

# Handout der Übungsstunde vom 27.02.2019

Bibiana Prinoth  
bprinoth@phys.ethz.ch  
<https://blogs.ethz.ch/funwithphysics/>

## Generelle Informationen

- Ihr könnt die Serien jeweils in der Stunde oder per Mail abgeben. Bis zu drei Namen dürfen pro Serie draufstehen. Dh. ihr dürft sie gerne auch zu dritt lösen.
- Auch dieses Semester gibt es wieder den Bonus für 50% sinnvoll bearbeitete Serien.
- Ich lade euch jeweils am Mittwochabend Tipps für die Serie auf meinen Blog. Diese könnt ihr unterstützend zu den offiziellen Tipps beim Lösen der Serien verwenden.

## Theorie

### Druck in Flüssigkeiten

Wir nehmen an, dass wir es nur mit inkompressiblen Fluida (d.h.  $\rho \neq \rho(p)$ ) zu tun haben. Zusätzlich betrachten wir momentan noch reibungsfreie Fluida.

Der Druck besteht aus zwei Komponenten:

$$p = \rho g(h - h_0) + p_0 \quad (1)$$

- **Zum Stempeldruck**  $p_0$ : Allgemein gilt für den Druck die Beziehung  $p = \frac{F}{A}$ . Dh. der Druck ist die Kraft, die pro Fläche wirkt.
- **Zum Schweredruck**  $\rho g(h - h_0)$ : Der Schweredruck kommt von der Gewichtskraft.

### Stationäre Strömungen

Natürlich ist es langweilig, wenn wir nur Fluida betrachten, die sich nicht bewegen. Wir betrachten daher im Folgenden stationäre Strömungen inkompressibler Fluida.

Wir treffen die folgenden Annahmen:

- Die Strömung ist stationär, i.e. zeitunabhängig oder anders gesagt, sie sind im Gleichgewicht.
- Wir betrachten nur Fluida / Medien, die nicht kompressibel sind.

Des Weiteren führen wir noch kurz den Begriff "Stromlinie" ein. Stromlinien zeigen uns die Richtung des Geschwindigkeitsvektors an. Dabei ist dieser immer parallel zur Tangente an die Stromlinie im jeweiligen Punkt. Für Stromlinien gilt:

- Stromlinien schneiden sich nie!
- Bei stationären Strömungen sind Bahnlinien und Stromlinien identisch, dh. die Stromlinie zeigt euch an, wie ein "Teilchen" des Fluidiums sich bewegt.
- Stromlinien verschwinden nie! "Was rein geht, geht auch wieder raus!"

Im Zusammenhang mit stationären Strömungen betrachten wir zwei wichtige Gleichungen.

**Kontinuitätsgleichung:** Aufgrund der Annahmen / Bedingungen für Stromlinien wissen wir, dass die gleiche Masse rein, wie auch raus geht. Dh. für ein enger werdendes Rohr wie in Abb. (1) gilt demnach:

$$m_1 = m_2 \quad (2)$$

$$A_1 \rho v_1 \Delta t = A_2 \rho v_2 \Delta t \quad (3)$$

$$\rightarrow Av = const. \quad (4)$$

Die Gleichung (4) nennen wir die **Kontinuitätsgleichung**.

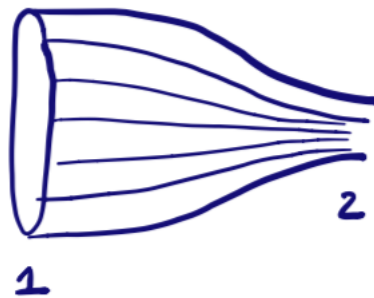


Abbildung 1: Stromlinien im enger werdenden Rohr

**Bernoulli-Gleichung:** Mithilfe der Kontinuitätsgleichung können wir die Bernoulli-Gleichung herleiten. Wir können sehen, dass aufgrund der Kontinuitätsgleichung auch gilt, dass das Fluidum bei kleinerer Fläche eine grössere Geschwindigkeit aufweist. Dh. es findet eine Beschleunigung durch die Druckdifferenz statt.

Für inkompressible Fluida in stationären Strömungen gilt daher:

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 = const. \quad (5)$$