



Zusatzmaterialien online

S. Dönitz F. Flake (Hrsg.)

# MENSCH KÖRPER KRANKHEIT

## für den Rettungsdienst

5. AUFLAGE



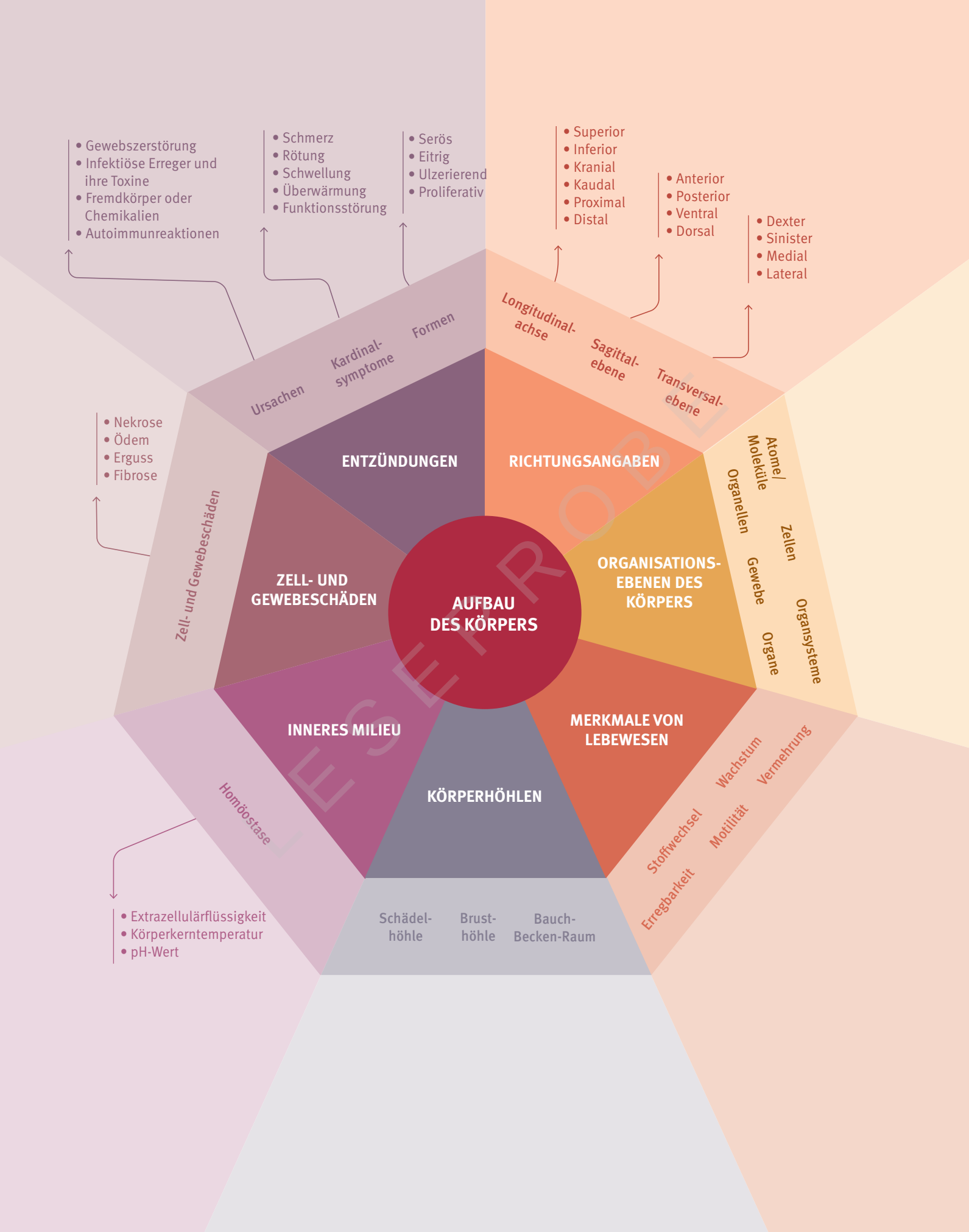
# INHALTSVERZEICHNIS

|          |                                                                             |    |          |                                                       |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|----|----------|-------------------------------------------------------|
| <b>1</b> | <b>ALLGEMEINES ZU KÖRPERAUFBAU UND REGULATION, GESUNDSEIN UND KRANKSEIN</b> |    |          |                                                       |
|          | FRANK FLAKE                                                                 | 1  |          |                                                       |
| 1.1      | Orientierung am Körper                                                      | 3  | 4.4      | Fettgewebe                                            |
| 1.2      | Organisationsebenen des menschlichen Körpers                                | 4  | 4.5      | Knorpel                                               |
| 1.3      | Was sind Lebewesen?                                                         | 7  | 4.6      | Knochen                                               |
| 1.4      | Körperhöhlen                                                                | 8  | 4.7      | Muskelgewebe                                          |
| 1.5      | Inneres Milieu – Grundbedingung zur Aufrechterhaltung des Lebens            | 9  | 4.8      | Nervengewebe                                          |
| 1.6      | Regulations- und Anpassungsvorgänge                                         | 9  | <b>5</b> | <b>INFEKTION UND ABWEHR</b>                           |
| 1.7      | Hyperthermische Notfälle                                                    | 14 |          | ACHIM THAMM                                           |
| 1.8      | Hypothermische Notfälle                                                     | 16 | 5.1      | Bestandteile des Abwehrsystems                        |
| 1.9      | Gesundsein und Kranksein                                                    | 18 | 5.2      | Unspezifisches Abwehrsystem                           |
| 1.10     | Zell- und Gewebeschäden                                                     | 19 | 5.3      | Spezifisches Abwehrsystem                             |
| 1.11     | Entzündung                                                                  | 20 | 5.4      | Abwehr von Krankheitserregern                         |
| 1.12     | Krankheitsverläufe                                                          | 23 | 5.5      | Impfungen                                             |
| <b>2</b> | <b>NOTWENDIGES AUS CHEMIE UND BIOCHEMIE</b>                                 |    | 5.6      | Erkrankungen des Abwehrsystems                        |
|          | FRANK FLAKE                                                                 | 27 | 5.7      | Infektionslehre                                       |
| 2.1      | Chemische Elemente                                                          | 28 | 5.8      | Bakterielle Infektionen                               |
| 2.2      | Aufbau der Atome                                                            | 28 | 5.9      | Virale Infektionen                                    |
| 2.3      | Chemische Reaktionen                                                        | 30 | 5.10     | Prionenkrankheiten                                    |
| 2.4      | Chemische Verbindungen als Grundlage aller Lebensprozesse                   | 30 | 5.11     | Pilzinfektionen                                       |
| 2.5      | Anorganische Verbindungen                                                   | 30 | <b>6</b> | <b>KNOCHEN, GELENKE, MUSKELN UND BEWEGUNGSAPPARAT</b> |
| 2.6      | Organische Verbindungen                                                     | 33 |          | STEPHAN DÖNITZ                                        |
| 2.7      | Schlüsselrolle von Enzymen und Coenzymen                                    | 35 | 6.1      | Knochen und Skelettsystem                             |
| <b>3</b> | <b>VON DER ZELLE ZUM ORGANISMUS</b>                                         |    | 6.2      | Gelenke                                               |
|          | ANN-KRISTIN HELMERS                                                         | 39 | 6.3      | Muskulatur                                            |
| 3.1      | Zelle als elementare Funktionseinheit                                       | 40 | 6.4      | Bewegungsapparat                                      |
| 3.2      | Zellmembran                                                                 | 41 | 6.5      | Kopf                                                  |
| 3.3      | Zellorganellen                                                              | 42 | 6.6      | Körperstamm                                           |
| 3.4      | „Wasserbasis“ des Organismus                                                | 46 | 6.7      | Arme und Beine – eine Übersicht                       |
| 3.5      | Stofftransport                                                              | 47 | 6.8      | Schultergürtel                                        |
| 3.6      | Infusionslösungen                                                           | 50 | 6.9      | Obere Extremität                                      |
| 3.7      | Teilung von Zellen                                                          | 55 | 6.10     | Becken                                                |
| <b>4</b> | <b>GEWEBE DES KÖRPERS</b>                                                   |    | 6.11     | Untere Extremität                                     |
|          | STEPHAN DÖNITZ                                                              | 61 | <b>7</b> | <b>HAUT</b>                                           |
| 4.1      | Gewebe                                                                      | 62 |          | STEPHAN DÖNITZ                                        |
| 4.2      | Epithelgewebe                                                               | 64 | 7.1      | Einführung                                            |
| 4.3      | Binde- und Stützgewebe                                                      | 67 | 7.2      | Oberhaut                                              |
|          |                                                                             |    | 7.3      | Leder- und Unterhaut                                  |
|          |                                                                             |    | 7.4      | Hautanhangsgebilde                                    |
|          |                                                                             |    | 7.5      | Hauterkrankungen                                      |
|          |                                                                             |    | 7.6      | Verbrennungen                                         |

|           |                                                                  |     |           |                                                            |
|-----------|------------------------------------------------------------------|-----|-----------|------------------------------------------------------------|
| <b>8</b>  | <b>NERVENSYSTEM</b>                                              |     |           |                                                            |
|           | SARAH GOLLER                                                     | 205 |           |                                                            |
| 8.1       | Aufgaben und Organisation des Nervensystems                      | 208 | 11.3      | Blutgruppen                                                |
| 8.2       | Strukturelemente und Funktionsprinzipien des Nervengewebes       | 209 | 11.4      | Leukozyten                                                 |
| 8.3       | Funktionen des Neurons                                           | 213 | 11.5      | Lymphatisches System                                       |
| 8.4       | Zusammenarbeit von Neuronen                                      | 215 | 11.6      | Gerinnungssystem                                           |
| 8.5       | Neuropeptide                                                     | 222 | <b>12</b> | <b>HERZ</b>                                                |
| 8.6       | Funktionen des Nervensystems: ein Beispiel                       | 223 |           | STEPHAN DÖNITZ                                             |
| 8.7       | Großhirn                                                         | 223 | 12.1      | Einführung                                                 |
| 8.8       | Zwischenhirn                                                     | 231 | 12.2      | Vorhöfe, Kammern und Klappensystem                         |
| 8.9       | Hirnstamm und Formatio reticularis                               | 231 | 12.3      | Aufbau der Herzwand                                        |
| 8.10      | Hirnnerven                                                       | 234 | 12.4      | Herzzyklus                                                 |
| 8.11      | Kleinhirn                                                        | 236 | 12.5      | Erregungsbildung und Erregungsleitung                      |
| 8.12      | Rückenmark                                                       | 237 | 12.6      | Herzleistung und ihre Regulation                           |
| 8.13      | Reflexe                                                          | 240 | 12.7      | Blutversorgung des Herzens                                 |
| 8.14      | Vegetatives Nervensystem                                         | 242 | <b>13</b> | <b>KREISLAUF UND GEFÄSSSYSTEM</b>                          |
| 8.15      | Lähmungen                                                        | 245 |           | MATTHIAS KLAUSMEIER                                        |
| 8.16      | Peripheres Nervensystem                                          | 246 | 13.1      | Aufbau des Gefäßsystems                                    |
| 8.17      | Versorgungs- und Schutzeinrichtungen des zentralen Nervensystems | 248 | 13.2      | Abschnitte des Kreislaufs                                  |
| 8.18      | Blutversorgung des zentralen Nervensystems                       | 253 | 13.3      | Physiologische Eigenschaften des Gefäßsystems              |
| <b>9</b>  | <b>SENSIBILITÄT UND SINNESORGANE</b>                             |     | 13.4      | Blutdruckregulationsstörungen                              |
|           | SARAH GOLLER                                                     | 259 | 13.5      | Schock                                                     |
| 9.1       | Einführung                                                       | 260 | <b>14</b> | <b>ATMUNGSSYSTEM</b>                                       |
| 9.2       | Hautsensibilität: Berührungs- und Temperaturempfinden            | 261 |           | THOMAS SEMMEL                                              |
| 9.3       | Schmerzempfindung                                                | 262 | 14.1      | Nase                                                       |
| 9.4       | Geruchs- und Geschmackssinn                                      | 267 | 14.2      | Rachen                                                     |
| 9.5       | Auge und Sehsinn                                                 | 268 | 14.3      | Kehlkopf                                                   |
| 9.6       | Hör- und Gleichgewichtsorgan                                     | 273 | 14.4      | Trachea                                                    |
| <b>10</b> | <b>HORMONSYSTEM</b>                                              |     | 14.5      | Bronchien                                                  |
|           | FRANK FLAKE                                                      | 279 | 14.6      | Alveolen                                                   |
| 10.1      | Funktion und Arbeitsweise der Hormone                            | 280 | 14.7      | Lungen                                                     |
| 10.2      | Hypothalamus und Hypophyse                                       | 282 | 14.8      | Pleura                                                     |
| 10.3      | Epiphyse                                                         | 283 | 14.9      | Atemmechanik                                               |
| 10.4      | Schilddrüse und ihre Hormone                                     | 284 | 14.10     | Gasaustausch                                               |
| 10.5      | Hormone der Nebennieren                                          | 285 | 14.11     | Steuerung der Atmung                                       |
| 10.6      | Weitere endokrin aktive Organe                                   | 288 | 14.12     | Invasive und nichtinvasive Beatmung                        |
| <b>11</b> | <b>BLUT UND LYMPHE</b>                                           |     | <b>15</b> | <b>STOFFWECHSEL UND ERNÄHRUNG</b>                          |
|           | ANN-KRISTIN HELMERS                                              | 291 |           | TORSTEN MOESER                                             |
| 11.1      | Blut: Zusammensetzung und Aufgaben                               | 292 | 15.1      | Wie viel Energie braucht der Mensch?                       |
| 11.2      | Erythrozyten                                                     | 295 | 15.2      | Stoffwechsel der Kohlenhydrate – Insulin und Insulinmangel |
|           |                                                                  |     | 15.3      | Stoffwechsel der Fette                                     |
|           |                                                                  |     | 15.4      | Körpergewicht und Essverhalten                             |
|           |                                                                  |     | 15.5      | Vitamine und Mineralstoffe                                 |
|           |                                                                  |     | 15.6      | Ballaststoffe                                              |
|           |                                                                  |     | 15.7      | Parenterale Ernährung                                      |

## INHALTSVERZEICHNIS

|       |                                                                                 |     |      |                                                                       |     |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------|-----|------|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| 15.8  | Gesundheit und Lebensstil:<br>Der Mensch ist, was er isst. ....                 | 465 | 19   | <b>SÄUGLINGE, KINDER UND JUGENDLICHE</b><br>STEPHAN DÖNITZ .....      | 573 |
| 15.9  | Verdauungssystem: Übersicht .....                                               | 466 | 19.1 | Einführung .....                                                      | 574 |
| 15.10 | Gefäßversorgung des Bauchraums .....                                            | 470 | 19.2 | Das Säuglingsalter .....                                              | 576 |
| 15.11 | Mundhöhle und Rachenraum .....                                                  | 471 | 19.3 | Frühgeborene und<br>übertragene Kinder .....                          | 579 |
| 15.12 | Magen .....                                                                     | 474 | 19.4 | Anatomische Besonderheiten bei<br>Neugeborenen und Säuglingen .....   | 580 |
| 15.13 | Dünndarm .....                                                                  | 479 | 19.5 | Wachstum und Entwicklung .....                                        | 583 |
| 15.14 | Pankreassaft und Galle, Gallenwege und<br>Gallenblase .....                     | 482 | 19.6 | Untersuchung von Kindern .....                                        | 590 |
| 15.15 | Resorption .....                                                                | 485 | 19.7 | Kinderkrankheiten .....                                               | 591 |
| 15.16 | Dickdarm und Rektum .....                                                       | 486 | 19.8 | Die wichtigsten Kindernotfälle .....                                  | 596 |
| 15.17 | Pankreas .....                                                                  | 490 | 20   | <b>ÄLTERE MENSCHEN</b><br>STEPHAN DÖNITZ .....                        | 605 |
| 15.18 | Leber .....                                                                     | 492 | 20.1 | Moderne Medizin für ältere Menschen .....                             | 606 |
| 16    | <b>NIERE, HARNWEGE, WASSER- UND<br/>ELEKTROLYTHAUSHALT</b><br>ACHIM THAMM ..... | 497 | 20.2 | Veränderungen der Organsysteme im Alter .....                         | 611 |
| 16.1  | Übersicht über die Nieren und die ableitenden<br>Harnwege .....                 | 498 | 20.3 | Veränderungen der zentralnervösen<br>und psychischen Funktionen ..... | 616 |
| 16.2  | Aufbau der Nieren .....                                                         | 499 | 20.4 | Psychiatrische Erkrankungen im Alter .....                            | 617 |
| 16.3  | Ausscheidungsfunktion der Nieren .....                                          | 502 | 20.5 | Der Palliativpatient als Notfallpatient .....                         | 622 |
| 16.4  | Endokrine Funktionen der Niere .....                                            | 505 |      | <b>ANHANG</b> .....                                                   | 629 |
| 16.5  | Niereninsuffizienz .....                                                        | 507 |      | Glossar .....                                                         | 631 |
| 16.6  | Zusammensetzung des Urins .....                                                 | 512 |      | Abkürzungen .....                                                     | 633 |
| 16.7  | Ableitende Harnwege .....                                                       | 513 |      | Literatur .....                                                       | 639 |
| 16.8  | Wasserhaushalt .....                                                            | 518 |      | Register .....                                                        | 649 |
| 16.9  | Elektrolythaushalt .....                                                        | 519 |      |                                                                       |     |
| 16.10 | Säure-Basen-Haushalt .....                                                      | 521 |      |                                                                       |     |
| 17    | <b>GESCHLECHTSORGANE UND SEXUALITÄT</b><br>SVEN HEILIGERS .....                 | 525 |      |                                                                       |     |
| 17.1  | Aufgaben der Geschlechtsorgane<br>und -merkmale .....                           | 526 |      |                                                                       |     |
| 17.2  | Geschlechtsorgane des Mannes .....                                              | 527 |      |                                                                       |     |
| 17.3  | Geschlechtsorgane der Frau .....                                                | 533 |      |                                                                       |     |
| 18    | <b>ENTWICKLUNG, SCHWANGERSCHAFT UND GEBURT</b><br>SVEN HEILIGERS .....          | 543 |      |                                                                       |     |
| 18.1  | Befruchtung bis Einnistung .....                                                | 546 |      |                                                                       |     |
| 18.2  | Entwicklung des Embryos .....                                                   | 548 |      |                                                                       |     |
| 18.3  | Entwicklung des Fetus .....                                                     | 553 |      |                                                                       |     |
| 18.4  | Schwangerschaft .....                                                           | 555 |      |                                                                       |     |
| 18.5  | Geburt .....                                                                    | 563 |      |                                                                       |     |
| 18.6  | Geburtskomplikationen .....                                                     | 566 |      |                                                                       |     |



# 1

## ALLGEMEINES ZU KÖRPERAUFBAU UND REGULATION, GESUNDSEIN UND KRANKSEIN

Frank Flake

|              |                                                     |   |              |                                                                         |    |
|--------------|-----------------------------------------------------|---|--------------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1.1</b>   | <b>ORIENTIERUNG AM KÖRPER</b>                       | 3 | <b>1.3.5</b> | Vermehrung (Reproduktion)                                               | 8  |
| <b>1.1.1</b> | Hauptachsen des Körpers                             | 3 | <b>1.3.6</b> | Differenzierung                                                         | 8  |
| <b>1.1.2</b> | Hauptebenen des Körpers                             | 3 |              |                                                                         |    |
| <b>1.1.3</b> | Richtungsbezeichnungen                              | 3 | <b>1.4</b>   | <b>KÖRPERHÖHLEN</b>                                                     | 8  |
| <b>1.1.4</b> | Warum der Begriffswirrwarr in der Medizin?          | 4 | <b>1.4.1</b> | Schädelhöhle                                                            | 8  |
|              |                                                     |   | <b>1.4.2</b> | Brusthöhle                                                              | 8  |
|              |                                                     |   | <b>1.4.3</b> | Bauch-Becken-Raum                                                       | 9  |
| <b>1.2</b>   | <b>ORGANISATIONSEBENEN DES MENSCHLICHEN KÖRPERS</b> | 4 |              |                                                                         |    |
| <b>1.2.1</b> | Atome und Moleküle                                  | 4 | <b>1.5</b>   | <b>INNERES MILIEU – GRUNDBEDINGUNG ZUR AUFRECHTERHALTUNG DES LEBENS</b> | 9  |
| <b>1.2.2</b> | Organellen                                          | 4 | <b>1.5.1</b> | Inneres Milieu                                                          | 9  |
| <b>1.2.3</b> | Zellen                                              | 4 | <b>1.5.2</b> | Entscheidend: Extrazellulärflüssigkeit                                  | 9  |
| <b>1.2.4</b> | Gewebe                                              | 4 | <b>1.5.3</b> | Lebensgefahr bei Störungen des inneren Milieus                          | 9  |
| <b>1.2.5</b> | Organe                                              | 4 |              |                                                                         |    |
| <b>1.2.6</b> | Organsysteme                                        | 5 | <b>1.6</b>   | <b>REGULATIONS- UND ANPASSUNGSVORGÄNGE</b>                              | 9  |
| <b>1.2.7</b> | Psyche                                              | 5 | <b>1.6.1</b> | Prinzipien der Regulation                                               | 10 |
| <b>1.3</b>   | <b>WAS SIND LEBEWESEN?</b>                          | 7 | <b>1.6.2</b> | Temperaturregulation                                                    | 10 |
| <b>1.3.1</b> | Stoffwechsel                                        | 7 | <b>1.6.3</b> | Organismus bei körperlicher Arbeit                                      | 11 |
| <b>1.3.2</b> | Erregbarkeit und Kommunikation                      | 7 | <b>1.6.4</b> | Fieber                                                                  | 12 |
| <b>1.3.3</b> | Motilität                                           | 8 |              |                                                                         |    |
| <b>1.3.4</b> | Wachstum und Entwicklung                            | 8 |              |                                                                         |    |

|               |                                      |    |               |                                        |    |
|---------------|--------------------------------------|----|---------------|----------------------------------------|----|
| <b>1.7</b>    | <b>HYPERTHERMISCHE NOTFÄLLE</b>      | 14 | <b>1.10.3</b> | Ödem                                   | 20 |
| <b>1.7.1</b>  | Ursachen                             | 14 | <b>1.10.4</b> | Erguss                                 | 20 |
| <b>1.7.2</b>  | Pathophysiologie                     | 14 | <b>1.10.5</b> | Fibrose                                | 20 |
| <b>1.8</b>    | <b>HYPOTHERMISCHE NOTFÄLLE</b>       | 16 | <b>1.11</b>   | <b>ENTZÜNDUNG</b>                      | 20 |
| <b>1.8.1</b>  | Unterkühlung                         | 16 | <b>1.11.1</b> | Kardinalsymptome                       | 20 |
| <b>1.8.2</b>  | Erfrierung                           | 17 | <b>1.11.2</b> | Lokale und systemische Entzündungen    | 21 |
| <b>1.9</b>    | <b>GESUNDSEIN UND KRANKSEIN</b>      | 18 | <b>1.11.3</b> | Reaktionen im Entzündungsgebiet        | 21 |
| <b>1.9.1</b>  | Gesundheit nach WHO                  | 18 | <b>1.11.4</b> | Mitreaktionen des Gesamtorganismus     | 21 |
| <b>1.9.2</b>  | Prinzip der Homöostase               | 18 | <b>1.11.5</b> | Heilungsprozess und Entzündungsverlauf | 22 |
| <b>1.9.3</b>  | Grundbegriffe der Krankheitslehre    | 18 | <b>1.11.6</b> | Die verschiedenen Entzündungsformen    | 22 |
| <b>1.10</b>   | <b>ZELL- UND GEWEBESCHÄDEN</b>       | 19 | <b>1.12</b>   | <b>KRANKHEITSVERLÄUFE</b>              | 23 |
| <b>1.10.1</b> | Krankhafte Ablagerung von Substanzen | 19 | <b>1.12.1</b> | Heilung                                | 23 |
| <b>1.10.2</b> | Nekrose                              | 20 | <b>1.12.2</b> | Defektheilung                          | 23 |
|               |                                      |    | <b>1.12.3</b> | Krankheitsrezidiv                      | 23 |
|               |                                      |    | <b>1.12.4</b> | Chronifizierung                        | 23 |
|               |                                      |    | <b>1.12.5</b> | Dekompensation und Progredienz         | 23 |

## 1.1 ORIENTIERUNG AM KÖRPER

### INHALTSÜBERSICHT

#### Orientierung am Körper und Organisationsebenen

- Die medizinische Terminologie ist aus vielen Sprachen entstanden, vor allem aus dem Griechischen und Lateinischen.
- Zellen sind die Grundeinheiten aller lebenden Organismen. Jede Zelle besitzt einen Zellkern mit dem Erbgut der Zelle und das Zytoplasma, die wässrige Grundsubstanz der Zelle.
- Mehrere räumlich beieinanderliegende Gewebe bilden ein Organ.

