

Ausgabe: 31.05.2013

Abgabe: bis 10.06.2013, 10:00 Uhr, Kasten 246-249

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Viskosität von Blut

3 Punkte

Für ein Experiment zur Messung von Strömungen in Blutgefäßen wird ein Gemisch aus 50% Wasser und 50% Glycerin verwendet, welches bei 20°C annähernd die gleiche Viskosität wie Blut haben soll. Messungen an einem Kugelfallviskosimeter ergeben eine Fallgeschwindigkeit von $v = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ für eine Eisenkugel mit dem Durchmesser $d_{\text{Fe}} = 0,2 \text{ cm}$ in diesem Gemisch.

$$(\rho_{\text{Fe}} = 7,874 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \rho_{\text{H}_2\text{O}} = 0,992 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \text{ und } \rho_{\text{Glycerin}} = 1,260 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3})$$

- Leiten Sie, ausgehend von der Stokes-Reibung, einen Ausdruck für die dynamische Viskosität als Funktion der Fallgeschwindigkeit in einem Kugelfallviskosimeter her.
- Bestimmen Sie die Viskosität des Gemisches. Würde sich ein solches Gemisch als experimenteller Ersatz für Blut eignen?

Aufgabe 2: Arteriengeflecht

3 Punkte

Im Körper des Menschen verzweigen sich die Arterien von der Aorta bis hin zu den Kapillaren und verändern dabei ihren Durchmesser. Nehmen Sie vereinfacht an, dass sich jede Arterie nach der Länge L in zwei kleinere Arterien verzweigt. Für die nachfolgenden Betrachtungen nehmen Sie an, dass das Hagen-Poisseuillsche Gesetz innerhalb der Arterien gilt und der Durchmesser der Aorta $D = 2,5 \text{ cm}$ beträgt. Weiterhin soll der Einfluss des Durchmessers auf die Viskosität vernachlässigt werden.

- Bestimmen Sie den Faktor Φ mit dem der Durchmesser D_n von Schritt zu Schritt kleiner wird, wenn der Druckabfall für jede Stufe stets gleich bleiben soll.
- Wie verändert sich die mittlere Fließgeschwindigkeit von Stufe zu Stufe?
- Wie viele Verzweigungsstufen sind nötig bis der Durchmesser nur noch $25 \mu\text{m}$ beträgt?

Aufgabe 3: Bypass

3 Punkte

Aufgrund einer Arteriosklerose ist bei einem Patienten der Aortadurchmesser D auf 1,5 cm verengt. Der dadurch verursachte Druckverlust führt zu einer lebensbedrohenden Verringerung des Blutstroms. Man entschließt sich darum zu einer Bypassoperation, d. h. zur Aorta wird ein weiterer Strang parallel geschaltet, sodass der Blutstrom wieder ansteigen kann. Welchen Durchmesser d muss der Bypass haben, damit der Druckverlust und der Blutstrom wieder die Werte einer gesunden Aorta erreichen? Es sollen stationäre und laminare Verhältnisse angenommen werden. [Druckverlust der gesunden Aorta $\Delta p = 87,6 \text{ Pa}$; Blutstrom $V^* = 7 \text{ l} / \text{min}$; Aortalänge = 37 cm; Blutviskosität = 18 mPa s]