

1. Aufgabe

Es soll die Größenordnung der Zahl der Kapillaren im menschlichen Körper abgeschätzt werden. Man gehe dabei davon aus, dass in der Aorta (Durchmesser $D = 2,5 \text{ cm}$) das Blut mit einer mittleren Fließgeschwindigkeit von $w_A = 0,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ strömt. Für die Kapillaren soll ein mittlerer Durchmesser $d = 5 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$ angenommen werden. In allen Arterien soll der gleiche Druckgradient $\frac{\Delta p}{L}$ herrschen.

2. Aufgabe

Aufgrund einer „Verkalkung“ ist bei einem Patienten der Aortadurchmesser auf 1 cm verengt. Der dadurch verursachte Druckverlust führt zu einer lebensbedrohenden Verringerung des Blutstroms auf $V^* = 3 \text{ l/min}$. Man entschließt sich darum zu einer Bypassoperation, d.h. zur Aorta wird ein weiterer Strang mit dem Durchmesser $D = 1,5 \text{ cm}$ parallel geschaltet, so dass der Blutstrom wieder den ursprünglichen Wert von $V_{norm}^* = 7,5 \text{ l/min}$ annehmen kann. Um welchen Betrag verbessert sich nach dem Eingriff der Druckverlust, wenn der Bypass über die gesamte Aortalänge $l = 40 \text{ cm}$ verläuft. (Blutviskosität $\eta = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Pa s}$). Es sollen stationäre und laminare Verhältnisse angenommen werden.

3. Aufgabe

Auf Grund der elastischen Eigenschaften der Blutkörperchen zeigt Blut in seinem Fließverhalten einen nicht-newtonschen Charakter, das heißt, die Abhängigkeit der Schubspannung τ von der Scherrate $\frac{\partial v}{\partial x}$ ist nicht linear. Für solche Funktionen ist unter anderem ein Ansatz in Potenzform gebräuchlich, z.B. $\tau = k \left(\frac{\partial v}{\partial x} \right)^n$. Für viskoelastische Fluide (wie Blut) ist $n < 1$, für dilatante ist $n > 1$. Für newtonsche Flüssigkeiten ist $n = 1$ und $k = \eta$. k und n nehmen also den Charakter von Stoffeigenschaften des Fluids an. Gesucht ist für Blut in einer Arterie der Länge L unter Annahme eines „Potenz-Fluids“ bei stationären Verhältnissen:

- die Schubspannungsverteilung $\tau(r)$
- das Geschwindigkeitsprofil $w(r)$
- der Durchsatz V^*
- die mittlere Strömungsgeschwindigkeit \bar{w}
- das Verhältnis der maximalen Strömungsgeschwindigkeit zur mittleren $\frac{w_{max}}{\bar{w}}$