#### Körperhöhlen

- Körperhöhlen sind Hohlräume innerhalb des Körpers, die mit einer Deckzellschicht ausgekleidet sind. Im menschlichen Organismus gibt es drei große Körperhöhlen: Die Schädelhöhle, die Brusthöhle und den Bauch-Becken-Raum.
- Die Schädelhöhle umfasst und schützt das sehr weiche und empfindliche Gehirn.

#### Regulations- und Anpassungsvorgänge

- Die inneren Organe (etwa Leber, Milz, Nieren, Herz, Rückenmark und Gehirn) brauchen eine konstante Temperatur des Körperinneren für ihre Stoffwechselleistung.
- Bei schwerer Muskelarbeit muss bis zu 500-mal mehr Sauerstoff zur Muskulatur transportiert werden als in körperlicher Ruhe.
- Fieber ist eine Erhöhung der Körperkerntemperatur auf über 38°C infolge einer Erhöhung des Temperatursollwerts.

#### Hyper- und hypothermische Notfälle

- Eine Erhöhung der Körperkerntemperatur über den Sollwert von 37°C bezeichnet man als Hyperthermie.
- Der Hitzschlag mit Beteiligung des Zentralnervensystems ist lebensbedrohlich.

- Sinkt die Körpertemperatur unter 36°C, spricht man von Hypothermie (Unterkühlung).
- Lokale Einwirkung von Kälte führt in Abhängigkeit von der Außentemperatur, dem einwirkenden Medium, z. B. trockene Kälte, Luft oder Nässe, und der Einwirkdauer zu Erfrierungen unterschiedlicher Schwere und Ausdehnung.

#### Gesundsein und Kranksein

- Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) definiert Gesundheit als Zustand völligen körperlichen, seelischen und sozialen Wohlbefindens („Well-Being“).
- Nach einer anderen ganzheitlichen Definition ist Gesundheit das harmonische Gleichgewicht zwischen Bau und Funktionen des Organismus einerseits und dem seelischen Erleben andererseits.

#### Entzündung

- Die Entzündung stellt eine universale Reaktion des Organismus auf Zell- und Gewebsschäden dar.
- Neben akuten Entzündungen, die plötzlich eintreten und i. d. R. rasch wieder heilen, gibt es auch Entzündungen mit langanhaltendem Verlauf, sog. chronische Entzündungen.

#### Krankheitsverläufe

- Unter Heilung versteht man die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands der Gewebe bzw. des inneren Gleichgewichts und damit der vollen Anpassungsfähigkeit des Organismus.
- Chronisch-kontinuierliche Erkrankungen sind solche, die auf einem gewissen Krankheitsniveau verharren, während chronisch-progrediente Erkrankungen voranschreiten.

Hauptziel dieses Buches ist es, die Funktionsweise des menschlichen Körpers zu vermitteln – und zwar die des gesunden Körpers genauso wie die des erkrankten Körpers. Um verstehen zu können, was geschieht, wenn der Körper verletzt wird, wenn er infektiös erkrankt oder unter extremem Stress steht, muss man ein Grundverständnis für die verschiedenen Organisationsebenen des Körpers entwickeln.

In diesem Kapitel wird außerdem eine Einführung in die verschiedenen Regionen und die Organsysteme des Menschen gegeben. Spätere Kapitel besprechen dann ausführlich die einzelnen Organsysteme und ihre Wechselwirkungen untereinander.

## 1.1 Orientierung am Körper

Es genügt nicht, den Körper in seinen Funktionen allgemein beschreiben zu können. Bei fast jeder Erkrankung – man denke z. B. an einen Tumor – ist die genaue Kenntnis der Lage erkrankter Körperteile und Organe von zentraler Bedeutung für die korrekte Diagnostik und Therapie. Die Medizin braucht deshalb ein System von anatomischen Positionen und Lagebeschreibungen.

### 1.1.1 Hauptachsen des Körpers

Denkt man sich den Menschen in ein dreidimensionales Koordinatennetz gestellt, so können drei jeweils rechtwinklig aufeinandertreffende Hauptachsen unterschieden werden (→ Abb. 1.1):

- Die Längsachse des Körpers, auch als **Longitudinalachse** bezeichnet.
- Die Querachse wird **Horizontalachse** genannt. Sie steht senkrecht auf der Längsachse und verläuft von links nach rechts.

- Die **Sagittalachse** verläuft von der Hinter- zur Vorderfläche des Körpers in der Richtung eines Pfeils (sagitta) und steht jeweils senkrecht zu den beiden vorher genannten Achsen.

### 1.1.2 Hauptebenen des Körpers

Als **Sagittalebene** wird jene Ebene bezeichnet, die durch die Longitudinal- und die Sagittalachse gebildet wird. Die Schnittfläche einer Schweinehälfte bildet z. B. eine Sagittalebene.

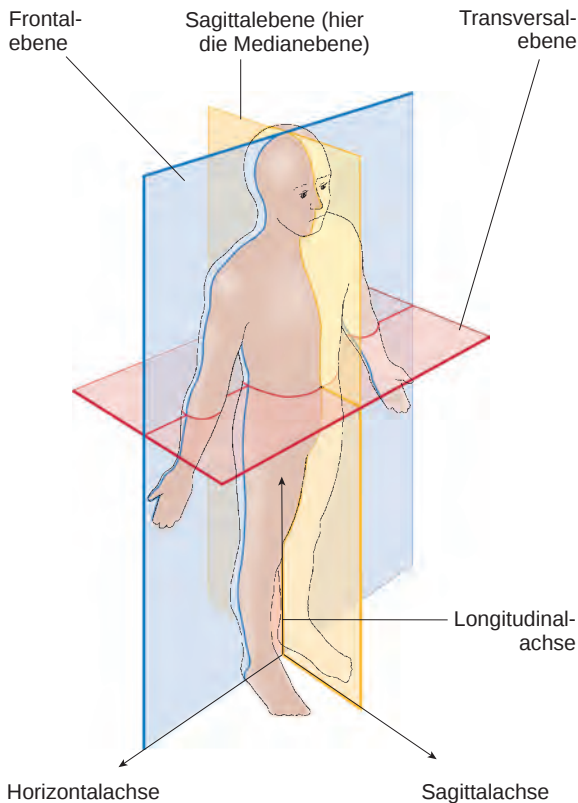
Eine parallel zur Stirn liegende Ebene, welche die Longitudinal- und Horizontalachse einschließt, wird Frontalebene genannt. Beispiel hierfür sind die Brillengläser.

Die **Transversalebene** werden aus Sagittal- und Horizontalachse gebildet. Bei aufrechtem Stand liegen sie „quer“. Man kann es sich auch so vorstellen: Wäre der Mensch eine Salami, so wären die Salamischeiben die Transversalebene. Auch der Computertomograf erzeugt meist Transversalebene (Transversalschnitte).

### 1.1.3 Richtungsbezeichnungen

An jeder Körperachse werden zwei einander entgegengesetzte Richtungen festgelegt (→ Abb. 1.2). Im Einzelnen sind das:

- Für die Longitudinalachse oben (**superior**) bzw. unten (**inferior**). Alternativ wird häufig auch das Begriffspaar kopfwärts (**kranial**) und steißwärts (**kaudal**) verwendet.
- Für die Longitudinalachse von Armen und Beinen näher zur Körpermitte (**proximal**) bzw. von ihr entfernt (**distal**) liegend.
- Für die Sagittalebene vorn (**anterior**) bzw. hinten (**posterior**) oder im Rumpfbereich auch bauchwärts (**ventral**) bzw. rückenwärts (**dorsal**).



**Abb. 1.1** Die Hauptebenen und -achsen des Körpers. Entsprechend den drei Ebenen des Raums wird die Frontalebene (blau), die Transversalebene (rot) und die Sagittalebene (gelb) unterschieden. Jede Ebene wird aus zwei der drei Achsen des Körpers – also der Longitudinal-, der Horizontal- oder der Sagittalachse – gebildet. [L190]

- Für die Transversalebene rechts (**dexter**) bzw. links (**sinister**) oder alternativ seitwärts (**lateral**) bzw. zur Körpermitte hin (**medial**).

### 1.1.4 Warum der Begriffswirrwarr in der Medizin?

Wie man sieht, überlappen sich sehr viele Begriffe (z.B. bezeichnen kaudal und distal häufig dasselbe). Das ist eine in der medizinischen Begriffskunde (**Terminologie**) leider häufig anzutreffende Erscheinung:

- Die medizinische Terminologie ist aus vielen Sprachen entstanden, vor allem aus dem Griechischen und Lateinischen.
- Sie ist im Vergleich z.B. zur Computer-Fachsprache „uralt“ – das heißt historisch gewachsen.
- Sie ist stark mit der Alltagssprache verwoben: Jeder kennt z.B. den Begriff „Rheuma“ – wer aber denkt daran, dass der Mediziner hierunter eine große Gruppe z.T. recht unterschiedlicher Krankheitsbilder versteht?

## MERKE

### Terminologie

Alle in der Medizin tätigen Berufsgruppen müssen mit einer gewissen terminologischen Unübersichtlichkeit leben. Dazu gehört auch das Rettungsfachpersonal. Es ist entscheidend für die Berufsgruppen, sich mit der Terminologie auseinanderzusetzen und diese zu beherrschen, nicht zuletzt, um sich im Bedarfsfall sicher und rasch verständigen zu können.

## IM FOKUS

### Orientierung am Körper

- Am menschlichen Körper werden drei Hauptachsen unterschieden:
  - **Longitudinalachse**
  - **Horizontalachse**
  - **Sagittalachse**
- In jeder Körperebene gibt es zwei entgegengesetzte Richtungsangaben:
  - **Superior (oben) – inferior (unten)**
  - **Kranial (kopfwärts) – kaudal (fußwärts)**
  - **Anterior (vorne) – posterior (hinten)**
  - **Ventral (bauchwärts) – dorsal (rückenwärts)**
  - **Proximal (körpernah) – distal (körperfern)**
  - **Dexter (rechts) – sinister (links)**
  - **Medial (körpermittig) – lateral (seitwärts)**

## 1.2 Organisationsebenen des menschlichen Körpers

### 1.2.1 Atome und Moleküle

Chemische Bausteine unseres Körpers sind die **Atome**; der Körper selbst besteht hauptsächlich aus den Elementen Wasserstoff, Kohlenstoff, Sauerstoff und Stickstoff (→ Tab. 2.1). Atome verbinden sich durch Bindungskräfte zu größeren Verbänden, den **Molekülen**. Beispiele für lebenswichtige Moleküle sind die Eiweiße, Kohlenhydrate, Fette und Vitamine.

### 1.2.2 Organellen

Die nächstgrößeren Organisationseinheiten sind die **Organellen**. Sie werden aus dem Zusammenschluss vieler chemischer Verbindungen gebildet. Organellen sind Funktionseinheiten, die z.B. für den Aufbau eines Stoffes, für seine Ausschleusung oder Speicherung zuständig sind. Sie unterscheiden sich von bloßen Ansammlungen gleichartiger Moleküle durch ihre Grenzstrukturen (Scheidewände oder Membranen – z.B. die Mitochondrienwand in → Abb. 1.3 und → Abb. 3.10).

### 1.2.3 Zellen

Mehrere Organellen sind Bestandteile einer **Zelle**, der nächsthöheren Organisationsstufe. Zellen sind die Grundeinheiten aller lebenden Organismen. Jede Zelle besitzt einen Zellkern mit dem Erbgut der Zelle und das Zytoplasma, die wässrige Grundsubstanz der Zelle. Im Zytoplasma befinden sich die Organellen, die jeweils spezifische Teilaufgaben der Zelle übernehmen. Durch die Zellmembran sind Zellen von der Außenwelt abgegrenzt (→ Abb. 3.3).

Der menschliche Körper enthält viele verschiedene Zellarten, z.B. Muskelzellen, Nervenzellen, Blutzellen und Drüsenzellen. Jede dieser unterschiedlichen Zellen hat einen individuellen Aufbau und eigene Funktionen im Dienst für den Gesamtorganismus.

### 1.2.4 Gewebe

Das nächsthöhere Organisationsniveau des Körpers ist das **Gewebe**. Gewebe sind Verbände ähnlicher Zellen, die in der Regel eine gemeinsame Funktion erfüllen.

### 1.2.5 Organe

Mehrere räumlich beieinanderliegende Gewebe bilden ein **Organ**.

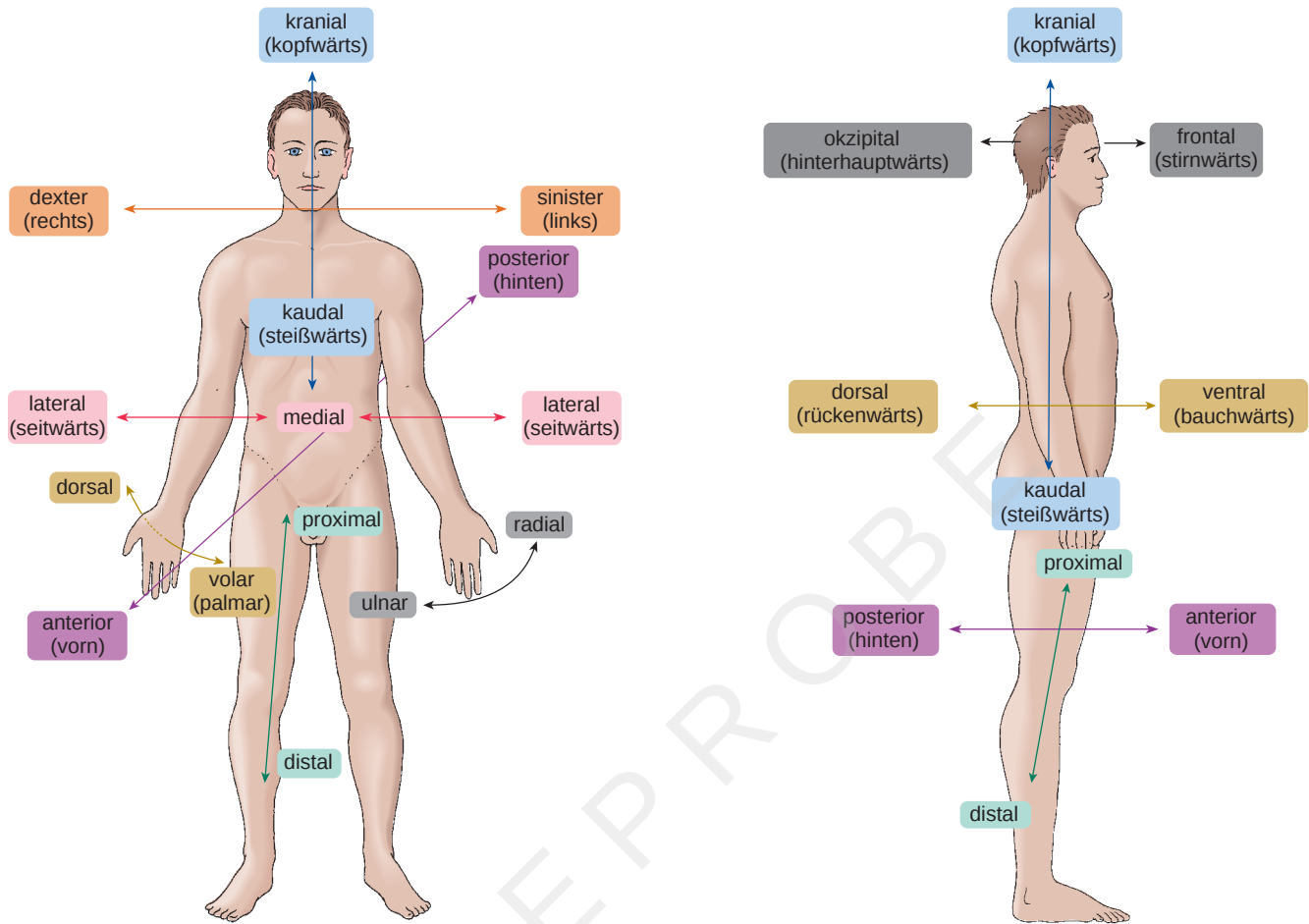


Abb. 1.2 Die wichtigsten Richtungsbezeichnungen am Körper [L190]

Organe haben eine charakteristische Gestalt und sind leicht mit bloßem Auge erkennbar. Beispiele für Organe sind Herz, Leber, Lunge, Gehirn oder Magen. Organe sind aus mehreren verschiedenen Geweben zusammengesetzt, die jedoch eine gemeinsame Funktion übernehmen (z. B. im Fall der Lunge den Gasaustausch zwischen dem Körperinneren und der Außenwelt).

Fast alle Organe bestehen dabei aus **Funktionsgewebe** (Parenchym), das die Kernaufgabe des Organs erfüllt, und umgebendem Bindegewebe (**Stroma**), welches die Parenchymverbände abstützt und zur Formgebung des Organs beiträgt. Das Parenchym ist meist aus dicht gedrängten Zellverbänden gebaut, während sich das Stroma vor allem aus nichtzellulären Strukturen zusammensetzt (z. B. straffen Kollagenfasern).

### 1.2.6 Organsysteme

Die **Organsysteme** (→ Tab. 1.1) bilden den sechsten Organisationsgrad. Ein Organsystem besteht aus eng miteinander in Beziehung stehenden Organen, die gemeinsame Aufgaben haben. Der Atemtrakt ist das in → Abb. 1.3 dargestellte Organsystem und besteht aus folgenden Organen: Mund, Nase und Rachenraum, Kehlkopf, Luftröhre, Bronchien und den beiden Lungenflügeln.

### 1.2.7 Psyche

Die **Psyche** (Seele) des Menschen ist den Organsystemen übergeordnet, da sie ihnen ein Ziel bzw. einen Willen gibt, dem alle Teile des Körpers gehorchen sollen. Zugleich ist die Psyche aber abhängig vom Funktionieren aller Organsysteme.

