

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| 1 Einführung | 1 |
| 1.1 Biologische Oberflächen | 4 |
| 1.2 Fliegen und Schwimmen | 10 |
| 1.3 Blutkreislauf | 19 |
| 1.4 Technische Anwendung | 26 |
| 2 Grundlagen der Biomechanik | 47 |
| 2.1 Biologisches Material | 47 |
| 2.2 Biomechanische Grundbegriffe | 51 |
| 2.2.1 Spannung und Dehnung | 51 |
| 2.2.2 Spannungs-Dehnungsgesetz | 53 |
| 2.2.3 Viskoelastizität | 58 |
| 2.3 Bewegungsgleichungen der Strukturmechanik | 62 |
| 2.3.1 Navier-Gleichung | 62 |
| 2.3.2 Elastische Dehnungsenergie | 63 |
| 2.3.3 Viskoelastisches Modell | 64 |
| 2.4 Evolutionstheorie | 67 |
| 2.4.1 Evolution und Optimierung | 67 |
| 2.4.2 Evolutionsstrategie | 68 |
| 3 Grundlagen der Bioströmungsmechanik | 71 |
| 3.1 Eigenschaften strömender Medien | 72 |
| 3.1.1 Transporteigenschaften | 72 |
| 3.1.2 Grenzflächenspannung | 78 |
| 3.1.3 Hydrostatik | 82 |
| 3.1.4 Energiebilanz | 84 |
| 3.2 Kinematik und Ähnlichkeit | 87 |
| 3.2.1 Kinematische Grundbegriffe | 87 |
| 3.2.2 Geometrische und dynamische Ähnlichkeit | 93 |
| 3.3 Dynamik der Strömungen | 98 |
| 3.3.1 Navier-Stokes-Gleichung | 99 |
| 3.3.2 Bernoulli-Gleichung | 108 |
| 3.3.3 Reynolds-Gleichung der turbulenten Strömung | 109 |
| 3.3.4 Rohrströmung | 125 |
| 3.3.5 Nicht-Newtonssche Strömung | 134 |
| 3.4 Aerodynamik | 137 |
| 3.4.1 Profil und Tragflügel | 137 |

| | | |
|----------|---------------------------------------|------------|
| 3.4.2 | Tragflügeltheorie | 145 |
| 3.4.3 | Strömungsablösung | 155 |
| 3.5 | Strömung-Struktur-Kopplung | 159 |
| 3.5.1 | ALE Formulierung der Grundgleichungen | 159 |
| 3.5.2 | Kopplungsmodelle | 161 |
| 3.5.3 | Validierung | 164 |
| 4 | Fliegen | 172 |
| 4.1 | Insektenflug | 172 |
| 4.1.1 | Schwebeflug | 173 |
| 4.1.2 | Vorwärtsflug | 179 |
| 4.2 | Vogelflug | 181 |
| 4.2.1 | Strukturmodell des Vogelflügels | 182 |
| 4.2.2 | Gleitflug und Windeffekt | 186 |
| 4.2.3 | Flügelschlag und Vorwärtsflug | 193 |
| 4.2.4 | Starten und Landen | 198 |
| 4.3 | Flugzeuge | 200 |
| 4.3.1 | Segelflugzeug | 200 |
| 4.3.2 | Hubschrauber | 201 |
| 4.3.3 | Verkehrsflugzeug | 203 |
| 5 | Schwimmen | 214 |
| 5.1 | Fortbewegung von Mikroorganismen | 214 |
| 5.2 | Schwimmen der Fische | 218 |
| 5.2.1 | Wellenbewegung | 218 |
| 5.2.2 | Schwanzflossenschlag | 220 |
| 5.2.3 | Rückstoßprinzip | 224 |
| 5.3 | Strömungskontrolle | 228 |
| 5.3.1 | Riblets | 229 |
| 5.3.2 | Dämpfungshaut | 233 |
| 5.3.3 | Ausgasen | 235 |
| 6 | Blutkreislauf | 237 |
| 6.1 | Blutkreislauf | 237 |
| 6.1.1 | Strömung in Blutgefäßen | 242 |
| 6.1.2 | Kreislaufmodell | 255 |
| 6.1.3 | Rheologie des Blutes | 257 |
| 6.1.4 | Mikroströmungen | 260 |
| 6.2 | Menschliches Herz | 263 |

| | | |
|-------|--------------------------------------|------------|
| 6.2.1 | Anatomie und Physiologie des Herzens | 263 |
| 6.2.2 | Struktur des Herzens | 266 |
| 6.2.3 | Erregungsphysiologie des Herzens | 270 |
| 6.2.4 | Strömung im Herzen | 273 |
| 6.3 | Herzoperationen | 282 |
| 6.3.1 | Ventrikelrekonstruktion | 282 |
| 6.3.2 | Herzklappen | 288 |
| 6.3.3 | Herzunterstützungssysteme | 290 |
| | Bezeichnungen | 296 |
| | Ausgewählte Literatur | 299 |
| | Sachwortverzeichnis | 305 |