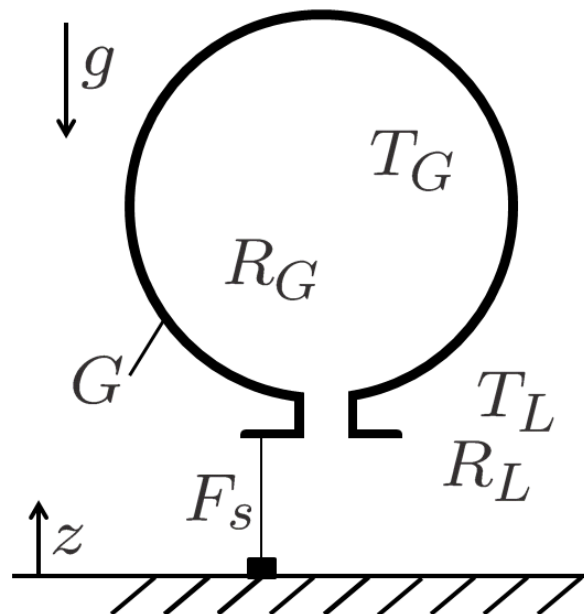


Klausur „Strömungsmechanik I“

01. 03. 2019

1. Aufgabe (9 Punkte)

Ein Ballon mit starrer Hülle ist vollständig mit einem Gas unbekannter Dichte gefüllt und hat unten eine Öffnung zum Druckausgleich mit der Umgebung. Das Gewicht des Ballons ohne Gasfüllung beträgt G . Vor dem Start wird der Ballon mit der Kraft F_s gehalten und steigt auf seine maximale Höhe $z = H$, sobald er losgelassen wird.



- a) Leiten Sie für eine isotherme Atmosphäre die barometrische Höhenformel her und geben Sie für das Gas im Ballon das Dichteverhältnis $\frac{\rho_G(z=H)}{\rho_G(z=0)}$ an.
- b) Ermitteln Sie die maximale Steighöhe H in isothermer Atmosphäre.

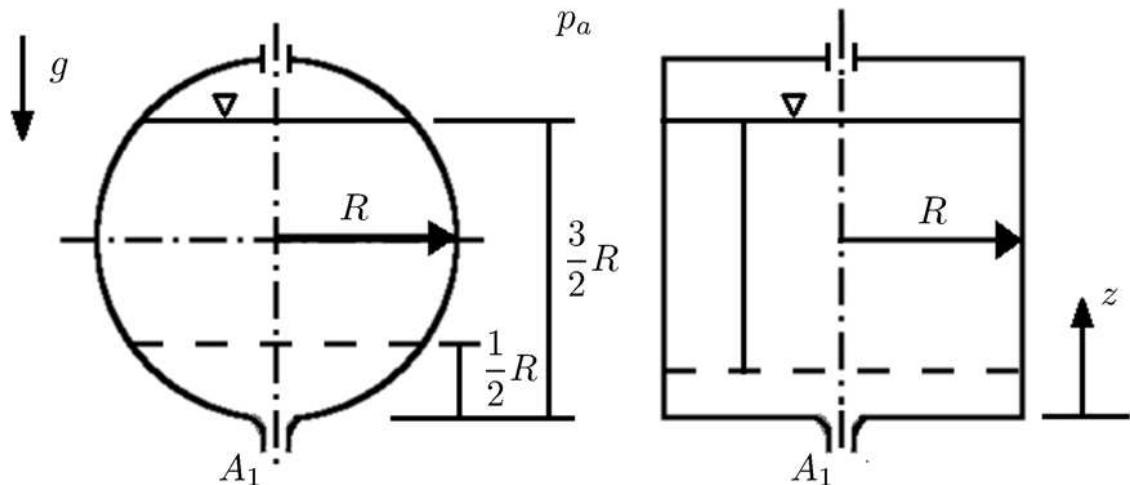
Gegeben: G, F_s, g, R_L, T_L

Hinweise:

- Für die isotherme Atmosphäre gilt: $T_L = T_G = \text{const.}$!
- Luft und Gas dürfen als ideale Gase behandelt werden!
- Die Masse des unbekannten Gases darf **nicht** vernachlässigt werden!
- Überprüfen Sie Ihre Ergebnisse hinsichtlich der Plausibilität von Einheit und Vorzeichen!

