

zerstörerisch sein. Im Fall von Turbulenz gilt nicht mehr das Ohm'sche Gesetz, d.h. die Linearität von Volumenstromstärke und Druckdifferenz ist nicht mehr gegeben. Turbulenz entsteht bei:

- großer Dichte ρ
- großer Geschwindigkeit v
- großem Innendurchmesser d
- geringer Viskosität η

Als Kriterium für turbulente Strömung wird die dimensionslose Reynold'sche Zahl Re verwendet:

$$Re = \frac{\rho v d}{\eta}.$$

Falls Re unter 1000 liegt, ist die Gefahr für turbulente Strömung gering. Erreicht sie dagegen Werte über 2000, muss mit turbulenter Strömung gerechnet werden. Strömungen von Gasen sind wegen ihrer geringen Dichte schneller turbulent als Flüssigkeitsströme. Beim Aufsteigen von Rauch kann man turbulente Strömung häufig beobachten. Zwei Organe im Körper sind von turbulenter Strömung besonders betroffen: die Aorta und die Trachea. In der Aorta wird die turbulente Strömung des Bluts durch einen Windkessel unterdrückt. In der Trachea führt die turbulente Strömung zu einem erhöhten Strömungswiderstand bei der Atmung.

Klinischer Bezug

Windkesselfunktion. Wegen der hohen systolischen Ejektionsgeschwindigkeit (1m/s) und des großen Durchmessers der Aorta von 2 cm erreicht die Reynold-Zahl Werte von 5000. Um die Turbulenz zu unterdrücken, ist in die Aorta ein Windkessel eingebaut. Ein Teil der kinetischen Energie des systolisch ausgeworfenen Blutes wird kurzzeitig in potenzielle Energie umgewandelt, indem die Aorta gedehnt und das Blut dort gespeichert wird. Während der Diastole wird die potenzielle Energie wieder in kinetische Energie zurückverwandelt, welche das gespeicherte Blut weiter in die Peripherie treibt. Der Windkessel ist ein Energiespeicher, der Turbulenzen unterdrückt. Falls dies nicht mehr funktioniert, kommt es zum erhöhten systolischen Blutdruck.

Vorsicht bei der Verabreichung von Spritzen: Hierbei muss man darauf achten, dass trotz geringer Kolbengeschwindigkeit sehr hohe Strömungsgeschwindigkeiten an der Spitze von Spritzen auftreten können. Zu hohe Geschwindigkeiten erzeugen Turbulenzen in der Ader und können zu Verletzungen führen!



Check-up

- ✓ Was versteht man unter laminarer Strömung?
- ✓ Was besagt das Hagen-Poiseuille'sche Gesetz? Machen Sie sich nochmals klar, was dies für die Strömungsgeschwindigkeit von Blut bei einer Kapillarverengung bedeutet.
- ✓ Welche Erhaltungsgröße kommt in der Bernoulli – Gleichung zum Ausdruck?
- ✓ Wiederholen Sie die Kirchhoff'schen Gesetze.
- ✓ Warum ist die Gefahr der Turbulenz in Aorta und Trachea besonders hoch?