

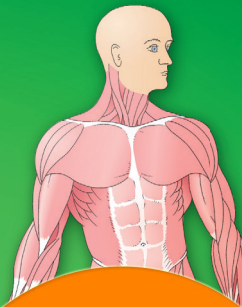
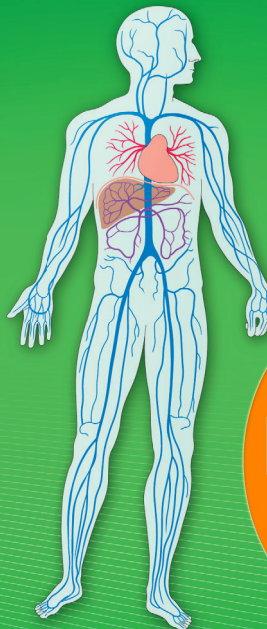
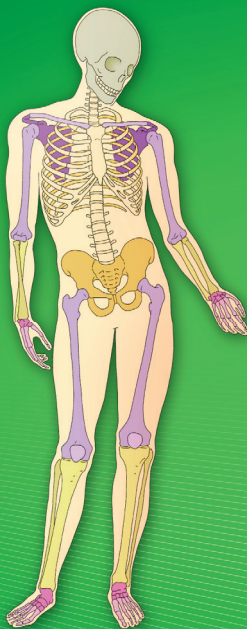
Peter Kugler

Der menschliche Körper

Anatomie Physiologie
Pathologie

3. Auflage

pflegeheute.de



Leseprobe

ELSEVIER

Urban & Fischer

Inhaltsverzeichnis

1	Grundbegriffe und Organisation des Körpers	1
2	Zellen- und Vererbungslehre	11
3	Gewebelehre	49
4	Skelett- und Muskelsystem	85
5	Herz-Kreislauf- und Gefäßsystem	151
6	Blut	181
7	Immunsystem und lymphatische Organe	203
8	Atemsystem	225
9	Verdauungssystem, Ernährung und Stoffwechsel	253
10	Harnsystem	301
11	Genitalsystem	325
12	Entwicklungslehre, Schwangerschaft und Geburt	345
13	Hormonsystem	367
14	Nervensystem	385
15	Rezeptoren und Sinnesorgane	445
16	Haut	477
17	Anhang	489
	Sachverzeichnis	552

1

Grundbegriffe und Organisation des Körpers

1.1	Organisation des Körpers	2	1.3	Körperabschnitte	6
1.1.1	Zellen	2	1.3.1	Kopf.	6
1.1.2	Gewebe	2	1.3.2	Hals	6
1.1.3	Organe	4	1.3.3	Rumpf	6
1.1.4	Organsysteme	4	1.3.4	Obere Extremitäten	6
			1.3.5	Untere Extremitäten	6
1.2	Lehre vom Körper	4	1.4	Orientierung am menschlichen Körper	8
1.2.1	Anatomie.	4	1.4.1	Achsen	8
1.2.2	Pathologie	4	1.4.2	Ebenen	8
1.2.3	Physiologie und Pathophysiologie	4	1.4.3	Lagebezeichnungen.	8
1.2.4	Biochemie	4	1.4.4	Richtungsbezeichnungen. ...	10
1.2.5	Genetik	4		Wiederholungsfragen	10



1.1 Organisation des Körpers

Die kleinsten Baueinheiten des menschlichen Körpers sind die **Zellen** (Cellulae, Sing. Cellula → 2.1). Die Zellen treten zu verschiedenen **Geweben** zusammen (→ 3.1), die ihrerseits **Organe** aufbauen. Funktionell zusammengehörige Strukturen und Organe formen schließlich **Organsysteme**, die alle zusammen den menschlichen Organismus ausmachen (→ Abb. 1.1).

1.1.1 Zellen

Zellen, die durch eine Zellmembran von der Umgebung abgegrenzt sind und einen Zellkern als Steuerzentrum enthalten, sind für sich, also auch losgelöst aus dem Gewebe, lebensfähig, d. h. sie sind lebendig.

Lebendigkeit

Lebendigkeit von Zellen ist gekennzeichnet durch:

- **Stoffwechsel** (Metabolismus)
- **Erregbarkeit**, also Reaktion auf äußere Reize
- **Vermehrungsfähigkeit**, d. h. dass aus einer Zelle durch Teilung (Mitose → 2.12.2) zwei Tochterzellen entstehen
- **Wachstum** durch Zellvermehrung (**Hyperplasie**) und/oder Zellwachstum (**Hypertrophie**)
- **Kontraktilität**, die Formveränderungen der Zelle zur Folge hat.

Mehrzellige Organismen zeichnen sich durch weitere Eigenschaften aus, z. B. die **Differenzierung**, die zur Ausbildung eines bestimmten Zelltyps führt, etwa Leber- oder Nervenzellen.

Stoffwechsel

Trotz ihrer Eigenständigkeit bedürfen die einzelnen Zellen der Zufuhr von **Elementen** und **Verbindungen**.

Bei den lebenswichtigen Elementen handelt es sich vor allem um **Wasserstoff**, **Kohlenstoff**, **Stickstoff**, **Sauerstoff** und Mineralien, z. B. **Natrium**, **Kalium** und **Kalzium**. Keines dieser

Elemente kann die Zelle selbst herstellen (→ Abb. 1.1).

Dabei werden nur die Mineralien von den Zellen als **Atome** genutzt. Sie sind Bestandteil des Ionenhaushalts.

Die anderen Elemente werden von der Zelle als **Moleküle** (Atomverbindungen) aufgenommen. Zu den wichtigsten Molekülen zählen z. B. Sauerstoff als Element sowie Wasser, Aminosäuren, Fettsäuren, Glukose und Vitamine als Verbindungen. Die Moleküle haben unterschiedliche Bedeutung.

Wassermoleküle und damit Wasser bilden die Grundflüssigkeit in der Zelle.

Aminosäuren werden benötigt, um **Proteine** (Eiweiße) aufzubauen oder dienen als Stickstoffquelle für die Herstellung zelleigener stickstoffhaltiger Moleküle, z. B. die Ribonukleinsäuren als Grundbausteine der Erbsubstanz (→ 2.10.8).

Fettsäuren und **Glukose** sind energiegeladige Verbindungen. Sie werden u. a. abgebaut, um Energie zu gewinnen. Dabei wird **Sauerstoff** verbraucht. Außerdem ist z. B. Glukose eine Kohlenstoffquelle für die Bildung verschiedener zelleigener Moleküle.

Alle im Körper ablaufenden Reaktionen werden als Stoffwechsel zusammengefasst. Werden Substanzen aufgebaut (beispielsweise Proteine), spricht man von **Aufbaustoffwechsel (Anabolismus)**, werden Substanzen hingegen abgebaut, spricht man von **Abbaustoffwechsel (Katabolismus)**. Nach einem anderen Kriterium werden der **Strukturstoffwechsel** zum Aufbau von Zellstrukturen und der **Energiestoffwechsel** zur Gewinnung von Energie unterschieden.

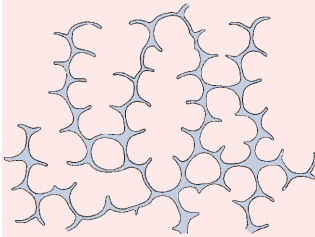
1.1.2 Gewebe

Gewebe sind Verbände aus Zellen mit ähnlichem Bau und ähnlicher Funktion (→ 3.1). Ein Beispiel sind die Zellverbände, welche die inneren und äußeren Körperoberflächen bedecken, die Epithelien. In der Lunge werden z. B. die Lungenbläschen von Epithel ausgekleidet (→ Abb. 1.1).

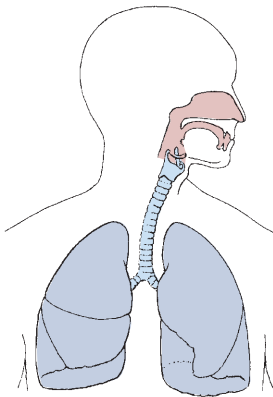
Zufuhr von

Elementen, z.B. Natrium, Kalium

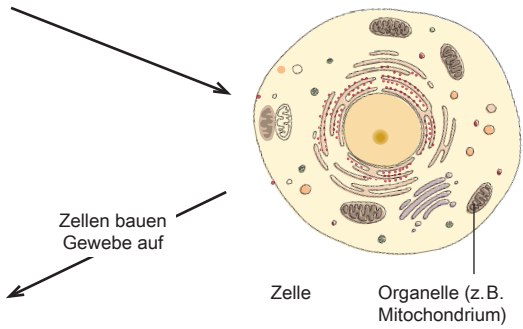
Verbindungen, z.B. Aminosäuren,
Fettsäuren, Glukose, Vitaminen



Gewebe
(z.B. Epithel der Lungenbläschen)



Organsystem (z. B. Atemsystem)



Zelle

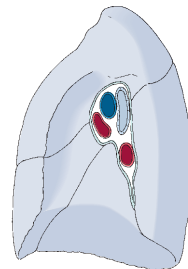
Organelle (z.B. Mitochondrium)

Zellen bauen
Gewebe auf

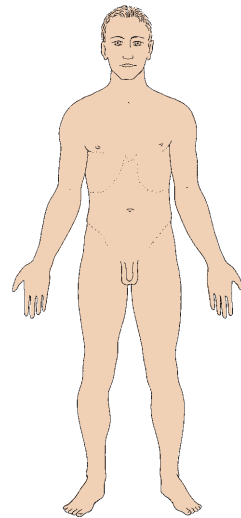
Gewebe bauen
Organe auf

Organe bilden
Organsystem

Organsysteme
bilden Organismus



Organ (z.B. Lunge)



Organismus (Mensch)

1.1.3 Organe

Verschiedene Gewebe treten zusammen, um Organe aufzubauen, z. B. Lunge, Leber oder Gehirn. Das Organ Lunge (→ Abb. 1.1) setzt sich z. B. aus Epithelien, Muskelgewebe und Bindegewebe zusammen und dient dem Gasaustausch.

Das Gewebe, das in Organen deren spezifische Funktion versieht, wird als **Parenchym** bezeichnet. Das übrige Gewebe, meist Bindegewebe, ist das **Stroma**.

1.1.4 Organsysteme

Damit Organe ihre Funktion versehen können, treten sie mit anderen Strukturen oder Organen zusammen und bilden so Organsysteme (→ Tab. 1.1). Ein typisches Beispiel ist das Atemsystem. Hier dienen die Atemwege der Beförderung von Luft in die bzw. aus den Lungen, wo dann der Gasaustausch stattfindet.

1.2 Lehre vom Körper

Verschiedene Fachgebiete beschäftigen sich mit Bau und Funktionen des menschlichen Körpers. Grundlegende Fachgebiete der Medizin sind:

- Anatomie
- Pathologie
- Physiologie
- Pathophysiologie
- Biochemie
- Genetik.

1.2.1 Anatomie

Die **Anatomie** beschäftigt sich vor allem mit Bau und Strukturen des menschlichen Körpers. Hierzu werden zum einen menschliche Leichname zergliedert und präpariert und die Organe und Organsysteme mit dem bloßen Auge betrachtet. Dieses Vorgehen wird als **makroskopische Anatomie** (gr. makros = groß) bezeichnet. Dabei ist die Lehre von der Gestalt der Organe die **Morphologie** und die

Lehre von ihren Lokalisation und Lagebeziehungen die **topographische Anatomie**.

Zum anderen wird in der Anatomie auch der gewebliche Bau von Organen mit Hilfe von Mikroskopen studiert. Dies sind **Histologie** (Lehre von den Geweben → 3.1) und **mikroskopische Anatomie** (gr. mikros = klein, also Lehre vom Feinbau der Organe). Außerdem befasst sich die Anatomie mit dem Bau von Zellen, der Zelllehre oder **Zytologie** (→ 2.1). Hierbei wird meist die Elektronenmikroskopie eingesetzt.

