

Ausgabe: 02.05.2012

Abgabe: bis 09.05.2012, 10:15 Uhr, Kasten 256

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Herzleistung

3 Punkte

Zur einfachen Abschätzung der Herzleistung nehme man an, dass der mittlere systolische Druck des linken Ventrikels $p_{lv} = 100$ mmHg, und der des rechten Ventrikels $p_{rv} = 15$ mmHg betrage. Das Herz habe ein Volumen von $V = 300$ ml und das Schlagvolumen eines Ventrikels betrage 70 ml.

- Wenn man annimmt, dass das Volumen des Ventrikels während eines Herzschlags gegen einen konstanten systolischen Druck verschoben wird, wie groß ist dann die vom Herzen pro Herzschlag erbrachte mechanische Arbeit?
- Wie hoch ist die mittlere Leistung bei einer Herzfrequenz n von 72 Schlägen pro Minute? Wie groß ist die erbrachte Leistungsdichte?
- Ist die Leistungsdichte aus Aufgabenteil b mit einer Aquariumpumpe erreichbar? Die Pumpe soll ein Volumen von $V = 0,2$ l haben und pro Minute 10 l Wasser in die Höhe $h = 6,12$ m befördern können.
- Bisher wurde vernachlässigt, dass das ausgeworfene Blut beschleunigt werden muss. Wie groß ist der prozentuale Anteil der Beschleunigungsarbeit an der Gesamtarbeit? Die Auswurfgeschwindigkeit sei $v = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, die Dichte von Blut ist $\rho = 1,05 \frac{\text{kg}}{\text{l}}$.

Aufgabe 2: Verzweigungen im Blutkreislauf

3 Punkte

Gegeben sei das Modell eines Blutkreislaufsystems, bei dem sich die Arterien in jeder Stufe n in zwei Stränge gleichen Durchmessers verzweigen. Die Länge der Arterien ändert sich dabei nicht. Der Durchmesser der größten Arterie, der Aorta, beträgt $D = 2,5$ cm.

- Der Druckabfall sei in jeder Stufe gleich. Wie groß ist dann der Faktor Γ , um den sich der Durchmesser D_n aufeinanderfolgender Stränge verändert?
- Um welchen Faktor Λ ändern sich dabei die Fließgeschwindigkeiten w_n ?
- Nach wievielen Stufen N ist der Durchmesser der Arterien auf $D_N = 25 \mu\text{m}$ gesunken?

Aufgabe 3: Bypass

3 Punkte

Infolge chronischer Ablagerungen von im Blutstrom zirkulierenden Fettbestandteilen, Salzen und kleinen Blutgerinnseln an den Gefäßwänden hat sich die Aorta eines Menschen auf einen Durchmesser von $D = 2$ cm verengt. Dies führt zu einem Druckverlust mit der Folge einer gefährlichen Abnahme des Blutstroms. Zur Erhöhung des Blutstroms wird ein sogenannter Bypass, ein Strang parallel zur Aorta, gelegt.

- Berechnen Sie den Durchmesser d des Bypasses, damit Druckverlust Δp und Blutstrom Q wieder die Werte eines gesunden Menschen annehmen. Nehmen Sie stationäre und laminare Verhältnisse an.
- Erklären Sie kurz, wie es ohne Bypass zu einem Herzinfarkt kommen kann.

(Druckverlust der gesunden Aorta $\Delta p = 87,6$ Pa; Blutstrom $Q = 7 \frac{\text{l}}{\text{min}}$; Aortalänge $l = 40$ cm; Blutviskosität $\eta = 1 \cdot 1,8 \cdot 10^{-2}$ Pas)