

Name:.....	Vorname:.....	Aufgabe (Punkte)
Matr.-Nr.:	HS I / HS II / IP / WI	1).....
		2).....
Platz-Nr.:		3).....
		4).....
Beurteilung:		5).....
		6).....

KLAUSUR STRÖMUNGSLEHRE

Studium Maschinenbau

und

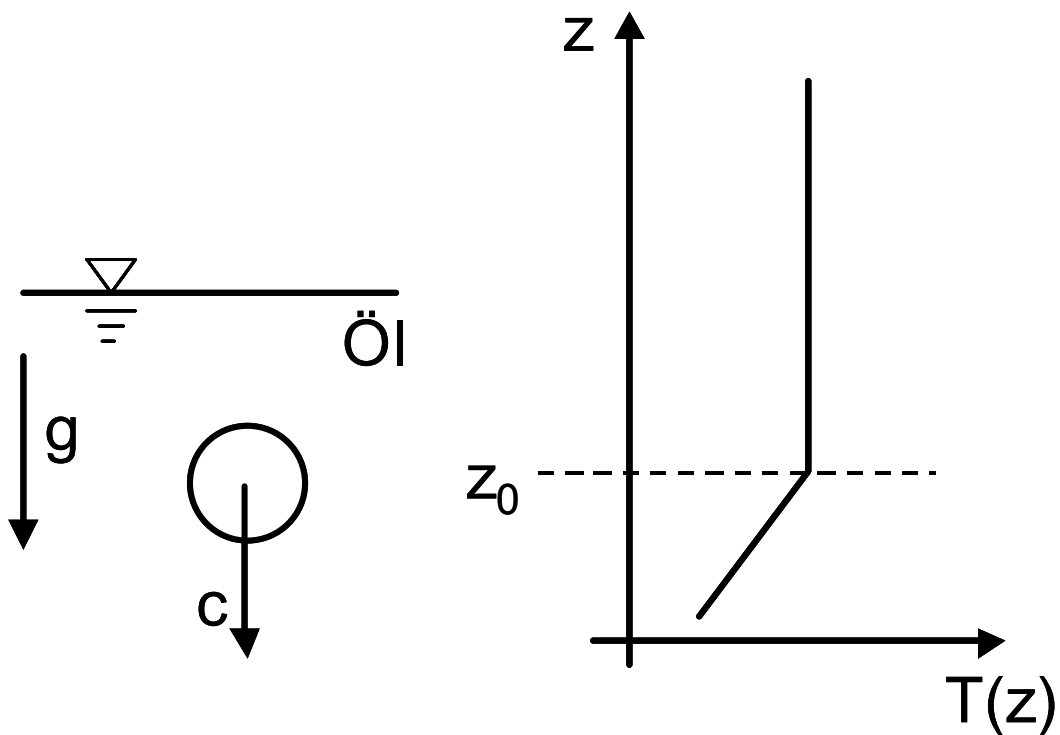
Wirtschaftsingenieurwesen

Aufgabe 1**(2 Punkte)**

In einem zähen, ruhenden Öl (Newtonsches Medium) sinkt eine Stahlkugel unter dem Einfluß der Schwerkraft bei kleiner Reynolds-Zahl („schleichende Strömung“: $Re < 1$) und konstanter Temperatur des umgebenden Öles (für $z > z_0$, s.Abb.) mit der konstanten Geschwindigkeit c herab. In den unteren Schichten des Öles (für $z < z_0$, s.Abb.) nimmt die Temperatur des Öles ab.

Wird dadurch die Sinkgeschwindigkeit der Kugel für $z < z_0$ größer, kleiner oder bleibt sie unverändert? Man begründe die Antwort!

Hinweis: Die spezifischen Volumina von Öl und Kugel können dabei als konstant angenommen werden.