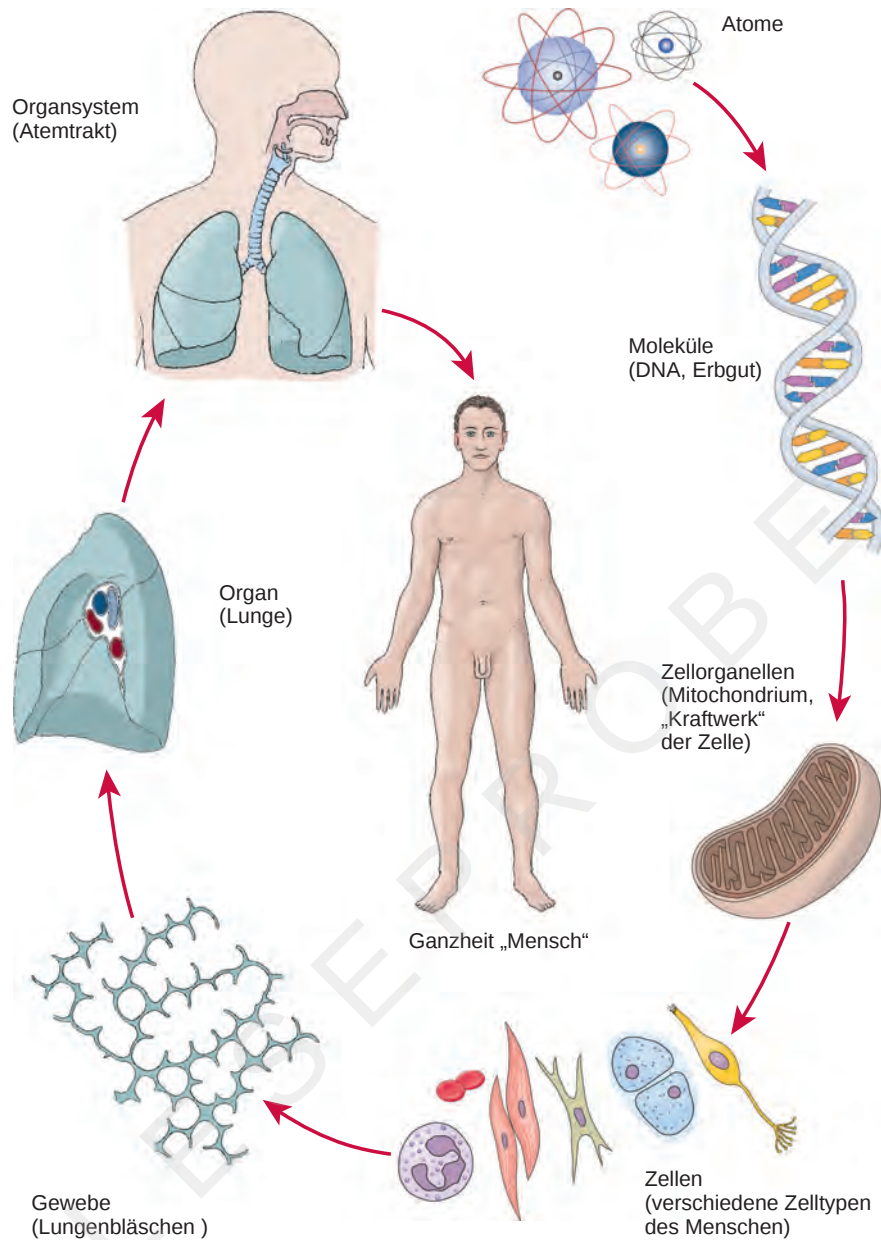
Der Psyche kann man kein spezielles Organ zuordnen, sie ist jedoch aufs Engste mit dem Nervensystem, speziell dem Großhirn, verknüpft.

### MERKE

#### Das Wechselspiel von Körper und Seele

Ein gesunder Körper und ein gesunder Geist gehören idealerweise zusammen – das wussten schon die alten Römer. Körper und Seele machen die Ganzheit des Menschen aus und beeinflussen sich wechselseitig.

Bei **psychosomatischen Krankheiten** etwa manifestieren sich seelische Konflikte in körperlichen Symptomen – in der Psychosomatik wird in diesem Fall von „Ausdruckskrankheiten“ gesprochen. Psychosomatische Einflüsse kommen bei jeder Krankheit vor. Im engeren Sinne versteht man unter psychosomatischen Erkrankungen jedoch solche Leiden, die sich im Zusammenhang mit



**Abb. 1.3** Der Aufbau des menschlichen Körpers mit Beispielen für die unterschiedlichen Organisationsebenen [L190]

einem chronischen Konflikt entwickeln. Typisch dafür sind z. B. manche Formen von Hautjucken („Etwas ist zum Aus-der-Haut-fahren“). Psychisches Wohlbefinden kann den Körper aber auch positiv beeinflussen. Die Volksweisheit, dass gute Laune gesund hält, hat auch eine naturwissenschaftliche Grundlage: So haben Wissenschaftler herausgefunden, dass häufiges Lachen das Immunsystem stimuliert und die Abwehrkräfte des Organismus stärkt. Ähnlich wie die seelische Verfassung den Körper beeinflusst, kann umgekehrt auch der körperliche Zustand Auswirkungen auf die Psyche haben. Eine derartige psychosomatische Beeinflussung findet sich z. B. bei den organischen Psychosyndromen, bei denen sich die psychischen Symptome als Folge einer körperlichen Grunderkrankung entwickeln. Beim endokrinen Psychosyndrom etwa kommt es durch hormonelle Störungen zu Wesensveränderungen.

## IM FOKUS

### Organisationsebenen des Körpers

Von klein nach groß können folgende Organisationsebenen des Körpers unterschieden werden:

- **Atome/Moleküle** (z. B. Sauerstoff)
- **Organellen** (z. B. Ribosomen)
- **Zellen** (z. B. Muskelzellen)
- **Gewebe** (z. B. Bindegewebe)
- **Organe** (z. B. Leber)
- **Organsysteme** (z. B. Atmungssystem)

### 1.3 WAS SIND LEBEWESEN?

| Organsystem                                            | Dazu gehören                                                                                                             | Wichtige Aufgaben                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bewegungs- und Stützapparat</b><br>(→ Kap. 6)       | Knochen (Skelett) mit den sie verbindenden Bändern sowie Sehnen und Muskeln                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stütz- und Haltefunktion</li> <li>• (Willkürliche) Bewegungen</li> <li>• Ort der Blutzellenbildung, Mineralspeicher</li> <li>• Wärmeproduktion</li> </ul>                                                                                                                                                                    |
| <b>Haut</b><br>(→ Kap. 7)                              | Ober- und Lederhaut, Unterhaut (mit Fettgewebe) sowie Hautanhangsgebilde wie z. B. Haare, Nägel, Schweiß- und Duftdrüsen | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schutz des Körpers vor Außeneinflüssen</li> <li>• Mitregulation v. a. von Temperatur, Flüssigkeitshaushalt</li> <li>• Sinnesorgan für Temperatur, Druck und Schmerz</li> <li>• Vitamin-D-Synthese, Fettspeicher</li> </ul>                                                                                                   |
| <b>Nervensystem</b><br>(→ Kap. 8, → Kap. 9)            | Zentrales und peripheres Nervensystem, Sinnesorgane                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsaufnahme, -verarbeitung und -speicherung</li> <li>• Denken und Planen</li> <li>• Schnelle Regulation fast aller Körperaktivitäten, Regulationszentrum für das innere Milieu</li> </ul>                                                                                                                           |
| <b>Hormonsystem</b><br>(→ Kap. 10)                     | Drüsen und verstreute Zellen/Zellgruppen, die Hormone produzieren                                                        | Langsame und mittelschnelle Regulation fast aller Aktivitäten des Körpers                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Immunsystem</b><br>(→ Kap. 5, → Kap. 11)            | Lymphbahnen, -knoten, weiße Blutkörperchen, Thymus, Knochenmark, sekundäre lymphatische Organe (z. B. Milz)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkennung und Ausschaltung von körpereigenen und -fremden schädlichen Substanzen sowie (Mikro-)Organismen</li> <li>• Immunologisches Gedächtnis</li> <li>• Mithilfe bei Entzündungs-/Heilungsvorgängen</li> </ul>                                                                                                            |
| <b>Herz-Kreislauf-System</b><br>(→ Kap. 12, → Kap. 13) | Herz, Blutgefäße, Blut                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor und Bahnen der Blutzirkulation</li> <li>• Sauerstoff- und Nährstofftransport zu den Zellen</li> <li>• Abtransport von Stoffwechselprodukten</li> <li>• Regulation der Körpertemperatur</li> <li>• Verschluss von Blutungsquellen (Gerinnungssystem)</li> <li>• Aufnahme der Lymphe in den venösen Kreislauf</li> </ul> |
| <b>Atmungssystem</b><br>(→ Kap. 14)                    | Atemwege (Nase, Rachen, Kehlkopf, Luftröhre, Bronchien) und Lungen                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sauerstoffaufnahme, Kohlendioxidabgabe</li> <li>• Mitregulation des Säure-Basen-Gleichgewichts</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Verdauungssystem</b><br>(→ Kap. 15)                 | Mund, Speiseröhre, Magen, Darm, Leber, Bauchspeicheldrüse                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufnahme von Flüssigkeit und Nahrungsmitteln</li> <li>• Verdauung und Resorption von Nährstoffen</li> <li>• Ausscheidung</li> <li>• Leber: „Stoffwechselzentrale“, Mitregulation des inneren Milieus</li> </ul>                                                                                                              |
| <b>Harntrakt</b><br>(→ Kap. 16)                        | Nieren, Harnleiter, Harnblase, Harnröhre                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Urinproduktion und -ausscheidung</li> <li>• Mitregulation von Blutdruck, Flüssigkeits-, Elektrolyt-, Säure-Basen-Haushalt</li> </ul>                                                                                                                                                                                         |
| <b>Fortpflanzungssystem</b><br>(→ Kap. 17)             | Äußere und innere Geschlechtsorgane                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Libido (Geschlechtstrieb)</li> <li>• Fortpflanzung (Erhaltung der Art)</li> <li>• Ernährung des Säuglings</li> </ul>                                                                                                                                                                                                         |

Tab. 1.1 Überblick über die zehn wichtigsten Organsysteme des menschlichen Körpers und ihre Aufgaben für den Gesamtorganismus

### 1.3 Was sind Lebewesen?

Vergleicht man alle Lebewesen (Organismen), egal ob Bakterium, Pflanze, Tier oder Mensch, so fallen grundsätzliche Gemeinsamkeiten auf, die **Lebewesen** von den **nichtlebenden Strukturen** unterscheiden. Kennzeichen von Lebewesen sind ganz allgemein:

- Aufbau aus einer oder vielen **Zellen**
- **Stoffwechsel**
- **Erregbarkeit**
- **Motilität**
- **Wachstum** und Entwicklung
- Selbstständige **Vermehrung**

Für den Menschen wie auch alle anderen höheren Organismen sind die in → Abb. 1.4 dargestellten sechs „Lebensprozesse“ charakteristisch.

#### 1.3.1 Stoffwechsel

Unter **Stoffwechsel** (Metabolismus) werden sämtliche ständig im Organismus ablaufenden chemischen Reaktionen verstanden, die dem Auf- und Abbau von Stoffen dienen.

Chemische Reaktionen, welche die Energie erzeugen, die der Körper zur Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge benötigt, werden als **Katabolismus** bezeichnet. Die Energie wird dabei meistens durch Zerlegung und Verbrennung von Nahrungsbestandteilen gewonnen, seltener

durch das Verbrennen von körpereigenen Substanzen (z. B. Einschmelzen von „Fettpölsterchen“).

#### MERKE

##### Verbrennung

Unter Verbrennung verstehen Mediziner und Biologen keine unter Flammenbildung verlaufende Reaktion, sondern im weiteren Sinne die Energiebereitstellung aus Nahrungsbestandteilen unter Sauerstoffverbrauch (oxidative Energiegewinnung).

Dem Katabolismus steht als andere Phase des Stoffwechsels der **Anabolismus** gegenüber. Im anabolen Stoffwechsel wird die aus dem Katabolismus gewonnene Energie dazu verwendet, körpereigene Substanzen aufzubauen – also neue Moleküle, neue Organellen, neue Zellen, neue Gewebe und im Falle der Schwangerschaft sogar einen neuen Organismus.

#### 1.3.2 Erregbarkeit und Kommunikation

**Erregbarkeit** ist die Fähigkeit, Veränderungen innerhalb und außerhalb des Organismus aufzunehmen, wahrzunehmen und auf sie zu antworten.

Jeder Organismus kann nur überleben, wenn er ständig Reize, z. B. Helligkeit oder Dunkelheit, Hitze oder Kälte, registriert. Neben der

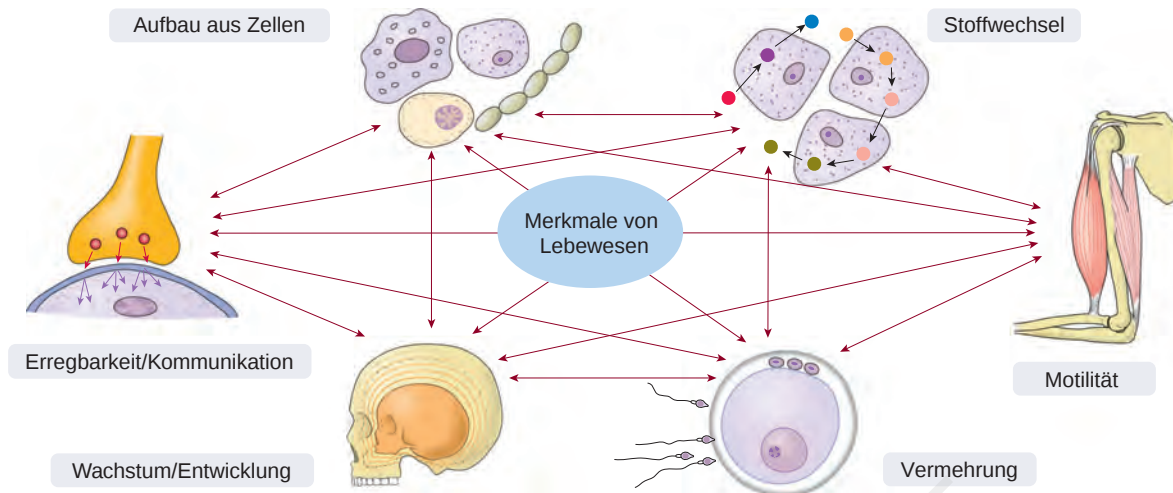


Abb. 1.4 Die sechs Merkmale von Lebewesen in ihren Wechselbeziehungen zur Umwelt [L190]

Informationsaufnahme muss er aber ferner zur Informationsverarbeitung fähig sein. Die Erregbarkeit höherer Lebewesen ist an eine ganze Reihe von spezialisierten **Sinnesorganen** gebunden, deren Informationen meist vom Gehirn weiterverarbeitet und interpretiert werden.

Jeder höhere Organismus ist darauf angewiesen, die Informationen von einer Körperregion zur anderen, von einer Zelle zur Nachbarzelle, weiterzugeben. Dem Menschen stehen hierfür mehrere **innere Kommunikationssysteme** zur Verfügung:

- Das **Nervengewebe** übermittelt seine Impulse elektrisch über winzige Ströme und leitet diese chemisch über spezielle Botenstoffe, die Neurotransmitter, weiter.
- Das **Hormonsystem** mit den Hormonen als Signalstoffen.
- Das **Immunsystem** (Abwehrsystem) mit einer Vielzahl von Botenstoffen.
- Eine Vielzahl weiterer, teils noch ungenügend erforschter Botenstoffe bzw. Mediatoren.

### 1.3.3 Motilität

Der Mensch muss auf äußere Reize aktiv durch Bewegungen reagieren können (z. B. durch eine Fluchtreaktion). Hierzu bedarf es aktiv beweglicher (**kontraktiler**) Gewebe. Muskelfasern besitzen einen hohen Grad an **Kontraktilität**, der dem Gesamtorganismus in der Zusammenarbeit mit dem Stützapparat aus Knochen und Bindegewebe die erforderliche Beweglichkeit (**Motilität**) gibt.

### 1.3.4 Wachstum und Entwicklung

Die Entwicklung des menschlichen Organismus ist über 20 Jahre lang mit **Wachstum** verbunden. Wachstum kann sich auf mehrere Arten vollziehen:

- Vorhandene Zellen können größer werden.
- Die Zahl der Zellen kann sich erhöhen.
- Nichtzelluläre Strukturen (z. B. die Mineralsubstanz des Knochens) können an Substanz zunehmen.

### 1.3.5 Vermehrung (Reproduktion)

Die Grundeinheiten des Körpers, die Zellen, können sich teilen, also reproduzieren. Diese **Zellteilungen** sind für das Wachstum, die ständige Regeneration von Zellen mit nur kurzer Lebensdauer (z. B.

Blutkörperchen), für die Heilungsvorgänge z. B. nach Verletzungen und für die Fortpflanzung erforderlich.

### 1.3.6 Differenzierung

Alle höheren Organismen bestehen aus vielen, vielen **Zellen**, der Mensch z. B. aus 10 000 Milliarden ( $10^{13}$ ) Zellen. Alle „Vielzeller“ entwickeln sich aber aus einer einzigen Zelle, die sich durch vielfache Teilungen vermehrt.

Die neuen Zellen spezialisieren sich dabei zunehmend in ihrer Funktion. Nur durch diese weitgefächerte **Differenzierung** sind die vielfältigen speziellen Leistungen des Organismus möglich.

## IM FOKUS

### Was ist ein Lebewesen?

#### Zentrale Merkmale eines Lebewesens sind:

- Aufbau aus einer Zelle oder aus vielen **Zellen**
- **Stoffwechsel**
- **Erregbarkeit**
- **Motilität**
- **Wachstum** und Entwicklung
- Selbstständige **Vermehrung**

## 1.4 Körperhöhlen

Der Gesamtorganismus ist in Teilräume untergliedert (→ Abb. 1.5). Einige davon sind von einer Deckzellschicht ausgekleidet. Diese Teilräume heißen **Körperhöhlen**.

### 1.4.1 Schädelhöhle

Die **Schädelhöhle** wird von den Schädelknochen des Hirnschädels und den Hirnhäuten gebildet. Sie umfasst und schützt das sehr weiche und empfindliche Gehirn.

### 1.4.2 Brusthöhle

Die **Brusthöhle** (Cavitas thoracis, auch Thorakalraum) wird von außen durch die Rippen, die Brustwirbelsäule und das Brustbein begrenzt. Unten wird die Brusthöhle durch das Zwerchfell verschlossen, während

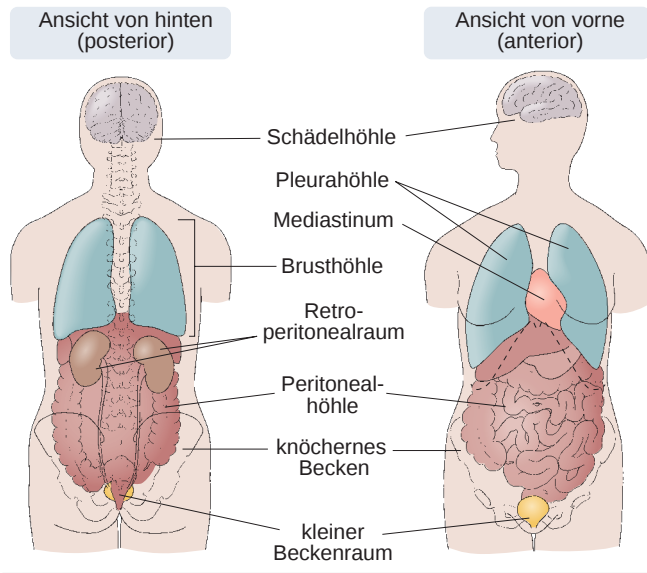


Abb. 1.5 Übersicht über die großen Körperhöhlen und -räume [L190]

kopfwärts keine scharfe Grenze zur Halsregion existiert. Innerhalb der Brusthöhle werden wieder drei Teilräume unterschieden:

- Die beiden **Pleurahöhlen**, welche die beiden Lungenflügel umschließen. Sie werden durch das Lungen- bzw. Rippenfell abgeschlossen.
- Das **Mediastinum** (Mittelfellraum) liegt zwischen den beiden Pleurahöhlen und umfasst die übrigen Organe und Verbindungswege. Hierzu gehören das Herz und die Thymusdrüse als eigenständige Organe sowie Speiseröhre, Luftröhre, Bronchien und die herznahen großen Blut- und Lymphgefäße als Verbindungswege.

### 1.4.3 Bauch-Becken-Raum

Der **Bauch-Becken-Raum** wird von der äußeren Bauchmuskulatur, der Lendenwirbelsäule, dem knöchernen Beckenring sowie nach oben vom Unterrand des Zwerchfells begrenzt. Im Bauchraum trennt eine dünne Membran, das Bauchfell oder **Peritoneum**, die **Peritonealhöhle** ab. Dadurch ist der Bauch-Becken-Raum ebenfalls in drei Teilräume unterteilt, die äußerlich nur schwer abgrenzbar sind:

- In die Peritonealhöhle eingelassen (**intraperitoneal**) liegen Magen, Milz, Leber, Gallenblase, Dünndarm, Eierstöcke und Teile des Dickdarms.
- Hinter der Peritonealhöhle (**retroperitoneal**) liegen Nieren, Nebennieren, Bauchspeicheldrüse und Teile des Dickdarms.
- Obwohl keine scharfe Grenze zum Retroperitonealraum besteht, wird aus praktischen Gründen der Raum unterhalb des Peritoneums (präziser: unterhalb einer Linea terminalis genannten Kante im knöchernen Beckenring, Details → Kap. 6.10.1) bis hin zum Beckenboden als **kleines Becken** oder auch nur kurz Becken bezeichnet. In ihm liegen Blase, Mastdarm und die Mehrzahl der Geschlechtsorgane.

## 1.5 Inneres Milieu – Grundbedingung zur Aufrechterhaltung des Lebens

### 1.5.1 Inneres Milieu

Wie schon erläutert, setzt sich der menschliche Körper aus vielen Organsystemen zusammen, von denen jedes wieder aus Milliarden von

Zellen besteht. Diese Zellen brauchen stabile Umgebungsbedingungen, um effektiv arbeiten und ihren Beitrag zum Überleben des Gesamtorganismus leisten zu können.

Die Gesamtheit dieser für das Funktionieren der Zellen erforderlichen konstanten Umgebungsbedingungen wird als **inneres Milieu** bezeichnet. Kann der Körper sein inneres Milieu konstant halten, befindet er sich in einem Zustand des Gleichgewichts, der **Homöostase** genannt wird. Die Homöostase ist eine wichtige Voraussetzung dafür, dass der gesamte Organismus überhaupt auf Dauer existieren kann.

### 1.5.2 Entscheidend: Extrazellulärflüssigkeit

Für diese Konstanz des inneren Milieus ist zunächst einmal die richtige Zusammensetzung der **Extrazellulärflüssigkeit** (also der Flüssigkeit zwischen den Zellen, auch in den Blutgefäßen, → Abb. 3.13) von Bedeutung. Hierbei haben speziell die Salze der Elemente Natrium, Chlor, Kalium und Kalzium ihre besonderen Aufgaben innerhalb der Homöostase.

Fast genauso wichtig sind eine optimale **Körperkerntemperatur** (ca. 37°C), ein optimaler **pH-Wert** („Säurewert“ des Blutes, → Kap. 2.5.3) und eine ausreichende, aber auch nicht zu hohe Konzentration der gelösten Gase Sauerstoff und Kohlendioxid.

### 1.5.3 Lebensgefahr bei Störungen des inneren Milieus

Jede größere Abweichung im inneren Milieu beeinträchtigt sofort die Lebensfähigkeit des Gesamtorganismus. So drohen durch Sauerstoffmangel, pH-Wertabweichungen oder abweichende Salzkonzentrationen rasch ausgeprägte Gewebeschäden. Diese Abweichungen sind meistens Folge von schweren Erkrankungen wie z.B. einer Bauchwassersucht (Aszites) bei Herzversagen oder von starken äußeren Einwirkungen wie z.B. einer unfallbedingten Verletzung mit schwerem Blutverlust.