Eine weitere Fachrichtung der Anatomie ist die **Embryologie** (Entwicklungslehre → 12.1), die sich mit Entstehung und Entwicklung des menschlichen Organismus beschäftigt.

1.2.2 Pathologie

Die **Pathologie** ist die Lehre von den Krankheiten, insbesondere ihrer Entstehung und den dadurch hervorgerufenen Veränderungen von Geweben und Organen.

1.2.3 Physiologie und Pathophysiologie

Die **Physiologie** ist die Lehre von den normalen Lebensvorgängen und Funktionen des menschlichen Körpers, z. B. der Lungen- oder Herzfunktion. Die **Pathophysiologie** beschäftigt sich demgegenüber mit krankhaften Lebensvorgängen und Funktionsstörungen des Organismus.

1.2.4 Biochemie

Die **Biochemie** befasst sich mit den Stoffwechselvorgängen im Organismus, z. B. Wirkung von Hormonen und Enzymen.

1.2.5 Genetik

Die **Genetik** ist die Lehre von der Vererbung (→ 2.13). Sie beschäftigt sich zum einen mit der Bedeutung des Erbgutes unter normalen und krankhaften Bedingungen sowie zum anderen mit Erbgängen zur Aufklärung genetisch bedingter Störungen.

Organsystem	Bestandteile	Aufgaben
Skelett- und Muskelsystem	Knochen (Skelett) mit den sie verbindenden Bändern sowie Sehnen und Muskeln	Stütz- und Haltefunktion
		Körperbewegungen
		Ort der Blutzellenbildung (rotes Knochenmark)
		Kalziumspeicher (Knochen)
		Wärmeproduktion (Muskeln)
Herz-Kreislauf-System, Blut	Herz, Blutgefäße, Blut	Sauerstoff- und Nährstofftransport zu den Zellen
		Abtransport von Stoffwechselendprodukten
		Wärmtransport
		Verschluss von Blutungsquellen (Gerinnungssystem)
Abwehrsystem	weiße Blutkörperchen, Thymus, Knochenmark und sekundäre lymphatische Organe (z.B. Milz, Mandeln, Lymphknoten)	Reinigung des Blutes und der Lymphe von Fremdstoffen
		Erkennung und Ausschaltung von körperfremden Stoffen
		immunologisches Gedächtnis
		Entzündungs- und Heilungsprozesse
Atemsystem	Atemwege (Nase, Rachen, Kehlkopf, Luftröhre, Bronchien) und Lunge	Lufttransport in die/aus den Lungen zum Austausch von Sauerstoff und Kohlendioxid
		Mitwirkung bei der Regulation des Säure-Basen-Haushaltes
Verdauungssystem	Mundhöhle, Speiseröhre, Magen, Darm, Leber, Bauchspeicheldrüse	Aufnahme von Flüssigkeit und Nahrungsmitteln
		Verdauung und Resorption von Nährstoffen
		Ausscheidung
		Leber: u.a. Entgiftung
		Bauchspeicheldrüse: Bildung von Verdauungsenzymen
Harnsystem	Nieren, Harnleiter, Harnblase, Harnröhre	Produktion, Sammlung und Ausscheidung des Harns
		Regulation des Flüssigkeits- und Elektrolythaushalts
		Aufrechterhaltung des Säure-Basen-Gleichgewichts
		Mitwirkung bei der Blutdruckregulation
Genital-system	Mann: Hoden, Nebenhoden, Samenleiter, Prostata, Bläschendrüsen, Penis Frau: Eierstock, Eileiter, Gebärmutter, Scheide	Bildung von Keimzellen und Geschlechtshormonen
		Fortpflanzung
		Ernährung des Ungeborenen
Hormonsystem	alle Drüsen und Gewebe, die Hormone produzieren	Langsame und mittelschnelle Regulation vor allem von Stoffwechselaktivitäten
Nervensystem und Sinnesorgane	Zentralnervensystem (Großhirn, Zwischenhirn, Kleinhirn, Hirnstamm, Rückenmark), peripheres Nervensystem, Sinnesorgane (z.B. Auge, Ohr oder Hautsinnesorgane)	Analyse der Umwelt durch die Sinnesorgane
		Steuerung und schnelle Regulation fast aller Körperaktivitäten durch Nervenimpulse
		Regulationszentrum für das innere Milieu
		„Sitz“ der Psyche
Haut (mit Hautanhangsgebilden)	Haut und Hautanhangsgebilde wie z.B. Haare, Nägel, Schweiß- und Talgdrüsen	Schutz des Körpers vor Außeneinflüssen
		Mitregulation der Körpertemperatur
		Synthese des Vitamin-D-Hormons
		Hautsinne für Temperatur, Druck und Schmerz

Tab. 1.2 Organsysteme des Menschen

1.3 Körperabschnitte

Der menschliche Körper lässt sich nicht nur nach der Funktion in Organsysteme gliedern, sondern auch nach der Lokalisation in Körperabschnitte:

- Kopf
- Hals
- Rumpf
- Extremitäten.

1.3.1 Kopf

Das Grundgerüst des **Kopfes** (Caput) ist der knöcherne **Schädel** (Cranium). Er besteht aus:

- Dem Hirnschädel, in dessen Schädelhöhle sich das Gehirn befindet
- Dem Gesichtsschädel, der Öffnungen für Mund-, Nasen- und Augenhöhlen aufweist.

1.3.2 Hals

Der knöcherne Achsenstab des **Halses** (Colum) ist der Halsabschnitt der Wirbelsäule. Der Hals umfasst außerdem die Halsmuskulatur und die Halseingeweide. Bei den Halseingeweiden handelt es sich um Leitungsbahnen (Nerven und Gefäße), obere Abschnitte der Atem- und Speisewege sowie Schilddrüse und Nebenschilddrüsen.

1.3.3 Rumpf

Den knöchernen Achsenstab des **Rumpfes** (Truncus) bilden Brust-, Lenden- und Kreuzbeinabschnitte der Wirbelsäule. In einem Kanal in der Wirbelsäule befindet sich das Rückenmark.

Zum Rumpf gehören (→ Abb. 1.2):

- Der **Brustkorb**, der die **Brusthöhle** umschließt
- Der **Bauch**, der die **Bauchhöhle** beinhaltet
- Das **Becken**, das die **Beckenhöhle** als unteren Teil der Bauchhöhle umfasst
- Der **Rücken**, der vom Nacken bis zum Gesäß reicht.

Brustkorb

Der Brustkorb wird durch Rippen, Brustbein und Brustabschnitt der Wirbelsäule gebildet. Über seine obere Öffnung treten Leitungsbahnen, Luft- und Speiseröhre in die Brusthöhle ein. Die untere Öffnung des Brustkorbs ist durch das **Zwerchfell** weitestgehend verschlossen. Durch eine Zwerchfellücke zieht aber z. B. die Speiseröhre in die Bauchhöhle. Die Brusthöhle enthält u. a. Luftröhre, rechte und linke Lunge mit ihren Atemwegen, das Herz, die Speiseröhre und den Thymus.

Bauch und Becken

Die an das Zwerchfell anschließende Bauchhöhle wird seitlich und vorne vor allem von Muskulatur der Bauchwand gebildet. Im Oberbauch befinden sich von rechts nach links Leber, Magen, Bauchspeicheldrüse sowie die Milz. Im Unterbauch sind verschiedene Darmabschnitte lokalisiert.

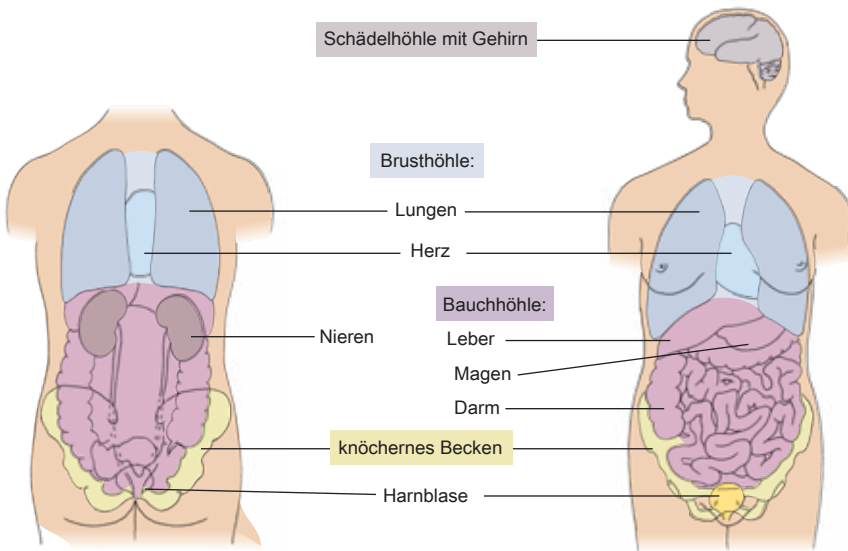
Die Bauchhöhle geht kontinuierlich in die Beckenhöhle über, die als Wand neben dem knöchernen Beckengürtel nach vorne die Bauchwandmuskulatur aufweist. Im Beckenraum sind Darmabschnitte, Harnblase und bei der Frau die inneren Geschlechtsorgane enthalten.

1.3.4 Obere Extremitäten

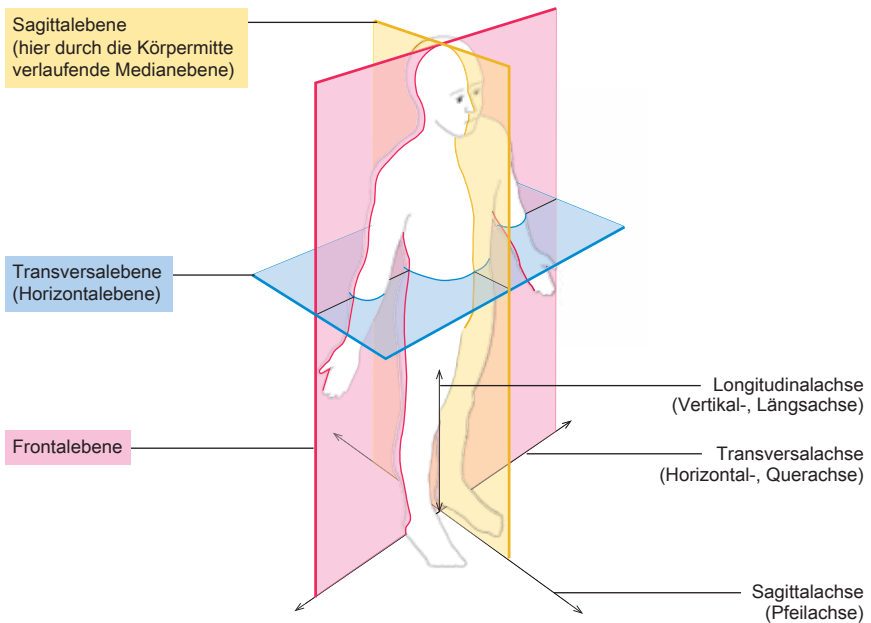
Die **oberen Extremitäten** (oberen Gliedmaßen) bestehen aus Schultergürtel, Armen und Händen. Der Schultergürtel dient der Befestigung der oberen Extremitäten am Rumpf. Die oberen Extremitäten sind durch zahlreiche Muskeln und Gelenke sehr beweglich und dienen vor allem als **Greiforgane**.

1.3.5 Untere Extremitäten

Die **unteren Extremitäten** (unteren Gliedmaßen) setzen sich aus Beckengürtel, Beinen und Füßen zusammen. Der Beckengürtel, der gleichzeitig Bestandteil des Rumpfes ist, verbindet die unteren Extremitäten mit dem Rumpf. Die unteren Extremitäten sind zu **Stütz-** und **Lauforgan** mit kräftiger Muskulatur ausgebildet.