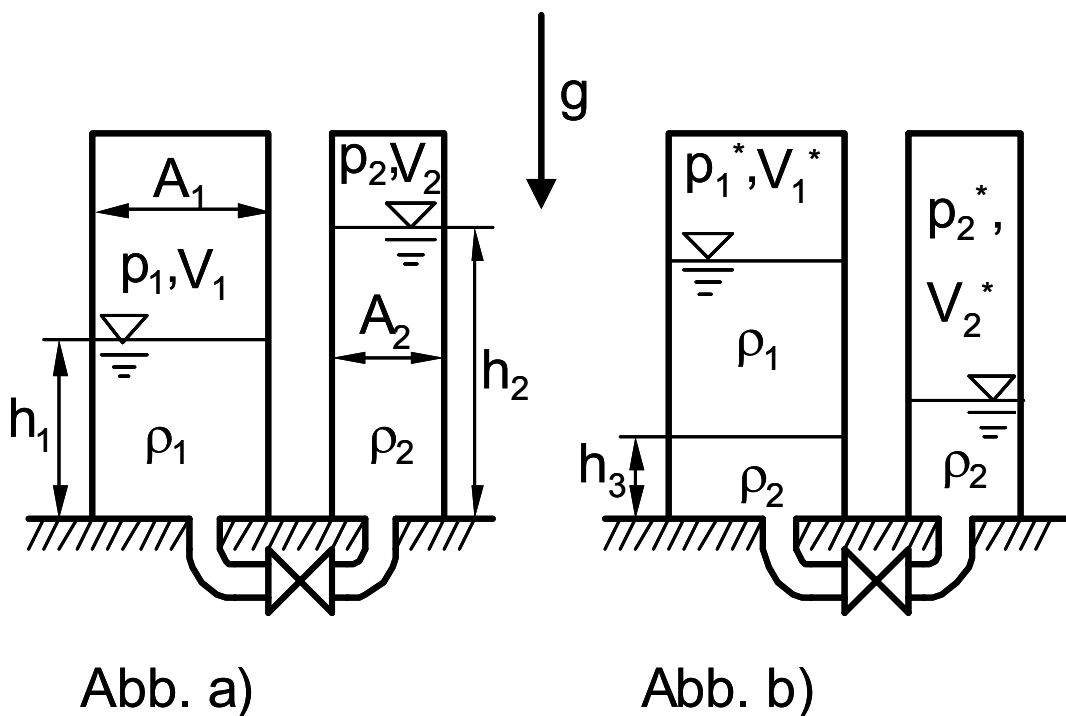
Aufgabe 2**(2,5 Punkte)**

Zwei geschlossene Behälter mit jeweils konstanten Querschnitten A_1 bzw. A_2 sind mit zwei inkompressiblen, nicht-mischbaren Medien unterschiedlicher Dichten ρ_1 bzw. ρ_2 (wobei gilt: $\rho_2 > \rho_1$) bis zu den Höhen h_1 bzw. h_2 gefüllt. Über den beiden Flüssigkeitsspiegeln befindet sich Luft mit den Volumina V_1 bzw. V_2 unter den Drücken p_1 bzw. p_2 (s. Abb. a)). Nach Öffnen des Ventils in der Verbindungsleitung zwischen den beiden Behältern strömt Medium mit der Dichte ρ_2 in den linken Behälter und erreicht dort im Endzustand die Höhe h_3 (s. Abb. b)). Die Zustandsänderungen in den Luftvolumina V_1 bzw. V_2 verlaufen dabei isotherm.

Man ermittle in Abhängigkeit gegebener Größen eine Bestimmungsgleichung für die Höhe h_3 , die sich dann im linken Behälter einstellt. (Die Gleichung braucht nicht nach h_3 aufgelöst werden!)

Hinweis: Bei der Mengenbilanz kann das Volumen der Verbindungsleitung vernachlässigt werden.

Gegeben sind: $\rho_1, \rho_2, h_1, h_2, p_1, p_2, V_1, V_2, A_1, A_2, g$.



