

**Aufgabe 1: Verengtes Rohr**

**(10 Punkte)**

Ein Zylinderförmiges Rohr mit einem Durchmesser  $d_1 = 50\text{mm}$  ist auf einem Zwischenstück verengt und besitzt dort nur noch einen Durchmesser von  $d_2 = 25\text{mm}$ . An der verengten Stelle ist von unten ein weiteres Rohr mit einem Durchmesser von  $d_3 = 10\text{mm}$  angeschlossen, dessen Ende sich in einem Wasserbecken befindet. Durch das Rohr fließen  $6\text{ L Wasser pro Sekunde}$  (siehe Abbildung 1). Vernachlässigen Sie dabei, dass von oben Wasser in das angeschlossene Rohr gelangen kann.

- a) Wie groß ist die Druckdifferenz der beiden Stellen mit unterschiedlichem Durchmesser?
- b) Wie hoch steigt das Wasser in dem angeschlossenen Rohr?

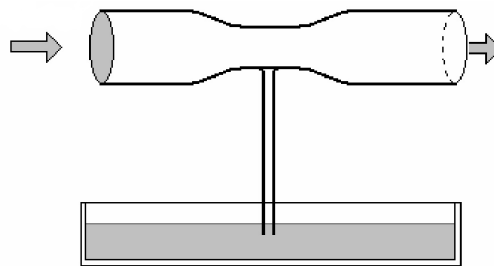


Abbildung 1: Verengtes Rohr

**Aufgabe 2: Navier-Stokes**

**(10 Punkte)**

Ein zylinderförmiger Stab mit Radius  $R_1$  bewegt sich mit der Geschwindigkeit  $u$  parallel zu seiner Achse in einem zu ihm coaxialen zylinderförmigen Rohr mit Radius  $R_2$ . Der Raum zwischen dem Stab und dem Rohr ist mit einer inkompressiblen Flüssigkeit gefüllt. Die Strömung ist stationär.

Wählen Sie an das Problem angepasste Zylinderkoordinaten  $(r, \theta, z)$ . Sie können davon ausgehen, dass die Geschwindigkeit  $\vec{v}$  der Flüssigkeit nur von dem radialen Abstand von der Symmetrieachse abhängt und immer in  $z$ -Richtung zeigt (siehe Abbildung 2).

- (a) Welche Gleichung für  $v_z$  erhalten Sie ausgehend von der Navier-Stokes-Gleichung?
- (b) Welche Randbedingungen gelten? D.h. geben Sie  $v_z(r = R_1)$  und  $v_z(r = R_2)$  an.
- (c) Lösen Sie die Navier-Stokes-Gleichung für diesen Fall. D.h. berechnen Sie  $v_z(r)$ .

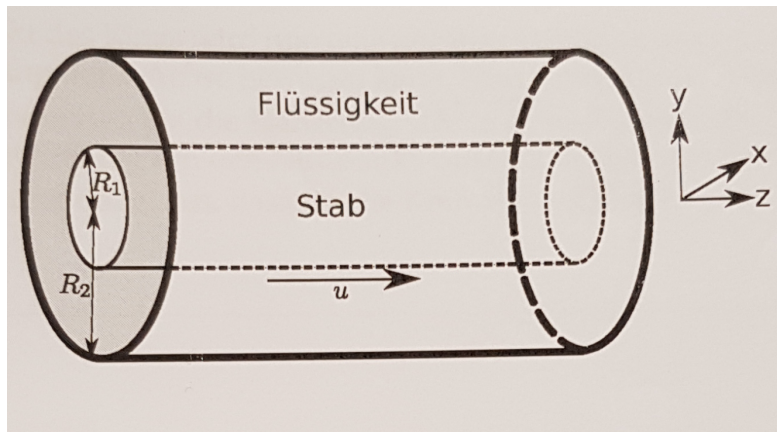


Abbildung 2: Navier-Stokes

### Aufgabe 3: Zusatzaufgabe

(+10 Punkte)

- Bestimmen Sie das elektrische Feld eines unendlich langen geladenen Drahtes mit der Linienladungsdichte  $\lambda$ .
- Bestimmen Sie das magnetische Feld eines unendlich langen stromdurchflossenen Drahtes mit dem Radius  $r_0$  und dem Strom  $I$ . Betrachten Sie dabei auch das Feld innerhalb des Leiters.
- Bestimmen Sie das magnetische Feld einer stromdurchflossenen Toroidspule mit innerem Radius  $r_1$  und äußerem Radius  $r_2$ . Die Spule hat  $N$  Windungen und wird vom Strom  $I$  durchflossen. Betrachten Sie dabei alle Bereiche ( $r < r_1, r_1 \leq r \leq r_2, r > r_2$ ).