

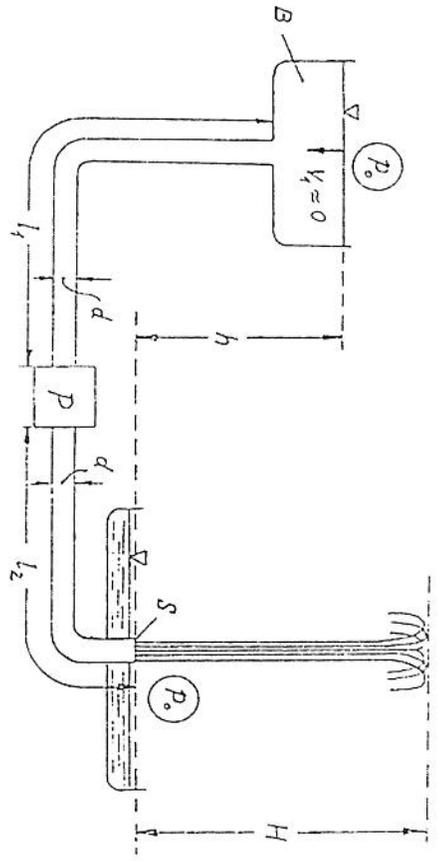
Name: ..... Vorname: ..... Punkte: .....  
Matr.-Nr.: .....

### KLAUSUR EFT - Teil Fluidynamik - Aufgabenteil

Die Teilaufgaben sind größtenteils unabhängig voneinander lösbar, die Klausur hat Überhang.

1) "38 Millionen Liter Wasser schießen auf den Sunset Boulevard. In Los Angeles hat ein massiver Rohrbruch Teile der Stadt lahmgelegt. Erst nach Stunden gelang es Arbeitern die neun Meter hohe Fontäne abzustellen - bis dahin schossen bis zu 38 Millionen Liter Wasser auf Straßen und den Campus der Universität UCLA." (<http://www.sueddeutsche.de/panoramalos-angeles-millionen-liter-wasser-schuessen-auf-den-sunset-boulevard-1.2070510>, 30.7.2014, SZ) Diese Meldung fand sich vor kurzem in der Zeitung wieder und soll als Aufhänger dienen sich hier eine Fontäne näher anzusehen.

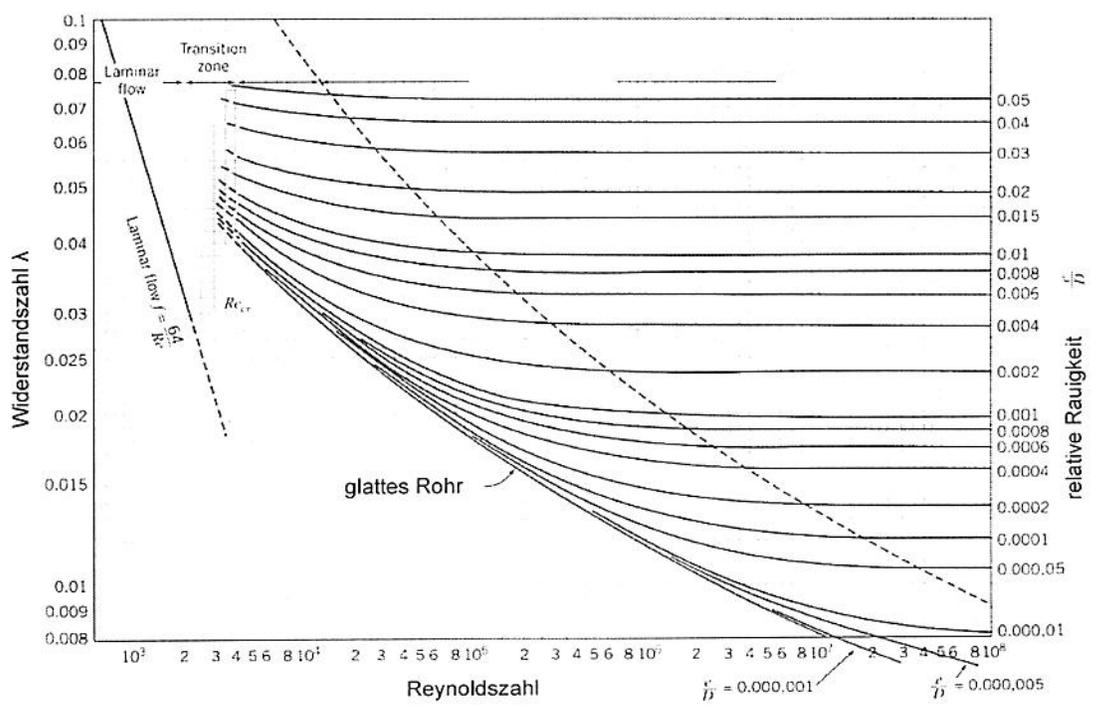
Aus einem Behälter B soll durch eine Rohrleitung von der Länge  $l = l_1 + l_2$  und dem Durchmesser  $d$  ein Springbrunnen gespeist werden. Der Wasserspiegel im Behälter B liegt um die Strecke  $h$  über der Springbrunnendüse  $S$  (Rohrende, Durchmesser  $d$ ).



