

# Fragen zu Hydrodynamik

## Verständnisfragen

1. Was macht eine Newtonsche Flüssigkeit aus?
2. Warum eignen sich Flüssigkeiten gut zur Übertragung von Kräften?
3. Wie unterscheiden sich statischer und dynamischer Druck?
4. Beschreiben sie laminare und turbulente Strömung.

## Rechenaufgaben

1. Aus historischen Gründen werden in der Medizin Drücke wie z.B. der Blutdruck noch immer in der Einheit Millimeter Quecksilbersäule (mmHg) angegeben. Quecksilber hat die Dichte  $13,55\text{g/cm}^3$  bei Normalbedingungen.
  - a) Berechnen Sie den Druck von 1mmHg in SI-Einheiten.
  - b) Ein Blutdruckmessgerät misst einen Druck von 15,73kPa. Wie viel ist das in mmHg?
  - c) Warum ist die Messung von Drücken mit Hilfe von Quecksilbersäulen keine übliche Vorgehensweise mehr?
2. Menschen haben eine mittlere Dichte von  $1,03\text{g/cm}^3$  nach dem Ausatmen. Bei mit Luft gefüllter Lunge liegt ihre mittlere Dichte bei lediglich  $0,96\text{g/cm}^3$ .
  - a) Destilliertes Wasser hat eine Dichte von  $0,997\text{g/cm}^3$ . Bestimmen Sie die Auftriebskraft Ihres Körpers beim ein- und ausatmen und vergleichen Sie diese mit der Gewichtskraft.
  - b) Eine 20%-ige Kochsalzlösung hat eine Dichte von  $1,148\text{g/cm}^3$ . Bestimmen Sie auch hier die Auftriebskraft Ihres Körpers und vergleichen Sie sie mit der Gewichtskraft.
  - c) Bestimmen Sie Ihre effektive Masse in Süßwasser. Warum fühlt sich der Körper im Wasser fast schwerelos an?
3. Die Aorta ist die Hauptarterie im menschlichen Körper und schließt direkt an das Herz an. Beim Erwachsenen hat sie einen Durchmesser von etwa 2,5cm und eine Länge von etwa 35cm. Blut ist eine nichtnewtonsche Flüssigkeit, verhält sich jedoch in Gefäßen mit einem Durchmesser der sehr viel größer als die Blutpartikel ist näherungsweise wie eine newtonsche Flüssigkeit.

- a) Die Pumpleistung des Herzens eines gesunden Erwachsenen beträgt etwa 5l/min. Bestimmen Sie die mittlere Fließgeschwindigkeit von Blut in der Aorta sowie die Druckdifferenz zwischen ihren Enden.

Tipp: Die Viskosität von Blut bei Körpertemperatur in großen Gefäßen hat einen Wert von  $\eta = 4\text{mPa} \cdot \text{s}$ .

- b) Bestimmen Sie den Gesamtdruck am Ende der Aorta. Beachten sie, dass die Aorta vertikal durch den Körper verläuft. Berechnen Sie diesen auch in mmHg. Vergleichen Sie ihn mit den Standard-Blutdruckwerten eines gesunden Erwachsenen.

Tipp: Die Dichte von Blut beträgt etwa  $1,058\text{g/cm}^3$ , der statische Druck in den menschlichen Blutgefäßen beläuft sich auf etwa 6,5mmHg.

- c) Bestimmen Sie den Strömungswiderstand der Aorta.
- d) In Folge einer Atherosklerose verringert sich nun der Durchmesser der Aorta an einer Stelle um 0,8cm. Bestimmen Sie den an dieser Stelle vorliegenden dynamischen Druck. Vergleichen Sie ihn mit dem dynamischen Druck ohne Atherosklerose. Erklären Sie, warum starke Atherosklerosen langfristig häufig zu Gefäßaneurysmen führen.
- e) Auf Höhe des vierten Lendenwirbels teilt die Aorta sich in die beiden großen Beckenschlagadern. Diese haben einen Durchmesser von etwa 1cm und eine Länge von etwa 3,5cm bevor Sie sich weiter verzweigen. Bestimmen Sie die Stromstärke und den Strömungswiderstand der Beckenschlagadern.
- f) Welchen Gesamtwiderstand hat das System von Aorta und Beckenschlagadern?