Übungszettel Nr.3: Abgabe 28.05.2009 vor Beginn der Vorlesung. Punktezahl 13.

1.) Sie lassen eine vorher ruhende ideale Flüssigkeit der Dichte ρ=1,00 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 ½ = 10^3kg/m^3, Oberflächenspannung σ = 0,073 N/m) für eine Pflanzenkapillare mit Radius r = 10^{-6}m bei völliger Benetzung (φ = 0°). (1)

3.) An einem Wasserrohr der Länge l = 20 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 $\eta = 5 \cdot 10^{-4}$ Pa·s. Das Geschwindigkeitsprofil ist gegeben durch $v(r) = \Delta p(R^2-r^2)/(4l\eta)$. Berechnen Sie ebenso das an einem Tag durchfließnde Flüssigkeitsvolumen mit Hilfe des Gesetzes von Hagen-Poiseuille. (1 / 1 / 1)

4.) Eine ideale Flüssigkeit mit Dichte $\rho = 10^3$ kg/m^3 wird mit einem Druck von 5065 hPa und einer Geschwindigkeit von v_1 = 2,5 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 (ρ_{Stahl} = 7,8 kg/l, ρ_{Wasser} = 1kg/l) ? (1 / 1)

6.) Zur Bestimmung der Viskosität 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 aufgenommen. Durch Gleichsetzen der Auftriebs- und Gewichtskraft mit der Stokesschen Reibungskraft ergibt sich folgende Formel für die Geschwindigkeiten:

$v = 2/9\ (\rho_K - \rho_O)\ g\ r^2/\eta$

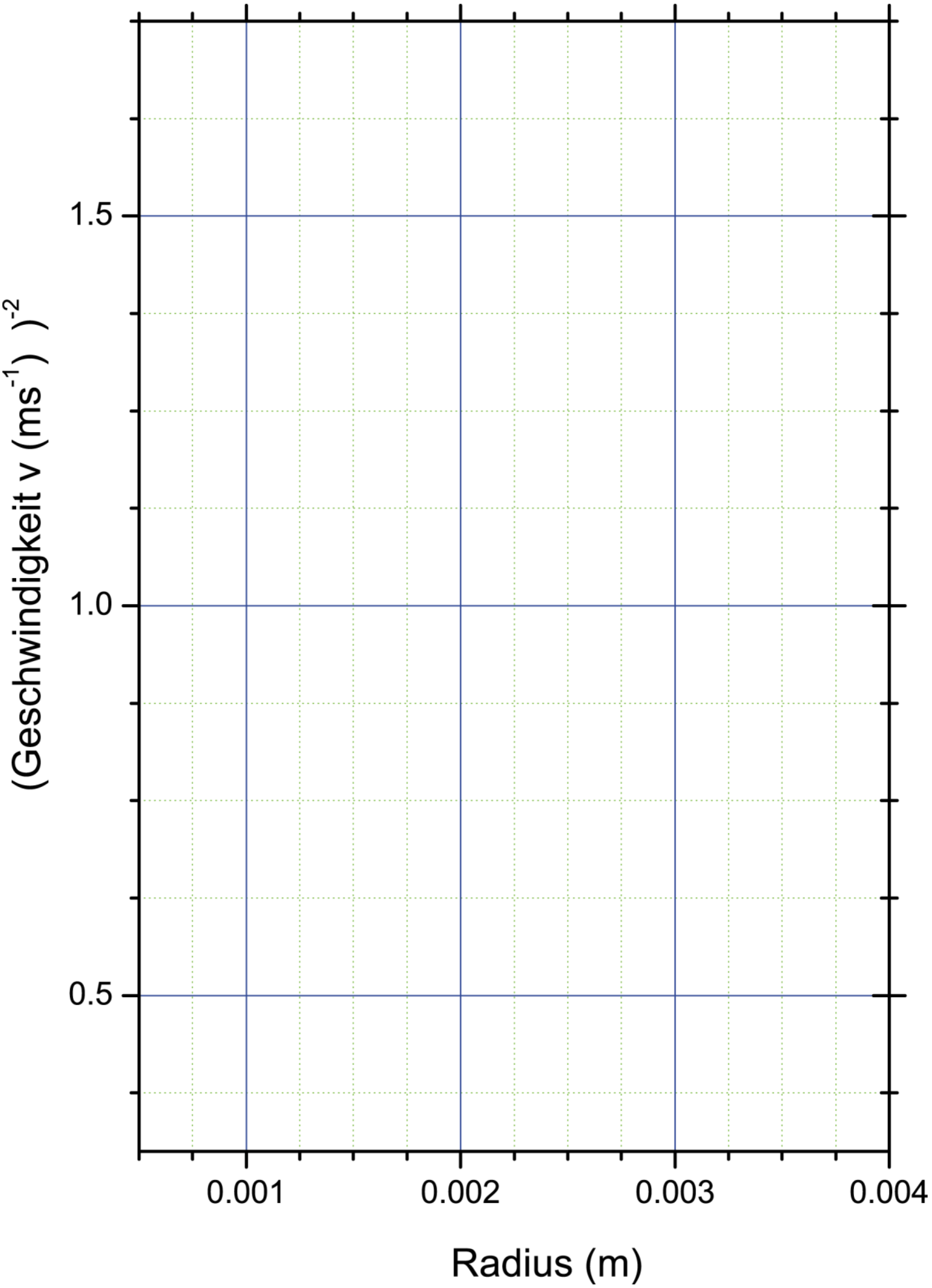
Bei Betrachtung der Quadratwurzeln der gemessenen Geschwindigkeiten und nach Einsetzen der Materialkonstanten ergibt sich:

$\sqrt{v} = r \cdot 122{,}5\ (kg/(m^2 s^2))^{½}\ \ 1/\sqrt{\eta}$

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

r in (m)	Δ r in (m)	$v^{½}$ in $(m/s)^{½}$	Δ $v^{½}$ in $(m/s)^{½}$
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)



1.5
1.0
0.5
(Geschwindigkeit v (ms-1))-2
0.001
0.002
0.003
0.004
Radius (m)