

8. Übung zur Medizinphysik I

SS 2015

Ausgabe: 25.05.2015

Abgabe: 01.06.2015, 10:00 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Blutkreislauf (3 Punkte)

- Das Herz pumpt durchschnittlich 5,6 Liter Blut pro Minute in die Aorta. Berechnen Sie die durchschnittliche Strömungsgeschwindigkeit des Blutes bei einem Aortendurchmesser von 25 Millimetern.
- Beschreiben sie **kurz** in eigenen Worten das Gesetz von *Hagen-Poiseuille*.
- Bei einer Bluttransfusion liegt der Behälter 1,3 m über der Kanüle, deren Länge und Innendurchmesser 3 cm bzw. 0,36 mm betragen. In einer Minute fließt $4,5 \text{ cm}^3$ Blut durch die Kanüle. Der Innendurchmesser des Schlauchs beträgt 2 mm und ist mit der Kanüle in Reihe geschaltet. Berechnen Sie zunächst den Gesamtströmungswiderstand des Systems. Berechnen Sie anschließend die Viskosität des Blutes. ($\rho_{\text{Blut}} = 1050 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)

Aufgabe 2: Kapillaren (2 Punkte)

In einem Modell des Blutkreislaufs wird ausgehend von der Aorta ($d = 25 \text{ mm}$) jeweils nach einer Länge L das Blutgefäß in zwei Äste gleichen Durchmessers aufgeteilt.

- Um welchen Faktor verändert sich der Durchmesser von Stufe zu Stufe bei konstantem Druckabfall?
- Nach wie vielen Stufen beträgt der Durchmesser $8 \mu\text{m}$?

Aufgabe 3: Viskosität (4 Punkte)

Betrachten Sie folgende Anordnung zur Bestimmung der dynamischen Viskosität. Dieses sogenannte Couette-Viskosimeter besteht aus zwei koaxial angeordneten Zylindern mit Durchmesser $D = 10 \text{ cm}$ und $d = 7 \text{ cm}$. Der innere Zylinder rotiert mit der Drehzahl n und wirkt mit einem Antriebsmoment M auf das Blut, das sich im Zwischenraum der beiden Zylinder befindet. Das Viskosimeter hat eine Höhe von $h = 8,5 \text{ cm}$. Wählen Sie für die Scherrate den Ansatz $\dot{\gamma} = -\frac{\Delta\omega_\phi}{\Delta r}$, mit der Strömungsgeschwindigkeit des Blutes. (ϕ - Fließrichtung; r - Scherrichtung)

- Stellen Sie Gleichungen für die Scherspannung $\tau(M)$, für die Scherrate $\dot{\gamma}(n)$, sowie für die Viskosität $\eta(M, n)$ auf. Nutzen Sie zur Bestimmung von η die differentielle Viskosität. Die Bodenfläche habe keine Auswirkung auf die Messanordnung.
- Bestimmen Sie die Parameter aus a) bei folgenden Messwerten. Handelt es sich bei der untersuchten Flüssigkeit um eine Newton'sche?

$n \text{ [min}^{-1}\text{]}$	10	20	30	40	50	60
$M \text{ [} 1 \cdot 10^{-4} \text{ Nm]}$	0.45	0.83	1.23	1.61	1.94	2.25