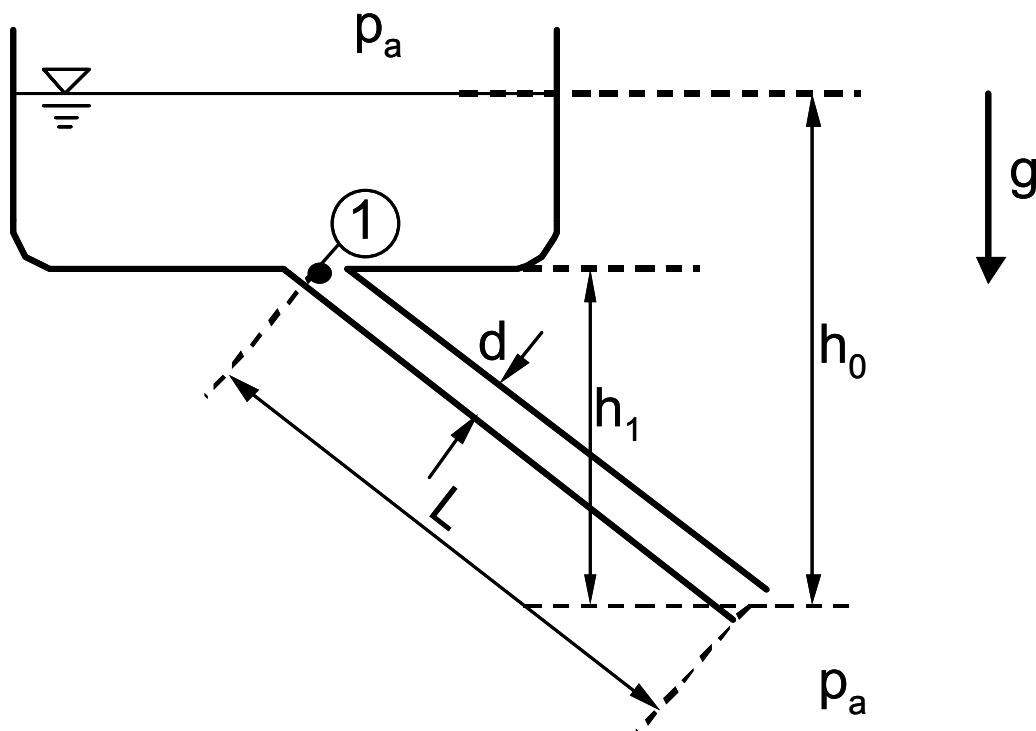
Aufgabe 3**(4 Punkte)**

In einem großen, oben offenen Behälter befindet sich eine inkompressible Flüssigkeit (Dichte ρ , kinematische Zähigkeit ν), die durch ein langes, geneigtes Kreisrohr (Länge L , Innendurchmesser d) unter dem Einfluß der Erdschwere g in die umgebende Atmosphäre stationär ausströmt. Die freie Flüssigkeitsoberfläche liegt in der Höhe h_0 über dem Rohrende, der Rohreinlauf (1) in der Höhe h_1 (s.Abb.).

- Unter der Annahme reibungsfreier Strömung bestimme man die Austrittsgeschwindigkeit c_{id} am Rohrende in Abhängigkeit gegebener Größen.
- Unter der Annahme, dass die Flüssigkeit ein reibungsbehaftetes Medium ist und dass über die gesamte Rohrlänge L eine ausgebildete Strömung vorliegt, bestimme man die mittlere Austrittsgeschwindigkeit c_m als Funktion des Druckverlustbeiwertes λ und der Größen g , h_0 , L und d .
- Unter der Annahme laminarer Strömung im Rohr bestimme man c_m als Funktion gegebener Größen.
- Man prüfe, ob die Annahme laminarer Strömung berechtigt ist, wenn folgende Daten gelten: $c_m = 4,5 \text{ m/s}$; $d = 0,02 \text{ m}$; $\nu = 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.

Hinweis zu den Fragen b) und c): Bis zum Rohreintritt bei (1) kann die Strömung als reibungsfrei gelten. Im Rohr hängt der Druck von der Rohrreibung und der Erdschwere ab.

Gegeben sind: h_0 , h_1 , L , d , ρ , ν , p_a , g .