Wird das innere Milieu nicht innerhalb kurzer Zeit durch intensivmedizinische Behandlung wieder ins Lot gebracht, führt dies zum Tod des Gesamtorganismus.

## 1.6 Regulations- und Anpassungsvorgänge

Nicht nur Krankheiten und Unfälle bedrohen die Konstanz des inneren Milieus. Auch im „Normalbetrieb“ sind die Umgebungsbedingungen des Organismus Mensch alles andere als gleichbleibend. Man denke nur an trockene Kälte oder schwüle Hitze, Windstille oder Sturmböen, Meeresklima oder Hochgebirgsluft. Auch opulente Mahlzeiten oder Hungern, „Trinkstöße“ im Bierzelt oder Dursten, körperliche Ruhe oder anstrengender Sport drohen ständig, das innere Milieu durcheinanderzubringen. Ebenso bedürfen die komplexen Lebensvorgänge unseres Organismus (z.B. im Rahmen der Fortpflanzung) einer genauen Abstimmung.

### MERKE

#### Konstanthaltung des inneren Milieus

Die Konstanthaltung des inneren Milieus im menschlichen Organismus ist keine Selbstverständlichkeit, sondern eine Leistung. Der Körper muss sich dauernd auf neue Umgebungsbedingungen und Situationen einstellen; anders ausgedrückt: Es finden in jeder Sekunde tausendfach Regulationsvorgänge im Körper statt.

### 1.6.1 Prinzipien der Regulation

Alle Regulationsvorgänge in unserem Körper folgen einem einheitlichen Prinzip, dem des **Regelkreises**.

#### Regelkreis

Regelkreise existieren aber nicht nur in hochentwickelten Organismen, sondern auch in der Technik, etwa zur Regulation einer Heizungsanlage. Immer haben solche Regelkreise dieselben **Grundelemente**, die auf bestimmte Art zusammenarbeiten:

Die Größe, die konstant gehalten werden soll (etwa der Blutdruck), heißt **Regelgröße**. **Messfühler** (Rezeptoren) im Körper registrieren ständig den aktuellen **Istwert** dieser Größe (z. B. 90/50 mmHg; sprich: „90 zu 50“; → Abb. 13.24) und melden ihn an den **Regler** (meist ein bestimmtes Gehirngebiet) weiter, der den Istwert mit einem vorgegebenen **Sollwert** (z. B. 120/80 mmHg) vergleicht. Bei deutlichen Regelabweichungen, verursacht durch **Störgrößen** (z. B. einen Blutverlust), werden **Stellglieder** aktiviert, die den Istwert durch geeignete Korrekturmaßnahmen dem Sollwert annähern. Beispielsweise ziehen sich bei einem zu niedrigen Blutdruck die Arteriolen (kleine Blutgefäße, → Kap. 13.1.3) zusammen, damit der Blutdruck wieder steigt. Die Veränderungen des Istwertes (hier der Blutdruckanstieg) werden an den Regler zurückgemeldet, der daraufhin die Aktivierung der Stellglieder zurücknimmt (**negative Rückkopplung** = negatives Feedback).

Dieses ganze, in sich geschlossene (gewissermaßen kreisförmige) und sich selbst regulierende System wird als **Regelkreis** bezeichnet (→ Abb. 1.6).

#### Komplexität physiologischer Regelkreise

Ganz so einfach, wie oben dargestellt, sind die Verhältnisse im menschlichen Körper allerdings nicht:

- Die meisten Regelkreise in unserem Organismus arbeiten nicht nur mit einem, sondern mit mehreren Stellgliedern. Beispielsweise sind nicht nur die Arteriolen, sondern ist auch das Herz ein Stellglied der Blutdruckregulation (bei einem Blutdruckabfall etwa beginnt das Herz schneller zu schlagen).

- Auch der Sollwert ist nicht immer konstant. Beim Fieber etwa ist der Sollwert der Körpertemperatur zu höheren Werten verschoben (→ Kap. 1.6.4).
- Die Regelkreise unseres Körpers sind eng miteinander vernetzt: Der Blutdruck ist Sollwert des Regelkreises „Blutdruckregulation“, gleichzeitig aber auch eines von mehreren Stellgliedern des Regelkreises „Sauerstoffversorgung der Gewebe“.

Praktisch alle Organ- und Funktionssysteme unseres Körpers unterliegen einer teils sehr komplizierten körpereigenen Regulation, wobei in der Regel mehrere Stellglieder, oft sogar auch mehrere Regelkreise ineinandergreifen.

#### Krankheit als Versagen des Regelkreises

Viele Erkrankungen können (auch) als Versagen des betreffenden Regelkreises verstanden werden: Beispielsweise bricht bei einem Hitzschlag (→ Kap. 1.7.2) die Temperaturregulation zusammen; die körpereigenen Mechanismen vermögen den Körper nicht ausreichend zu kühlen. Der Bluthochdruck (→ Kap. 13.4.1) kann als krankhaft erhöhter Sollwert der Blutdruckregulation gedeutet werden.

### 1.6.2 Temperaturregulation

Der Mensch gehört zu den **homoiothermen** (gleichwarmen) **Lebewesen**, d. h. seine Körpertemperatur ist im Wesentlichen unabhängig von der Umgebungstemperatur. Dies bietet im Vergleich zu den **poikilothermen** (wechselwarmen) **Lebewesen** zahlreiche Vorteile, insbesondere die Möglichkeit gleichbleibend hoher Aktivität trotz unterschiedlicher Umgebungstemperaturen.

#### Konstante Temperatur im Körperkern

Die inneren Organe (etwa Leber, Milz, Nieren, Herz, Rückenmark und Gehirn) brauchen eine konstante Temperatur des Körperinneren für ihre Stoffwechselleistung: Bei Temperaturen unter 35°C funktionieren viele lebenswichtige, durch Enzyme (→ Kap. 2.7) beschleunigte Stoffwechselreaktionen kaum noch; bei Temperaturen über 41,5°C werden die Enzymeiweiße zerstört (denaturiert). Die **Körperkerntemperatur** beträgt beim Gesunden ca. 37°C.

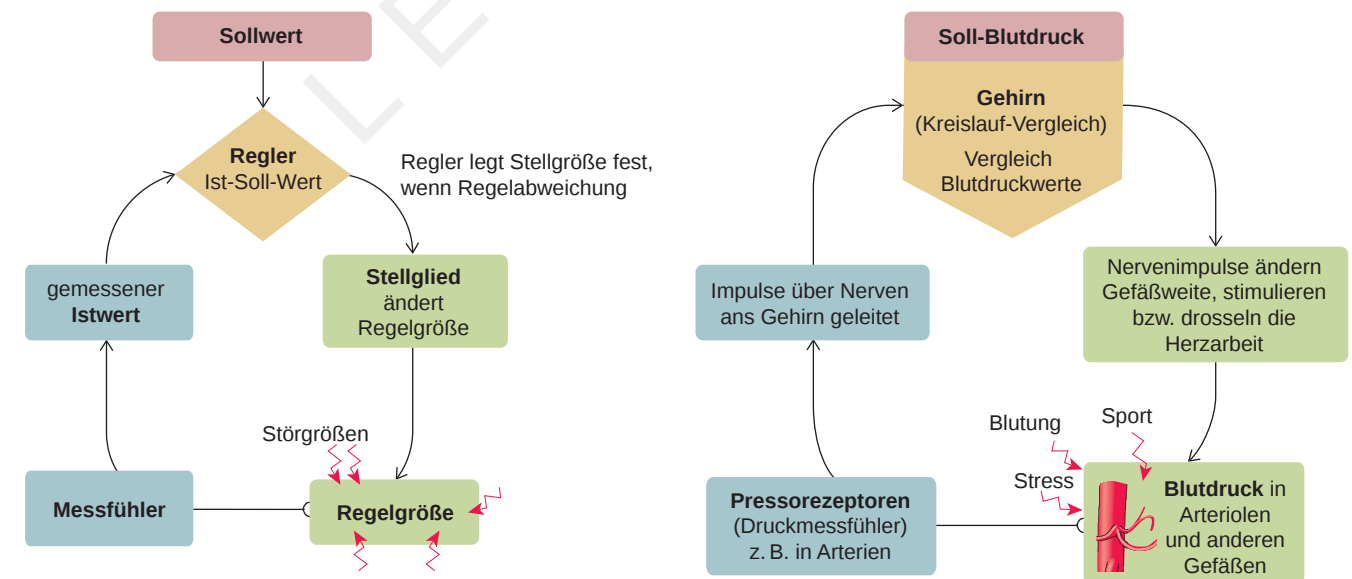


Abb. 1.6 Allgemeiner Regelkreis mit negativer Rückkopplung (links) sowie Regelkreis am Beispiel der Blutdruckregulation (rechts) [L190]

Den Körperkern umgibt die **Körperschale**. Hierzu zählen vor allem die Haut und die Extremitäten, die deutlich mehr als der Körperkern an den Schwankungen der Umgebungstemperatur teilnehmen (→ Abb. 1.7): Bei einer Raumtemperatur von 20 °C und einer Körperkerntemperatur von 37 °C weisen Füße und Hände im Durchschnitt Werte von nur 28 °C auf. An heißen Tagen oder beim Schwitzen können sie sich aber auch über die Körperkerntemperatur hinaus erwärmen.

### Steuerung der Temperatur

Die Konstanzhaltung der Körpertemperatur erfordert eine genaue **Temperaturregulation** (Thermoregulation): Nur wenn Wärmeproduktion und Wärmeaufnahme einerseits und Wärmeabgabe andererseits im Gleichgewicht miteinander stehen, bleibt die Körpertemperatur gleich.

### Wärmeproduktion und Wärmeaufnahme

Körperwärme wird vor allem durch den Stoffwechsel innerer Organe, durch willkürliche Muskelbewegung (körperliche Anstrengung) oder unwillkürliche Muskularbeit (Kältezittern) produziert. Die zitterfreie Wärmebildung im braunen Fettgewebe, einem besonderen Typ des Fettgewebes, spielt nur bei Säuglingen eine Rolle.

Befinden sich warme Strahler (z. B. Infrarotstrahler, Sonne) in der Umgebung und/oder ist die Umgebungstemperatur sehr hoch, nimmt der Körper zusätzlich Wärme aus der Umgebung auf.

### Wärmeabgabe

Physikalisch betrachtet, kommen bei der Wärmeabgabe vier Mechanismen des Wärmetransports zum Tragen:

- **Konvektion** (Wärmeströmung, Wärmetransport durch ein bewegtes Medium), z. B. der Wärmeabtransport durch die bewegte Luft an der Hautoberfläche.
- **Konduktion** (Wärmeleitung, Wärmetransport durch ruhende Stoffe): Die verschiedenen Körpergewebe tauschen so Wärme aus.
- **Wärmestrahlung** (elektromagnetische Strahlung): Ähnlich wie ein Heizungsradior gibt der Körper Wärme als Wärmestrahlung ab.

- **Wärmeabgabe durch Verdunstung:** Über die Verdunstung von Schweiß kann der Körper eine beträchtliche Wärmemenge abgeben.

### Regelkreis der Temperaturregulation

Temperaturrempfindliche Messfühler, die **Thermorezeptoren**, messen ununterbrochen die Temperatur (= Regelgröße) im Körperkern, in der Haut und im Rückenmark. Es lassen sich dabei Rezeptoren für „warm“ und „kalt“ unterscheiden. Die Thermorezeptoren melden ihre Werte über die Nervenbahnen an das **thermoregulatorische Zentrum** im Hypothalamus (= Regler). Stimmt der Istwert nicht mit dem Sollwert überein, so erfolgt über Muskulatur, Hautdurchblutung, Schweißbildung und Verhaltensmodifikationen (z. B. Anpassung der Bekleidung) als Stellglieder eine weitestmögliche Annäherung an den Sollwert (→ Abb. 1.8).

### Akklimatisierung

Bei der Wochen bis Jahre dauernden Anpassung an länger dauernde Wärme oder Kälte spricht man von **thermischer Akklimatisierung** oder Adaptation:

- Bei der Wärmeanpassung steigert der Körper die Schweißmenge. Gleichzeitig setzt er die Salzkonzentration des Schweißes herab. Dadurch erreicht er eine beschleunigte Verdunstung des Schweißes und vermeidet Salzverluste. Zusätzlich verspürt der Betroffene größeren Durst und trinkt regelmäßig mehr.
- Die Anpassungsfähigkeit an Kälte ist geringer und in ihren Einzelheiten noch ungeklärt. Am wichtigsten ist hier sicher sinnvolles Verhalten (z. B. warme Kleidung, ausreichende Heizung).

## 1.6.3 Organismus bei körperlicher Arbeit

Bei schwerer Muskelarbeit muss bis zu 500-mal mehr Sauerstoff zur Muskulatur transportiert werden als in körperlicher Ruhe. Gleichzeitig müssen auch die vermehrt anfallenden Stoffwechselprodukte Kohlendioxid und Milchsäure (**Laktat**) abtransportiert werden. Beides erfordert eine verstärkte Organdurchblutung der Muskulatur sowie entsprechende Anpassungsvorgänge von Herz-Kreislauf-System und Atmung (→ Abb. 1.9).

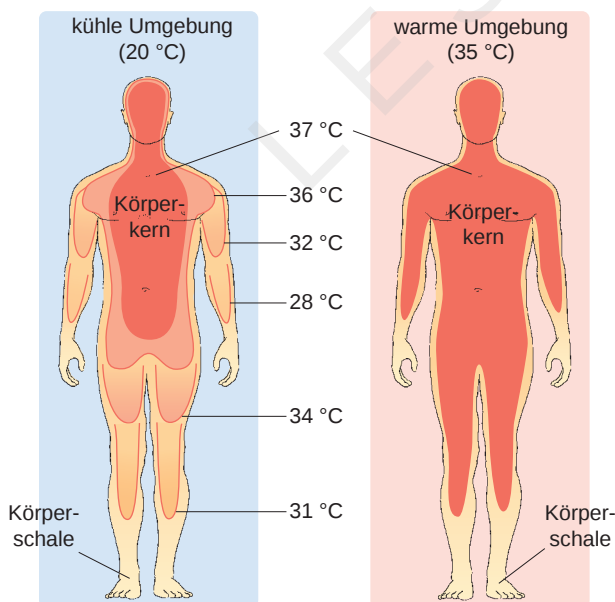
### Vasodilatation der kleinsten Gefäße

Die stark vermehrte Durchblutung der Muskulatur wird durch eine Weitstellung der Muskelgefäße erreicht. Auslöser für diese Weitstellung (**Vasodilatation**) sind die in die kleinsten Blutgefäße zurückfließenden Stoffwechselprodukte des anaeroben (= ohne Sauerstoff ablaufenden) Energiestoffwechsels (insbesondere Laktat), die in den ersten Minuten körperlicher Arbeit in großer Menge anfallen. Zusätzlich wirkt der fallende Sauerstoffpartialdruck gefäßerweiternd.

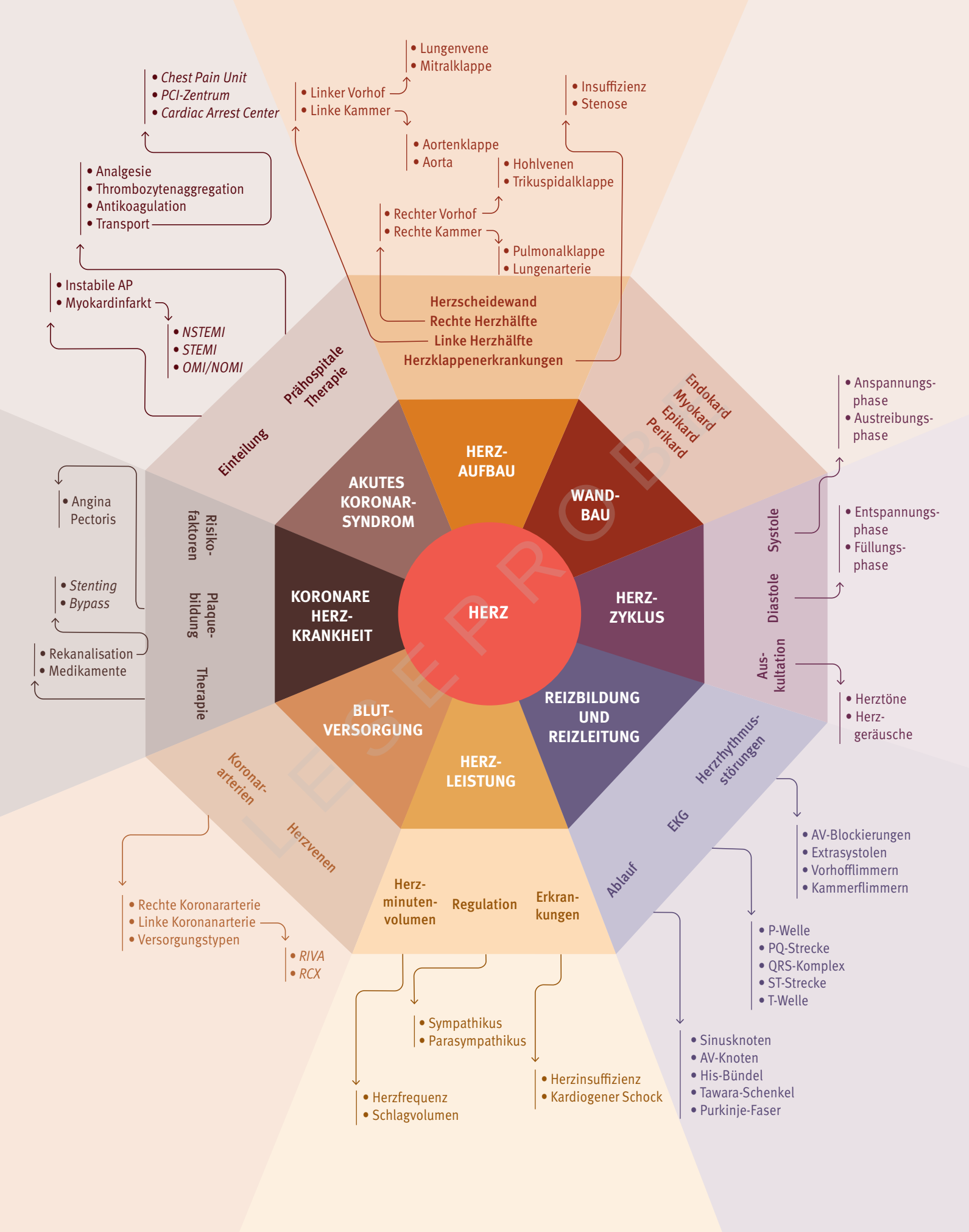
Allerdings wird bei reiner Haltearbeit (z. B. Hakenhalten in Operationssaal) die vermehrte Durchblutung z. T. dadurch behindert, dass der ununterbrochen angespannte Muskel seine eigenen Gefäße abdrückt; er ermüdet daher bei **statischer Haltearbeit** besonders schnell. Günstiger dagegen sind **rhythmisch-dynamische Arbeiten**, bei denen Kontraktion und Erschlaffung einander abwechseln, wie es z. B. beim Gehen oder Ballspielen geschieht.

### Steigerung der Herzarbeit

Durch den enormen Blutbedarf der Muskulatur muss die **Herzarbeit** um ein Vielfaches ansteigen. Erreicht wird dies sowohl durch eine erhöhte Herzfrequenz, die von 70 Schlägen in Ruhe auf bis



**Abb. 1.7** Zonen gleicher Temperatur eines Erwachsenen in warmer und kalter Umgebung [L190]



# 12

## HERZ

Stephan Dönitz

|               |                                           |     |               |                                              |     |
|---------------|-------------------------------------------|-----|---------------|----------------------------------------------|-----|
| <b>12.1</b>   | <b>EINFÜHRUNG</b>                         | 321 | <b>12.4.3</b> | Ventilebenenmechanismus                      | 333 |
| <b>12.1.1</b> | Zwei Herzhälften für zwei Kreisläufe      | 321 | <b>12.4.4</b> | Druckverhältnisse während des Herzzyklus     | 333 |
| <b>12.1.2</b> | Lage, Größe und Gewicht des Herzens       | 321 | <b>12.4.5</b> | Herztöne und Herzgeräusche                   | 333 |
| <b>12.1.3</b> | Herzspitze und Herzspitzenstoß            | 321 |               |                                              |     |
| <b>12.2</b>   | <b>VORHÖFE, KAMMERN UND KLAPPENSYSTEM</b> | 321 | <b>12.5</b>   | <b>ERREGUNGSBILDUNG UND ERREGUNGSLEITUNG</b> | 334 |
| <b>12.2.1</b> | Vier Innenräume                           | 321 | <b>12.5.1</b> | Ruhe- und Aktionspotenzial am Herzen         | 335 |
| <b>12.2.2</b> | Herzklappen                               | 322 | <b>12.5.2</b> | Physiologischer Erregungsablauf              | 335 |
| <b>12.2.3</b> | Klappenebene                              | 324 | <b>12.5.3</b> | Elektrokardiogramm (EKG)                     | 338 |
| <b>12.2.4</b> | Rechter Vorhof                            | 325 | <b>12.5.4</b> | AV-Blockierungen                             | 340 |
| <b>12.2.5</b> | Rechte Kammer                             | 325 | <b>12.5.5</b> | Extrasystolen                                | 342 |
| <b>12.2.6</b> | Linker Vorhof                             | 326 | <b>12.5.6</b> | Vorhofflimmern                               | 342 |
| <b>12.2.7</b> | Linke Kammer                              | 326 | <b>12.5.7</b> | Kammertachykardie und -flimmern              | 343 |
| <b>12.2.8</b> | Herzklappenerkrankungen                   | 326 |               |                                              |     |
| <b>12.3</b>   | <b>AUFBAU DER HERZWAND</b>                | 328 | <b>12.6</b>   | <b>HERZLEISTUNG UND IHRE REGULATION</b>      | 345 |
| <b>12.3.1</b> | Echokardiografie                          | 328 | <b>12.6.1</b> | Herzeitvolumen                               | 345 |
| <b>12.3.2</b> | Endokard                                  | 329 | <b>12.6.2</b> | Einflussfaktoren auf die Herzleistung        | 345 |
| <b>12.3.3</b> | Myokard                                   | 329 | <b>12.6.3</b> | Regulation der Herzleistung                  | 345 |
| <b>12.3.4</b> | Herzbeutel                                | 330 | <b>12.6.4</b> | Herzinsuffizienz                             | 347 |
|               |                                           |     | <b>12.6.5</b> | Kardiogener Schock                           | 350 |
| <b>12.4</b>   | <b>HERZZYKLUS</b>                         | 331 | <b>12.7</b>   | <b>BLUTVERSORGUNG DES HERZENS</b>            | 351 |
| <b>12.4.1</b> | Vorhofzyklus                              | 331 | <b>12.7.1</b> | Herzkranzgefäße                              | 351 |
| <b>12.4.2</b> | Kammerzyklus                              | 332 | <b>12.7.2</b> | Koronare Herzkrankheit                       | 353 |
|               |                                           |     | <b>12.7.3</b> | Chronisches Koronarsyndrom                   | 354 |
|               |                                           |     | <b>12.7.4</b> | Akutes Koronarsyndrom                        | 355 |

## INHALTSÜBERSICHT

### Einführung

- Das Herz ist die zentrale Pumpe des Kreislaufs. Dieser Hohlmuskel treibt als Druck- und Saugpumpe die Transportvorgänge in allen Blutgefäßen an.
- Die Herzscheidewand teilt das Herz in funktionell in zwei hintereinander geschaltete Teile – beide arbeiten im gleichen Takt (synchron).
- Die rechte Herzhälfte hat die Aufgabe, das sauerstoffarme venöse Blut aufzunehmen und in die Lunge zu pumpen, wo es mit Sauerstoff angereichert wird. Die linke Herzhälfte nimmt das sauerstoffreiche Blut auf und pumpt es in den arteriellen Körperkreislauf.
- Das Herz sitzt zwischen den beiden Lungen im Mediastinum (Mittelfellraum) des Thorax.