1.2 Körperhöhlen, links von hinten (posterior, dorsal), rechts von vorne (anterior, ventral)



1.3 Achsen und Ebenen

1.4 Orientierung am menschlichen Körper

1

Zur Orientierung am menschlichen Körper gibt es Achsen und Ebenen sowie Lage- und Richtungsbezeichnungen. Alle Angaben beziehen sich auf den aufrecht stehenden Menschen.

1.4.1 Achsen

Es gibt drei senkrecht aufeinander stehende Achsen durch den Körper (→ Abb. 1.3):

- **Longitudinalachse** (Vertikal-, Längsachse) von oben nach unten oder umgekehrt
- **Transversalachse** (Horizontal-, Querachse) von rechts nach links oder umgekehrt
- **Sagittalachse** (Pfeilachse) von vorn nach hinten oder umgekehrt.

Diese drei Achsen verlaufen nicht nur mittig durch den Körper, sondern können in beliebiger Zahl durch den Körper gelegt werden.

1.4.2 Ebenen

Entsprechend der Achsen gibt es drei senkrecht zueinander stehende Ebenen, die ebenfalls in beliebiger Zahl durch den Körper gelegt werden können (→ Abb. 1.3):

- **Sagittalebene**. Sagittalebene verlaufen entsprechend der Sagittalachse von vorne nach hinten durch den Körper. Eine spezielle Sagittalebene ist die **Medianebene** durch die Körpermitte. Sie teilt den Körper in zwei Hälften
- **Transversalebene**. Entsprechend der Transversalachse verlaufen sie quer durch den Körper
- **Frontalebene**. Frontalebene sind parallel zur Stirn (lat. frons = Stirn) in Längsachse des Körpers orientiert.

1.4.3 Lagebezeichnungen

Lagebezeichnungen geben die Lage oder Richtung an, in der bestimmte Strukturen oder Organe gelegen sind. Die wichtigsten Lagebezeichnungen sind (→ Abb. 1.6):

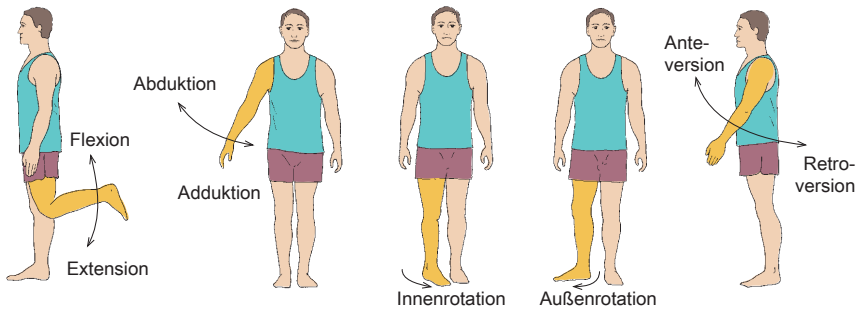
- **Superior** (oben) oder **kranial** (kopfwärts, von lat. cranium = Schädel)
- **Inferior** (unten) oder **kaudal** (steißwärts, von lat. cauda = Schwanz)
- **Anterior** (vorne) oder **ventral** (bauchwärts, von lat. venter = Bauch)
- **Posterior** (hinten) oder **dorsal** (rückwärts, von lat. dorsum = Rücken)
- **Medial**: auf die Medianebene zu
- **Median**: in der Medianebene
- **Lateral** (seitlich): von der Medianebene weg
- **Zentral**: auf das Körperinnere oder das Innere eines Organs zu
- **Peripher**: auf die Oberfläche des Körpers oder eines Organs zu
- **Dexter** (rechts)
- **Sinister** (links)
- **Profundus** (tief)
- **Superficialis** (oberflächlich).

An den Gliedmaßen unterscheidet man zusätzlich (→ Abb. 1.6):

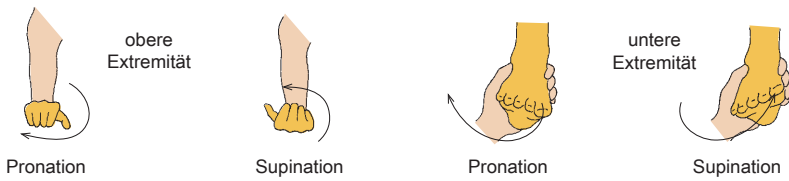
- **Distal**: vom Rumpf weg
- **Proximal**: zum Rumpf hin
- **Ulnar**: zur Elle (Ulna) hin
- **Radial**: zur Speiche (Radius) hin
- **Palmar** (volar): zur Handinnenfläche hin
- **Fibular**: zum Wadenbein (Fibula) hin
- **Tibial**: zum Schienbein (Tibia) hin
- **Plantar**: zur Fußsohle (Planta pedis) hin
- **Dorsal**: zum Fußrücken bzw. zum Handrücken hin.

Die Leber liegt z. B. im Oberbauch rechts (dexter), lateral und kaudal vom Zwerchfell, während Herz und Lungen sich dagegen kranial des Zwerchfells befinden.

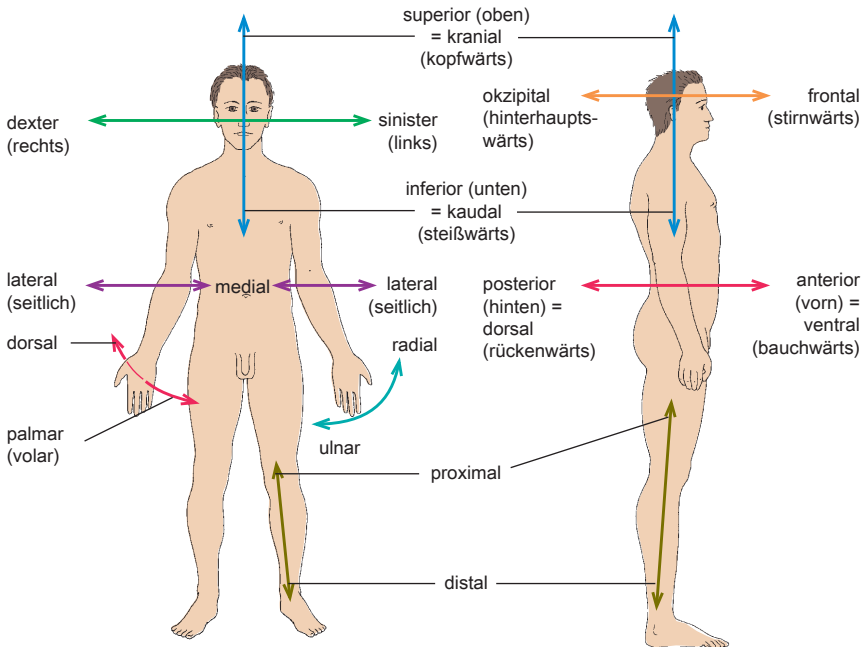
Der Unterarm liegt distal vom Oberarm, während die Finger sich distal vom Unterarm befinden.



1.4 Bewegungsrichtungen der Gliedmaßen



1.5 Pronation und Supination



1.6 Lage- und Richtungsbezeichnungen

1.4.4 Richtungsbezeichnungen

Richtungsbezeichnungen betreffen Bewegungsrichtungen des Rumpfes und vor allem der Gliedmaßen (→ Abb. 1.4):

- **Rotation** (Drehung) um die Längsachse von Rumpf oder Gliedmaßen nach innen (Einwärtsdrehung oder **Innenrotation**) bzw. außen (Auswärtsdrehung oder **Außenrotation**)
- **Abduktion** (Abspreizen): Bewegung vom Körper weg
- **Adduktion** (Heranführen): Bewegung zum Körper hin
- **Flexion** (Beugung) von Rumpf oder Gliedmaßen
- **Extension** (Streckung) von Rumpf oder Gliedmaßen
- **Anteversion** (Vorheben) des Arms oder Beins
- **Retroversion** (Rückführen) des Arms oder Beins
- **Pronation** und **Supination**: Wendebewegungen des Unterarms mit der Hand bzw. Einwärts- und Auswärtskanten des Fußes (→ Abb. 1.5).

Wiederholungsfragen

1. Was sind die Kennzeichen für Lebendigkeit? (→ 1.1.1)
2. Welche Elemente müssen den Zellen zugeführt werden? (→ 1.1.1)
3. Worin besteht der Unterschied zwischen Ana- und Katabolismus? (→ 1.1.1)
4. Was bedeutet Parenchym? (→ 1.1.3)
5. Was ist unter Embryologie zu verstehen? (→ 1.2.1)
6. Welche Körperabschnitte gibt es? (→ 1.3)
7. Welche Achsen und Ebenen können durch den Körper gelegt werden? (→ 1.4.1, → 1.4.2)
8. Welche Bedeutung hat proximal bzw. distal? (→ 1.4.3)
9. Wie wird eine Bewegung der Gliedmaßen vom Körper weg bezeichnet? (→ 1.4.4)
10. Was ist unter Anteversion zu verstehen? (→ 1.4.4)

5

Herz-Kreislauf- und Gefäßsystem

5.1	Übersicht	152	5.3	Kreislauf- und Gefäßsystem	168
5.2	Herz	152	5.3.1	Arten von Blutgefäßen	168
5.2.1	Lage und Form des Herzens	152	5.3.2	Körper- und Lungenkreislauf	168
5.2.2	Gliederung und Innenräume des Herzens	152	5.3.3	Lymphgefäßsystem	168
5.2.3	Blutfluss durch das Herz	154	5.3.4	Verteilung des Herzzeitvolumens	170
5.2.4	Herzklappen	154	5.3.5	Wichtige Arterien des Körperkreislaufs	170
5.2.5	Aufbau der Herzwand	156	5.3.6	Wandbau der Arterien	172
5.2.6	Schlagvolumen und Herzzeitvolumen	158	5.3.7	Erkrankungen der Arterien	172
5.2.7	Herzzyklus	158	5.3.8	Kleine Arterien und Arteriolen	174
5.2.8	Erregungsbildungs- und Erregungsleitungssystem	160	5.3.9	Puls und Blutdruck	174
5.2.9	Nervenversorgung des Herzens	160	5.3.10	Kapillaren	176
5.2.10	Regulation der Herzleistung	160	5.3.11	Venulen und Venen	176
5.2.11	Elektrokardiogramm (EKG)	162	5.3.12	Wichtige Venen des Körperkreislaufs	176
5.2.12	Herzrhythmusstörungen	162	5.3.13	Wandbau der Venen	176
5.2.13	Blutversorgung des Herzens	164	5.3.14	Kreislauf- und Durchblutungsregulation	178
5.2.14	Koronare Herzkrankheit (KHK) und Herzinsuffizienz	166			
5.2.15	Untersuchungsmethoden des Herzens	166			

Wiederholungsfragen 180

5.1 Übersicht

Das **Herz** (Cor) bildet zusammen mit den Blutgefäßen das **Herz-Kreislauf-System** (kardiovaskuläres System). Das Herz-Kreislauf-System dient hauptsächlich dem Transport: Insbesondere versorgt es den ganzen Körper über das Blut mit Sauerstoff (O₂) und Nährstoffen und transportiert Stoffwechselendprodukte wie Kohlendioxid (CO₂) wieder ab.

Das Herz hält als Druck-Saug-Pumpe den Blutstrom in den Gefäßen aufrecht. Die Gefäße haben Verteiler- und Sammelfunktion für das Blut.

Der Name Kreislauf rührt daher, dass die Gefäße eine kreisförmige Bahn für das Blut darstellen. Dabei werden zwei Teilkreisläufe unterschieden (→ Abb. 5.1): der große Kreislauf (**Körperkreislauf** → 5.3.2) und der kleine Kreislauf (**Lungenkreislauf** → 5.3.2).

