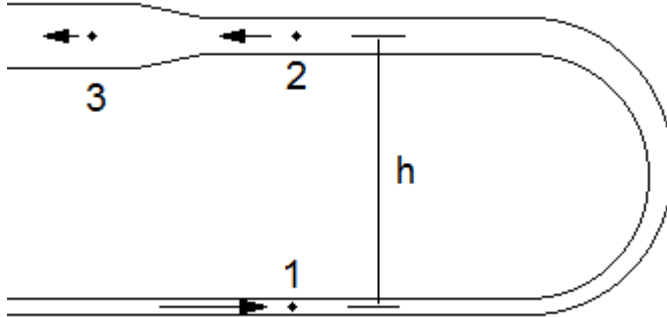


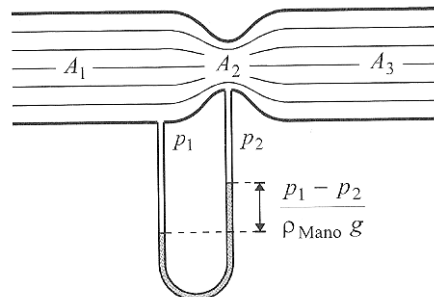
Kernbeispiele aus Strömungslehre 2015

1. In einem Prozessrohr ströme Ethanol als ein ideales Fluid. Am Punkt 1 hat das Rohr den Durchmesser d_1 und es herrschen der Druck p_1 und die Geschwindigkeit v_1 . Dann biegt das Rohr nach oben um und erweitert sich dabei auf Durchmesser $d_2=2d_1$. Später erweitert sich der Durchmesser nochmals auf $d_3=1,5d_2$. Berechne Druck und Geschwindigkeit an den Punkten 2 und 3 für die Werte $p_1=250000$ Pa ($=2,5$ bar), $d_1=3$ cm, $v_1=10$ m/s, $h=30$ m, $\rho=789$ kg/m³.



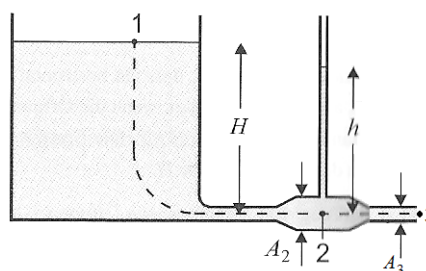
2. Mit einem Venturi-rohr kann man den Volumenstrom eines Gases messen. Dazu wird in einem Rohr die Querschnittsfläche von A_1 auf A_2 verringert und die Differenz des statischen Drucks des strömenden Gases mittels Höhendifferenz einer Flüssigkeit in einem U-förmigen Meßrohr gemessen.

Es ströme Luft durch das Rohr (Dichte 1.24 kg/m³), und die Messflüssigkeit sei Wasser (Dichte 1000 kg/m³). Es sei $A_1=100$ cm² und $A_2=40$ cm². Man stellt eine Höhendifferenz von 5 cm fest. Wie groß ist der Volumendurchsatz im Rohr?



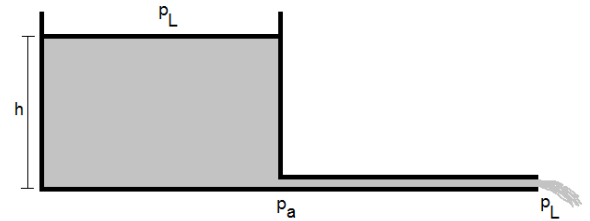
Querschnittsverengung in einem Venturi-Rohr.

3. Steigrohr. Bis zu welcher Höhe h steigt die reibungsfreie Flüssigkeit, die aus dem großen Behälter ausfließt? (Hinweis: Die Bernoulli-Gl. ist an den Punkten 1, 2 und 3 aufzustellen. Da der Querschnitt des Behälters sehr groß ist, wird am Punkt 1 die Geschwindigkeit mit 0 angenommen. Beachte auch: An den Punkten 1 und 3 ist der statische Druck gleich dem Luftdruck p_L , weil dies offene Querschnitte sind.)



4. Laminare Strömung mit Reibung: In einer langen Wasserleitung mit einem Innendurchmesser von 20 cm und einem Maximaldurchsatz von 500 Liter pro Sekunde soll der Druck nie unter 3 bar (300000 Pa) fallen. Die Pumpen schaffen einen Anfangsdruck von 10 bar. In welchem Abstand müssen Pumpen eingebaut werden? (Viskosität von Wasser: 0,001002 kg/(s.m) bei 20°C, was hier angenommen sei.)

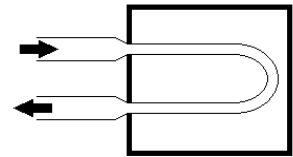
5. Laminare Strömung: Im skizzierten Behälter wird ein Fluid durch Nachgießen auf der Füllstandshöhe $h=80$ cm gehalten. Gleichzeitig fließt es über ein horizontales Rohr mit Durchmesser $d=2$ cm und Länge 1 m aus. Berechne die mittlere Ausflussgeschwindigkeit sowie den Druck p_a für folgende drei Fälle:



- a) Wasser als ideales Fluid (Bernoulli, Reibung vernachlässigt)
 b) Wasser als reales Fluid mit Reibung bei 20°C: $\eta = 0,001002$ kg/(s.m)
 c) Motoröl SAE 10 als reales Fluid mit Reibung bei 20°C: $\eta = 0,13$ kg/(s.m), $\rho = 873$ kg/m³

Hinweis: Für die Druckberechnung p_a kann die Mittellinie des Rohres als Bezugshöhe genommen werden. Sowohl am oberen Flüssigkeitsspiegel wie auch am Ende des Ausflussrohres herrscht der Luftdruck p_L .

6. Das Rohr im Kühlkörper eines Prozessors hat einen Durchmesser von 1 mm. Der Zuführungsschlauch hat einen Durchmesser von 2 mm. Wie groß muss die mittlere Geschwindigkeit des Wassers im *Zuführungsschlauch* mindestens sein, damit die Strömung im Kühlkörper turbulent wird, und somit effizient kühlt? (Re_{krit} für Rohr: 2320. Viskosität von Wasser bei 20°C: 0,001002 kg/(s.m))



7. Ein Ball mit Durchmesser 20 cm fliegt durch die Luft. Ab welcher Geschwindigkeit wird die Luftströmung um ihn turbulent? Viskosität der Luft bei 20°C: $18,2 \times 10^{-6}$ kg/(s.m), Dichte der Luft bei 20°C: ca. 1.24 kg/m³. Re_{krit} für umströmte Kugel: 200.000 – 400.000.