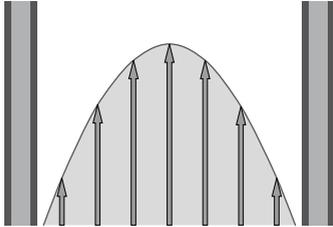


MERKE:

- In unverzweigten Röhren nimmt an Engstellen die Strömungsgeschwindigkeit zu und der Druck fällt ab.
- Strömungen, bei denen benachbarte Flüssigkeitsschichten – ohne Verwirbelungen – parallel unterschiedlich schnell strömen, nennt man laminare Strömungen.

2.9.3 Laminare Strömung



In der Mitte der Röhre strömt die Flüssigkeit am schnellsten (= am wenigsten Reibung), ganz außen am langsamsten. Laminar ist die Strömung, wenn alle unterschiedlich schnellen Flüssigkeitsschichten ohne Verwirbelungen nebeneinander strömen.

Abb. 10: Laminare Strömung

2.9.4 Gesetz von Hagen-Poiseuille

Mit dem **Hagen-Poiseuille-Gesetz** kann man aus verschiedenen Parametern die Stromstärke einer Flüssigkeit berechnen. Es gilt aber

- nur für laminare Strömungen in kreisrunden starren Röhren mit konstantem Radius und
- nur für homogene Newton-Flüssigkeiten. Benetzung spielt hier keine Rolle.

Die Formel lautet:
$$I = \frac{\Delta p}{R} = \frac{r^4 \cdot \pi}{8 \cdot \eta \cdot l} \cdot \Delta p$$

Übrigens...

Der **Radius r** geht mit dem **Exponenten 4** in die Berechnung der Stromstärke ein, alle anderen Größen nur einfach. Eine Verdopplung des Radius oder des Durchmessers einer Röhre hat daher eine Versechzehnfachung der Stromstärke l zur Folge! [$2^4 = 16$].

Aus der oberen Formel lassen sich auch **Strömungswiderstand**

$$R = \frac{8l\eta}{\pi r^4}$$

und der dazu reziproke **Strömungsleitwert** ableiten.

$$G = \frac{\pi r^4}{8l\eta}$$

DAS BRINGT PUNKTE



In praktisch jedem Physikum gibt es Fragen zum Drehmoment. Sehr häufig werden auch die Energien (insbesondere beim Fadenpendel), hydrostatischer Druck, Hubarbeit, die Kontinuitätsgleichung und das Gesetz von Hagen-Poiseuille gefragt.

Daher sollte man – um erfolgreich Punkte zu sammeln – unbedingt wissen,

- wie das Drehmoment definiert ist und mit den Drehmomenten rechnen können.
- wie man den hydrostatischen Druck, der auf einem Taucher lastet, ausrechnet.
- wie sich die Strömungsgeschwindigkeit verhält, wenn eine flüssigkeitsdurchströmte Röhre im Verlauf ihren Durchmesser ändert.
- wie der zeitliche Verlauf der potentiellen und kinetischen Energie beim Fadenpendel aussieht und ihn erklären können.
- wie die Hubarbeit ausgerechnet wird.
- wie das Gesetz von Hagen-Poiseuille lautet und was bei einer Verdopplung des Röhrenradius passiert (= Versechzehnfachung der Stromstärke).

BASICS MÜNDLICHE



Wie ist das Drehmoment definiert?

Produkt aus Länge des Hebelarms und der senkrecht angreifenden Kraft.

Welcher hydrostatische Druck lastet auf einem Taucher in 20 m Wassertiefe?

2 bar hydrostatischer Druck. Der Gesamtdruck, der auf dem Taucher lastet, liegt allerdings bei 3 bar, da auf dem Wasser selbst ja noch der Luftdruck mit 1 bar lastet, der noch hinzuaddiert werden muss.

Wie ändert sich die Strömungsgeschwindigkeit in einer flüssigkeitsdurchströmten Röhre, wenn die Querschnittsfläche halbiert wird?

Die Strömungsgeschwindigkeit verdoppelt sich.

Wenn ein Körper der Masse 10 kg um 10 m angehoben wird, wird wie viel Hubarbeit dabei verrichtet?

$10 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m} \cdot g (\sim 10 \text{ m/s}^2) = 1.000 \text{ Nm}$.