### Vorhöfe, Kammern und Klappensystem

- Beide Herzhälften haben jeweils einen Vorhof (Atrium) und eine Kammer (Ventrikel).
- Funktionierende Herzklappen sorgen dafür, dass das Blut immer nur in Richtung des physiologisch vorgesehenen Blutflusses gepumpt wird.
- Die Klappen zwischen Vorhöfen und Kammern heißen Segelklappen.
- Die Klappen zwischen den Kammern und den großen Schlagadern werden Taschenklappen genannt.
- Eine Verengung einer Herzklappe wird als Stenose und eine „Schlussundichtigkeit“ als Insuffizienz bezeichnet.
- Die häufigsten klinisch relevanten Klappenerkrankungen betreffen die Mitralklappe und die Aortenklappe. Am rechten Herzen sind klinisch relevante, erworbene Klappenfehler relativ selten.

### Aufbau der Herzwand

- Die Herzwand lässt sich von innen nach außen in drei Schichten unterteilen: Endokard, Myokard und Epikard.

### Hämodynamik des gesunden Herzens

- In der Systole kommt es zur Kontraktion der Herzkammern.
- In der Diastole erschlafft die Herzmuskulatur.
- Die Kammersystole hat zwei Phasen: Anspannungsphase und Austreibungsphase (Auswurfphase).
- Die Kammerdiastole setzt sich ebenfalls aus zwei Phasen zusammen: Entspannungsphase (Erschlaffungsphase) und Füllungsphase.
- Herztöne entstehen durch Ventrikelanspannung und Klappenschluss.
- Herzgeräusche entstehen durch Turbulenzen im Blutstrom.

### Erregungsbildung und Erregungsleitung

- Durch die unterschiedlichen Elektrolytkonzentrationen in und um den Herzmuskel kommt es durch einen Ionenfluss zu Potentialdifferenzen an der Zellmembran.
- Die autonome Erregungsbildung des Herzens ist durch das vegetative Nervensystem und Elektrolytveränderungen beeinflussbar.
- Vom Sinusknoten gehen normalerweise alle Erregungen für die rhythmischen Kontraktionen des Herzens aus.
- Die Sinusknotenerregung gelangt über die Vorhofmuskulatur zum AV-Knoten.
- Er nimmt die Erregungen von der Vorhofmuskulatur auf und leitet sie zum His-Bündel.
- Das sehr kurze His-Bündel verläuft am Boden des rechten Vorhofs in Richtung Kammerscheidewand. Dort teilt es sich in den rechten und linken Kammerschenkel (Tawara-Schenkel).
- Die Tawara-Schenkel zweigen sich weiter auf. Der linke Schenkel unterteilt sich in einen links-anterioren und einen links-posterioren Faszikel.

- Die Endabzweigungen der Kammerschenkel werden Purkinje-Fasern genannt.

### Herzleistung und ihre Regulation

- Das Herzzeitvolumen ist die pro Zeiteinheit in die Aorta ausgeworfene Blutmenge. Wird das Herzzeitvolumen auf Minutenbasis bezogen, wird es auch als Herzminutenvolumen bezeichnet.
- Das Herz kann seine Leistung über drei verschiedene Mechanismen steigern:
  - Herzfrequenzsteigerung
  - Erhöhte systolische Entleerung bei Erhöhung der Kontraktilität
  - Einsatz des Frank-Starling-Mechanismus mit erhöhtem Füllungsdruck und vergrößertem Kammer- und Schlagvolumen
- Das vegetative Nervensystem wirkt mit seinen Anteilen Sympathikus und Parasympathikus ständig auf das Herz ein.
- Kann das Herz die zur Versorgung des Körpers erforderliche Pumpleistung nicht mehr erbringen, spricht man von einer Herzinsuffizienz.
- Die Stützen der pharmakologischen Herzinsuffizienztherapie sind:
  - Reduktion der Vorlast
  - Erhöhung des Schlagvolumens
  - Frequenzsenkung
  - Steigerung der Flüssigkeitsausscheidung
  - Steigerung der Kontraktilität
- Ein akutes Kreislaufversagen aufgrund einer kardialen Ursache, das mit einer Verminderung des Herzzeitvolumens und einer Reduktion des systolischen Blutdrucks einhergeht, wird als kardialer Schock bezeichnet.

### Blutversorgung des Herzens

- Der Sauerstoffbedarf des Herzens wird über eigene Gefäße gedeckt, die ausschließlich die Herzmuskulatur versorgen – die Herzkranzgefäße.
- Die rechte Koronararterie versorgt bei den meisten Menschen den rechten Vorhof, die rechte Kammer, die Herzhinterwand und einen kleinen Teil der Kammerscheidewand mit Blut. Die linke Koronararterie teilt sich nach dem gemeinsamen Hauptstamm in zwei starke Äste, den Ramus circumflexus und den Ramus interventricularis anterior, und versorgt den linken Vorhof, die linke Kammer und einen Großteil der Kammerscheidewand.
- Bei einigen Menschen weicht die Anatomie der Herzkranzgefäße davon ab. Es gibt zwei Varianten, den koronaren Linksversorgungstyp und den koronaren Rechtsversorgungstyp.

### Koronare Herzkrankheit

- Verengungen der Koronararterien (Koronarstenosen) entstehen durch fortschreitende Ablagerungen in den Innenwänden der Herzkranzgefäße.
- Wichtigste Risikofaktoren für eine koronare Herzkrankheit sind Rauchen, Bluthochdruck, Diabetes mellitus, Blutfettstoffwechselstörungen und eine familiäre/genetische Disposition.
- Die koronare Herzkrankheit wird grundsätzlich unterschieden in
  - chronisches Koronarsyndrom
  - akutes Koronarsyndrom
- Schmerzen, Druckgefühl oder Enge im Brustkorb werden als Angina pectoris bezeichnet.
- Unter dem Begriff akutes Koronarsyndrom werden die instabile Angina pectoris, der Myokardinfarkt ohne ST-Strecken-Hebung und der ST-Strecken-Hebungsinfarkt zusammengefasst.
- Das Konzept des Occlusion Myocardial Infarction berücksichtigt, dass akute Koronararterienverschlüsse vorliegen können, obwohl keine ST-Strecken-Hebung im 12-Kanal-EKG vorhanden ist.

## 12.1 Einführung

Das **Herz** (Cor, früher Cardia) ist die zentrale Pumpe des Kreislaufs. Dieser Hohlmuskel treibt als **Druck- und Saugpumpe** die Transportvorgänge in allen Blutgefäßen an. Herz und Blutgefäße bilden zusammen das Herz-Kreislauf-System oder das **kardiovaskuläre System**, das den ganzen Körper mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt und Stoffwechselendprodukte und Kohlendioxid wieder abtransportiert. Da das Blut auch Hormone und Gerinnungsfaktoren transportiert, kommen dem Blutkreislauf auch Aufgaben bei der hormonellen Steuerung unterschiedlicher Körperfunktionen zu, bei der Blutstillung und der Thermoregulation.

Daneben produziert auch das Herzgewebe selbst Hormone, die an der Volumen- und Druckregulation des Kreislaufs beteiligt sind.

### MERKE

#### Herz-Kreislauf-System

Anatomisch gesehen besteht das Herz-Kreislauf-System aus zwei Teilen:

- **Herz** (Pumpfunktion)
- **Blutgefäße** (Transportfunktion). Die Gefäße werden abhängig von der **Fließrichtung** (aufs Herz bezogen) und unabhängig vom Sauerstoffgehalt des Blutes unterschieden in
  - **Arterien** (vom Herzen wegführende Gefäße)
  - **Venen** (zum Herzen hinführende Gefäße)

### 12.1.1 Zwei Herzhälften für zwei Kreisläufe

Die **Herzscheidewand** (Septum cardiale) teilt das Herz funktionell in zwei hintereinander geschaltete Teile – beide arbeiten im gleichen Takt (synchron).

Die **rechte Herzhälfte** nimmt das sauerstoffarme Blut aus den Körperven auf und pumpt es in den **Lungenkreislauf** (kleinen Kreislauf, **pulmonalen Kreislauf**, → Abb. 12.1), wo es mit Sauerstoff angereichert wird. In diesem Bereich strömt das Blut mit einem relativ geringen mittleren Druck von etwa 15 mmHg durch die Lunge.

Die **linke Herzhälfte** bezieht das Blut aus den Lungen und presst es in die **Aorta** (Haupt-, große Körperschlagader) und so zurück in den **Körperkreislauf** (großen Kreislauf, → Abb. 12.1). In diesen großen oder **systemischen** Kreislauf wird das Blut mit einem deutlich höheren mittleren Druck von etwa 85 mmHg hineingepumpt.

Das rechte und linke Herz bilden demnach unterschiedliche Teilstrecken desselben Kreislaufs.

### 12.1.2 Lage, Größe und Gewicht des Herzens

Das Herz sitzt im **Thorax** (Brustkorb) in dem als **Mediastinum** (Mittelfellraum) bezeichneten Raum zwischen den beiden Lungen (→ Abb. 12.2). Zwei Drittel des Herzens befinden sich in der linken, ein Drittel in der rechten Brustkorbhälfte. Hinten grenzt das Herz an Speiseröhre und Aorta, vorn reicht es bis an die Hinterfläche des Brustbeins (**Sternum**) und unten sitzt es dem Zwerchfell (Diaphragma) auf. Dieser dem Zwerchfell aufliegende (diaphragmale) Abschnitt des Herzens, gebildet vor allem vom linken und nur zu einem kleinen Teil vom rechten Ventrikel, wird im klinischen Sprachgebrauch auch Hinterwand genannt (Hinterwandinfarkt → 12.7.4), was gelegentlich Verwirrung auslöst.

Die **Herzachse** verläuft diagonal: von rechts oben hinten nach links unten vorne. Sie nimmt zu allen Körperachsen einen Winkel von circa

45° ein. Das gesunde Herz ist am Ende der Füllungsphase etwa doppelt faustgroß und wiegt im Durchschnitt ca. 310 g beim Mann und ca. 225 g bei der Frau. Seine Form ähnelt einem schräg gestellten, abgestumpften Kegel. Die Länge beträgt 12–14 cm und die Breite ca. 8–9 cm. Herzgröße und -gewicht hängen aber sehr stark von der körperlichen Belastung und Erkrankungen ab, z. B. Herzmuskelerkrankungen wie der dilatativen Herzmuskelerkrankung (Kardiomyopathie), die zu einer derart ausgeprägten Vergrößerung des Herzmuskels führt, dass früher vom „Cor bovinum“ (Ochsenherz) gesprochen wurde.

### MERKE

Das Herz ist um seine **Längsachse gedreht**. Dadurch ist die rechte Herzhälfte mehr der vorderen Brustwand zugewandt und die linke Herzhälfte ist mehr zur linken Körperseite und nach hinten gerichtet.

### 12.1.3 Herzspitze und Herzspitzenstoß

Die Herzspitze (**Apex**, **Apex cordis**) liegt sehr nahe an der linken Brustwand. Sie wird hauptsächlich vom linken Ventrikel gebildet und weist nach unten, vorne und links. Jeder Herzschlag überträgt sich als Stoß auf die Brustwand. Dieser **Herzspitzenstoß** lässt sich in der Medioklavikularlinie zwischen der 5. und 6. Rippe (5. Interkostalraum, kurz ICR) von außen tasten (→ Abb. 12.2). Dies ist aber meist nur bei sehr schlanken Patienten möglich.

### IM FOKUS

#### Einführung

Das **Herz** ist ein Hohlmuskel und sorgt als **Druck- und Saugpumpe** für die Versorgung des ganzen Körpers mit Sauerstoff und Nährstoffen.

Die **Herzscheidewand** trennt die **rechte Herzhälfte** von der **linken Herzhälfte**.

Die Blutgefäße, die vom rechten Herzen durch die Lunge zum linken Herzen ziehen, bilden den **Lungenkreislauf**. Die Blutgefäße, die vom linken Herzen ausgehend durch den gesamten Körper bis zum rechten Herzen ziehen, bilden den **Körperkreislauf**.

Das Herz liegt **retrosternal** im **Mediastinum** des Brustkorbes. Hinten grenzt das Herz an Speiseröhre und Aorta. **Zwei Drittel** des Herzens befinden sich in der **linken**, ein **Drittel** in der **rechten Brustkorbhälfte**.

Die **Herzspitze** wird hauptsächlich vom linken Ventrikel gebildet und liegt sehr nahe an der linken Brustwand.

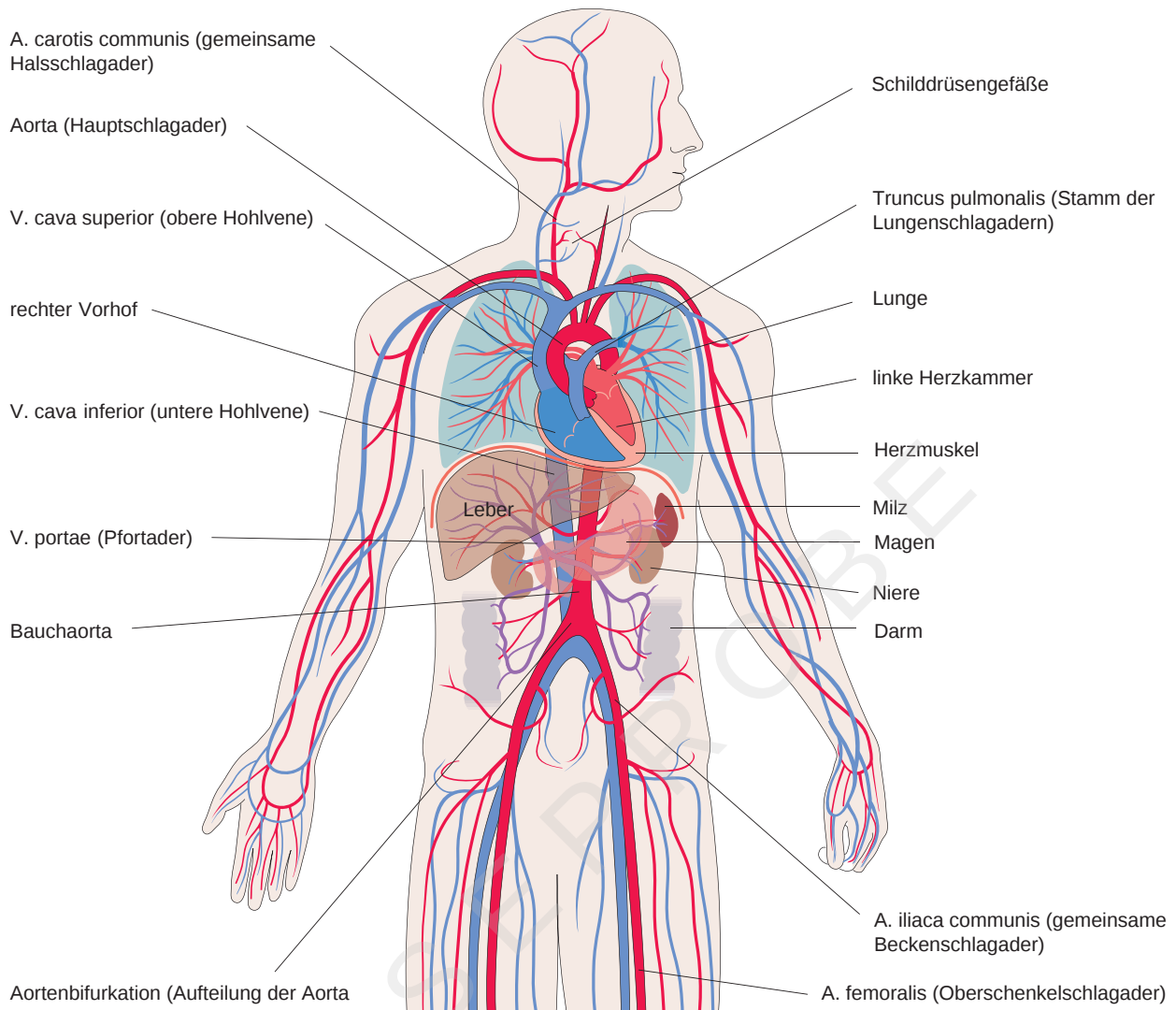
## 12.2 Vorhöfe, Kammern und Klappensystem

### 12.2.1 Vier Innenräume

Das Herz ist ein Hohlmuskel mit vier verschiedenen Innenräumen. Beide Herzhälften haben jeweils (→ Abb. 12.3):

- Einen kleinen, muskelschwachen **Vorhof** (Atrium), der das Blut aus dem Körper- oder Lungenkreislauf „einsammelt“
- Eine **Kammer** (Ventrikel), die das Blut aus dem Vorhof erhält und in den Körper- bzw. Lungenkreislauf pumpt.

Auch die **Herzscheidewand** (Septum cardiale) hat zwei Abschnitte: das **Vorhofseptum** (Septum interatriale) zwischen dem linken und rechten



**Abb. 12.1** Lungen- und Körperkreislauf (vereinfachte, nicht maßstabgetreue Übersicht). Die rote Farbe symbolisiert das sauerstoffreiche Blut, das aus den Lungen zum linken Herzen und von dort weiter in die Schlagadern (Arterien) des Körperkreislaufs fließt. Blau dargestellt ist das sauerstoffarme Blut, das über die Venen des Körperkreislaufs und das rechte Herz wieder die Lungen erreicht. Violett gezeichnet ist das Pfortadersystem (Details → Kap. 13.2.2).

**Merke:** Arterien sind vom Herzen wegführende Gefäße, Venen zum Herzen hinführende Gefäße. [L190]

Vorhof und das **Kammerseptum** (Septum interventriculare), dass die linke von der rechten Kammer trennt. Diese komplette Trennung der Herzhälften ist beim Fetus noch nicht vorhanden. Vor der Geburt besteht eine ovale Öffnung in der Vorhofscheidewand (Foramen ovale). Bei ca. 20 % aller Menschen ist noch ein „kleines Loch“ in der Fossa ovalis vorhanden, sodass von einem persistierenden Foramen ovale (PFO) gesprochen wird.

### Vorhof- und Ventrikelseptumdefekt

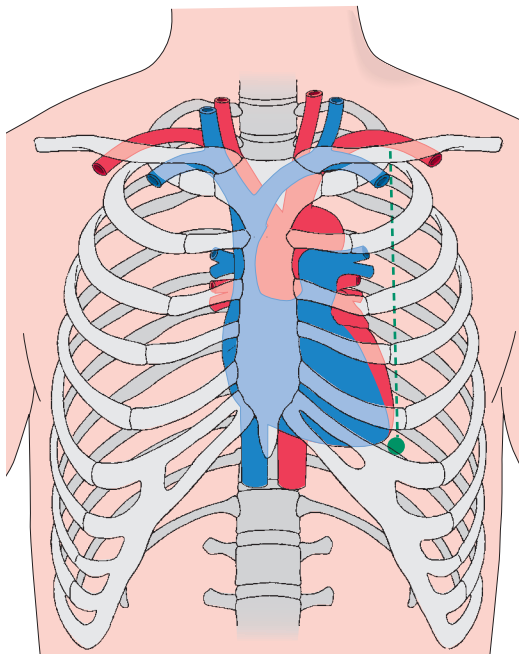
Bleibt das Foramen ovale nach der Geburt offen oder besteht an anderer Stelle ein Loch im Vorhofseptum, lässt der nach der Geburt höhere Druck im linken Vorhof einen Teil des Blutes durch diesen **Vorhofseptumdefekt** wieder zurück in den rechten Vorhof strömen. Ein solcher Kurzschluss heißt auch **Shunt**, in diesem Fall Links-Rechts-Shunt. Auch die Scheidewand zwischen den beiden Herzkammern kann defekt sein (**Ventrikelseptumdefekt**). Die Folge ist auch hier

ein Links-Rechts-Shunt. Vorhof- und Ventrikelseptumdefekte sind häufige angeborene Herzfehler und durch Operation oder Kathetereingriff (Occluder-Verschluss) relativ einfach zu korrigieren (→ Abb. 12.4, → Abb. 12.5).

