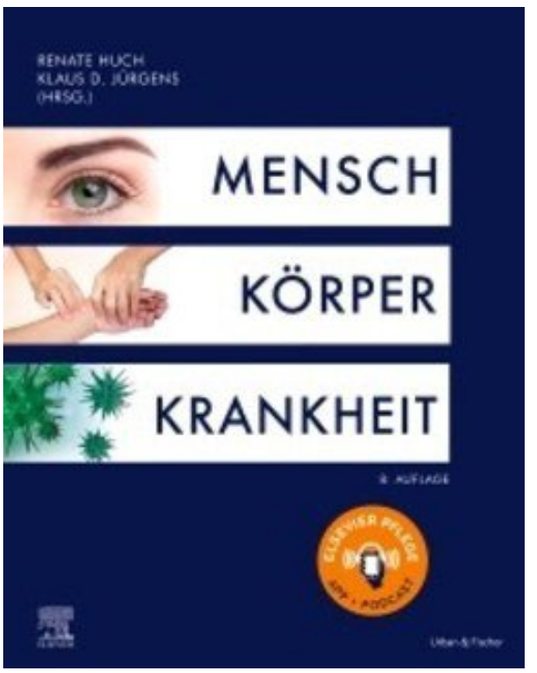
Huch / Jürgens
Mensch Körper Krankheit

Reading excerpt

Mensch Körper Krankheit
of Huch / Jürgens
Publisher: Elsevier Urban&Fischer Verlag



https://www.narayana-verlag.com/b25252

In the Narayana webshop you can find all english books on homeopathy, alternative medicine and a healthy life.

Copying excerpts is not permitted.
Narayana Verlag GmbH, Blumenplatz 2, D-79400 Kandern, Germany
Tel. +49 7626 9749 700
Email info@narayana-verlag.com
https://www.narayana-verlag.com

RENATE HUCH
KLAUS D. JÜRGENS
(HRSG.)

Leseprobe

MENSCH

KÖRPER

KRANKHEIT

8. AUFLAGE

ELSEVIER PFLEGE
APP + PODCAST

ELSEVIER

Urban & Fischer

Inhalt – Kurzübersicht

1 Notwendiges aus Chemie und Biochemie 1
2 Von der Zelle zum Organismus, Genetik und Evolution 19
3 Gesundheit und Krankheit 43
4 Gewebe des Körpers 65
5 Knochen, Gelenke, Muskeln 81
6 Bewegungsapparat 97
7 Haut 137
8 Nervensystem 147
9 Sensibilität und Sinnesorgane 187
10 Psyche und psychische Erkrankungen 209
11 Hormonsystem 225
12 Blut und Lymphe 241
13 Immunsystem und Infektionen 261
14 Herz 285
15 Kreislauf und Gefäßsystem 305
16 Atmungssystem 319
17 Verdauungssystem 341
18 Stoffwechsel, Wärmehaushalt und Ernährung 373
19 Niere, Harnwege, Wasser- und Elektrolythaushalt 389
20 Geschlechtsorgane und Sexualität 407
21 Entwicklung, Schwangerschaft und Geburt 427
22 Kinder 447
23 Ältere Menschen 461
24 Notfälle 475
Anhang (Register, Abbildungsnachweis) 493

Benutzerhinweise

Damit Sie dieses Lern- und Arbeitsbuch optimal nutzen können, werden im Folgenden seine Besonderheiten kurz erklärt:

Wo ist das Inhaltsverzeichnis?

Mensch Körper Krankheit enthält kein Gesamtinhaltsverzeichnis am Anfang des Buches. Stattdessen benutzen Sie bitte:

- die Kurzübersicht am Anfang des Buches und
- die Kapitelanfangsübersichten jeweils auf der ersten Seite eines Kapitels sowie
- das große Register am Ende des Buches mit rund 10 000 Stichwörtern.

Abbildungen

Ein Bild sagt mehr als viele Worte – *Mensch Körper Krankheit* enthält deshalb rund 850 Abbildungen und Tabellen, um gerade die schwierigen Zusammenhänge anschaulich darstellen zu können.