2. Aufgabe (10 Punkte)

Zwei oben offene Wasserbehälter haben beide am Boden ein kleines Loch mit der Querschnittsfläche A_1 ($A_1 \ll R^2$). Der erste Behälter hat die Form einer Kugel mit dem Radius R , der zweite die Form eines Zylinders ebenfalls mit dem Radius R . Beide Gefäße sind zum Zeitpunkt $t = 0$ mit Wasser der Dichte ρ bis zu einer Höhe von $\frac{3}{2} \cdot R$ gefüllt.



- Berechnen Sie die Zeit Δt , in der die Spiegelhöhe im kugelförmigen Behälter um den Betrag R sinkt.
- Argumentieren Sie qualitativ, ob die Spiegelhöhendifferenz Δh , die sich im zylindrischen Behälter in derselben Zeit Δt einstellt, größer, kleiner oder gleich ist wie im kugelförmigen Behälter.

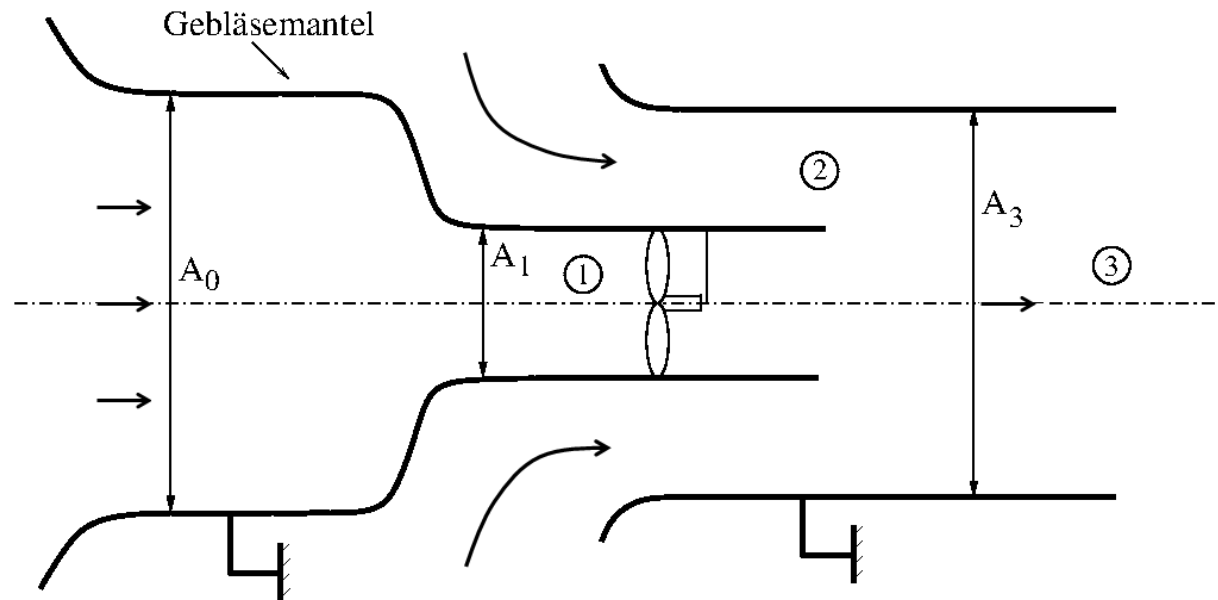
Gegeben: A_1, ρ, g, R

Hinweise:

- Die Strömung ist als **quasistationär** zu betrachten!
- Überprüfen Sie Ihre Ergebnisse hinsichtlich der Plausibilität von Einheit und Vorzeichen!

3. Aufgabe (13 Punkte)

Ein Strahlapparat, der von einem Gebläse angetrieben wird, saugt den Bypassstrom \dot{V}_2 durch einen ringförmigen Einlauf aus der Umgebung an.



