

Übungszettel Nr.3

Abgabe: Donnerstag ! 01.12.2011 vor Beginn der Vorlesung. Punktezahl 17,5

1.) Sie lassen eine vorher ruhende ideale Flüssigkeit der Dichte $\rho=1,00 \text{ kg/l}$ mit einer Druckdifferenz von 1000 hPa ein gerades Rohr vom Erdgeschoß in die 2. Etage fließen. Die Höhendifferenz beträgt 6,00 Meter. Wie groß ist die Geschwindigkeit der Flüssigkeit in der 2. Etage? Was passiert, wenn nur eine Druckdifferenz von 500 hPa zur Verfügung steht? (1 / 1)

2.) Berechnen Sie die kapillare Steighöhe von Wasser (Dichte $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$, Oberflächenspannung $\sigma = 0,073 \text{ N/m}$) für eine Pflanzenkapillare mit Radius $r = 10^{-6} \text{ m}$ bei völliger Benetzung ($\phi = 0^\circ$). (1)

3.) An einem Wasserrohr der Länge $l = 20 \text{ m}$ liegt eine Druckdifferenz Δp von 10 Pa. Berechnen Sie das Geschwindigkeitsprofil (Skizze) und die maximale Geschwindigkeit bei einem Rohrradius R von 10 mm und einer Viskosität η von $\eta = 5 \cdot 10^{-4} \text{ Pa}\cdot\text{s}$. Das Geschwindigkeitsprofil ist gegeben durch $v(r) = \Delta p(R^2-r^2)/(4l\eta)$. Berechnen Sie ebenso das an einem Tag durchfließende Flüssigkeitsvolumen mit Hilfe des Gesetzes von Hagen-Poiseuille. (1 / 1 / 1)

4.) Eine ideale Flüssigkeit mit Dichte $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$ wird mit einem Druck von 5065 hPa und einer Geschwindigkeit von $v_1 = 2,5 \text{ m/s}$ durch ein Rohr mit Querschnittsfläche A_1 gedrückt. An einer Engstelle reduziert sich die Querschnittsfläche auf ein Zehntel von A_1 . Wie groß ist an dieser Stelle der Druck und die Geschwindigkeit? (1 / 1)

5.) Eine Stahlkugel wiegt unter Wasser 3,4 kg. Wie schwer ist sie in Luft? Welches Volumen hat sie ($\rho_{\text{Stahl}} = 7,8 \text{ kg/l}$, $\rho_{\text{Wasser}} = 1 \text{ kg/l}$) ? (1 / 1)

6.) Zur Bestimmung der Viskosität η von Olivenöl werden Stahlkugeln mit unterschiedlichen Radien in einem mit Olivenöl gefüllten Zylinder fallen gelassen. Die Temperatur wird konstant auf Raumtemperatur gehalten und die Fallgeschwindigkeiten v der Stahlkugeln werden als Funktion der Radien r aufgenommen. Durch Gleichsetzen der Auftriebs- und Gewichtskraft mit der Stokesschen Reibungskraft ergibt sich folgende Formel für die Geschwindigkeiten:

$$v = 2/9 (\rho_k - \rho_o) g r^2 / \eta \quad \text{mit } (\rho_k - \rho_o) \text{ als Dichtedifferenz zwischen Kugel und Öl.}$$

