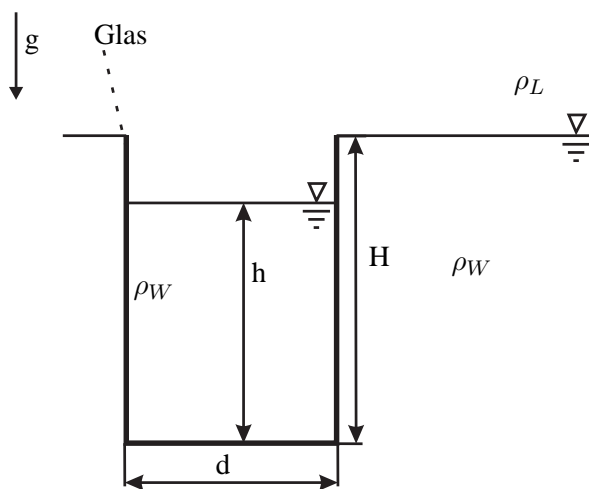


06. 03. 2013

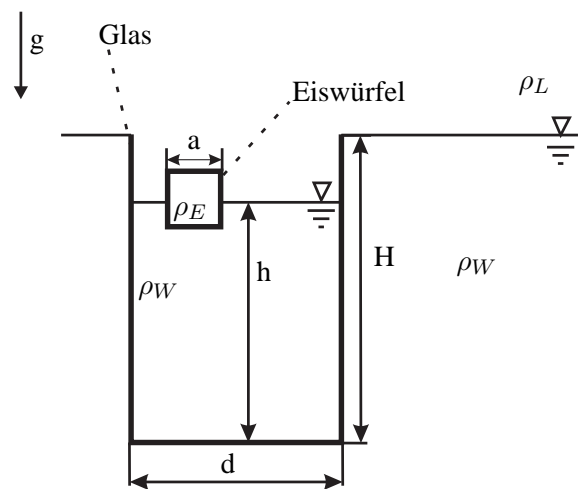
**1. Aufgabe** (12 Punkte)

In einer Badewanne befindet sich Wasser mit der Dichte  $\rho_W$ . An der Oberfläche schwimmt ein Glas mit zylindrischem Querschnitt und Leergewicht  $m_G$ . Das Glas wird mit Wasser der Dichte  $\rho_W$  gefüllt. Die Dichte der Umgebungsluft beträgt  $\rho_L$ . Die Dichte der Luft ist nicht zu vernachlässigen!

Skizze 1 für Aufgabenteil a):



Skizze 2 für Aufgabenteile b)-d):



- a) Bestimmen Sie die maximale Höhe  $h_{max}$  des Wassers im Glas bei der das Glas nicht untertaucht, d.h. die Eintauchtiefe des Glases beträgt gerade  $H$  (Skizze 1).

Nun wird ein Eiswürfel der Dichte  $\rho_E$  ( $\rho_E < \rho_W$ ) und der Kantenlänge  $a$  in ein weiteres, teilweise mit Wasser gefülltes, Glas gelegt (Skizze 2).

- b) Bestimmen Sie die Volumenanteile des Eiswürfels, die sich oberhalb und unterhalb der Wasseroberfläche befinden.
- c) Bestimmen Sie die maximale Wasserhöhe  $h_{max}$ , wenn der Eiswürfel sich im Glas befindet.
- d) Nach einer gewissen Zeit schmilzt der Eiswürfel. Bestimmen Sie nun die Änderung der Höhe  $\Delta h$  der Wasseroberfläche im Glas.

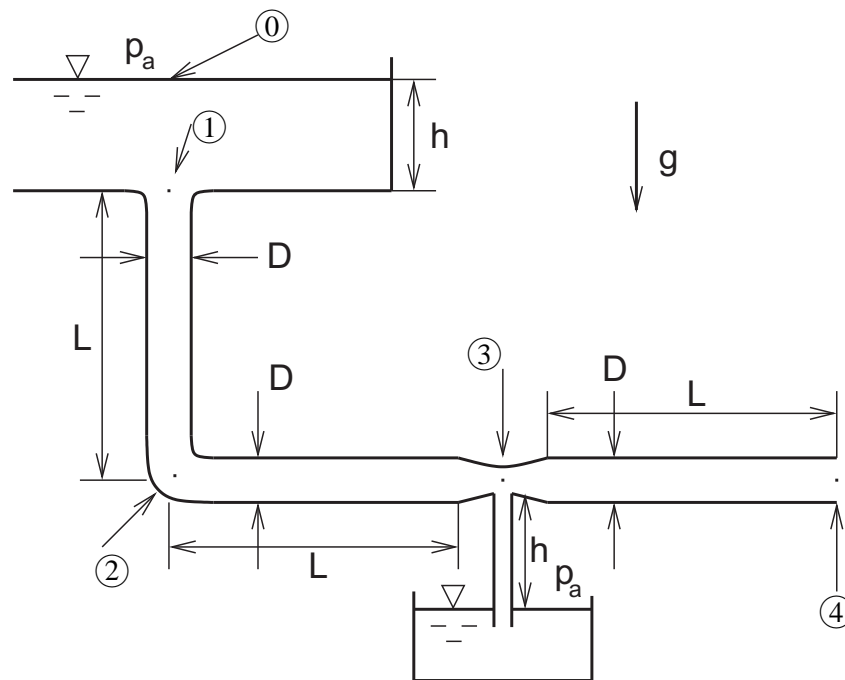
Gegeben:  $m_G, H, d, a, \rho_E, \rho_L, \rho_W$

Hinweise:

- Die Wandstärke des Glases kann vernachlässigt werden.
- Überprüfen Sie Ihre Ergebnisse hinsichtlich der Plausibilität von Einheit und Vorzeichen!

