L angeordnet sind, entsteht jeweils eine Reibkraft F_B . Das Band bewegt sich mit einer Geschwindigkeit u_B und hat die Breite B .



- Bestimmen Sie die Schubspannungsverteilung $\tau(y)$ und Geschwindigkeitsverteilung $u(y)$ im Spalt.
- Skizzieren Sie Schubspannungs- und Geschwindigkeitsverteilung und bestimmen Sie deren Extremwerte.
- Bestimmen Sie die Leistung P_S , die an die Strömung abgegeben wird, sowie die Antriebsleistung des Bandes P_A .

Gegeben:

$$\eta, \quad u_B, \quad h, \quad L, \quad B, \quad F_B$$

6. Aufgabe (6 Punkte)

- a) Skizzieren Sie qualitativ die gesamte Schubspannung τ und die Anteile von laminarer τ_l zu turbulenter Schubspannung τ_t als Funktion des Radius einer turbulenten Rohrströmung.
- b) Wie lautet der Ansatz von Boussinesq? Erläutern Sie die Bedeutung der einzelnen Variablen des Ansatzes.
- c) Beschreiben Sie (ohne Formeln) das Konzept des Prandtl'schen Mischungsweges mit Hilfe einer Skizze.