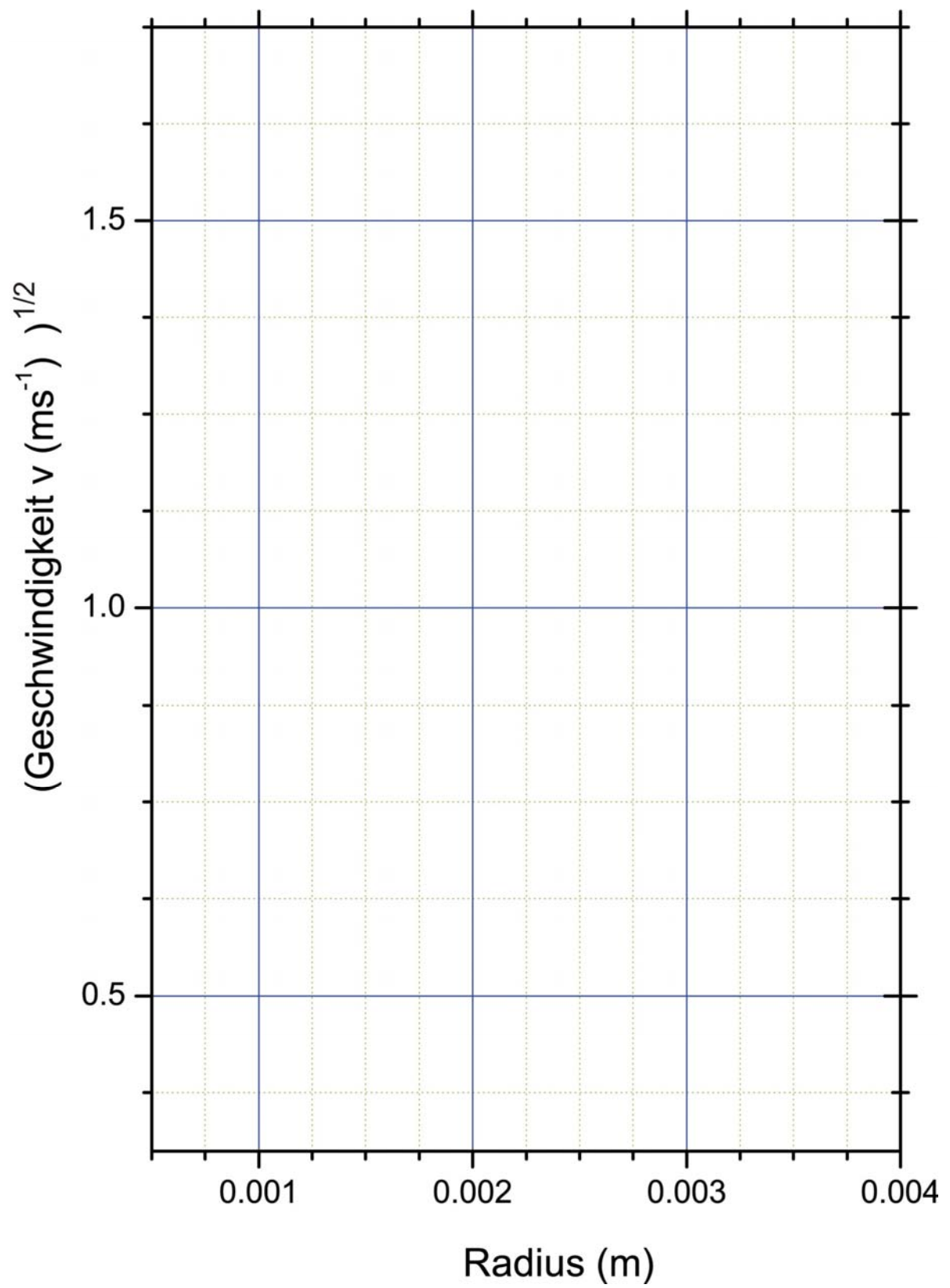
Bei Betrachtung der Quadratwurzeln der gemessenen Geschwindigkeiten und nach Einsetzen der Materialkonstanten ergibt sich:

$$\sqrt{v} = r \cdot 122,5 \cdot (\text{kg}/(\text{m}^2\text{s}^2))^{1/2} \cdot 1/\sqrt{\eta}$$

Tragen Sie die Wurzeln der Geschwindigkeiten in Abhängigkeit von den Kugelradien auf (siehe Tabelle) und bestimmen Sie grafisch die Steigung samt Fehler. Ermitteln Sie daraus η in Pa · s (samt Fehler).

r in (m)	Δr in (m)	$v^{1/2}$ in (m/s) ^{1/2}	$\Delta v^{1/2}$ in (m/s) ^{1/2}
1E-3	1E-4	0.39	0.03
0.0015	1E-4	0.58	0.05
0.002	1E-4	0.77	0.10
0.0025	1E-4	0.97	0.15
0.003	1E-4	1.16	0.21
0.0035	1E-4	1.36	0.29

(1 / 1 / 1)



7.) (i) Wie tief sinkt eine a) 100 mm und b) 10 m dicke Eisscholle der Fläche 2m^2 in Wasser ein? ($\rho_{\text{Eis}} = 920 \text{ kg/m}^3$). Kann sie eine Person von 70 kg Masse tragen ohne unterzugehen?

(ii) Der Trog eines Schiffshebewerkes nimmt ein Wasservolumen von 15000 m^3 auf. Um wieviel vergrößert sich die Belastung seiner Hubvorrichtung, wenn ein Schiff mit einer Masse von $1,4 \cdot 10^3 \text{ t}$ hineinfährt? (1 / 0.5)

8.) Ein Schiff der Masse M , Gesamtvolumen V_s , Zuladungsvolumen mit Wasser V_z und Höhe $h_s = 2 \text{ m}$ schwimmt in einem geschlossenen Seebecken (Volumen V viel größer als V_s , Höhe $h = 50 \text{ m}$). Plötzlich wird es leck und sinkt. Wie verändert sich der Wasserspiegel? Betrachten Sie die Zeitpunkte, an denen (i) das Schiff schwimmt (funktionstüchtig), (ii) leckt und gerade unter Wasser schwebt und (iii) auf dem Seebeckengrund liegt! (1 / 1 / 1)