## 2. Aufgabe (10 Punkte)

In der skizzierten Anordnung fließt Wasser aus einem sehr großen Becken über einen gut gerundeten Einlauf in eine Rohrleitung. Im Punkt 3 wird der Querschnitt der Rohrleitung derart verengt, dass gerade kein Wasser aus einem anderen Becken durch eine dünne Leitung in die Rohrleitung gesaugt wird. Im Punkt 4 strömt das Wasser ins Freie.



- Bestimmen Sie für eine verlustfreie Strömung das Querschnittsverhältnis  $A_4/A_3$ .
- Berechnen Sie nun das benötigte Querschnittsverhältnis  $A_4/A_3$  für den Fall, dass in allen drei Teilabschnitten der Länge  $L$  jeweils der Rohrreibungsbeiwert  $\lambda$  vorherrscht. Ansonsten bleibt die Strömung verlustfrei.

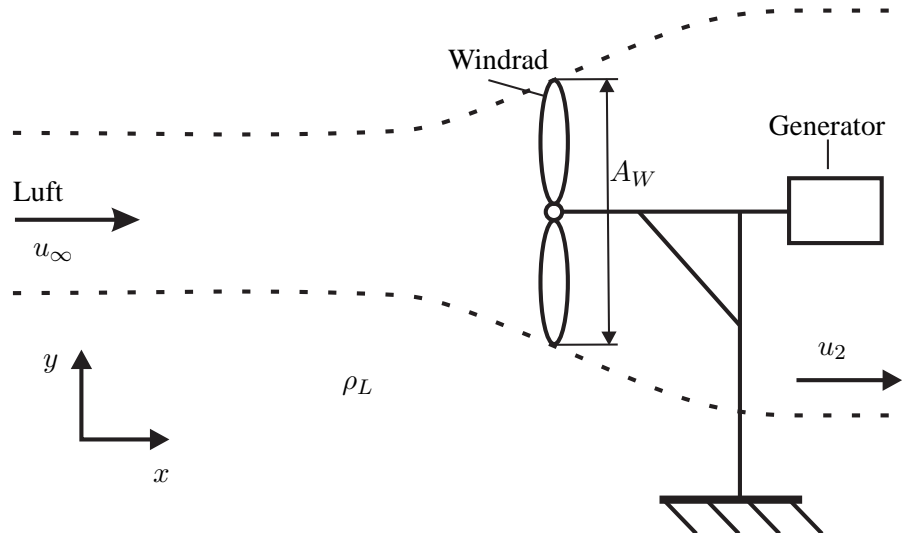
Gegeben:  $L, h, D, \lambda$

Hinweis:

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

### 3. Aufgabe (12 Punkte)

Ein Windrad mit dem Durchmesser  $A_W$  wird von vorn mit der Geschwindigkeit  $u_\infty$  angeströmt. Das Windrad ist mit einem Generator gekoppelt, der zur Stromerzeugung verwendet wird und das Strömungsfeld nicht beeinflusst.



- Berechnen Sie die Geschwindigkeit in der Propellerebene  $u'$  in Abhängigkeit von  $u_\infty$  und  $u_2$ .
- Berechnen Sie das Verhältnis von  $u_2/u_\infty$ , bei dem die Leistung maximal wird.
- Bestimmen Sie die Widerstandskraft, die das Windrad bei maximaler Leistungsaufnahme erfährt.

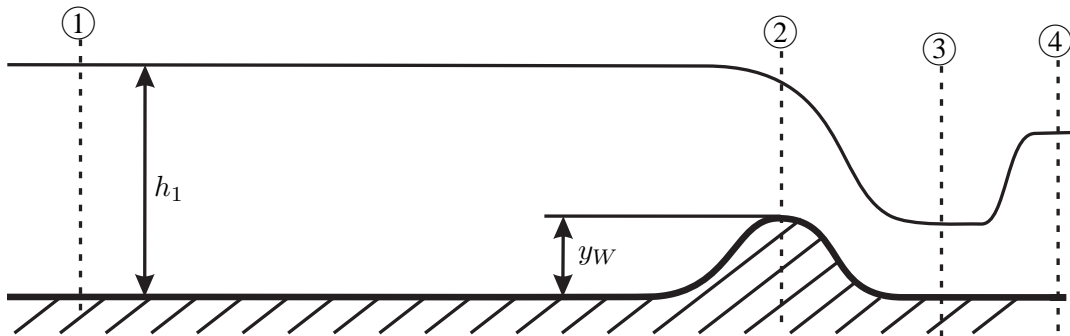
Gegeben:  $\rho_L, A_W, u_\infty$

Hinweise:

- Mechanische Verluste bei der Kraftübertragung sind zu vernachlässigen.
- Der Generator, sowie die Halterung des Windrades stören die Strömung nicht.
- Überprüfen Sie Ihre Ergebnisse hinsichtlich der Plausibilität von Einheit und Vorzeichen!