5.2 Herz

Das Herz (Cor) ist ein muskuläres Hohlorgan mit einem Gewicht von ca. 300 g.

5.2.1 Lage und Form des Herzens

Das Herz befindet sich im **Mediastinum**, einem Bindegeweberaum in der Brusthöhle. Es liegt überwiegend in der linken Brustkorbhälfte (→ Abb. 5.2).

Nach unten sitzt das Herz dem Zwerchfell im Bereich der zentralen Sehnenplatte (Centrum tendineum → 4.7.4) auf (→ Abb. 5.2). Rechts und links ist es von den Lungen begrenzt. Nach vorne grenzt das Herz an das Sternum (Brustbein), nach hinten über den linken Vorhof an den Ösophagus (Speiseröhre).

Das Herz hat die Form eines bauchigen Kegels. Die Spitze des Kegels (**Herzspitze**) weist nach links, vorne und unten (→ Abb. 5.1, → Abb. 5.2). Im Bereich der gegenüberliegenden Kegelbasis (**Herzbasis**), die nach rechts, hinten und oben gerichtet ist, befinden sich die großen Gefäße, die ins Herz ein- bzw. aus diesem austreten.

Große Herzgefäße

Die **Vv. pulmonales** (Lungenvenen) sowie die **V. cava superior** und **inferior** (obere und untere Hohlvene) treten in das Herz ein und leiten Blut zu ihm hin (→ Abb. 5.1, → Abb. 5.3).

Die aus dem Herz austretenden Gefäße sind die **Aorta** (große Körperschlagader) und der **Truncus pulmonalis** (Lungenarterienstamm → Abb. 5.1, → Abb. 5.3).

5.2.2 Gliederung und Binnenräume des Herzens

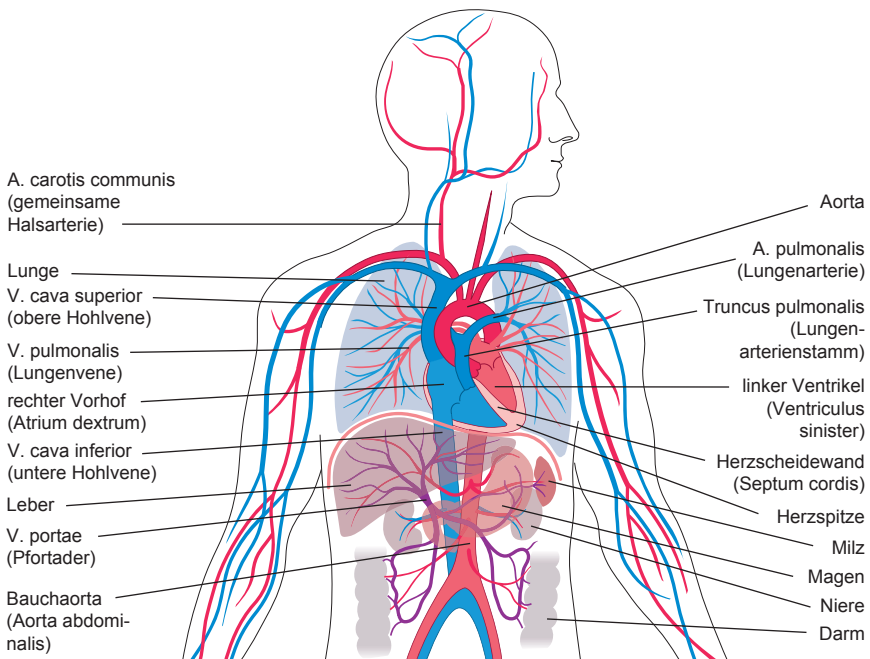
Das Herz wird durch die **Herzscheidewand** (Septum cordis) in eine linke und eine rechte Hälfte unterteilt:

- Die **linke Herzhälfte** pumpt sauerstoffreiches Blut aus den Lungen in den Körperkreislauf zur Versorgung sämtlicher Organe (→ Abb. 5.1, rot)
- Die **rechte Herzhälfte** befördert sauerstoffarmes Blut aus dem Körperkreislauf in den Lungenkreislauf zur Aufnahme von O₂ und Abgabe von CO₂ (→ Abb. 5.1, blau).

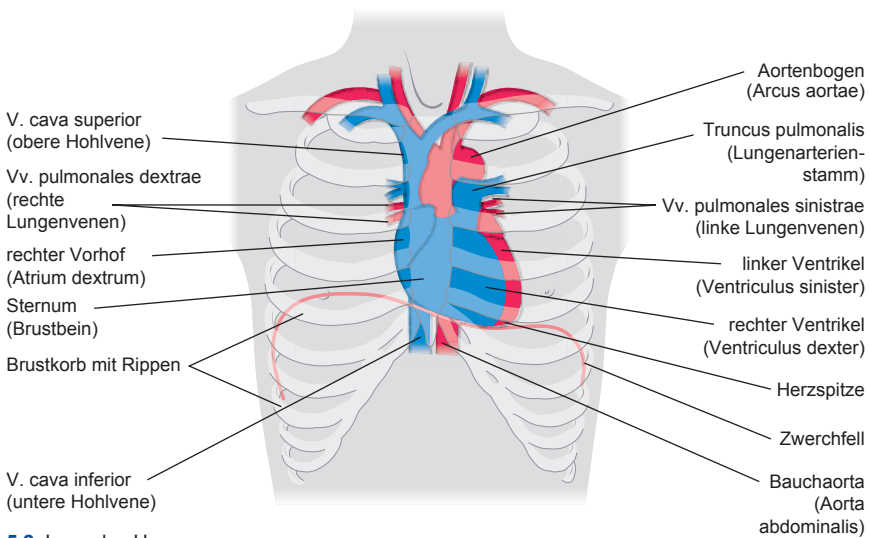
Rechte und linke Herzhälfte bestehen jeweils aus einem **Vorhof** (Atrium) und einer **Kammer** (Ventrikel, lat. ventriculus → Abb. 5.1). Die Vorhöfe sammeln das Blut zur Befüllung der Kammern, die Kammern pumpen das Blut in den Körper- bzw. Lungenkreislauf. Dadurch sind an der Herzscheidewand ein **Vorhofseptum** (Vorhofscheidewand, Septum interatriale) und ein **Kammerseptum** (Kammerscheidewand, Septum interventriculare) zu unterscheiden (→ Abb. 5.3).

Die Grenzen zwischen den Kammern und zwischen Kammern und Vorhöfen sind auch von außen sichtbar:

- Die Grenze zwischen rechter und linker Kammer ist vorne und hinten durch einen **Sulcus interventricularis anterior** bzw. **posterior** sichtbar
- Vorhöfe und Kammern werden durch den **Sulcus coronarius** (Kranzfurche) voneinander abgegrenzt.



5.1 Lungen- und Körperkreislauf



5.2 Lage des Herzens

5.2.3 Blutfluss durch das Herz

Durch die Gliederung des Herzens in zwei Hälften mit jeweils Vorhof und Kammer (Ventrikel) ergeben sich vier Innenräume des Herzens: rechter und linker Vorhof und rechter und linker Ventrikel (→ Abb. 5.3).

Die V. cava superior und inferior (obere und untere Hohlvene) führen das venöse Blut aus dem Körperkreislauf dem **rechten Vorhof** (Atrium dextrum) zu. Die V. cava superior leitet v. a. das Blut von Kopf, Hals und oberen Extremitäten, die V. cava inferior das des übrigen Körpers. Vom rechten Vorhof wird das Blut in den **rechten Ventrikel** (rechte Kammer, Ventriculus dexter) befördert, der es in den Truncus pulmonalis (Lungenarterienstamm) und damit in den Lungenkreislauf pumpt (→ Abb. 5.3). Das Blut passiert dann zum Gasaustausch die Lungen. Das sauerstoffreiche Blut wird durch die Vv. pulmonales (Lungenvenen) dem **linken Vorhof** (Atrium sinistrum) zugeführt. Von dort gelangt es in den **linken Ventrikel** (linke Kammer, Ventriculus sinister), der das Blut über die Aorta in den Körperkreislauf pumpt (→ Abb. 5.3).

5.2.4 Herzklappen

Die **Herzklappen** zwischen Vorhöfen und Kammern sowie zwischen Kammern und Arterien ermöglichen einen gerichteten Blutstrom durch das Herz. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Form werden Segel- und Taschenklappen unterschieden.

Segelklappen

Die Klappen zwischen Vorhöfen und Kammern erinnern an Segel (lat. cuspes, daher **Segelklappen** oder Valvae cuspidales → Abb. 5.4). Aufgrund ihrer Lage zwischen Vorhöfen und Kammern heißen sie auch Atrioventrikularklappen (**AV-Klappen**). Die linke Segelklappe hat zwei Segel und wird wegen ihrer Ähnlichkeit mit der Mitra eines Bischofs auch **Mitralklappe** (Valva mitralis) genannt. Die rechte Segelklappe besteht aus drei Segeln und heißt deshalb **Trikuspidalklappe** (Valva tricuspidalis → Abb. 5.5).

Die Segelklappen sind über **Sehnenfäden** (Chordae tendineae) an den **Papillarmuskeln** (Mm. papillares) der Kammerwände befestigt (→ Abb. 5.4), damit die Segel nicht in die Vorhöfe durchschlagen, wenn sich die Kammern zusammenziehen. Die Segelklappen lassen das Blut nur vom Vorhof in die Kammer strömen.

Taschenklappen

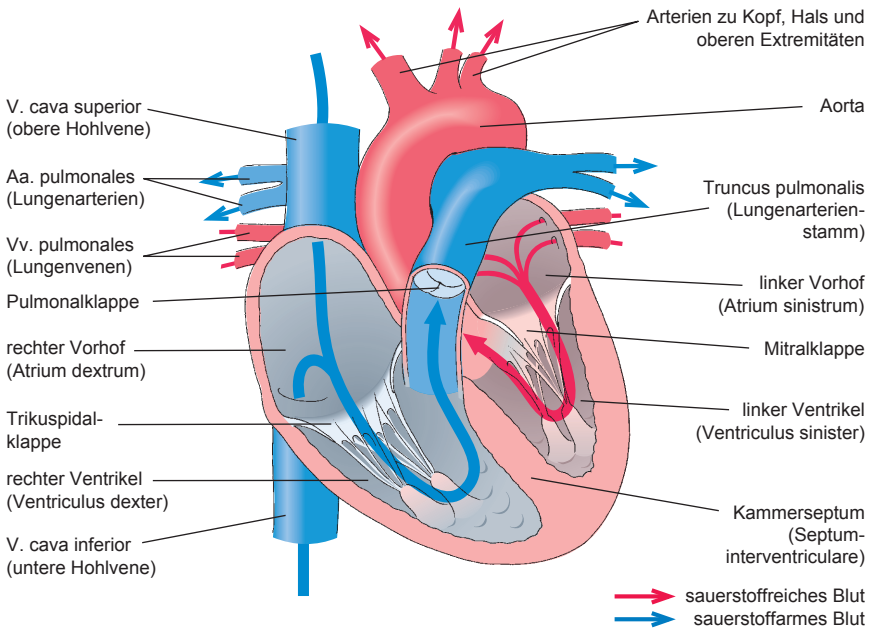
Bei den Klappen zwischen Kammern und großen Arterien sind je drei halbmondförmige Taschen so orientiert, dass das Blut nur aus den Kammern in die großen Gefäße fließen kann. Aufgrund ihrer Form heißen diese Klappen **Taschenklappen** (Valvae semilunares → Abb. 5.4). Die **Aortenklappe** (Valva aortae) liegt zwischen linkem Ventrikel und Aorta, die **Pulmonalklappe** (Valva trunci pulmonalis) zwischen rechtem Ventrikel und Truncus pulmonalis (→ Abb. 5.5).

