

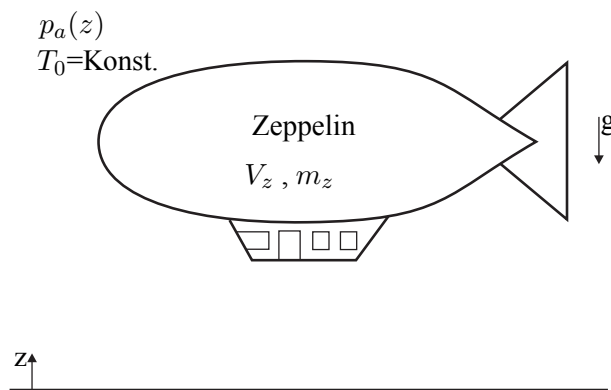
.....  
(Name, Matr.-Nr, Unterschrift)

**Klausur „Strömungsmechanik I“ (Bachelor) & „Technische Strömungslehre“ (Diplom)**

12. 03. 2014

1. Aufgabe (12 Punkte)

Ein Zeppelin mit der Masse  $m_z$  und dem Volumen  $V_z$  soll Passagiere mit einer Gesamtmasse von  $m_p$  für einen Rundflug aufnehmen. Der Zeppelin wird mit Helium befüllt.



Gegeben:  $V_z$ ,  $m_z$ ,  $m_p$ ,  $R_{He}$ ,  $R_L$ ,  $p_0 = p_a(z = 0)$ ,  $g$ ,  $T_0$

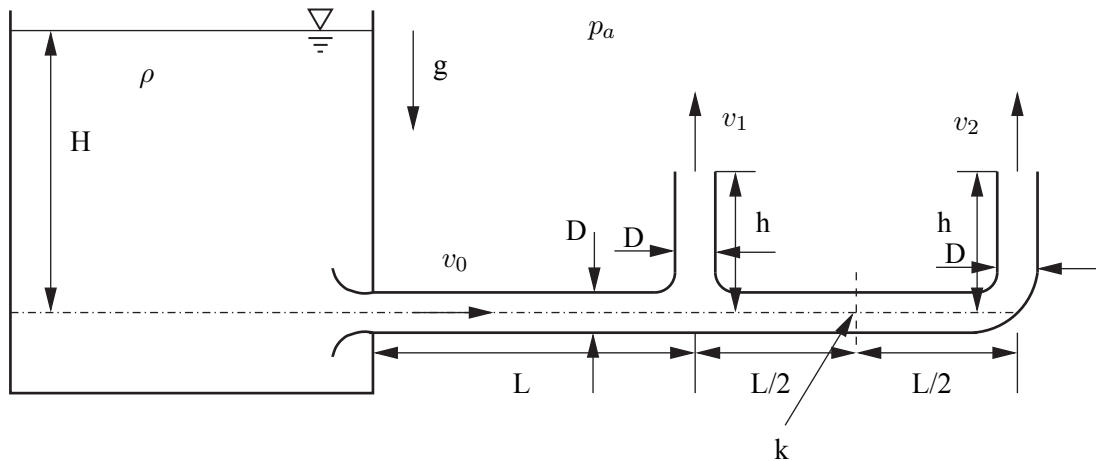
- Bestimmen Sie die Haltekraft, mit welcher der Zeppelin vor dem Start am Boden festgehalten werden muss.
- Berechnen Sie die Anfangsbeschleunigung des Zeppelins.
- Bestimmen Sie die maximale Steighöhe des Zeppelins in einer isothermen Atmosphäre.

Hinweise:

- Der Zeppelin wird am Boden ( $z = 0$ ) unter Umgebungsbedingungen befüllt.
- Überprüfen Sie Ihre Ergebnisse hinsichtlich der Plausibilität von Einheit und Vorzeichen!

## 2. Aufgabe (11 Punkte)

Eine aus zwei Fontänen bestehende Bewässerungsanlage wird aus einem großen Behälter gespeist. Die Strömung in den Rohrleitungen, die jeweils den Durchmesser  $D$  aufweisen, ist verlustbehaftet. Im Einlauf der Wasserleitung und in den Krümmern entstehen keine zusätzlichen Verluste.



- Bestimmen Sie die Geschwindigkeiten  $v_0$ ,  $v_1$  und  $v_2$ .
- Bestimmen Sie den statischen Druck am Querschnitt "k".