4. Aufgabe (8 Punkte)

Ein Gerinne wird durch ein Wehr auf die Wassertiefe  $h_1$  aufgestaut. Hinter dem Wehr befindet sich ein Wassersprung.

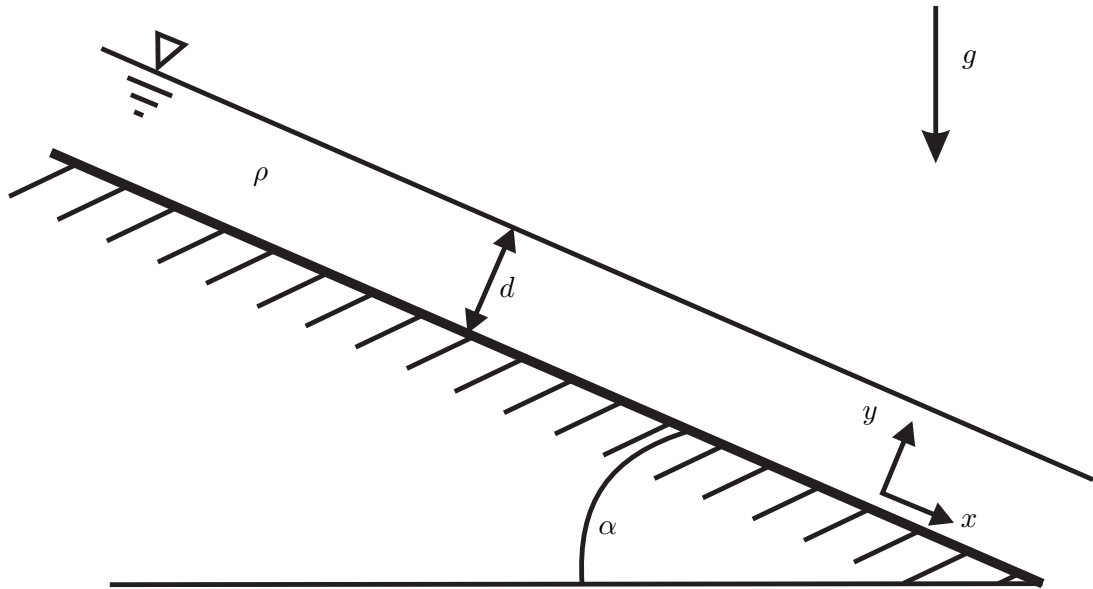


- a) Bestimmen Sie die Höhe des Wehrs  $y_W$ , wenn die Froudezahl der Anströmung  $Fr_1 = \frac{1}{8}$  ist.
- b) Skizzieren Sie sorgfältig das Energiehöhendigramm  $H/H_{min}$  über  $z/z_{gr}$ . Tragen Sie die 4 repräsentativen Zustände der Strömung ① – ④ ein.

Gegeben:  $h_1, Fr_1 = 1/8$

5. Aufgabe (10 Punkte)

Ein nichtnewtonsches Fluid mit der Schubspannungsverteilung  $\tau$  und der Dichte  $\rho$  fließt an einer schrägen Wand entlang. Die konstante Dicke der Fluidschicht beträgt  $d$ .



Die Schubspannungsverteilung ist durch folgende Formel gegeben:

$$\tau = -K \sqrt{\frac{du}{dy}}$$

- Leiten Sie für die vollständig ausgebildete laminare Strömung anhand eines Volumenelementes die Differentialgleichung zur Bestimmung der Schubspannungsverteilung her.
- Bestimmen Sie die Geschwindigkeitsverteilung.
- Bestimmen Sie den auf die Breite bezogenen Volumenstrom  $\dot{V}/B$  sowie die mittlere Geschwindigkeit  $\bar{u}$  und die maximale Geschwindigkeit  $u_{max}$ .

Gegeben:  $d, g, \rho, \alpha, K = konst > 0$

6. Aufgabe (8 Punkte)

- a) Mit Hilfe welcher dimensionslosen Kennzahl werden die Strömungszustände einer inkompressiblen, stationären Rohrströmung charakterisiert und wie wird diese Kennzahl gebildet? Benennen sie die Bezugsgrößen explizit.
- b) Nennen sie zwei Störungen, die bei einer Rohrströmung einen Übergang von einer laminaren in eine turbulente Strömung verursachen können.
- c) Skizzieren Sie das mittlere Geschwindigkeitsprofil einer turbulenten Strömung in einem kreisrunden Rohr. Kennzeichnen Sie die einzelnen Schichten.
- d) Was ist der Turbulenzgrad und wie wird er berechnet?