Herzklappenfehler

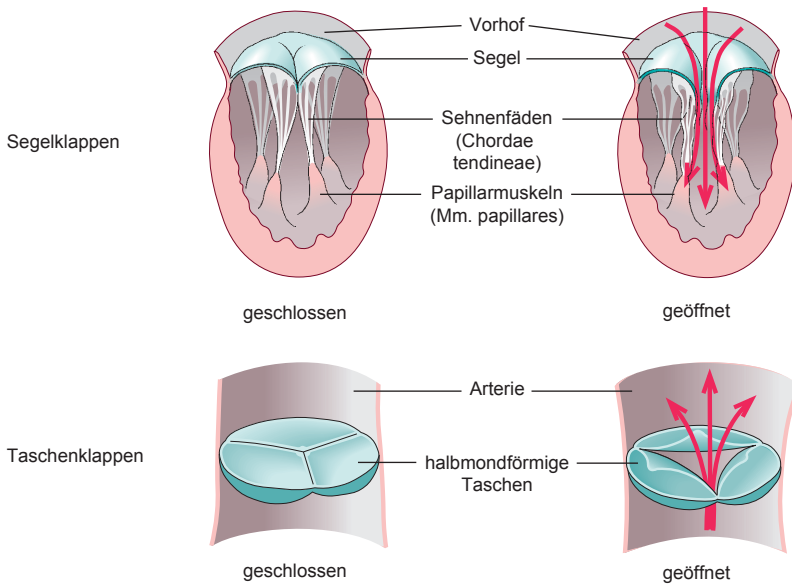
Bei der **Klappenstenose** ist die Herzklappe bei Öffnung zu eng und behindert den Blutdurchfluss. Der vorgeschaltete Herzabschnitt (bei einer stenosierten Aortenklappe z. B. der linke Ventrikel) muss einen höheren Druck aufbringen, um das Blut durch die kleinere Öffnung zu pressen (**Druckbelastung**).

Bei der **Klappeninsuffizienz** schließen die Herzklappen nicht mehr dicht, und das gerade beförderte Blut fließt zum Teil wieder zurück (bei einer insuffizienten Aortenklappe also aus der Aorta zurück in den linken Ventrikel). Durch dieses **Pendelblut** muss der vorgeschaltete Herzabschnitt vermehrt Blutvolumen auswerfen (**Volumenbelastung**).

Das Herz passt sich der Druck- bzw. Volumenbelastung zunächst durch Dickerwerden der Wandmuskulatur an (**Hypertrophie** → 5.2.5). Durch Überforderung kommt es schließlich zur Herzleistungsschwäche (Herzinsuffizienz → 5.2.14).



5.3 Längsschnitt durch das Herz



5.4 Funktion der Herzklappen

Ventilebene und Herzskelett

Alle vier Herzklappen befinden sich nahezu in einer Ebene an der Herzbasis, der Klappen- oder **Ventilebene** (→ Abb. 5.5). Die Klappen sind in straffes Bindegewebe eingelassen, das auch die austretenden Herzgefäße umgibt. Dieses **Herzskelett** (→ Abb. 5.5) stabilisiert die Klappen und trennt gleichzeitig die Vorhöfe elektrisch von den Kammern.

5.2.5 Aufbau der Herzwand

Die Herzwand besteht von innen nach außen aus drei Schichten:

- **Endokard** (Endocardium, Herzinnenhaut)
- **Myokard** (Myocardium, Herzmuskelschicht)
- **Epikard** (Epicardium, Herzaußenhaut).

Endokard

Das dünne Endokard (→ Abb. 5.6) kleidet alle Innenräume des Herzens aus. Es besteht aus einer dünnen Endothelschicht (→ 3.2.2), die durch Bindegewebe und glatte Muskelzellen mit der darunter liegenden Muskelschicht verbunden ist. Blutgefäßfreie, durch Bindegewebe verstärkte Endokardduplikaturen bilden die Herzklappen.

Myokard

Das sich anschließende Myokard (→ Abb. 5.6) wird von quer gestreifter Herzmuskulatur (→ 3.4.7) gebildet, die stark mit Blutkapillaren aus den Koronararterien (Herzkranzarterien → 5.2.13) versorgt wird.

Der Hauptteil des Myokard ist für die Pumparbeit zuständig und wird daher als **Arbeitsmuskulatur** bezeichnet. Ein kleiner Anteil des Myokards ist auf Erregungsbildung und -leitung (→ 5.2.8) spezialisiert.

Wie dick das Myokard ist, hängt davon ab, wie stark es arbeiten muss. Am dünnsten ist das Myokard der Vorhöfe (ca. 1–2 mm), etwas dicker das des rechten Ventrikels mit 2–4 mm. Da der linke Ventrikel gegen den hohen Druck des großen Kreislaufs arbeiten muss, ist sein

Myokard mit ca. 10 mm bei weitem am dicksten (→ Abb. 5.6).

Herzmuskelhypertrophie

Muss das Herz lange Zeit Mehrarbeit leisten (etwa bei Klappenfehlern oder Bluthochdruck), werden die Herzmuskelzellen und damit das ganze Herz größer (Herzmuskelhypertrophie). Ab einem kritischen Herzgewicht von ca. 500 g aber wird das Myokard nicht mehr ausreichend mit Blut versorgt und es kommt zu Durchblutungsstörungen des Myokards.

Epikard

Äußerste Schicht ist das Epikard (→ Abb. 5.6). Es besteht zum Myokard hin aus lockerem Bindegewebe und außen aus glattem Mesothel (→ 3.2.2), die zusammen eine Tunica serosa bilden.

Perikard

Das Perikard (Pericardium, Herzbeutel) umschließt das Herz schützend und dient gleichzeitig als Gleitlager für die Herzaktionen.

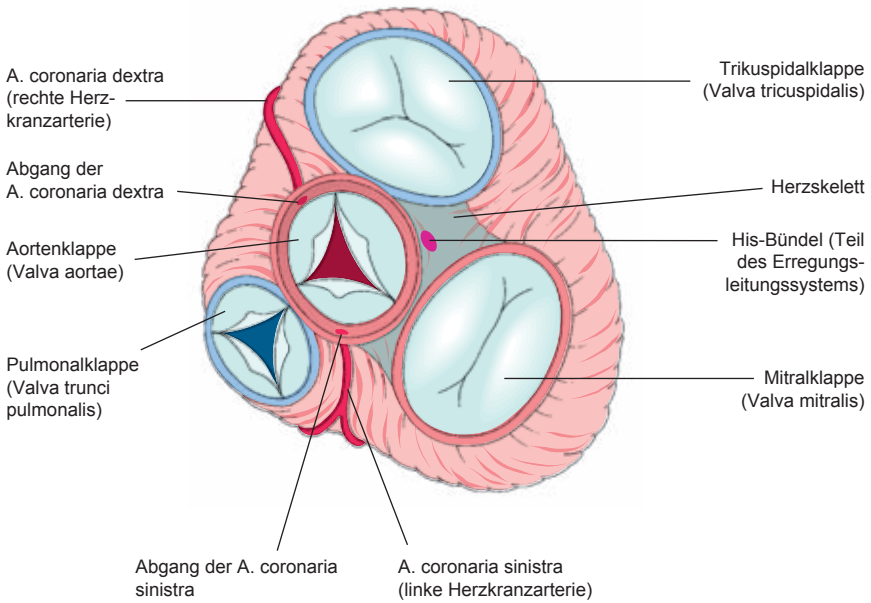
Das Perikard besteht aus zwei verwachsenen Blättern. Das innere Blatt des Perikards (Pericardium serosum) wird durch eine Tunica serosa, das äußere Blatt durch straffes und reißfestes Bindegewebe (Pericardium fibrosum → 3.3.7) gebildet. Zwischen dem serösen Blatt des Perikards und dem Epikard besteht ein dünner, mit ganz wenig Flüssigkeit gefüllter Spaltraum, die **Perikardhöhle**.

Die Tunica serosa des Perikards geht an der Herzbasis in das Epikard über.

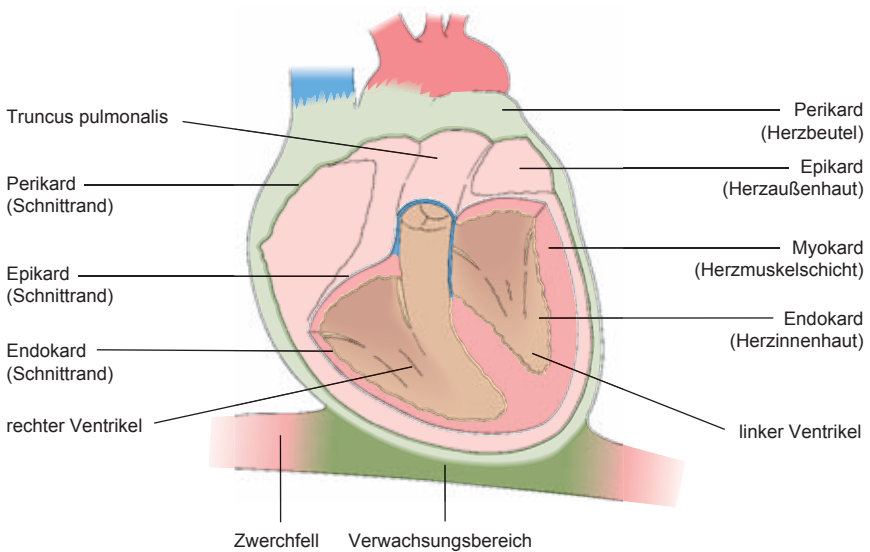
Entzündungen des Herzens

Das Herz kann sich durch infektiöse Erreger oder immunologische Vorgänge entzünden. Die einzelnen Wandschichten können dabei einzeln oder zusammen erkranken.

Am häufigsten sind Entzündungen von Endo- und Myokard, die **Endokarditis** und **Myokarditis**. Bei der Endokarditis sind v. a. die Herzklappen betroffen, mögliche Folge ist ein Herzklappenfehler (→ 5.2.4). Eine Myokarditis kann zu einer Herzleistungsschwäche (→ 5.2.14) führen.



5.5 Ventilebene und Herzskelett



5.6 Aufbau der Herzwand und Beziehung zum Zwerchfell

5.2.6 Schlagvolumen und Herzzeitvolumen

Das gesamte Blutvolumen im Herz-Kreislauf-System beträgt ca. 4–6 l. Hiervon werden mit jeder Herzaktion, d. h. jedem Herzschlag, jeweils ca. 80 ml als **Schlagvolumen** vom rechten und linken Ventrikel gleichzeitig gepumpt. Da das Herz in Ruhe etwa 70-mal pro Minute schlägt (**Herzfrequenz**), befördert es pro Minute jeweils ca. 5,6 l Blut durch den Körper- und Lungenreislauf. Diese Größe heißt **Herzzeitvolumen** ($HZV = \text{Schlagvolumen} \times \text{Herzfrequenz}$).

5.2.7 Herzzyklus

Um Blut zu pumpen, arbeiten Vorhöfe und Kammern des Herzens in einem rhythmischen Wechsel von Anspannung (**Kontraktion**) und Erschlaffung.

Die Herzkammertätigkeit läuft in vier Aktionsphasen ab, die gemeinsam einen **Herzzyklus** bilden (→ Abb. 5.7):

- **Anspannungs- und Austreibungsphase**, die zusammen als **Systole** bezeichnet werden
- **Entspannungs- und Füllungsphase**, die zusammen die **Diastole** bilden.