Gegeben:  $L$ ,  $H$ ,  $h$ ,  $\rho$ ,  $g$ ,  $D$ ,  $\lambda$ ,  $p_a$

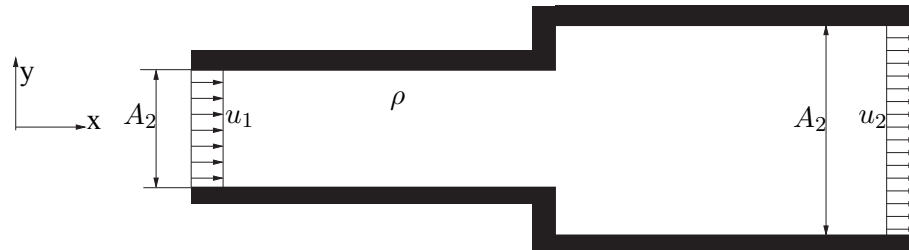
Hinweis:

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

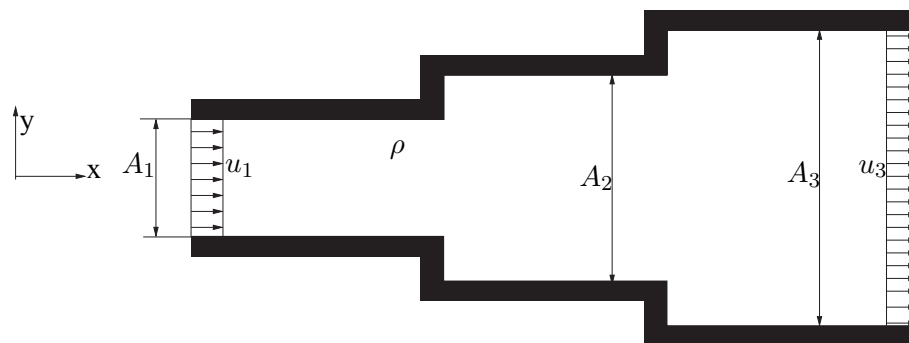
### 3. Aufgabe (9 Punkte)

Betrachtet wird die laminare Strömung durch ein Rohr kreisförmigen Querschnitts mit vernachlässigbarer Wandreibung.

- a) Leiten Sie eine Gleichung für den Verlustbeiwert  $\zeta = \frac{\Delta p_{v1,2}}{\frac{\rho}{2} v_1^2}$  für eine unstetige Rohrerweiterung in Abhängigkeit des Querschnittsverhältnisses  $\frac{A_1}{A_2}$  her.



- b) Leiten Sie eine Gleichung für den Gesamtverlustbeiwert  $\zeta = \frac{\Delta p_{v1,3}}{\frac{\rho}{2} v_1^2}$  für zwei hintereinandergeschaltete Rohrerweiterungen in Abhängigkeit der Querschnittsverhältnisse  $\frac{A_1}{A_2}$  und  $\frac{A_2}{A_3}$  her.



Gegeben:

$$\rho, \quad \frac{A_1}{A_2}, \quad \frac{A_2}{A_3}$$

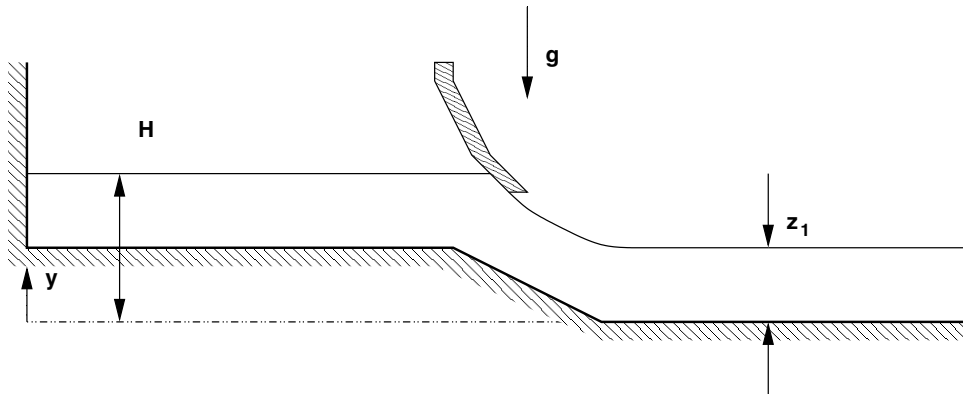
Hinweise:

- Definition des Verlustterms  $\Delta p_{vi,j} = p_{0i} - p_{0j}$ ,  $p_0$  : Gesamtdruck
- Überprüfen Sie Ihre Ergebnisse hinsichtlich der Plausibilität von Einheit und Vorzeichen!

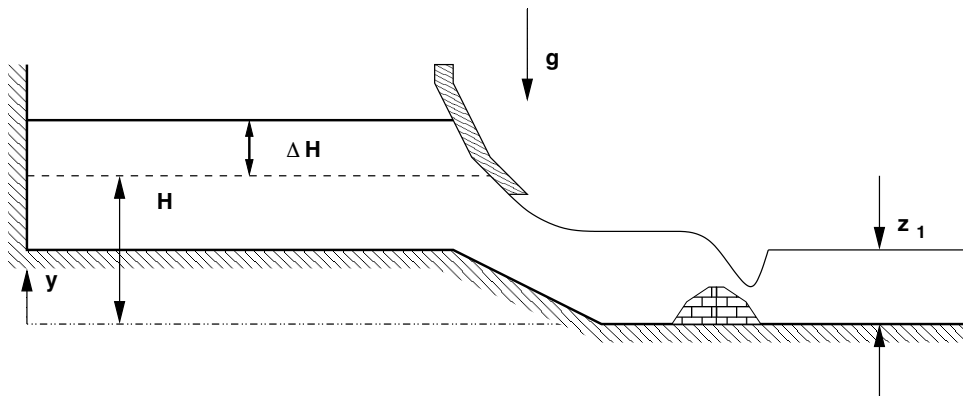
#### 4. Aufgabe (8 Punkte)