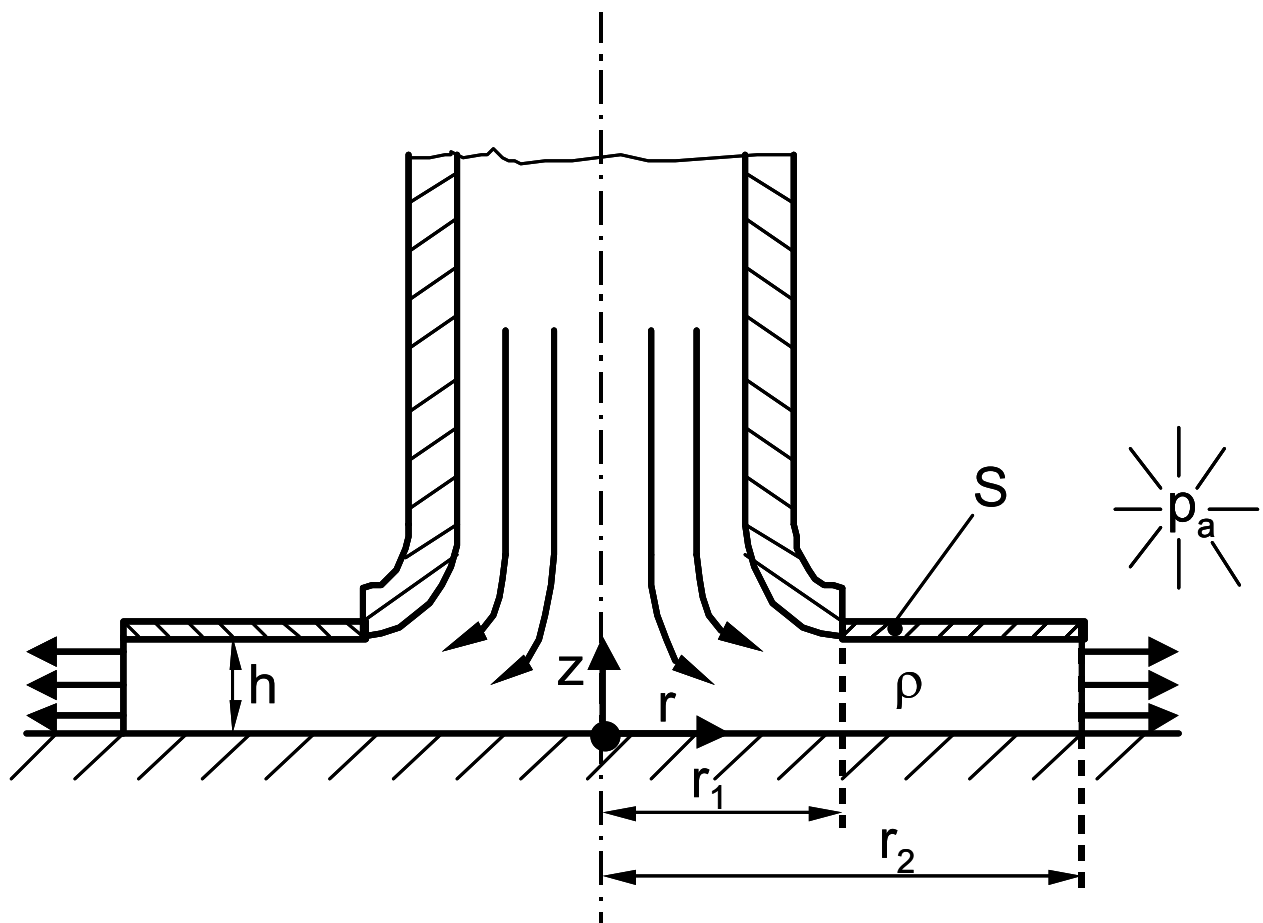


Aufgabe 4**(3 Punkte)**

Ein inkompressibles Medium (Dichte ρ) wird am Ende eines durchströmten Rohres an einer ebenen Wand umgelenkt und bildet in dem Spalt (Höhe h) zwischen der Wand und einer parallel dazu verlaufenden Kreisscheibe S für $r_1 \leq r \leq r_2$ eine stationäre rotationssym-metrische Radialströmung, bei der die Geschwindigkeit c nicht von der Koordinate z abhängt. Am Ende des Spaltes bei $r = r_2$ tritt das Medium mit dem Volumenstrom $\dot{V}$ in die freie Atmosphäre aus, in der der Druck p_a herrscht (s.Abb.).

- a) Unter der Voraussetzung reibungsfreier Strömung bestimme man in Abhängigkeit gegebener Größen für $r_1 \leq r \leq r_2$ die Geschwindigkeit $c(r)$, den statischen Druck $p(r)$ und die Kraft F , die das strömende Medium auf die Unterseite der Scheibe S ($r_1 \leq r \leq r_2$) ausübt.
- b) Welche Richtung hat die Kraft F_{ges} , die aus der Druckverteilung über die gesamte Oberfläche der Scheibe ($r_1 \leq r \leq r_2$) entsteht? Man begründe die Antwort!

Gegeben sind: $\rho, h, r_1, r_2, \dot{V}, p_a$.