Vernetzungen und Querverweise

Ein Lehrbuch über den Menschen lässt sich nicht wie eine Perlenkette Kapitel für Kapitel und Satz für Satz aneinanderreihen.
Der Mensch ist ein hochgradig vernetztes System – und auch unser Gedächtnis funktioniert vernetzt:
Wir bilden keine Faktenarchive, sondern lernen *assoziativ,* das heißt, wir knüpfen an Bekanntes an – auch, wenn wir es in einem ganz anderen Zusammenhang ins Gedächtnis übernommen haben. Lernen wir beispielsweise im Kapitel Blut etwas über Antikoagulation, so fallen uns dabei vielleicht die morgendlichen Heparinspritzen und gleichzeitig etwas über die korrekte Durchführung von subkutanen Injektionen ein …
Mensch Körper Krankheit unterstützt diese natürliche Art zu lernen – es bietet die vielfältigen Anknüpfungspunkte, die Sie brauchen, um nicht nur verstehen, sondern das Verstandene auch tatsächlich behalten und in der Praxis z.B. auf pflegerische Fallsituationen anwenden zu können.
Ein Hilfsmittel hierzu sind, neben vielen Beispielen aus dem Alltag im Akutkrankenhaus, die Querverweise. Alle Querverweise sind mit einem ➤ gekennzeichnet.

Gewichtete Terminologie

In der Medizin herrscht ein gewisses Neben- oder Durcheinander von lateinischen, griechischen und neuerdings auch immer mehr englischen Fachbegriffen.
Die Realität ist bunt gemischt: Kaum ein Arzt wird jemals das lateinische Wort für die Gallenblase über die Lippen bringen, während umgekehrt bei vielen anderen Begriffen, wie zum Beispiel dem „Hakenarmmuskel“, die deutschen Fachwörter absolut ungebräuchlich sind.

Mensch Körper Krankheit hilft Ihnen, sich den jeweils gebräuchlicheren Begriff einzuprägen. Bei der Erstnennung eines Begriffs werden die zugehörigen Fachwörter in beiden Sprachen vorgestellt, der häufigere aber in **Fettschrift** und der weniger gebräuchliche in Klammern und in *Kursivschrift.* Also:

- **Gallenblase** *(Vesica fellea)*
- **M. coracobrachialis** *(Hakenarmmuskel)*

Farbleitsystem

Wichtiges (W)
Wichtiges, aber auch zusammenfassende oder ergänzende Inhalte sind in einem orangen „**Wichtig-Kasten**“ hervorgehoben.

Krankheitslehre und klinische Medizin (M)
Die blauen „**Medizin-Kästen**“ schlagen die Brücke von Grundwissen über die physiologischen Körperfunktionen hin zu den am häufigsten zu beobachtenden Krankheitsbildern und ihrer Behandlung. Dies erleichtert dem Lernenden, krankhafte oder gar lebensbedrohliche Zustände rasch und zielsicher zu erkennen.

Pflegehinweise (P)
Die grünen „**Pflege-Kästen**“ von *Mensch Körper Krankheit* vernetzen den Lernstoff aus Anatomie und Physiologie mit der Berufspraxis in der Pflege. Die Pflegehinweise erleichtern damit die Anwendung des erlernten Wissens im professionellen Arbeitsalltag.

Ganzheitsmedizin (G)
Der Mensch ist mehr als die Summe seiner Einzelfunktionen – dies wollen die Sondertexte zur *Ganzheitsmedizin* ins Blickfeld rücken. Gerade das intensive, oft detailorientierte Studium von Anatomie und Physiologie darf nicht davon wegführen, die Begegnung mit dem kranken Menschen ganzheitlich zu gestalten, d. h. auch seine psychischen und sozialen Bedürfnisse im Blick zu behalten. Dies schließt im Einzelfall auch ein, dem Patienten andere als (nur) „schulmedizinische“ Pflege- und Therapiekonzepte anzubieten.

Notfälle (N)
Die „**Notfall-Kästen**“ zeigen die Erstmaßnahmen und Verhaltensregeln für das richtige Erkennen bedrohlicher Zustände sowie das richtige Verhalten und die Pflege bei medizinischen Notfällen.