Systole

Zu Beginn der Systole sind die Kammern mit Blut gefüllt. In der **Anspannungsphase** der Systole steigt der Blutdruck in den Kammern durch Kontraktion des Myokards an (→ Abb. 5.7) und die Segelklappen werden geschlossen. Übersteigt der Blutdruck im linken Ventrikel den Blutdruck in der Aorta von ca. 80 mm Hg (10,6 kPa) und der Blutdruck im rechten Ventrikel den des Truncus pulmonalis von ca. 10 mm Hg (1,3 kPa), werden Aorten- bzw. Pulmonalklappen aufgedrückt, die **Austreibungsphase** (→ Abb. 5.7) beginnt. Das Schlagvolumen wird rasch ausgetrieben, wobei der Blutdruck in der Aorta auf ca. 120 mm Hg (16 kPa) und im Truncus pulmonalis auf ca. 20–30 mm Hg (2,7–4

kPa) ansteigt. Dabei werden die Kammern nicht vollständig entleert, sondern es verbleibt ein Restvolumen von 50–60 ml Blut. Gegen Ende der Austreibungsphase fällt der Druck in beiden Kammern wieder ab.

Während der Systole bewegt sich die Ventilebene zur Herzspitze hin. Dadurch wird Blut aus den Hohl- und Lungenvenen in die Vorhöfe „gesaugt“ (das Herz als Druck-Saug-Pumpe).

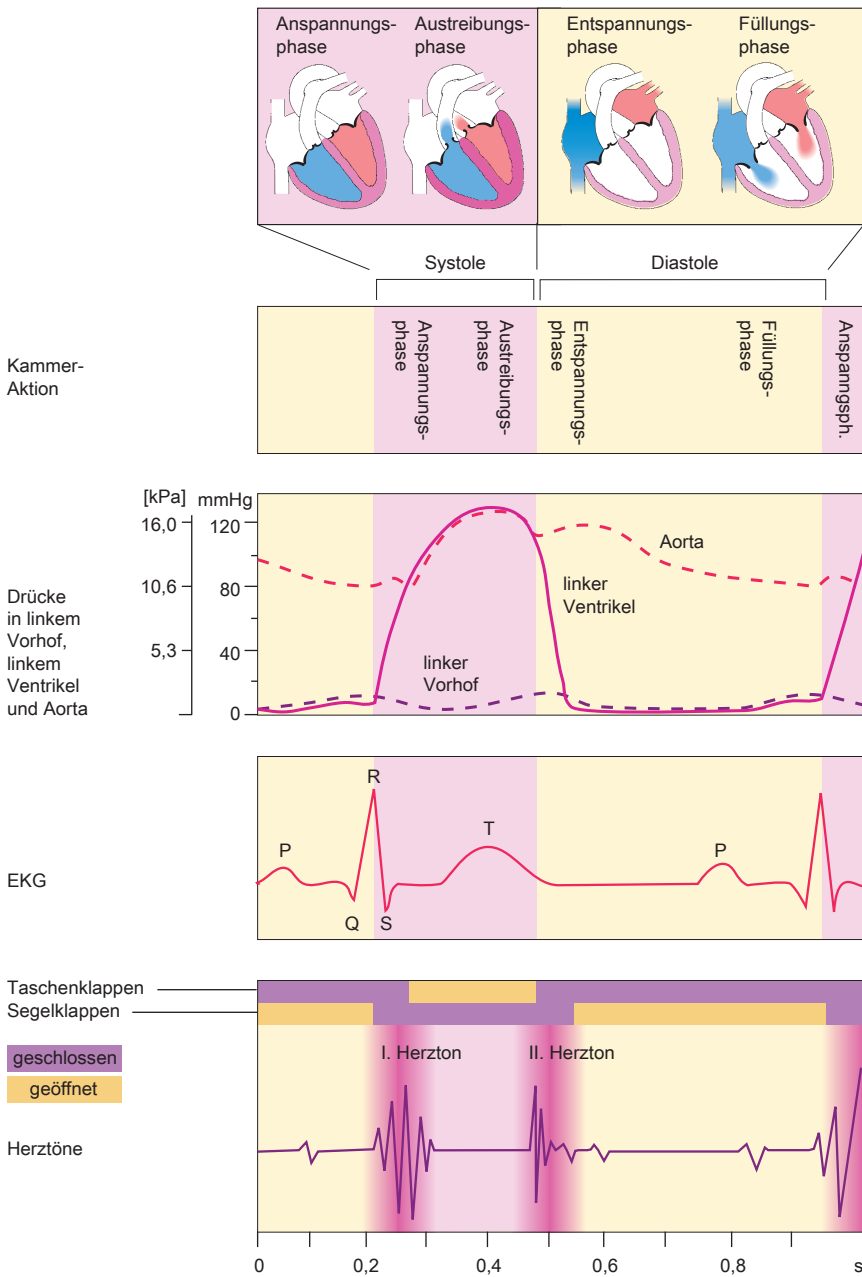
Diastole

Sinkt der Kammerdruck unter den Druck in Aorta bzw. Truncus pulmonalis, schließen sich Aorten- und Pulmonalklappe. Jetzt beginnt die **Entspannungsphase** (→ Abb. 5.7) der Diastole. Da die Kammerdrücke angestiegen sind, öffnen sich die Segelklappen, die **Füllungsphase** der Kammern (→ Abb. 5.7) beginnt. Durch die Rückverlagerung der Ventilebene Richtung Herzbasis strömt das Blut aus den Vorhöfen passiv in die Kammern. Die Diastole wird durch eine abschließende Vorhofkontraktion, bei der nur noch wenig Blut aktiv in die Kammern befördert wird, beendet. Mit Schließen der Segelklappen beginnt ein neuer Herzzyklus.

Herztöne und Herzgeräusche

Durch **Auskultation**, d. h. Abhören des Herzens mit dem Stethoskop, können zwei Herztöne wahrgenommen werden (→ Abb. 5.7, → Abb. 5.10): Der dumpfere, längere **erste Herzton** entspricht der Anspannungsphase der Systole (**Anspannungston**). Der kürzere, helle **zweite Herzton** ist durch den Schluss der Taschenklappen zu Beginn der Diastole bedingt (**Klappenton**).

Alle anderen Herztöne heißen **Herzgeräusche**. Man unterscheidet **systolische** und **diastolische Herzgeräusche**, die je nach **Auskultationspunkt** (→ Abb. 5.10) einzelnen Herzklappen zugeordnet werden können. Beim Erwachsenen sind Herzgeräusche meist krankhaft und oft Ausdruck eines Klappenfehlers.



5.7 Herzzyklus, EKG und Herztöne

5.2.8 Erregungsbildungs- und Erregungsleitungssystem

Spezialisierte Herzmuskelzellen bilden das **Erregungsbildungs- und Erregungsleitungssystem**. Es lässt das Herz unabhängig (**autonom**) vom Nervensystem schlagen und sorgt für eine fast gleichzeitige und damit effektive Kontraktion der Kammermuskulatur.

Das Erregungsbildungs- und Erregungsleitungssystem besteht aus fünf Abschnitten (→ Abb. 5.8):

Der erste Abschnitt ist der **Sinusknoten**. Er liegt im rechten Vorhof an der Eintrittsstelle der V. cava superior. Der zweite Abschnitt ist der Atrioventrikular- oder **AV-Knoten** am Boden des rechten Vorhofs. Der dritte Abschnitt ist das Atrioventrikulärbündel, kurz AV- oder **His-Bündel**. Es durchdringt das Herzskelett (→ Abb. 5.5) und teilt sich im oberen Kammerseptum in zwei Kammer- bzw. **Tawara-Schenkel** als vierten Abschnitt. Diese verlaufen auf der linken bzw. rechten Seite der Scheidewand unter dem Endokard zur Herzspitze. Ihre Endaufzweigungen ziehen als **Purkinje-Fasern** (fünfter Abschnitt) in die Arbeitsmuskulatur (→ Abb. 5.9).

Im Bereich der Vorhofmuskulatur wird die Erregung also nur über Arbeitsmuskulatur weitergeleitet.

Sämtliche Abschnitte des Erregungsleitungssystems sind zu spontanen Erregungen fähig: Ihr Ruhemembranpotenzial (→ 2.5) wird von selbst immer weniger negativ, bis bei Überschreiten einer gewissen Schwelle ein Aktionspotenzial ausgelöst wird. Im Sinusknoten geschieht diese **spontane Depolarisation** mit ca. 70-mal pro Min. am schnellsten, er hat **Schrittmacherfunktion**. Fällt der Sinusknoten aus, springt der AV-Knoten als zweitschnellster (40–55 Aktionen/min) ein. Die Eigenfrequenz der übrigen Anteile ist noch niedriger.

5.2.9 Nervenversorgung des Herzens

Das Herz schlägt zwar unabhängig vom Nervensystem, es wird aber vom ZNS über Sympathikus und Parasympathikus (→ 14.10.2) beeinflusst. Der Parasympathikus wirkt v. a. auf die Vorhöfe, der Sympathikus auf das ganze Herz.

5.2.10 Regulation der Herzleistung

Durch die Aktivität von Sympathikus (Überträgerstoff Noradrenalin), Parasympathikus (Überträgerstoff Acetylcholin) sowie im Blut vorhandenes Adrenalin aus dem Nebennierenmark wird die Herztätigkeit v. a. an den veränderten Bedarf in Ruhe und bei Belastung angepasst. Beeinflusst werden u. a.:

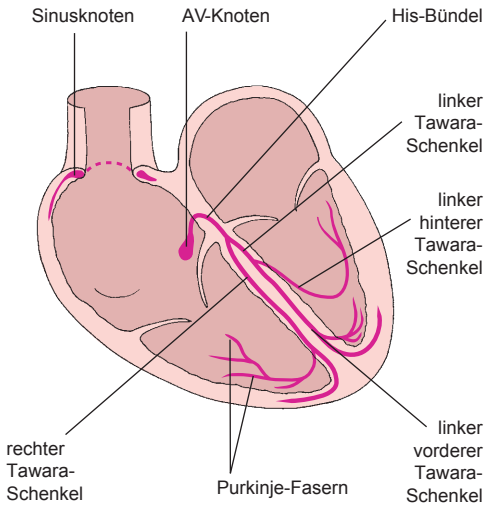
- Die Schlagfrequenz (**Chronotropie**)
- Die Geschwindigkeit der Erregungsleitung (**Dromotropie**)
- Die Herzmuskelkraft (**Inotropie**).

Noradrenalin und Adrenalin wirken leistungssteigernd: Sie erhöhen die Aktionsfrequenz des Sinusknotens (**positiv-chronotrop**), beschleunigen die Erregungsleitung (**positiv-dromotrop**) und steigern die Kraft des Myokards (**positiv-inotrop**). Dies erklärt z. B., dass das Herz bei Erregung und damit erhöhter Sympathikusaktivität schneller schlägt.

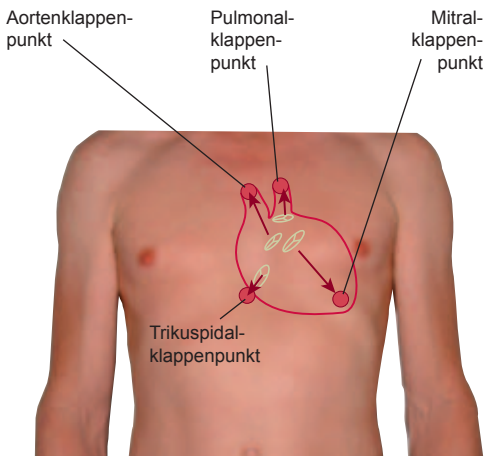
Parasympathikus bzw. Acetylcholin wirken entgegengesetzt, vor allem **negativ-chronotrop** und **negativ-dromotrop**.

Darüber hinaus gibt es noch weitere Regulationsmöglichkeiten der Herzleistung. So steigert z. B. eine etwas stärkere Dehnung der Herzmuskelfasern als normal die Herzmuskelkraft, das Schlagvolumen nimmt zu. Über diesen **Frank-Starling-Mechanismus** werden die Schlagvolumina beider Ventrikel genau aufeinander abgestimmt.