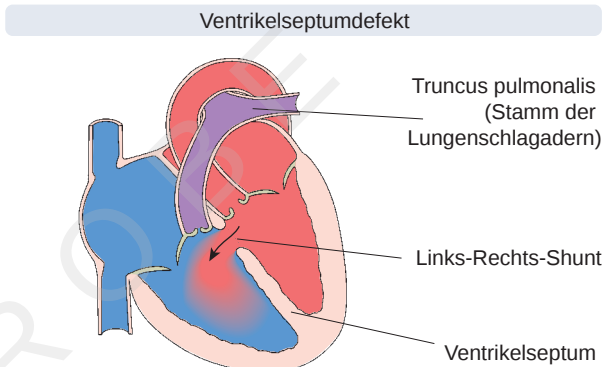
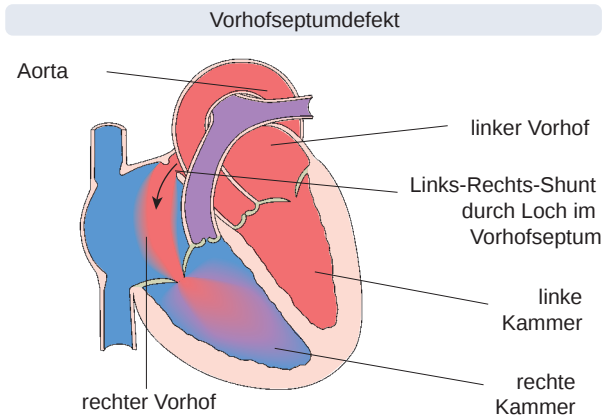
Die Mehrarbeit, die das Herz durch den Kurzschluss leisten muss, führt oft zur vorzeitigen **Herzinsuffizienz** (Herzschwäche). Die Sauerstoffversorgung des Körpers ist erst gefährdet, wenn es infolge von Veränderungen der Lungengefäße zu einer Druckerhöhung im rechten Herzen und damit zur Shunt-Umkehr, d. h. einem Rechts-Links-Shunt, kommt.

### 12.2.2 Herzklappen

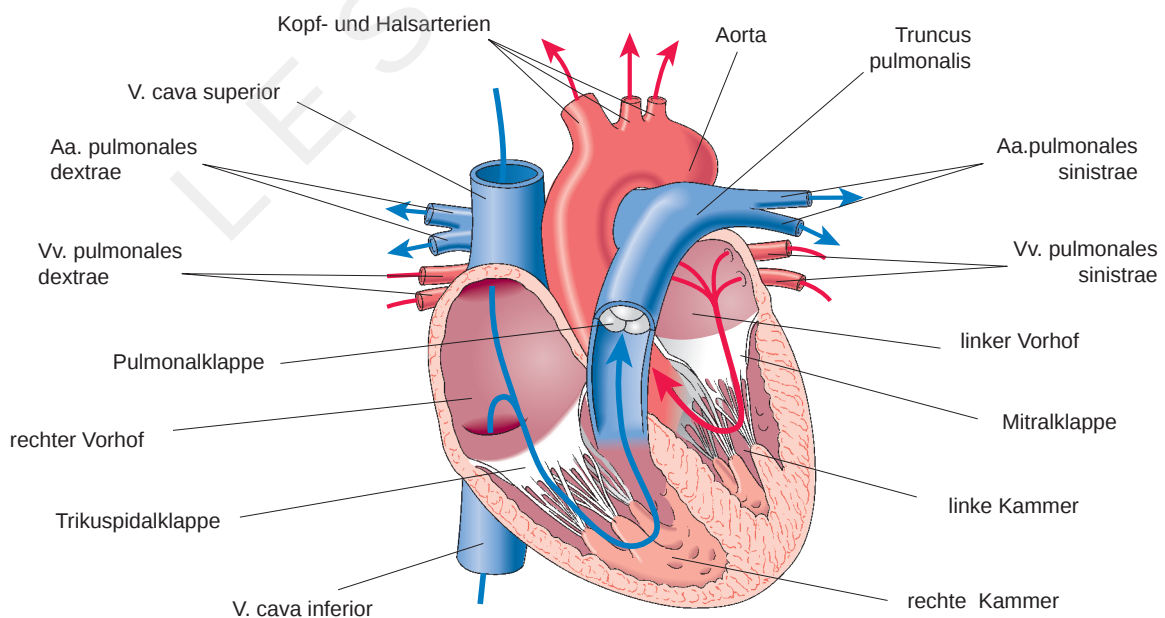
Die Herzkammern haben je einen Ein- und Ausgang. Die Eingänge führen von den Vorhöfen in die Kammern, die Ausgänge leiten das Blut in die größten Schlagadern des Körpers, die **Aorta** (große Körperschlagader, Hauptschlagader) und den **Truncus pulmonalis** (Stamm der



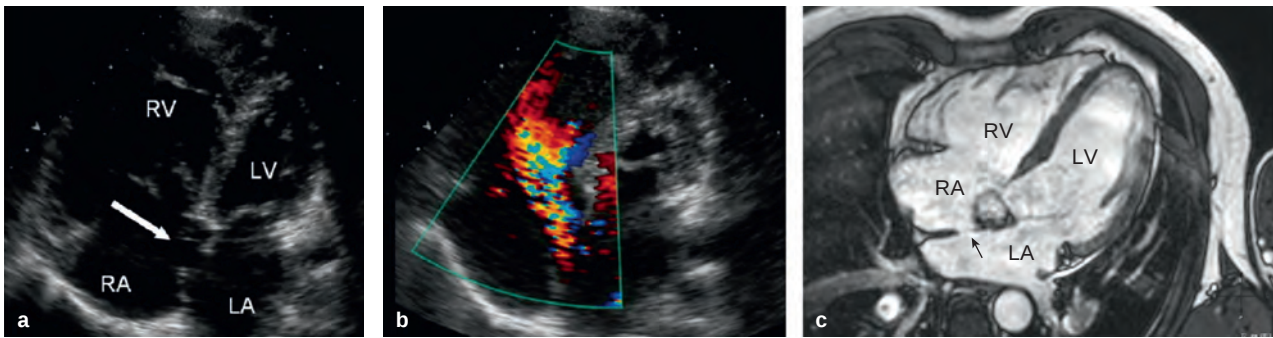
**Abb. 12.2** Lage des Herzens im Mediastinum. In der linken Medioklavikularlinie (gestrichelte Linie) lässt sich zwischen 5. und 6. Rippe (5. ICR, grüner Punkt) der Herzspitzenstoß tasten – meist ist dies aber nur bei sehr schlanken Patienten möglich (ICR = Intercostalraum, d. h. Zwischenrippenraum). [L190]



**Abb. 12.4** Vorhof- und Ventrikelseptumdefekt. Bei beiden Defekten fließt bereits mit Sauerstoff angereichertes („rotes“) Blut zurück ins rechte Herz. [L190]



**Abb. 12.3** Herz im Längsschnitt. Sauerstoffarmes Blut (blaue Pfeile) gelangt über die Hohlvenen, den rechten Vorhof und die rechte Kammer in die Lungenarterien. Sauerstoffreiches Blut (rote Pfeile) fließt aus den Lungenvenen und dem linken Vorhof in die linke Kammer. Vor dort wird es in die Aorta gedrückt. [L190]



**Abb. 12.5** Vorhofseptumdefekt. Der Anfangsverdacht ergab sich aufgrund einer Routine-Röntgenaufnahme des Thorax. Die 2-D-Echokardiografie zeigt den Defekt (a, Pfeil), die Farb-Doppler-Echokardiografie (b) den Shunt. Die Diagnose bestätigt sich in der Kernspintomografie (der Pfeil weist auf den Defekt). [G255]

Lungenschlagadern). An diesen vier Stellen sitzen die **Herzklappen**. Jede Klappe lässt sich vom Blutstrom nur in eine Richtung aufdrücken. Kommt der Druck von der anderen Seite, schlägt sie zu und versperrt den Weg. Eine funktionierende Herzklappe sorgt dafür, dass das Blut immer nur in Richtung des physiologisch vorgesehenen Blutflusses gepumpt wird.

### Mitral- und Trikuspidalklappe

Die Klappen zwischen Vorhöfen und Kammern bestehen aus dünnem Bindegewebe. Deshalb und aufgrund ihrer Form nennt man sie **Segelklappen** oder – wegen ihrer Lokalisation – **Atrioventrikularklappen** (Vorhof-Kammer-Klappen; AV-Klappen).

- Die linke Segelklappe hat zwei Segel (Cuspes) und wird als **Bikuspidalklappe** (lat. bi = zwei, cuspes = Spitze) bzw. Valva bicuspidalis bezeichnet. Mit etwas Phantasie sieht die Klappe aus wie eine Bischofsmütze (Mitra), weshalb auch die Bezeichnung **Mitralklappe** (Valva mitralis) gängig ist.
- Die rechte Segelklappe heißt **Trikuspidalklappe** (Valva tricuspidalis), weil sie drei Segel (lat. tri = drei) besitzt.

Feine Sehnenfäden verbinden die Segelzipfel mit den **Papillarmuskeln**, dickeren Muskelzapfen in den Herzkammern. Die Verankerung der Segel an den Papillarmuskeln verhindert, dass die Segel bei der Kammerkontraktion (Systole) in die Vorhöfe zurückschlagen.

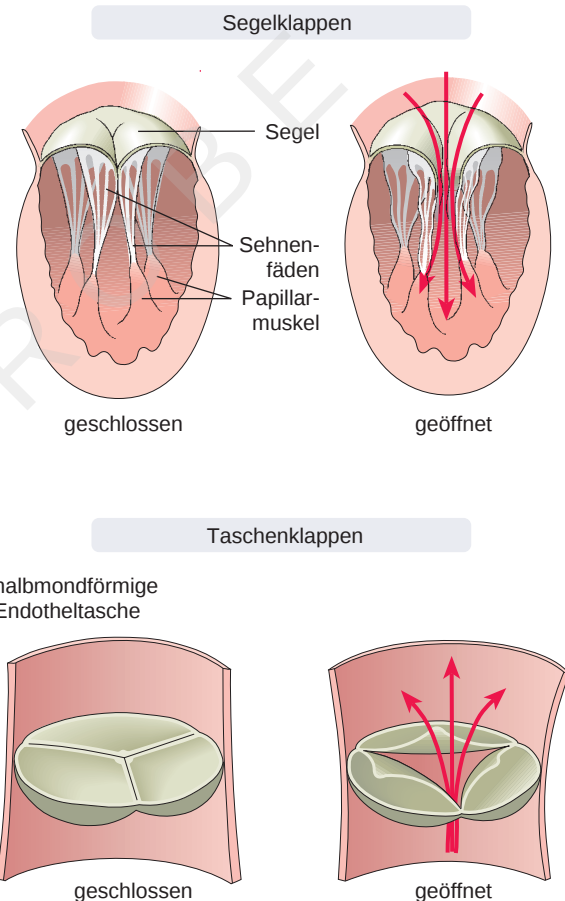
### Aorten- und Pulmonalklappe

Die Klappen zwischen den Kammern und den großen Schlagadern, **Taschenklappen** genannt, sind – wie die Segelklappen – Duplikaturen des Endokards und bestehen aus je drei taschenartigen Mulden. Sie liegen wie Schwalbennester an der Innenwand der Schlagadern. Die Taschenklappen sind so angelegt, dass sie nicht umschlagen können. Daher fehlen hier die Sehnenfäden und die Papillarmuskeln. Wird das Blut aus der Kammer ausgetrieben, so weichen die Taschen auseinander. Auf diese Weise wird die Klappe geöffnet. Nach beendeter Austreibung füllen sich die Taschen mit zurückströmendem Blut und schließen so dicht aneinanderliegend die Klappe (→ Abb. 12.6). Es kann kein Blut in die Kammer zurückfließen.

Die Taschenklappe zwischen linker Kammer und Aorta heißt **Aortenklappe**, die zwischen rechter Kammer und dem Hauptstamm der Pulmonalarterie (Truncus pulmonalis) **Pulmonalklappe**.

### 12.2.3 Klappenebene

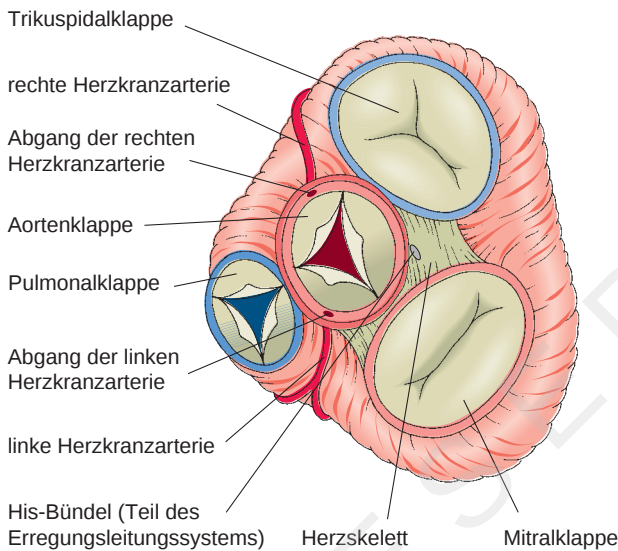
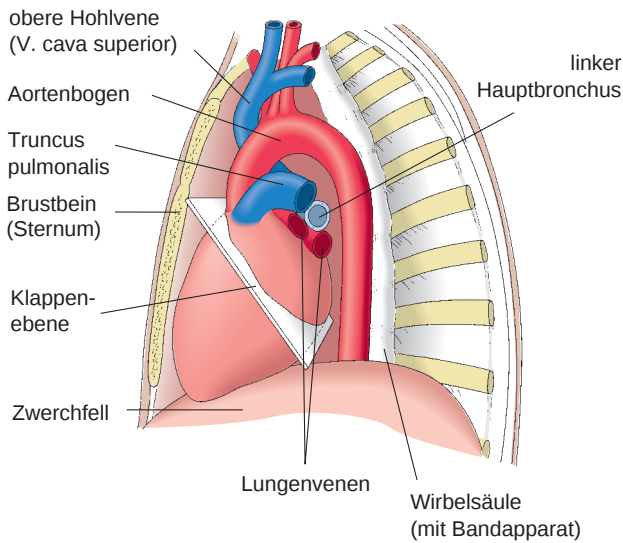
Alle vier Klappen sind an einem Bindegewebsgerüst aufgehängt, dem **Herzskelett** (Anulus fibrosus), das die Vorhöfe von den Kammern



**Abb. 12.6** Segel- und Taschenklappen im Vergleich. Die Segelklappen schließen sich durch den Kammerdruck. Die Sehnenfäden, die an den Papillarmuskeln der Kammer ansetzen, verhindern ein Zurückschlagen der Segel in die Vorhöfe. Die Taschenklappen besitzen eine Napfform mit knopfförmigen Bindegewebsverdickungen in der Mitte. Sie schließen sich, wenn der Blutdruck in den Arterien den Kammerdruck übersteigt. [L190]

trennt. Die Klappen bilden dort eine Ebene, die **Klappenebene** oder **Ventilebene** (→ Abb. 12.7). Die Trennung zwischen Vorhof und Kammer ist auch elektrisch vollzogen. Aufgrund des Anulus fibrosus gibt es zwischen Vorhof und Kammer nur die elektrische Verbindung über das spezifische Erregungsleitungssystem (AV-Knoten, His-Bündel).

## 12.2 VORHÖFE, KAMMERN UND KLAPPENSYSTEM



**Abb. 12.7** Klappen-ebene des Herzens. **Oben:** Lage der Klappen-ebene innerhalb des Herzens. **Unten:** Blick von oben auf die Klappen-ebene nach Abtrennung der Vorhöfe. Alle vier Klappen werden von einem Bindegewebsgerüst zusammengehalten, dem Herzskelett. Man erkennt den Abgang der Herzkranzarterien oberhalb der Aortenklappe aus der Aorta sowie das His-Bündel, das an dieser Stelle die Klappen-ebene durchstößt. [L190]

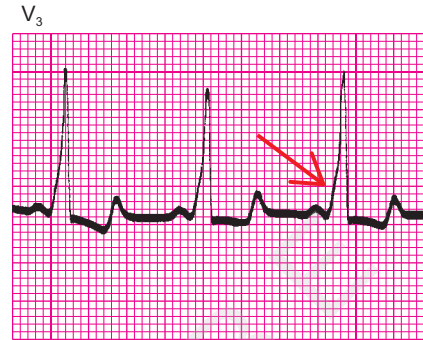
### KRANKHEIT/SYMPTOM

#### Wolff-Parkinson-White-(WPW-)Syndrom

Bei ca. einem von 1000 Neugeborenen kommt es im Rahmen der embryonalen Entwicklung zu einem „Auswachsen“ einer zusätzlichen (akzessorischen) Leitungsbahn vom Vorhof in die Kammer, d. h. einer weiteren elektrischen Verbindung außerhalb des AV-Knotens. Prinzipiell können diese Leitungsbahnen überall vom Vorhof in die Kammer ziehen, jedoch finden sie sich in ca. 40 % der Fälle im Bereich der freien Wand der linken Herzkammer. Leitet die Bahn vom Vorhof auf die Kammer über (antegrad leitende akzessorische Bahn), so zeigt sich im EKG eine charakteristische Delta-Welle. Normalerweise kann im QRS-Komplex nicht zwischen der Erregung der rechten und der linken Herzkammer unterschieden werden. Bei einer akzessorischen Leitungsbahn wird ein Teil der Kammer über den AV-Knoten (mit Verzögerung) und ein Teil über die

Leitungsbahn (ohne Verzögerung) erregt; dadurch werden praktisch die QRS-Komplexe von rechter und linker Kammer „verschoben“. Hierdurch entstehen die typischen EKG-Veränderungen (→ Abb. 12.8):

- Kurze PQ-Zeit ( $\leq 120$  ms)
- Breiter QRS-Komplex: meist  $> 120$  ms
- Delta-Welle: Deformation und eine kleine Kerbe im aufsteigenden Teil des QRS-Komplexes



**Abb. 12.8** Wolff-Parkinson-White-(WPW-)Muster in Ableitung  $V_3$ . Das EKG zeigt eine kurze PQ- bzw. PR-Zeit, einen breiten Kammerkomplex und die sog. Delta-Welle (Pfeil) sowie sekundäre ST- und T-Wellen-Veränderungen. [E292]

Falls ein Patient zusätzlich zu einer antegrad leitenden Bahn (Präexzitation) mit typischer Delta-Welle im EKG über tachykarde Herzrhythmusstörungen berichtet, so spricht man von einem **Wolff-Parkinson-White-(WPW-)Syndrom**; ohne Tachykardien wird es als **Präexzitationssyndrom** bezeichnet. In 20–30 % der Fälle kann die Bahn auch nur retrograd, d. h. von der Kammer in den Vorhof, leiten. Diese Leitungsbahn ist im Oberflächen-EKG nicht erkennbar. Therapie der Wahl ist die Katheterablation mit einem Verödungskatheter.

#### 12.2.4 Rechter Vorhof

Zwei große Venen führen sauerstoffarmes Blut zum **rechten Vorhof** (Atrium dextrum, → Abb. 12.9). Beide münden dort ohne Klappen:

- Die **obere Hohlvene** (V. cava superior) sammelt Blut aus der oberen Körperhälfte, also von Kopf, Hals, Armen und Brustwand.
- Die **untere Hohlvene** (V. cava inferior) transportiert das aus Beinen, Rumpf und Bauchorganen kommende Blut.

Auch das Blut, welches das Herz selbst verbraucht, fließt in den rechten Vorhof: Das venöse Blut der Herzkranzgefäße sammelt sich in einem größeren Gefäß, dem Koronarvenensinus (**Sinus coronarius**), an der Rückseite des Herzens und strömt von dort direkt in den rechten Vorhof.

Beide Vorhöfe besitzen von außen sichtbare Ausbuchtungen, die **Herzohren** (Auriculæ cordis). Sie entsprechen dem embryonalen Vorhof und füllen die Nischen zwischen dem Herzen und den großen Gefäßstämmen. In diesen Aussackungen können sich Blutgerinnsel (**Thromben**) bilden, die nach Ausschleusung aus dem Herzen zu folgenschweren Gefäßverstopfungen (**Embolien**) führen können, etwa der Hirnarterien mit der Folge eines Schlaganfalls. Bei Herzoperationen mit vorübergehendem Stillstand des Herzens werden die Herzohren deshalb oft chirurgisch verschlossen oder abgetrennt. Die Herzohren bilden das atriale natriuretische Peptid (ANP) zur Blutdruckregulation (→ Tab. 10.2).

#### 12.2.5 Rechte Kammer

Die **rechte Kammer** (rechter Ventrikel, Ventriculus dexter) hat in etwa die Form eines Halbmonds. In ihrem Innenraum fallen viele

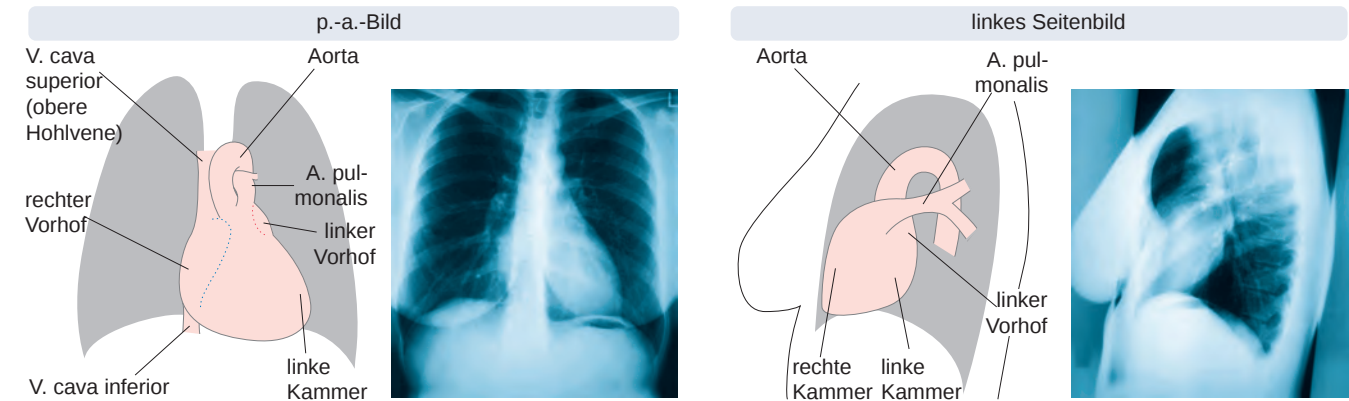


Abb. 12.9 Röntgenbild des Brustkorbs von vorn und von der Seite [Fotos: R514; Zeichnungen: L190]

vorspringende, dünne Muskelleisten (**Trabekel**) und drei dickere Muskelzapfen auf, die **Papillarmuskeln**. An diesen ist die Trikuspidalklappe über Sehnenfäden aufgehängt.