- Bestimmen Sie den statischen Druck im Querschnitt 2 und die Geschwindigkeiten in den Querschnitten 1 und 3.
- Wie groß ist die Haltekraft des Gebläsemantels unter der Annahme, dass die Querschnittsfläche des Bypassstromes deutlich größer ist als A_3 ?
- Berechnen Sie die Leistung, die dem Gebläse zugeführt werden muss.

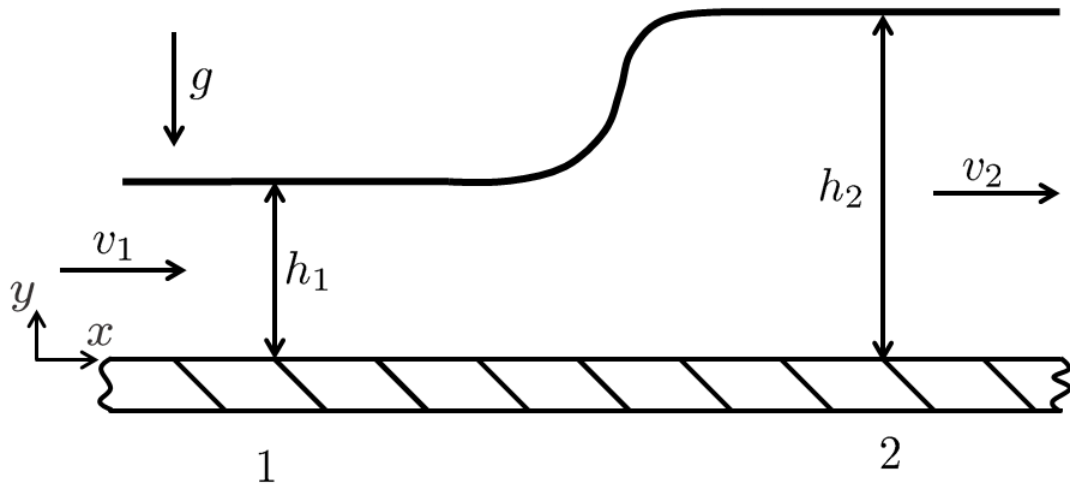
Gegeben: p_a , ρ , \dot{V}_2 , A_1 , $\frac{A_3}{A_1} = \frac{3}{2}$.

Hinweise:

- Die Strömung sei drall- und reibungsfrei!
- Überprüfen Sie Ihre Ergebnisse hinsichtlich der Plausibilität von Einheit und Vorzeichen!

4. Aufgabe (10 Punkte)

In einem offenen Gerinne entsteht ein Wassersprung.