Aus einem großen Becken strömt Wasser in einen offenen Abwasserkanal der Breite  $B$  und der Wassertiefe  $z_1$ .

a) Bestimmen Sie den Volumenstrom.



b) Durch Verschmutzung bildet sich im Abwasserkanal ein Hindernis in der Form eines Wehres (Höhe  $z_W > z_{gr}$ ). Bestimmen Sie die Höhenänderung  $\Delta H$  im großen Behälter, damit derselbe Volumenstrom wie in Aufgabenteil a) transportiert wird.



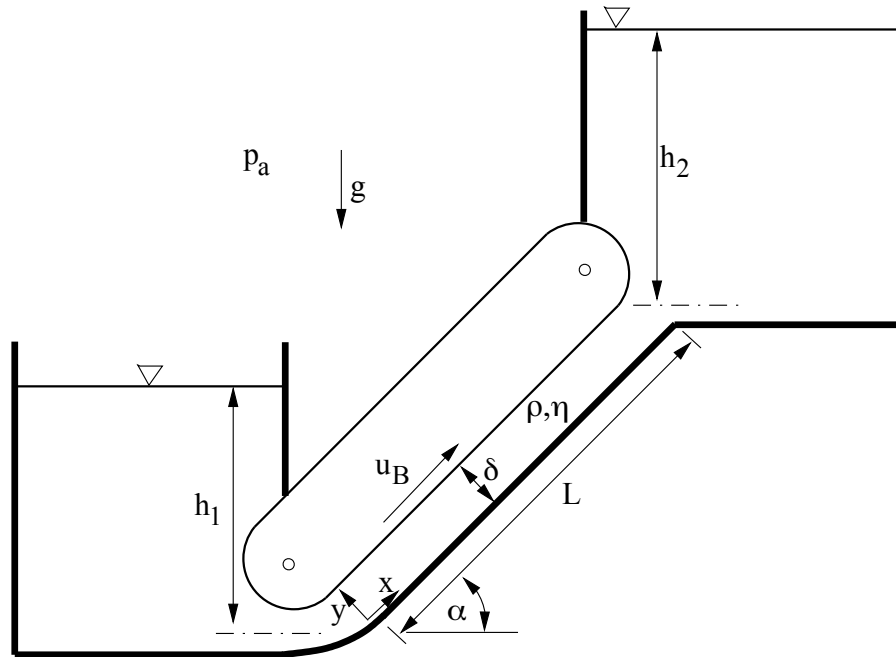
Gegeben:  $H$ ,  $z_1$ ,  $B$ ,  $z_W > z_{gr}$ ,  $g$

Hinweis:

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

### 5. Aufgabe (12 Punkte)

Altöl der Dichte  $\rho$  und mit der Zähigkeit  $\eta$  soll aus einem großen Sammelbecken zu einer höher gelegenen Recycling-Station mit Hilfe eines Förderbandes transportiert werden. Das Förderband bewegt sich mit der Geschwindigkeit  $u_B$ , ist um den Winkel  $\alpha$  gegenüber der Horizontalen geneigt und hat die Länge  $L$ .



Gegeben:  $\rho, \eta, u_B, h_1, h_2, L, \delta, \alpha, g$

- Bestimmen Sie die Geschwindigkeits- und Schubspannungsverteilung  $u(y)$  bzw.  $\tau(y)$ .
- Wie groß muß die Bandgeschwindigkeit mindestens sein, damit Öl aufwärts transportiert wird?

Hinweise:

- Die Strömung ist für  $0 \leq x \leq L$  ausgebildet.
- Betrachten Sie das Öl als Newtonsches Fluid.
- Überprüfen Sie Ihre Ergebnisse hinsichtlich der Plausibilität von Einheit und Vorzeichen!

6. Aufgabe (8 Punkte)

- a) Skizzieren Sie die zeitlich gemittelten Geschwindigkeitsprofile einer laminaren und einer turbulenten Rohrströmung. Erläutern Sie kurz den Unterschied zwischen den beiden Profilen und nennen Sie den physikalischen Grund, der zur unterschiedlichen Ausprägung des turbulenten Profils führt.
- b) Beschreiben Sie (ohne Formeln) das Konzept des Prandtl'schen Mischungsweges mit Hilfe einer Skizze.
- c) Erläutern Sie den Begriff der viskosen Unterschicht.
- d) Skizzieren Sie qualitativ die Schubspannung und das Verhältnis von laminarer zu turbulenter Schubspannung als Funktion des Radius einer turbulenten Rohrströmung.
- e) Wie lautet der Ansatz von Boussinesq zur Beschreibung der turbulenten Schubspannung? Erläutern Sie die Bedeutung der einzelnen Variablen des Ansatzes.