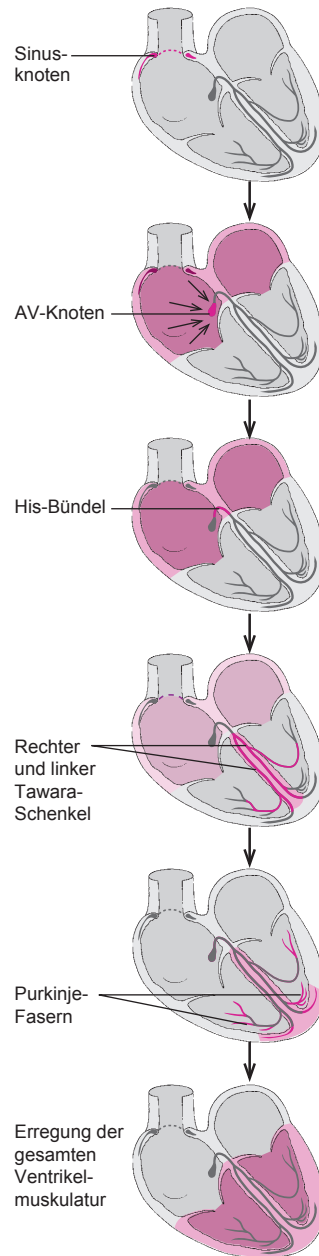
Außerdem können manche Vorhofmuskelzellen bei Überdehnung das atriale natriuretische Peptid (ANP) freisetzen. Es bewirkt Entlastung des Herzens durch Senkung des Blutvolumens und Gefäßwiderstands.



5.8 Erregungsleitungssystem des Herzens



5.10 Auskultationspunkte für die Töne der vier Herzklappen [Foto: O405]



5.9 Erregungsausbreitung (erregte Herzabschnitte violett)

5.2.11 Elektrokardiogramm (EKG)

Während der Herzaktion breitet sich die Erregung ausgehend von den Vorhöfen über das Herz hinweg aus und bildet sich dann wieder zurück. Die dabei entstehenden elektrischen Spannungsunterschiede werden bis zur Körperoberfläche weitergeleitet und können mittels eines Elektrokardiogramms (**EKG**) in Millivolt (mV) gemessen werden. Ein gar nicht oder vollständig erregtes Myokard ergibt keine Spannungsunterschiede und somit eine Null-Linie (Isoelektrische) im EKG.

Ein EKG kann in Ruhe oder bei körperlicher Belastung abgeleitet werden.

Unterschieden werden Extremitäten- und Brustwandableitungen (→ Abb. 5.11):

- Bei den **Extremitätenableitungen** werden die Ableitelektroden an den Extremitäten (Hand- und Fußgelenke) angebracht
- Bei den **Brustwandableitungen** werden meist sechs Elektroden (V1–V6) an definierten Punkten der Brustwand angelegt.

Die abgeleiteten **EKG-Kurven** zeigen typische **Zacken**, **Wellen** und **Komplexe** mit dazwischen liegenden **Strecken**, die in regelhafter Beziehung zur Erregungsausbreitung und zum Herzzyklus stehen (→ Abb. 5.12):

Die **P-Welle** entspricht der Vorhoferregung. Es folgt die **PQ-Strecke**, welche die völlige Erregung der Vorhöfe widerspiegelt. Die folgenden drei Zacken werden als **QRS-Komplex** zusammengefasst. Dieser zeigt die Erregung der Kammern an. Die anschließende **ST-Strecke** entspricht der vollständigen Erregung der Kammern, die **T-Welle** deren Erregungsrückbildung. Die Erregungsrückbildung der Vorhöfe ist im EKG nicht darstellbar, da sie in den QRS-Komplex fällt.

5.2.12 Herzrhythmusstörungen

Das EKG spielt eine wesentliche Rolle in der Diagnostik von Herzinfarkt (Myokardinfarkt → 5.2.14) und Herzrhythmusstörungen (**Arrhythmien**).

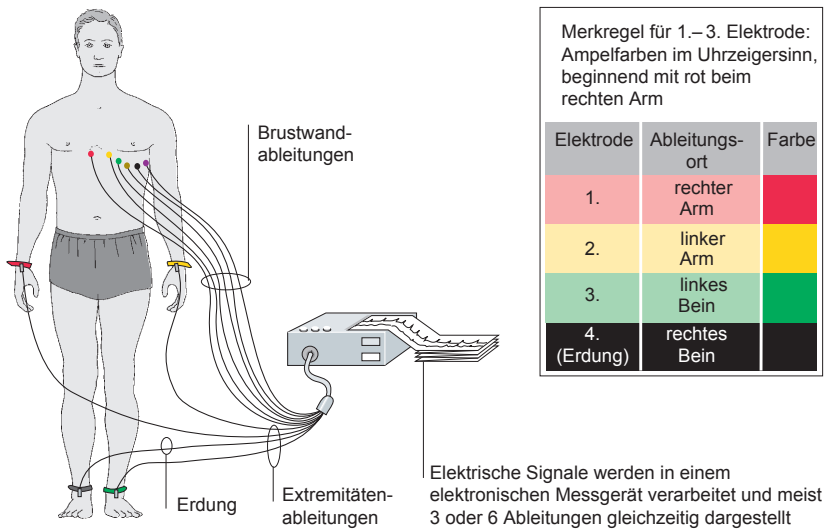
Aus dem Abstand der QRS-Komplexe kann die Herzfrequenz errechnet oder mit Hilfe eines EKG-Lineals abgelesen werden. Schlägt das Herz zu schnell (beim Erwachsenen schneller als 100 Schläge/min), liegt eine **Tachykardie** vor, bei einer Frequenz unter 50 Schlägen/min eine **Bradykardie**.

Störungen der Erregungsbildung

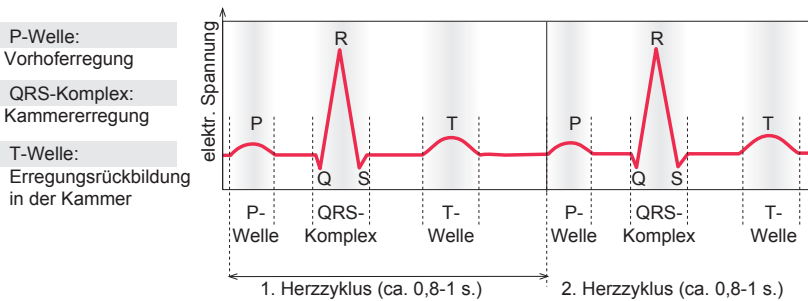
Gelegentliche Extraschläge (**Extrasystolen**) außerhalb der normalen Schlagfolge kommen auch beim Gesunden vor. **Supraventrikuläre Extrasystolen** gehen von den Vorhöfen aus, **ventrikuläre Extrasystolen** von den Kammern. Ventrikuläre Extrasystolen sehen ganz anders aus als eine normale Herzaktion.

Bei **Sinusarrhythmien** sehen die Erregungen normal aus, ihre Frequenz wechselt aber. Werden irgendwo in den Vorhöfen schneller als im Sinusknoten Erregungen gebildet, kommt es zur **Vorhofftachykardie** (Vorhofrasen), erkennbar an anders aussehenden P-Wellen. Ab einer Frequenz von ca. 200/min (**Vorhofflattern**) wird nur noch ein Teil der Vorhofaktionen auf die Kammern übergeleitet. Steigt die Vorhoffrequenz über 350/min, handelt es sich um **Vorhofflimmern**. Die Kammern werden nur ganz unregelmäßig erregt (**absolute Arrhythmie** → Abb. 5.13).

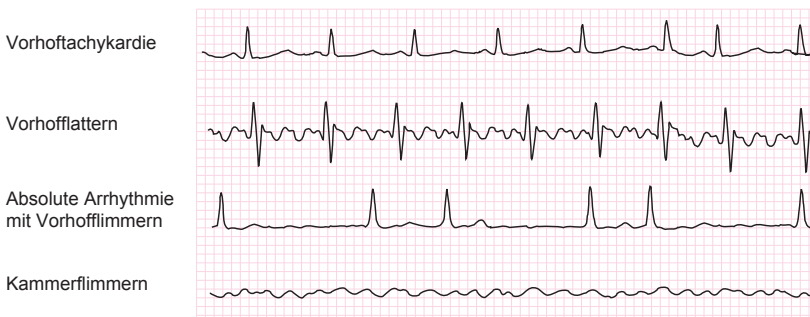
Ventrikuläre Extrasystolen können in ungünstigen Fällen ein Kammerrasen (**Kammertachykardie**) auslösen. Beim **Kammerflattern** liegt die Herzfrequenz über 200/min. Es steigert sich oft zum **Kammerflimmern** (→ Abb. 5.13) mit völlig unkoordinierten Myokardzuckungen. Da kaum noch Blut gefördert wird, verläuft ein Kammerflimmern ohne sofortige Gegenmaßnahmen tödlich.



5.11 EKG-Ableitungsorte



5.12 Standard-EKG (Extremitätenableitung)



5.13 EKG-Kurven bei Herzrhythmusstörungen

Störungen der Erregungsüberleitung

Relativ häufig ist die Erregungsleitung vom Vorhof auf die Kammern blockiert. Man spricht von einem atrioventrikulären Block, kurz **AV-Block**. Dieser wird in unterschiedliche Grade unterteilt (→ Abb. 5.14):

- Beim **AV-Block I. Grades** ist die AV-Überleitung verlangsamt, d. h. das PQ-Intervall ist länger als 0,25 s (normal 0,12–0,20 s)
- Beim **AV-Block II. Grades** werden nicht mehr alle Vorhoferregungen übergeleitet, z. B. nur noch jede zweite oder dritte
- Beim **AV-Block III. Grades** erfolgt keine Überleitung mehr. Hier übernehmen Schrittmacher in der Kammer die dann deutlich zu langsame Kammererregung.

Um z. B. bei einem AV-Block III. Grades wieder normale Herzfrequenzen zu erreichen, wird dem Betroffenen operativ ein künstlicher **Herzschrittmacher** eingepflanzt (→ Abb. 5.15). Deren Erregungsleiter (Elektroden) werden in der Regel über die V. cava superior ins Herz vorge-schoben.

EKG-Veränderungen durch Elektrolytstörungen

Da die regelhafte Tätigkeit des Herzens von einer ausgeglichenen Elektrolytzusammensetzung des Blutes abhängt, können auch Elektrolytstörungen zu EKG-Veränderungen und Herzrhythmusstörungen führen. Hierbei spielen **Kalium-** und **Kalziumionen** eine besondere Rolle. So führt z. B. eine zu hohe Kaliumkonzentration im Blut, die **Hyperkaliämie**, in extremen Fällen durch negative Chrono- und Dromotropie zur Herzlähmung. Umgekehrt wirkt ein verringerter Kaliumspiegel im Blut, die **Hypokaliämie**, positiv ino- und chronotrop bis zum Kammerflimmern.

5.2.13 Blutversorgung des Herzens

Das Herz wird über zwei **Koronararterien** (Herzkranzarterien) mit Blut versorgt. Sie dienen nur der Eigenversorgung des Herzens, v. a. des Myokards, da eine Versorgung mit Nährstoffen und Gasen aus dem vorbeiströmenden Blut der Vorhöfe und Ventrikel nicht ausreichen würde. Den hohen Eigenbedarf des Herzens zeigt auch die Tatsache, dass eine Kapillare der Versorgung einer Herzmuskelzelle dient. Die Koronararterien können ihre Durchblutungsfunktion vor allem in der Diastole, also bei entspanntem Myokard, wahrnehmen.