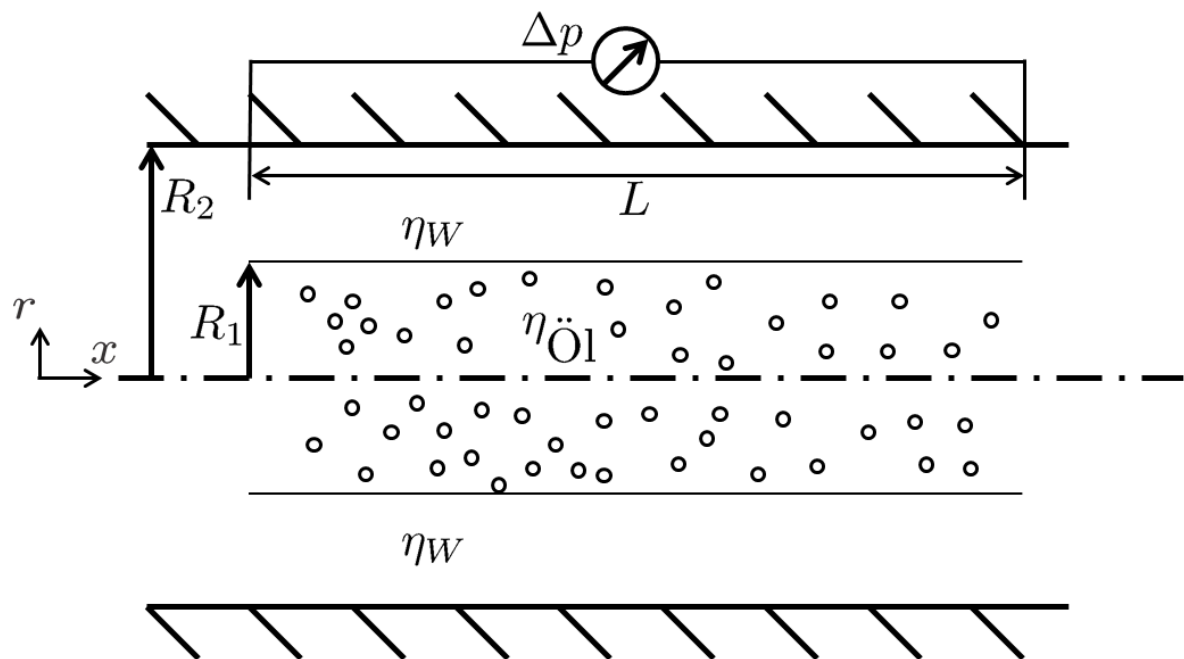
- Skizzieren Sie sorgfältig den Verlauf der Energiehöhe entlang der x -Achse beim Übergang von Querschnitt 1 auf den Querschnitt 2.
- Die Spiegelhöhe h_2 hinter dem Wassersprung beträgt $h_2 = \frac{h_1}{2}(-1 + \sqrt{1 + 8Fr_1^2})$. Leiten Sie diesen Zusammenhang her. (Die Froude-Zahl Fr_1 ist mit den Einströmgrößen zu bilden.)
- Bestimmen Sie den spezifischen Verlust an mechanischer Energie pro Zeiteinheit über den Wassersprung in Abhängigkeit der Froude-Zahl Fr_1 , dem auf die Kanalbreite bezogenen Volumenstrom q , dem Verhältnis der Spiegelhöhen h_2/h_1 , der Dichte ρ und der Erdbeschleunigung g . Benutzen Sie hierzu die Differenz der Energiehöhen vor und nach dem Wassersprung!

Hinweise:

- Überprüfen Sie Ihre Ergebnisse hinsichtlich der Plausibilität von Einheit und Vorzeichen!

5. Aufgabe (9 Punkte)

In einer ausgebildeten Rohrströmung befindet sich auf der Achse des kreisförmigen Rohres bis zum Radius R_1 Öl und im äußeren Teil bis zur Rohrwand (Radius R_2) Wasser. Der Druck fällt über die Länge L um den Wert Δp ab.



- Formulieren Sie das Kräftegleichgewicht in radialer und axialer Richtung, leiten Sie die Schubspannungsverteilung her und skizzieren Sie diese sorgfältig.
- Ermitteln Sie die Geschwindigkeitsverteilung und skizzieren Sie diese sorgfältig.

Gegeben: η_W , $\eta_{\text{Öl}}$, $\eta_{\text{Öl}} > \eta_W$, Δp , L , R_1 , R_2

Hinweise:

- Öl und Wasser können als Newtonsches Fluid betrachtet werden.
- Der Einfluss der Gravitation kann vernachlässigt werden!
- Öl und Wasser vermischen sich nicht!
- Überprüfen Sie Ihre Ergebnisse hinsichtlich der Plausibilität von Einheit und Vorzeichen!

6. Aufgabe (9 Punkte)

- a) Was versteht man unter einer Couette-Strömung?
- b) Formulieren Sie die allgemeine Gleichung für den Impulsmomentensatz einer stationären Strömung.
- c) Erklären Sie die Eulersche und Lagrangesche Form der Strömungsbeschreibung. Wo liegen bei diesen Ansätzen die Unterschiede?
- d) Drücken Sie die turbulente Schubspannung anhand der Prandtl'schen Mischungsweghypothese aus. Definieren Sie ebenfalls, in Anlehnung an den Boussinesq Ansatz, die zugehörige turbulente Zähigkeit.
- e) Was beschreibt das universelle logarithmische Wandgesetz?
- f) Nennen Sie zwei Eigenschaften, durch die sich die viskose Unterschicht auszeichnet.