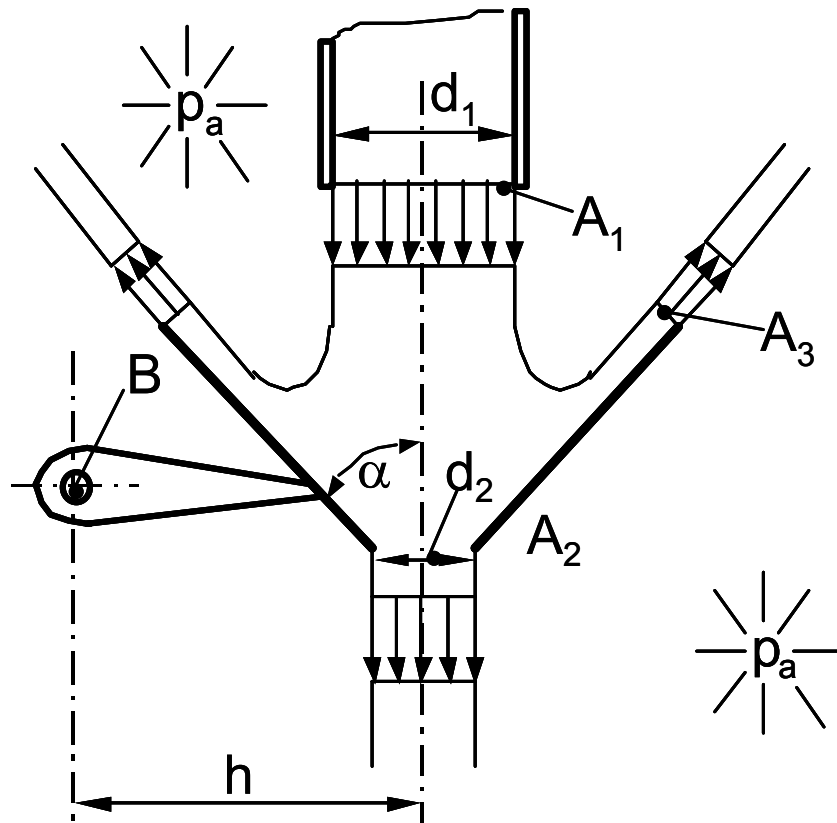
Aufgabe 5

(3 Punkte)

Ein Wasserstrahl (Dichte ρ) tritt aus einem kreisförmigen Rohr (Durchmesser d_1) mit der Geschwindigkeit c_1 in die freie Atmosphäre aus und trifft auf eine trichterförmige Schaufel, die durch einen Arm gehalten wird. Das auftreffende Wasser wird zum einen Teil in der Schaufel umgelenkt und strömt tangential zur Kegelmantelfläche der Schaufel ab, zum anderen Teil tritt es mit unveränderter Richtung als Freistrahл durch ein kreisförmiges Loch (Durchmesser d_2 ; $d_2 < d_1$) aus der Schaufel aus (s.Abb.). Das Strömungsproblem sei rotationssymmetrisch bezüglich der Strahlachse. Für die Querschnitte A_1 , A_2 und A_3 (s.Abb.) gilt, daß die zugehörige Geschwindigkeit konstant über den jeweiligen Querschnitt ist. Der Strömungsvorgang ist als stationär und reibungsfrei anzusehen, in der Umgebung herrsche der konstante Außendruck p_a . Der Einfluß der Erdschwere bleibe unberücksichtigt.

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen das Drehmoment M bezogen auf den Drehpunkt B, welches der Wasserstrahl auf die Schaufel ausübt?

Gegeben sind: ρ , c_1 , d_1 , d_2 , α , h .



Aufgabe 6

(5,5 Punkte)

Eine Platte wird mit konstanter Geschwindigkeit u_P in vertikaler Richtung so durch einen ebenen Spalt der Länge L gezogen, daß sie von beiden Spaltwänden den konstanten Abstand h hat (s.Abb.). Zwischen der Platte und den Spaltwänden befindet sich Öl (Newtonsches Medium) mit der Dichte ρ und der kinematischen Zähigkeit ν . Die statischen Drücke im Öl an den Spaltenden bei (1) und (2) seien p_1 und p_2 .

Man bestimme in Abhängigkeit gegebener Größen:

- die Größe der Druckdifferenz $\Delta p = p_2 - p_1$, die von außen aufgeprägt werden muß, damit der Volumenstrom durch einen horizontalen Querschnitt gerade gleich Null ist,
- die Reibkraft F_R pro Tiefeneinheit, die das Öl über die Länge L auf die beiden Plattenseiten ausübt. Hierbei ist $\partial p / \partial x$ als bekannte Größe anzusehen.

Hinweis: Die Strömung kann näherungsweise über die ganze Länge L als voll ausgebildet und laminar angesehen werden.

Gegeben sind: ρ , ν , h , L , u_P , g .