„Ausgang“ der rechten Kammer ist der Stamm der **Lungenschlagadern** (Truncus pulmonalis). Das Blut fließt dann in die **rechte** und **linke Lungenarterie** (A. pulmonalis dextra bzw. sinistra) und von dort in die beiden Lungen (→ Abb. 12.3). Dort, wo sich die rechte Kammer in den Truncus pulmonalis öffnet, befindet sich die **Pulmonalklappe**.

### 12.2.6 Linker Vorhof

Das sauerstoffreiche Blut aus den Lungen fließt über vier quer verlaufende **Lungenvenen** (Vv. pulmonales) in den **linken Vorhof** (Atrium sinistrum). Im Bereich des linken Vorhofs befindet sich das linke Vorhofohr. Die „Tür“ zwischen linkem Vorhof und linker Kammer bildet die **Mitralklappe**.

### 12.2.7 Linke Kammer

Die Muskulatur der **linken Kammer** (linker Ventrikel; Ventriculus sinister) ist die dickste und stärkste des gesamten Herzens – sie ist etwa dreimal so dick wie die Muskulatur der rechten Kammer. An der Innenfläche der linken Kammer sind wiederum Trabekel und (zwei) Papillarmuskeln zu erkennen, die über die Sehnenfäden mit dem vorderen (anterioren) und hinteren (posterioren) Segel der Mitralklappe verbunden sind.

Von der linken Kammer aus wird das Blut in die **Aorta** (Hauptschlagader, große Körperschlagader) gepumpt. Die **Aortenklappe** trennt die linke Kammer von der Aorta. Sie ist ähnlich aufgebaut wie die Pulmonalklappe und lässt das Blut nur von der Kammer in die Aorta, nicht aber zurück fließen.

### 12.2.8 Herzklappenerkrankungen

Herzklappen kommt eine **Ventilfunktion** zu. Sie sollen sich zum einen öffnen, um einen uneingeschränkten Blutfluss zu gewährleisten, zum anderen soll bei der geschlossenen Herzklappe ein unökonomisches Zurückfließen des Blutes in die falsche Richtung vermieden werden (Reflux mit Pendelblut). Jede dieser Funktionen kann gestört sein. Unterschieden wird zwischen:

- **Angeborenem** (kongenitem) oder **erworbenem Herzklappenfehler** (Vitium) (meist durch Entzündung des Myokards)
- **Stenose** (Verengung) oder **Insuffizienz** (unzureichende Schließung) der erkrankten Herzklappe

Die häufigsten klinisch relevanten Klappenerkrankungen betreffen die Mitralklappe und die Aortenklappe. Am rechten Herzen sind klinisch relevante, erworbene Klappenfehler relativ selten.

### Herzklappenstenose

Bei einer **Herzklappenstenose** öffnen sich die Klappensegel bzw. -taschen nicht weit genug. Durch die im Verhältnis zum Blutfluss zu geringe Klappenöffnungsfläche kommt es zu turbulentem, beschleunigtem Blutfluss, der von Fachleuten mittels Stethoskop als Herzgeräusch auskultiert werden kann. Stenosen führen zu einer Druckbelastung des Herzens. In der Folge verdickt das Myokard (**konzentrische Hypertrophie**) der vorgeschalteten Herzhöhle bei gleichbleibendem Volumen der Herzkammer.

Die konzentrische Hypertrophie kann die Situation eine Zeit lang normalisieren bzw. kompensieren. Sie erhöht jedoch auch den Sauerstoffverbrauch des Herzens.

### Aortenklappenstenose

Die **Aortenklappenstenose**, auch **Aortenstenose** genannt, ist die häufigste Herzklappenstenose im höheren Alter (→ Abb. 12.10). Sie liegt bei mehr als 4 % der über 75 Jahre alten Patienten vor. Ursache ist sehr häufig eine Arteriosklerose (Gefäßverkalkung; 80 % der Fälle). Lipidablagerungen, Entzündungsvorgänge und eine zunehmende „Verkalkung“ vermindern die Beweglichkeit der Klappe.

Hat in der Patientenvorgeschichte z.B. ein rheumatisches Fieber vorgelegen, spricht man von einer **post rheumatischen Aortenklappenstenose**. Im Anschluss an die Entzündung (**postinflammatorisch**) kommt es zu **fibrotischen** Klappenveränderungen, d.h. es kommt zur vermehrten Bindegewebsbildung. Zudem verschmelzen und verkalken bestimmte Klappenanteile.

Zu den angeborenen (kongenitalen) **Fehlbildungen**, die etwa 1–2 % der Fälle ausmachen, zählen z.B. die bikuspidale Aortenklappe mit zwei anstatt drei Klappensegeln. Bikuspidale Klappen degenerieren schneller.

Die normale **Aortenklappenöffnungsfläche** von ca. 3,0–4,0 cm<sup>2</sup> ist bei der Aortenklappenstenose – je nach Schweregrad – vermindert. Von einer hochgradigen, operationswürdigen Aortenklappenstenose spricht man ab einer Öffnungsfläche < 1,0 cm<sup>2</sup>. Hierdurch kommt es zu einer Druckbelastung des linken Ventrikels mit einer nachfolgenden konzentrischen Hypertrophie. Durch die Hypertrophie kann sich über Jahre eine Herzinsuffizienz entwickeln.

Patienten mit einer Aortenklappenstenose klagen häufig über Belastungsdyspnoe, Angina pectoris und Synkopen (kurzzeitiger Bewusstseinsverlust). Die Dopplerechokardiographie gilt als diagnostisches

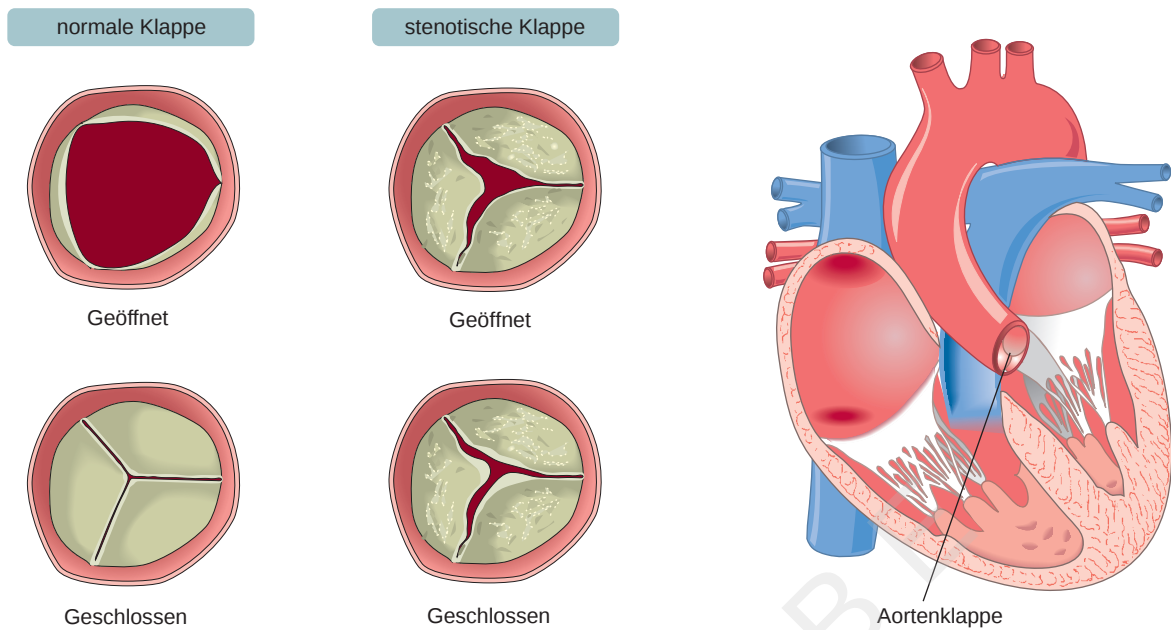


Abb. 12.10 Normale Aortenklappe (links) und Aortenklappenstenose (rechts), jeweils in geschlossenem und geöffnetem Zustand [L138]

Hilfsmittel der Wahl. Bei symptomatischer hochgradiger Aortenklappenstenose besteht die Indikation zum Klappenersatz. Neben der Operation am offenen Herzen kommt zunehmend und insbesondere bei Patienten mit hohem OP-Risiko der Klappenersatz mittels Herzkatheter infrage. Hierzu wird eine zusammengefaltete **Aortenklappenprothese** (TAVI = Transaortic Valve Implantation [transaortale Klappenimplantation]), z. B. aus Rinder- oder Schweineperikardgewebe, über die Leistenarterie (A. femoralis) bis an die Aortenklappenposition vorgeschoben und dann entfaltet (Einzelheiten → Kap. 13.1.5).

### Mitralklappenstenose

Die **Mitralklappenstenose**, auch als Mitralstenose bezeichnet, ist definiert als eine verminderte Öffnung der Mitralklappe. Die normale Klappenöffnungsfläche beträgt 4–6 cm<sup>2</sup>. Signifikant sind Stenosen ab einer Klappenöffnung < 1,5 cm<sup>2</sup>.

Früher war die Mitralklappenstenose eine der häufigsten Klappenerkrankungen. Da die post rheumatische Form die häufigste Ursache darstellte, hat die Mitralklappenstenose in ihrer klinischen Bedeutung deutlich abgenommen, weil das rheumatische Fieber gut behandelt werden kann. Weiter kommen angeborene Ursachen in Betracht, die meist schon Symptome in der Kindheit hervorrufen. Daneben gibt es noch andere seltene Ursachen, etwa den systemischen Lupus erythematoses (SLE), eine Autoimmunerkrankung.

Folge einer Mitralklappenstenose ist ein Blutrückstau in die Lunge. Dies kann den Druck in den Lungenvenen erhöhen und zur Rechtsherzinsuffizienz führen. Außerdem wird der Ventrikel während der Diastole weniger gefüllt, was zur Reduktion des Herzzeitvolumens (HZV) führt.

Die Symptome der Mitralklappenstenose entwickeln sich schleichend im Verlauf von Jahren. Ihr Auftreten basiert in erster Linie auf dem Schweregrad der Stenose. Leitsymptome sind Dyspnoe bis zum Lungenödem und Rhythmusstörungen, insbesondere **Vorhofflimmern**. Schwere Fälle treten als Vollbild der schweren Herzinsuffizienz in Erscheinung. Auch bei dieser Erkrankung ist die Echokardiografie das diagnostische Mittel der Wahl. Bei Betroffenen, bei denen begleitend

ein Vorhofflimmern vorliegt, ist eine Thrombenbildung im linken Vorhof gefürchtet, weil diese zu Embolien ins Gehirn mit der Folge eines Schlaganfalls führen kann. Bei diesen Patienten besteht die Indikation zur oralen Antikoagulation.

Die Behandlung kann entweder mechanisch durch eine Ballondilatation der Klappe erfolgen oder durch einen chirurgischen Klappenersatz.

### Herzklappeninsuffizienz

Bei **Klappeninsuffizienz** schließt die Klappe nicht mehr dicht. Ihre Ventilfunktion geht verloren und bei jeder Herzaktion strömt trotz „geschlossener“ Klappe ein Teil des Blutes entgegen der physiologischen Blutflussrichtung durch die Klappe zurück. Da sich das zurücklaufende Blutvolumen (Regurgitationsvolumen, Pendelvolumen) zum effektiven Schlagvolumen addiert, kommt es zu einer Schlagvolumenbelastung. Es entwickelt sich eine krankhafte Erweiterung (**Dilatation**) der Herzkammer bei gleichbleibender Dicke des Myokards (**exzentrische Hypertrophie**). Folge dieser **Klappeninsuffizienzen** ist eine Herzinsuffizienz: Resultat ist eine schließlich kaum mehr zu leistende Mehrarbeit.

### Aortenklappeninsuffizienz

Die **Aortenklappeninsuffizienz**, auch als **Aorteninsuffizienz** bezeichnet, ist definiert als ein ungenügender Schluss der Aortenklappe. Sie kann isoliert auftreten oder als Begleiter der Aortenstenose. Im Vergleich mit der Aortenstenose ist sie deutlich seltener.

Die häufigste Ursache der Aorteninsuffizienz sind degenerative Veränderungen der Klappentaschen sowie Erweiterungen der Aorta, die Folge eines langjährigen, schlecht eingestellten Bluthochdrucks sein können. Seltene Ursachen sind die Endokarditis, post rheumatische Veränderungen, angeborene Defekte u. a.

Die Aortenklappeninsuffizienz verläuft oftmals über viele Jahre hinweg symptomfrei und verschlechtert sich dann relativ plötzlich. Das Leitsymptom ist die Dyspnoe bei Anstrengung. Fachleute können mit dem Stethoskop typische Herzgeräusche auskultieren.

### Mitralklappeninsuffizienz

Die **Mitralklappeninsuffizienz** (MI) ist nach der Aortenklappenstenose der zweithäufigste Herzklappenfehler. Es handelt sich um einen ungenügenden Klappenschluss der Mitralklappe. Man unterscheidet eine akute von der chronischen Form, die weit häufiger auftritt.

Als Ursachen kommen u. a. Veränderungen der Klappensegel, z. B. degenerativ oder Mitralklappenprolaps, des Klappenrings (Anulus), z. B. Erweiterung des linken Ventrikels, der Sehnenfäden oder der Papillarmuskeln, z. B. nach Herzinfarkt, in Betracht.

Infolge des ungenügenden Klappenschlusses kommt es zu **Pendelvolumen** zwischen linkem Vorhof und linker Kammer. Dabei pumpt die linke Kammer aufgrund der Undichtigkeit einen Teil des Schlagvolumens in den Vorhof zurück. Der geringe Widerstand, den der linke Vorhof der Kammer entgegenzusetzen vermag, begünstigt dies zusätzlich.

Resultat ist eine Schlagvolumenbelastung der linken Herzkammer und eine Druckerhöhung im linken Vorhof. Bei langsamer Krankheitsentstehung kann sich die muskelstarke linke Kammer an die Belastung anpassen. Die schwere Mitralklappeninsuffizienz führt zu einer Erweiterung (Dilatation) des linken Ventrikels und Entwicklung einer **Herzinsuffizienz**. Oftmals entsteht auch sekundär ein Vorhofflimmern, gerade bei starker Dilatation des linken Vorhofs.

Bei der akuten Form setzt sich der Rückstau in die Lungenstrombahn fort und führt dort zu einem kardialen Lungenödem.

Die Patienten klagen häufig über **Belastungsdyspnoe**, später auch bereits in Ruhe. Fachleute können auskultatorisch ein systolisches Strömungsgeräusch wahrnehmen.

Heutzutage kann die Mitralklappeninsuffizienz auch mittels eines Katheterverfahrens (MitraClip®) behandelt werden. Hierbei werden Anteile des vorderen und des hinteren Klappensegels mit einer Klammer verbunden. Hierdurch kommt es zu einer Abnahme des Rückflusses oder zu einer funktionell unauffälligen Herzklappe.

### IM FOKUS

#### Vorhöfe, Kammern und Klappensystem

Beide Herzhälften verfügen jeweils über einen **Vorhof** und eine **Kammer**.

Ein **Loch in der Herzscheidewand** wird als **Septumdefekt** bezeichnet und führt zu einem Kurzschluss des Blutes beider Herzhälften (**Shunt**).

Zwischen den Vorhöfen und den Kammern liegen die **Segelklappen**:

- **Bikuspidalklappe** (meist **Mitralklappe** genannt, linke Herzhälfte)
- **Trikuspidalklappe** (rechte Herzhälfte)

Zwischen den Kammern und den großen Schlagadern liegen die **Taschenklappen**:

- **Aortenklappe** (linke Herzhälfte)
- **Pulmonalklappe** (rechte Herzhälfte)

Die **Klappenebene** sorgt auch für eine **elektrische Trennung** zwischen Vorhof und Kammer.

Der **rechte Vorhof** erhält das Blut aus der **oberen** und der **unteren Hohlvene**.

Die **rechte Kammer** pumpt das Blut in die **Pulmonalarterie**.

Der **linke Vorhof** erhält das Blut aus den **vier Pulmonalvenen**.

Die **linke Kammer** pumpt das Blut in die **Aorta**.

Beide Vorhöfe besitzen von außen sichtbare Ausbuchtungen (**Herzohren**). Hier können sich Blutgerinnsel (**Thromben**) bilden.

**Herzklappenerkrankungen** können **angeboren** oder **erworben** sein. Es werden **Stenosen** (verengte Öffnung) und **Insuffizienzen** (unvollständiger Schluss) unterschieden.

## 12.3 Aufbau der Herzwand

Die Herzwand lässt sich von innen nach außen in drei Schichten gliedern, die unterschiedlich aufgebaut sind:

- Das **Endokard**, die innere Herzhaut (weniger als 1 mm dick)
- Das **Myokard**, die eigentliche Herzmuskulatur (im linken Ventrikel und der Kammerscheidewand ca. 8–11 mm, im rechten Ventrikel ungefähr 2–4 mm und in den Vorhöfen rund 1 mm dick)
- Das **Epikard**, die äußere Herzhaut (weniger als 1 mm dick)

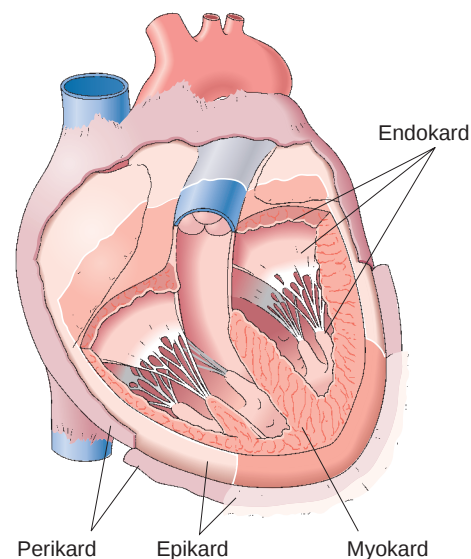
Umschlossen wird das Herz vom **Perikard** (ungefähr 1 mm dick), das zusammen mit dem Epikard den Herzbeutel bildet (→ Abb. 12.11).

### 12.3.1 Echokardiografie

Die **Echokardiografie** (Ultraschalluntersuchung des Herzens) gehört heute zur Routinediagnostik bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Je nach Fragestellung wird der Schallkopf dabei auf den Brustkorb aufgesetzt (transthorakal) oder in die Speiseröhre (transösophageal) eingeführt.

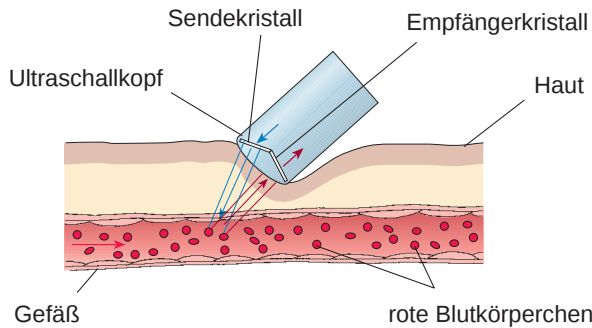
Mit der **Echokardiografie** können Herzgröße, Strukturen und Wandstärke der Kammern und Vorhöfe sowie die Klappen einschließlich ihrer Bewegungsabläufe beurteilt werden. Bei der Doppler-Echokardiografie werden durch Kombination mit der **Doppler-Sonografie** Strömungsrichtung, -geschwindigkeit (→ Abb. 12.12), das Strömungsvolumen im Herzen und in abgehenden Gefäßen sowie die Widerstände in den Gefäßen dargestellt. Durch eine Farbcodierung (blau, wenn sich der Blutfluss vom Schallkopf wegbewegt, rot, wenn der Blutfluss auf den Schallkopf gerichtet ist, sog. **Farbdoppler**) ist die Strömungsrichtung gut zu beurteilen. Die Farbintensität informiert über die Flussgeschwindigkeit.

Mit dem **FEEL-Protokoll** (FEEL = Focused Echo Entry Level [fokussierte Echokardiografie und Sonografie zentraler Gefäße in der Intensiv- und Notfallmedizin]) kann während der kardiopulmonalen Reanimation (CPR) nach ALS-Leitlinien zur Diagnostik reversibler Ursachen des Herz-Kreislauf-Stillstands, z. B. Perikardtamponade, eine Echokardiografie mit einem (tragbaren) Gerät durchgeführt werden. Der Schallkopf wird nach kurzer Unterbrechung der CPR von **subxiphoidal** (unterhalb des Schwertfortsatzes) aufgesetzt. Falls nach

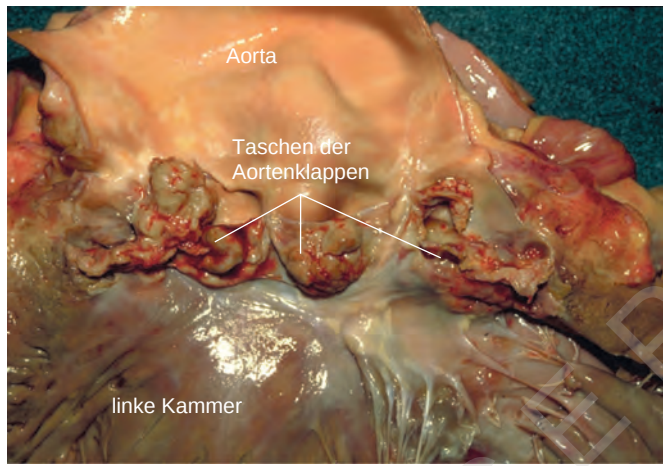


**Abb. 12.11** Aufbau der Herzwand. Man erkennt den dreischichtigen Aufbau der Herzwand und das Perikard. [L190]

## 12.3 AUFBAU DER HERZWAND



**Abb. 12.12** Prinzip der Blutflussgeschwindigkeitsmessung durch den sog. Dopplereffekt. Trifft eine Schallwelle einer bestimmten Frequenz auf ein sich bewegendes rotes Blutkörperchen, wird die reflektierte Schallwelle abhängig von der Flussgeschwindigkeit im Gefäß in ihrer Frequenz verändert (Dopplereffekt). Da die Frequenzverschiebung im hörbaren Bereich liegt, kann man mit einem Mikrofon das Strömungsgeräusch hören bzw. die Frequenzen aufzeichnen. [L190]



**Abb. 12.13** Endokarditis der Aortenklappe [T173]

3 Sekunden keine ausreichende Einstellung des Herzens erfolgt, wird die Reanimation für fünf Zyklen fortgesetzt, um dann erneut an einem anderen Anlotungsort ein besseres Schallfenster zu finden. Die Kompression sollte nicht für mehr als 5 Sekunden unterbrochen werden.