Die beiden Koronararterien heißen (→ Abb. 5.16):

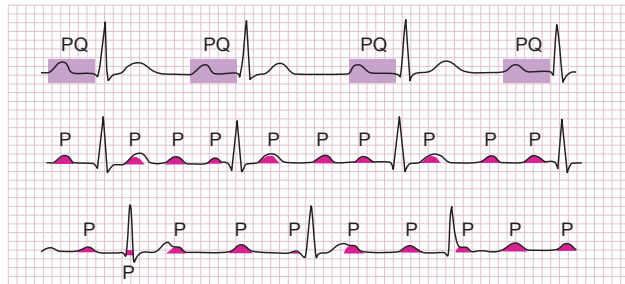
- **A. coronaria sinistra** (linke Koronararterie, linke Herzkranzarterie)
- **A. coronaria dextra** (rechte Koronararterie, rechte Herzkranzarterie).

Beide Arterien entspringen oberhalb der Aortenklappen aus der Aorta. Die A. coronaria sinistra gibt als Hauptäste den **Ramus interventricularis anterior** und den **Ramus circumflexus** (→ Abb. 5.16) ab, die im Normalfall v. a. die linke Herzhälfte und das Ventrikelseptum versorgen. Die A. coronaria dextra verläuft nach rechts zwischen Vorhof und Kammer (→ Abb. 5.16) und mit ihrem Endast (**Ramus interventricularis posterior**) auf der Herzhälfte und die hinteren Anteile des Kammerseptums.

Der Sinusknoten wird vor allem durch einen Ast aus der A. coronaria dextra, dem Ramus nodi sinuatrialis, versorgt.

Etwa $\frac{2}{3}$ des **venösen Blutes** gelangen über drei größere Venen, die **V. cardiaca magna, media** und **parva** (große, mittlere und kleine Herzvene) zunächst in ein Sammelgefäß, den **Sinus coronarius**. Dieses mündet auf der Herzhälfte in den rechten Vorhof. Etwa $\frac{1}{3}$ des venösen Blutes wird direkt über zahlreiche kleine Venen durch die Wände des rechten Herzschnitts geleitet.

AV-Block I. Grades



AV-Block II. Grades, Typ Mobitz



AV-Block III. Grades



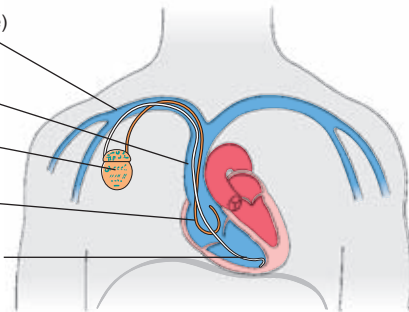
5.14 EKG-Kurven bei AV-Block

Sleeves (Muffen) zur Fixierung der Elektroden im Herz

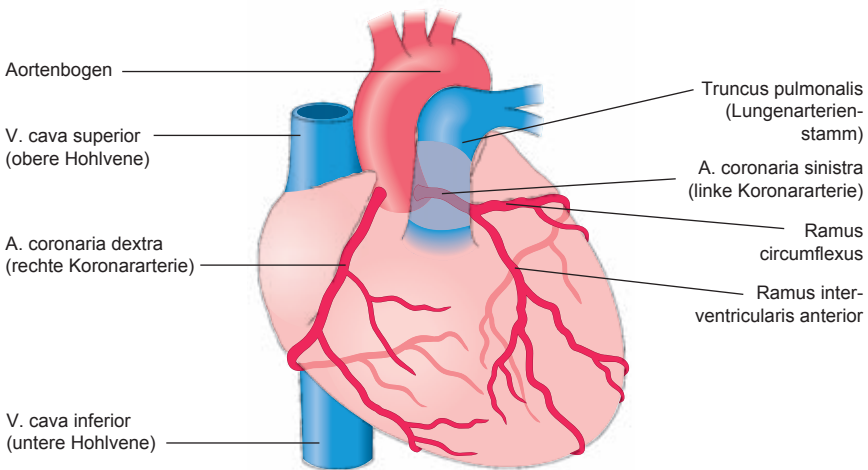


Vorhofelektrode
Kammerelektrode

V. subclavia
(Schlüsselbeinvene)
V. cava superior
(obere Hohlvene)
Zweikammer-
schrittmacher
Vorhofelektrode
in rechtem Vorhof
Kammerelektrode
in rechtem
Ventrikel



5.15 Herzschrittmacher und Lage von Herzschrittmacheraggregat und -elektroden [Foto V112]



5.16 Herzkranzarterien

5.2.14 Koronare Herzkrankheit (KHK) und Herzinsuffizienz

Bei der koronaren Herzkrankheit (KHK) handelt es sich um krankhafte Veränderungen der Koronararterien, die zu deren Verengung bis hin zum vollständigen Verschluss führen. Ursache ist größtenteils eine fortschreitende **Arteriosklerose** (sog. Arterienverkalkung). Die Verengung führt zu einem Sauerstoffmangel des Myokards, der sich v. a. durch Schmerzen und Engegefühl in der Herzgegend zeigt und als **Angina pectoris** (deutsch Brustenge) bezeichnet wird. Die Schmerzen können in linken Arm, Hals und Oberbauch ausstrahlen (→ Abb. 5.17).

Herzinfarkt

Bei vollständigem Verschluss einer Koronararterie oder einer ihrer Äste stirbt das zu versorgende Myokard ab. Auslöser ist meist die Bildung eines Blutgerinnsels (**Thrombus**) in der Koronararterie. Das von diesem Gefäß versorgte Herzmuskelgebiet stirbt ab. Dies ist der Herzinfarkt oder **Myokardinfarkt** (→ Abb. 5.18). Das abgestorbene Gewebe wird durch Bindegewebe ersetzt. Ein Myokardinfarkt kann durch Herzrhythmusstörungen oder zu geringe Pumpleistung des verbliebenen Myokards tödlich verlaufen.

Bei drohendem Verschluss einer Koronararterie kann diese mittels Herzkatheter aufgedehnt werden. Zur Offenhaltung werden gitterförmige Röhrchen aus Kunststoff oder Metall, sog. **Stents**, in die Arterie eingebracht.

Herzinsuffizienz

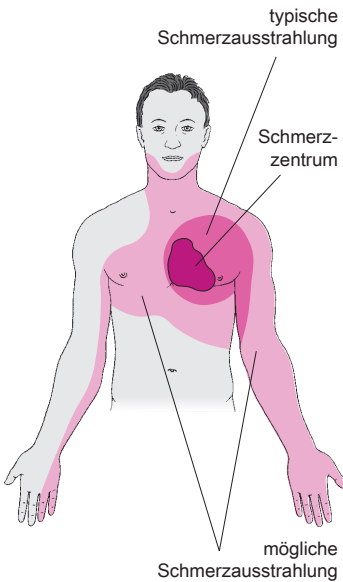
Die KHK ist auch eine wichtige Ursache der **Herzinsuffizienz** (Herzleistungsschwäche). Weitere mögliche Ursachen sind Myokardkrankungen (z.B. Myokarditis) oder Druck- und Volumenbelastungen des Herzens (→ 5.2.4). Das Pumpvermögen und damit das Schlagvolumen des Herzens sind so stark vermindert, dass Organe nicht mehr ausreichend mit Blut versorgt werden. Im weiteren Verlauf kommt es zur Herzerweiterung (**Herzdilatati-**

on) und zum Blutrückstau in die dem schwachen Herzabschnitt vorgeschalteten Organe. Bei einer Herzinsuffizienz ist die körperliche Leistungsfähigkeit zunehmend eingeschränkt, zunächst nur bei Belastung, später auch in Ruhe. Die Einschränkung der Leistungsfähigkeit geht oft mit Atemnot einher. Weitere Symptome sind vermehrtes nächtliches Wasserlassen und Wasseransammlungen im Körper (Ödeme → 5.3.10), z. B. in der Lunge.

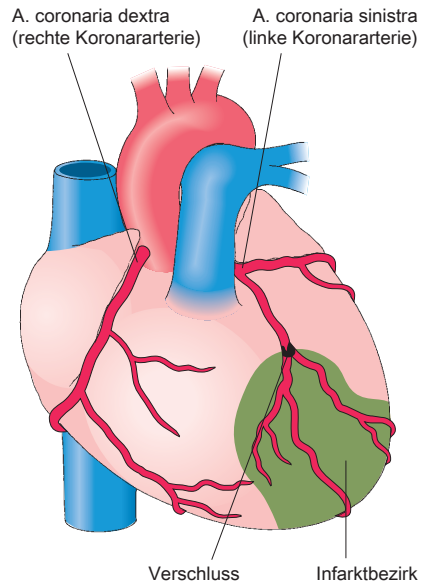
5.2.15 Untersuchungsmethoden des Herzens

Die wichtigsten Untersuchungsmethoden des Herzens sind:

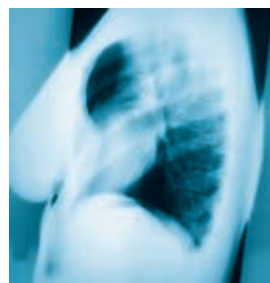
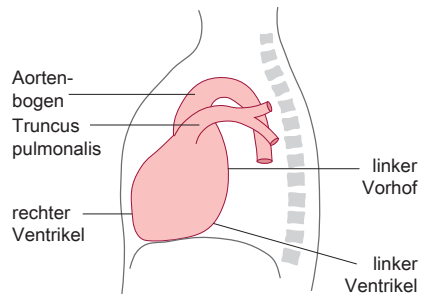
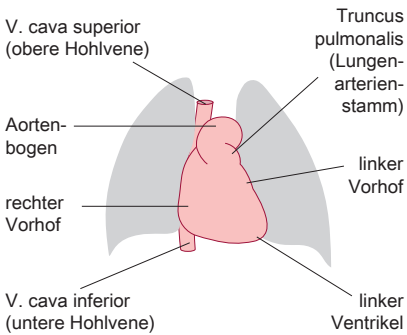
- Die Auskultation des Herzens zur Feststellung von Rhythmusstörungen und Herzgeräuschen (→ 5.2.7)
- Die Röntgenleeraufnahme des Brustkorbs zur (orientierenden) Darstellung von Lage und Größe des Herzens (→ Abb. 5.19)
- Das EKG zur Rhythmus- und Infarktdiagnostik (→ 5.2.11)
- Ultraschalluntersuchung des Herzens (**Echokardiografie**). Sie hat heute eine Vorrangstellung in der Beurteilung von Herzbinnenräumen, Herzklappen, Kontraktionskraft des Herzens und Blutfluss
- **Herzkatheteruntersuchungen** zur Messung der Drücke in den Herzbinnenräumen und zur **Koronarangiografie**. Für die Rechtsherzuntersuchung wird meist die V. femoralis (Oberschenkelvene), für die Linksherzuntersuchung z. B. die A. femoralis (Oberschenkelarterie) punktiert und unter Röntgenkontrolle ein Katheter zum Herzen vorgeschoben. Bei der Linksherzkatheteruntersuchung kann zudem Kontrastmittel in die Koronararterien gespritzt werden. Diese Koronarangiografie stellt Verengungen (Stenosen) der Koronararterien dar
- Bei speziellen Fragestellungen die Computertomografie (CT) und Magnetresonanztomografie (MRT → 9.14).



5.17 Angina-pectoris-Schmerz



5.18 Herzinfarkt



5.19 Röntgenleeraufnahme des Brustkorbs, li. posterior-anterior-Bild, re. linkes Seitenbild [O177]

Erhältlich in Ihrer Buchhandlung
oder im Elsevier Webshop



Der menschliche Körper

3. Auflage 2017. 520 S., 720 farb. Abb., kt.

ISBN: 978-3-437-27112-0

€ [D] 29,99 / € [A] 30,90

Empowering Knowledge