In dem als hydraulisch glatt anzusehenden Rohr sollen nur die Rohrreibungsverluste berücksichtigt werden. Die Strömung in der Fontäne sei verlustlos.

Gegeben: Volumenstrom  $\dot{Q} = 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $H = 5\text{m}$ ;  $l = l_1 + l_2 = 100\text{m}$ ;  $h = 3\text{m}$ ; kin. Viskosität ( $\text{H}_2\text{O}$ )  $= 1,004 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ; Erdbeschleunigung  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- Wie groß muss die Leistung der Pumpe sein, damit die Wasserfontäne die Höhe  $H$  erreicht (beachte hierzu auch das Diagramm auf der nächsten Seite)?
- Auf Höhe  $H/2$  wird exakt mittig eine quadratische Platte der Fläche  $10\text{m}^2$  und der Dicke  $2\text{mm}$  eingebracht. Dichte des Materials  $10^2 \text{ kg/m}^3$ , so dass der Wasserstrahl im Plattenschwerpunkt aufrifft. Kann diese in der Schwebe gehalten werden (Reibungseffekte seien vernachlässigt)? Nutzen Sie für die Rechnung ein geeignetes Kontrollvolumen (nehmen Sie eine Geschwindigkeit von  $1 \text{ m/s}$  aus dem Rohr an, sollten Sie a) nicht beantwortet haben).



2) Ein kugelförmiger Körper der Dichte  $\rho_K = 1.0001 \rho_w$  und Radius  $R$  sinkt sehr langsam mit der Geschwindigkeit  $u$  in Wasser. Die Sinkgeschwindigkeit ist sehr gering, so dass die Reibungskraft durch das bekannte Gesetz  $F_R = 6 \pi \mu_w R u$  angenähert werden kann ( $\rho_w$  Dichte des Wassers,  $\mu_w = 10^{-3} \text{ kg/m} \cdot \text{s}$ ,  $R = 0,05\text{m}$ ; Erdbeschleunigung  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

- Stellen Sie die Kräftebilanz des Körpers auf.
- Stellen Sie eine Differentialgleichung für  $u$  auf und lösen Sie die Gleichung (Formel). Sollen S keine Formel in a) erhalten haben gehen Sie von der Form  $du/dt = -(A + B u)$  aus ( $A = 9 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ ,  $B = 1,8 \cdot 10^{-3} / \text{s}$ ) und formulieren Sie die Lösung.
- Bonusaufgabe: Wie groß ist  $u$  für sehr große Zeiten?