### 12.3.2 Endokard

Das **Endokard** ist eine sehr dünne und glatte Epithelschicht, die wie eine Tapete die Innenfläche des Herzens (Vorhöfe, Kammern und Herzklappen) auskleidet und zur Minimierung des Reibungswiderstandes beiträgt. Am Übergang zu den Gefäßen, z. B. Einmündung der V. cava inferior in den rechten Vorhof, geht das Endothel nahtlos in die **Intima** (Tunica intima) über.

### Infektiöse Endokarditis

Hierbei handelt es sich um eine mikrobielle, in der Regel bakterielle **Entzündung des Endokards** im Bereich vorgeschädigter Herzklappen oder Herzklappenprothesen (→ Abb. 12.13). Eine wesentliche Voraussetzung zur Entstehung der Endokarditis ist die Schädigung des Endokards, da an intaktem Endokard Krankheitserreger keinen „Halt“ finden. Bei Patienten mit vorgeschädigten Herzklappen – dies trifft insbesondere auf die Aorten- und Mitralklappe zu – kann es zu

einer Ansiedlung von Keimen kommen. Eine **Trikuspidalklappenendokarditis** tritt praktisch nur bei venös injizierten Krankheitserregern auf, z. B. bei intravenösem Drogenabusus. Die Patienten berichten über Fieber und erhöhte Entzündungswerte. Teilweise können an der Haut kleine, 2–5 mm große Hautknötchen festgestellt werden, die kleinen Abszessen entsprechen (Janeway-Läsion). Charakteristisch ist ein neu aufgetretenes Herzgeräusch. Der Nachweis wird mittels transthorakaler oder transösophagealer Echokardiografie geführt. Die Therapie besteht aus einer keimgerechten Antibiotika-Gabe über mehrere Wochen. Bei starken Klappenzerstörungen oder großen, flottierenden Auflagerungen auf der Herzklappe muss eine herzchirurgische Sanierung vorgenommen werden.

### 12.3.3 Myokard

Zwischen Endokard und Epikard liegt die Muskelschicht des Herzens, das **Myokard**. Es ist die arbeitende Schicht des Herzens. Die Muskulatur der linken Kammer muss die größte Kraft aufbringen – von hier aus wird das Blut in den Körperkreislauf gepumpt, der dem Herzen einen höheren Ausdrückwiderstand entgegengesetzt als der Lungenkreislauf. Deshalb ist in der linken Kammer das Myokard am dicksten. Die Vorhöfe haben nur eine dünne Muskelschicht: Sie unterstützen lediglich den Blutfluss vom Vorhof in die Kammer.

Mikroskopisch besteht die Herzmuskulatur aus einem Netz querstreifiger, sich verzweigender Muskelfasern, die die Herzhöhle spiralförmig umwickeln. Funktionell nehmen die Herzmuskelfasern eine Zwischenstellung zwischen glatter und quergestreifter Muskulatur ein, weil sie

- zur Kontraktion keine Nervenimpulse von außen benötigen und damit der glatten Muskulatur ähneln,
- wie die glatte Muskulatur nicht der willkürlichen Beeinflussung unterliegen,
- sich aber trotzdem so schnell wie die Skelettmuskulatur kontrahieren können.

## KRANKHEIT/SYMPTOM

### Myokarditis

Eine Myokarditis ist eine meist durch virale Infektionskrankheiten hervorgerufene **Entzündungsreaktion der Herzmuskelzellen**.

Patienten mit einer Myokarditis können asymptomatisch sein oder unterschiedlich stark ausgeprägte Beschwerden wie Thoraxschmerzen, akute Herzinsuffizienz (Belastungsdyspnoe, Ödeme) und Herzrhythmusstörungen bis hin zu malignen ventrikulären Tachyarrhythmien aufweisen.

Im EKG zeigen sich häufig Veränderungen der ST-Strecke oder T-Negativierungen. Oft findet sich in der Anamnese des Patienten ein wenige Tage bis Wochen zurückliegender respiratorischer Infekt. Die Diagnose wird laborchemisch (erhöhtes Troponin T/I oder Kreatinkinase [CK]) oder durch eine Bildgebung gestellt. In aller Regel stellt sich in der Koronarangiografie ein unauffälliger Befund dar. In der Kernspintomografie (Magnetresonanztomografie, MRT) sind Kontrastmittelanreicherungen erkennbar. In der Echokardiografie können eine Einschränkung der Pumpfunktion der linken Herzkammer, Wandbewegungsstörungen oder ein begleitender Perikarderguss auffallen. Bei der körperlichen Untersuchung kann bei begleitender Herzbeutelentzündung (Perikarditis, → Kap. 12.3.4) ein Perikardreiben vorliegen.

Eine kausale Therapie gibt es nur bei wenigen Ursachen. In der Mehrheit der Fälle kommt es zu einer vollständigen Ausheilung. Jedoch kann eine postmyokarditische Herzinsuffizienz zurückbleiben.

### Herzmuskelhypertrophie

Der Herzmuskel kann sich an lang andauernde Belastungen anpassen, in dem die einzelnen Muskelfasern länger und dicker werden (**hypertrophieren**).

Physiologisch ist eine (mäßige) **Herzmuskelhypertrophie** bei trainierten (Ausdauer-)Sportlern, sie ermöglicht eine größere Leistung. Pathologisch ist sie z. B. bei Bluthochdruck oder Klappenstenosen. Hier muss das Herz dauernd gegen einen erhöhten Widerstand pumpen. Später erweitern sich durch den größeren Herzinnendruck meist auch die Kammerhöhlräume (**Dilatation**). Der vergrößerte Herzmuskel muss weiter über die Herzkranzgefäße und die angeschlossenen Kapillaren mit Sauerstoff versorgt werden. Da aber die Zahl der Kapillaren nicht steigt, reicht die Blutversorgung ab einer bestimmten Dicke der Muskelfasern nicht mehr aus (→ Abb. 12.14).

Da sich Herzmuskelzellen bereits kurz nach der Geburt endgültig differenziert haben, kann die Zunahme der Muskelmasse nicht über eine Zunahme der Herzmuskelzellen im Sinne einer Hyperplasie erfolgen. Die physiologische Hypertrophie („Sportlerherz“) ist oftmals von der krankhaften Hypertrophie schwer zu unterscheiden. Selbst eine ausgeprägte Herzmuskelhypertrophie kann über Jahre hinweg asymptomatisch verlaufen. Aus der Herzmuskelhypertrophie kann sich eine Herzinsuffizienz entwickeln. Die Therapie richtet sich nach der ursächlichen Erkrankung, z. B. Optimierung der Blutdruckeinstellung, Herzklappenersatz.

#### 12.3.4 Herzbeutel

Das Herz wird vom ca. 1 mm dicken **Herzbeutel** mantelförmig umschlossen. Der Herzbeutel bildet die bindegewebige Hülle des Herzens:

- Das **Epikard** bildet das innere Blatt des Herzbeutels.
- Das **Perikard**, das zum Herzinneren hin aus einer serösen Schicht und nach außen hin aus einer derben Bindegewebsschicht besteht, stellt das äußere Blatt des Herzbeutels dar. Außen ist das Perikard nach unten mit dem Zwerchfell und seitlich mit der Pleura verwachsen. Es fixiert dadurch das Herz im Mediastinum. Im Bereich der Pforten für die großen Gefäße des Herzens geht das innere in das äußere Blatt (also Epi- in Perikard) über.

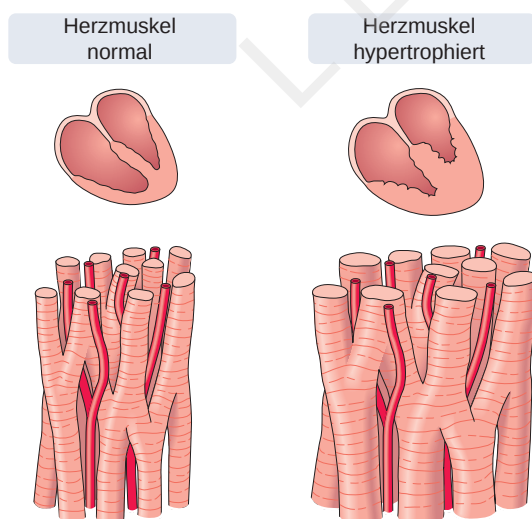


Abb. 12.14 Links die Ernährungssituation für ein normales, 300g schweres Herz, rechts bei Herzmuskelhypertrophie [L190]

Zwischen Epikard und Perikard befindet sich ein schmaler Spalt, die **Herzbeutel- oder Perikardhöhle** (Cavitas pericardialis). In diesem Spalt befinden sich 10–15 ml klare Flüssigkeit: die **Perikardflüssigkeit**. Sie dient als Gleitfilm während der Herzaktion und reduziert so die Reibung zwischen den Blättern des Herzbeutels auf ein Minimum.

### KRANKHEIT/SYMPTOM

#### Perikarditis

Am häufigsten wird eine **Perikarditis** (Entzündung des Herzbeutels) durch Infektionen (viral, bakteriell, tuberkulös) hervorgerufen.

Es können aber auch eine Urämie (Anstieg der Nierenretentions-substanzen wie z. B. Harnstoff bei Niereninsuffizienz), rheumato-logische Erkrankungen oder bösartige Tumore/Krebserkrankungen ursächlich sein.

Das klinische Bild ist durch retrosternale und linksthorakale Schmerzen geprägt, die insbesondere durch Husten oder bei tiefer Einatmung zunehmen. Häufig findet sich ein geringer Temperaturanstieg. Fieber mit Temperaturen  $> 38^{\circ}\text{C}$  kann Hinweis auf eine eitrige (purulente) Perikarditis sein.

In der körperlichen Untersuchung ist das herzschragsynchrone Reibegeräusch („Perikardreiben“) hinweisend. Im EKG können ST-Strecken-Senkungen oder T-Negativierungen auffallen. In der Echokardiografie kann ein Begleiterguss sichtbar sein, der jedoch bei der trockenen Perikarditis (Pericarditis sicca) meist fehlt.

Die Behandlung besteht aus einer antientzündlichen (antiphlogistischen) Therapie, z. B. Gabe von Ibuprofen oder Acetylsalicylsäure (ASS), und Allgemeinmaßnahmen wie Bettruhe und das Vermeiden körperlicher Anstrengung. Bei einer infektiösen Perikarditis muss eine antibiotische Therapie erfolgen. Eine zusätzliche Herzmuskelentzündung (Perimyokarditis) muss ausgeschlossen werden (→ Kap. 12.3.3).

#### Perikarderguss/-tamponade

Bei Entzündungen des Herzbeutels (**Perikarditis**) können die Herzbeutelblätter schmerzhaft aufeinander reiben. Oft bildet sich dann zwischen beiden Blättern ein Erguss (krankhafte Flüssigkeitsansammlung), **Perikarderguss** genannt (→ Abb. 12.15). Da das Perikard kaum dehnbar ist, übt vor allem ein schnell entstehender Perikarderguss Druck auf das Herz aus. Auch bösartige Erkrankungen (maligner Perikarderguss), rheumatische Ursachen, ein Z. n. Herzinfarkt, Z. n. Herzoperation, Z. n. nach Bestrahlung und traumatische Ereignisse können einen Perikarderguss hervorrufen.

Bei entsprechender Zunahme des Perikardergusses kann es zu einer hämodynamischen Beeinträchtigung mit Blutdruckabfall und Herzfrequenzanstieg als Ausdruck eines obstruktiven Schocks kommen.

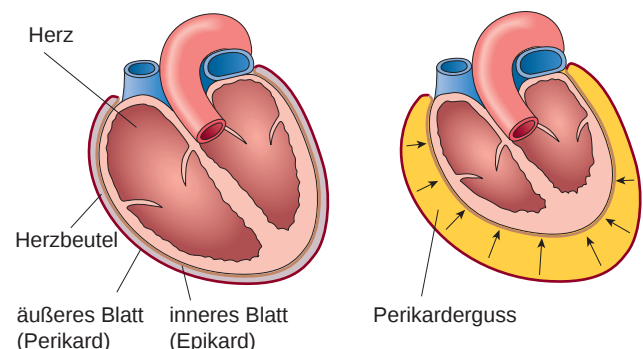


Abb. 12.15 Perikarderguss (Schemazeichnung) [L190]

## MERKE

**Prähospitale Biomarker-Bestimmung**

Aus zwei Gründen werden Biomarker wie Troponin im Rettungsdienst üblicherweise nicht bestimmt:

- Kardiale Troponinspiegel im Blut können auch durch **andere Ursachen erhöht** sein, z. B. Herzmuskelerkrankungen, dekompensierte Herzklappenfehler, Sepsis oder Schock. Sogar bei Hochleistungssportlern nach einem Wettkampf finden sich erhöhte Werte. Auch bei der Niereninsuffizienz sind Troponinwerte oft stabil erhöht, weil die renale Ausscheidung der Troponin-Abbauprodukte verzögert ist.
- Daher ist bei der Interpretation der Werte auch die **Kinetik** wichtig, d. h. der **Anstieg und Abfall** der gemessenen Troponinkonzentration im Verlauf. Eine Definition regelt, wie groß die Änderung im zeitlichen Verlauf sein muss, damit die Troponinkinetik als relevant gilt. Im Umkehrschluss heißt das: Gibt es keine Kinetik im zeitlichen Verlauf, spricht das gegen einen Herzinfarkt.

Dies könnte sich in der Zukunft jedoch ändern. **Copeptin** steigt bei einem akuten Myokardinfarkt früh an und könnte sich möglicherweise zum sofortigen Ausschluss eines Herzinfarkts eignen, sofern der **initiale hs-cTN-Wert im Krankenhaus normal** ist. Bislang existiert jedoch keine randomisierte Studie, in der ein derartiges Konzept einer prähospitalen Messung kardialer Biomarker prospektiv untersucht wurde. Inwieweit die Verfügbarkeit von **Point-of-Care-testing** (POCT = Durchführung diagnostischer Untersuchungen in unmittelbarer Nähe zum Ort der Patientenversorgung) zu einer verbesserten prähospitalen diagnostischen Sicherheit führen kann und welchen Nutzen Patienten davon hätten, ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht klar.

## IM FOKUS

**Akutes Koronarsyndrom**

Als Akutes Koronarsyndrom werden **verschiedene akute Formen** der koronaren Herzkrankheit zusammengefasst:

- Die **instabile Angina pectoris** (IAP)
- Der **Myokardinfarkt ohne ST-Strecken-Hebung** (NSTEMI)
- Der **ST-Strecken-Hebungsmyokardinfarkt** (STEMI)

Als **STEMI-Mimics** werden andere Erkrankungen bezeichnet, die mit ST-Strecken-Hebungen einhergehen können.

Der **laborchemische Nachweis** der kardialen Troponine I und T im Blut ist ein wichtiger Hinweis für den Untergang von Herzmuskelgewebe.

Je nach **Lokalisation** können ein **Hinterwandinfarkt**, ein **Vorderwandinfarkt**, ein **Seitenwandinfarkt** oder ein „echter“ **posteriorer Infarkt** unterschieden werden.

Zur **präklinischen Behandlung** eines ACS werden folgende **Medikamente** eingesetzt:

- Analgetika (z. B. Morphin)
- Nitrate (z. B. Nitrospray)
- Thrombozytenaggregationshemmer (z. B. Acetylsalicylsäure)
- Antikoagulanzen (z. B. Heparin)

**Chest Pain Units (CPU)** sind spezialisierte Abteilungen in Krankenhäusern für die schnelle Diagnostik und Einschätzung von Patienten mit akuten Brustschmerzen.

Bei **Patienten mit ST-Strecken-Hebungen** oder **OMI-Hochrisiko-EKG** ist eine **rasche Wiedereröffnung** des Infarktgefäßes durch ein **primäres PCI-Zentrum** erforderlich.

Patienten mit **außerklinischem Kreislaufstillstand** internistischer Ursache profitieren vom direkten Transport in ein **Cardiac Arrest Center**.

## WIEDERHOLUNGSFRAGEN

1. Mit welchen mittleren Blutdrücken strömt das Blut durch den Lungenkreislauf und den Körperkreislauf? (→ Kap. 12.1.1)
2. In welchem Bereich des Brustkorbs liegt das Herz? (→ Kap. 12.1.2)
3. Welche Aufgabe haben die Herzklappen? (→ Kap. 12.2.2)
4. Was ist ein Wolff-Parkinson-White-(WPW)-Syndrom? (→ Kap. 12.2.3)
5. Was versteht man unter einer Herzklappenstenose? (→ Kap. 12.2.8)
6. Welches ist die häufigste Herzklappenstenose? (→ Kap. 12.2.8)
7. Was versteht man unter einer Herzklappeninsuffizienz? (→ Kap. 12.2.8)
8. Welches ist der zweithäufigste Herzklappenfehler? (→ Kap. 12.2.8)
9. Was ist eine Endokarditis? (→ Kap. 12.3.2)
10. Was ist eine Myokarditis? (→ Kap. 12.3.3)
11. Durch welche Veränderungen der Vitalparameter ist eine Perikardtamponade gekennzeichnet? (→ Kap. 12.3.4)
12. Welche zwei Phasen kennzeichnen die Kammersystole? (→ Kap. 12.4.2)
13. Welche zwei Phasen kennzeichnen die Kammerdiastole? (→ Kap. 12.4.2)
14. Wie entstehen Herztöne und Herzgeräusche? (→ Kap. 12.4.5)
15. Welche zwei Besonderheiten gibt es am Herzmuskel gegenüber der Skelettmuskulatur? (→ Kap. 12.5.1)
16. Was bedeutet am Herzmuskel der Begriff „Alles-oder-Nichts-Prinzip“? (→ Kap. 12.5.1)
17. Welcher Teil des Reizleitungssystems wird als sekundäres Erregungsbildungszentrum bezeichnet? (→ Kap. 12.5.2)
18. Welcher Teil des Reizleitungssystems ist die einzige elektrische Verbindung zwischen Vorhof- und Kammerebene? (→ Kap. 12.5.2)
19. Warum weist die T-Welle in die gleiche Richtung wie die R-Zacke, obwohl sie die Erregungsrückbildung repräsentiert? (→ Kap. 12.5.2)
20. Was wird durch den Frank-Starling-Mechanismus ausgesagt? (→ Kap. 12.6.3)
21. Was ist eine Herzinsuffizienz? (→ Kap. 12.6.4)
22. Welche koronaren Versorgungstypen gibt es? (→ Kap. 12.7.1)
23. Warum wurde der Begriff chronisches Koronarsyndrom anstelle von stabiler KHK eingeführt? (→ Kap. 12.7.3)
24. Welche drei Erscheinungsformen werden unter dem Begriff akutes Koronarsyndrom zusammengefasst? (→ Kap. 12.7.4)
25. Was bedeutet das OMI-Konzept in Bezug auf die EKG-Interpretation und therapeutische Konsequenzen? (→ Kap. 12.7.4)
26. Was sind STEMI-Mimics? (→ Kap. 12.7.4)
27. In welchen Ableitungen des 12-Kanal-EKG erwarten Sie Veränderungen beim Vorderwandinfarkt, Seitenwandinfarkt, inferiorer Infarkt und posteriorer Infarkt? (→ Kap. 12.7.4)
28. Welche zusätzlichen Ableitungen sollten bei Patienten mit inferiorer Herzinfarkt erwogen werden? (→ Kap. 12.7.4)
29. Welche zusätzlichen Ableitungen sollten bei Patienten mit posteriorer Herzinfarkt erwogen werden? (→ Kap. 12.7.4)

# Mensch Körper Krankheit für den Rettungsdienst + E-Book

Frank Flake / Stephan Dönitz (Hrsg.)



5. Auflage 2026.  
682 Seiten, 609 farb. Abb.,  
Klappenbrosch.  
ISBN 9783437482595

## Das Standardwerk für Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie im Rettungsdienst

*Mensch Körper Krankheit für den Rettungsdienst* ist das bewährte Lehr- und Nachschlagewerk für alle, die im Rettungsdienst fundiertes medizinisches Wissen benötigen – vom Einstieg in die Ausbildung bis zur langjährigen Einsatzerfahrung.

Das Buch vereint alle relevanten Grundlagen zu Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie mit klarem Fokus auf notfallmedizinisch bedeutsame Erkrankungen und Verletzungen. Es bietet Rettungsdienstfachpersonal aller Qualifikationsstufen eine verlässliche Wissensbasis für sicheres und kompetentes Handeln im Einsatz.

## Verständlich, didaktisch durchdacht und praxisnah aufbereitet:

- Inhalte orientieren sich an aktuellen Ausbildungs- und Prüfungsverordnungen
- Verständliche und anschauliche Darstellung komplexer medizinischer Zusammenhänge
- Rund 600 Abbildungen und Schemata sowie zahlreiche Tabellen
- Inhaltsübersicht mit kompakter Zusammenfassung wesentlicher Inhalte am Anfang jedes Kapitels
- Wiederholungsfragen zur gezielten Lernzielkontrolle am Ende jedes Kapitels

## Neu in der 5. Auflage:

- Aktualisierung aller Inhalte nach neuesten Leitlinien und Guidelines
- Neue „Im Fokus“-Kästen fassen die wichtigsten Inhalte zusammen
- Mindmaps zur übersichtlichen Zusammenfassung jedes Kapitels
- Zusätzliche Inhalte u. a. zum OMI/NOMI-Konzept, Long COVID, zur invasiven arteriellen Blutdruckmessung im Rettungsdienst, sowie zu Kalzium als antifibrinolytische Therapie
- Überarbeitungen u.a. zu Impfempfehlungen, Screening-Methoden und Tools zur Früherkennung einer Sepsis

## Dieses Buch hat mehr – exklusiv online!

- 50 Arbeitsblätter inkl. Lösungen für Unterricht oder Selbstlernen
- 20 anschauliche Animationsvideos
- Alle Kapitel als übersichtliche Mindmaps (PDF) zum Download

Stand: Feb.-26. Irrtümer und Preisänderungen vorbehalten.  
€-Preise gültig in Deutschland inkl. MwSt., ggf. zzgl. Versandkosten.



elsevier.de

Bestellen Sie jetzt  
[shop.elsevier.de](https://shop.elsevier.de)