Aktuelles & Spezielles

Diese Sondertexte, jeweils am Ende der Kapitel, behandeln u.a. hochaktuelle Erkenntnisse und Entwicklungen in der Medizin, wie z.B. *Vorhersagen aus dem Blut,* die *Rolle der Darmbakterien, Antibiotikaresistenzen* sowie *Fakten zur Ernährung.* In anderen werden passend zur Kapitelthematik Sachverhalte detailliert wissensvertiefend aufgegriffen, z.B. die Bedeutung von *Bewegung, Schlaf* oder *Schmerz* und *Was die Seele stark macht.* Auch kontroverse Themen, wie z.B. der Einsatz von *Kortison* oder *Cholesterinsenkern* oder die *Gentechnik* sowie die Anwendung von *Naturheilverfahren* werden angesprochen. Zudem werden moderne Methoden beschrieben, wie z.B. *bildgebende Verfahren, künstliche Befruchtung* und *Herztransplantation.* Und schließlich wird mit Fakten zum *Sterben* auch eine emotionale und ethisch sensible Thematik behandelt.

6 Bewegungsapparat

6.1 Die menschliche Gestalt 98
6.1.1 Orientierung am Körper 98
6.1.2 Übersicht über das Skelett 100
6.1.3 Übersicht über die Skelettmuskulatur 100

6.2 Kopf 100
6.2.1 Übersicht über den Schädel 100
6.2.2 Knochen des Hirnschädels 100
6.2.3 Schädelbasis 101
6.2.4 Schädelnähte 102
6.2.5 Gesichtsschädel 103
6.2.6 Zungenbein 105
6.2.7 Mimische Muskulatur 105
6.2.8 Kaumuskulatur 106
6.2.9 Tiefe Nackenmuskeln 106

6.3 Körperstamm 106
6.3.1 Hals 106
6.3.2 Übersicht über die Wirbelsäule 108
6.3.3 Wirbelsäulenabschnitte 109
6.3.4 Wirbelsäulenerkrankungen 110
6.3.5 Autochthone Rückenmuskulatur 111
6.3.6 Knöcherner Brustkorb 112
6.3.7 Atemmuskulatur 112
6.3.8 Vordere Bauchwandmuskulatur 113
6.3.9 Leistenkanal 114

6.4 Übersicht über Arme und Beine 114

6.5 Schultergürtel 115

6.6 Obere Extremität 116
6.6.1 Oberarm 116
6.6.2 Unterarm 118
6.6.3 Hand 119

6.7 Becken 122
6.7.1 Knöchernes Becken 122
6.7.2 Beckenboden 124
6.7.3 Muskeln der Hüftregion 124

6.8 Untere Extremität 127
6.8.1 Oberschenkel 127
6.8.2 Kniegelenk 128
6.8.3 Unterschenkel 129
6.8.4 Fuß 131

6.9 Bewegung – die beste Medizin 135

6.1 Die menschliche Gestalt

Schon auf den ersten Blick erkennen wir große Unterschiede in Körpergröße, -bau und -gestalt unserer Mitmenschen. Diese Merkmale sind im Wesentlichen genetisch festgelegt und bilden sich dann im Laufe des Wachstums aus. Umweltfaktoren, etwa das Nahrungsangebot, wirken beeinflussend.

6.1.1 Orientierung am Körper

Bei fast jeder Erkrankung ist die genaue Kenntnis der Lage erkrankter Organteile von zentraler Bedeutung für Diagnostik und Therapie. Die Medizin braucht deshalb ein System von *anatomischen Positionen* und *Lagebeschreibungen.*

Hauptachsen und -ebenen

Denkt man sich den Menschen in ein dreidimensionales Koordinatennetz gestellt, so kann man drei rechtwinklig aufeinandertreffende **Hauptachsen** unterscheiden (➤Abb. 6.1):

- Die *Längs-* oder **Longitudinalachse**
- Die **Horizontalachse** *(Quer-, Transversalachse).* Sie steht senkrecht auf der Longitudinalachse und verläuft von links nach rechts
- Die **Sagittalachse** von der Hinter- zur Vorderfläche des Körpers (*lat.* sagitta = Pfeil). Sie steht jeweils senkrecht zu den beiden anderen Achsen.

Entsprechend kann man auch **Hauptebenen** des Körpers definieren, wobei jede Ebene aus zwei der drei genannten Körperachsen gebildet wird.

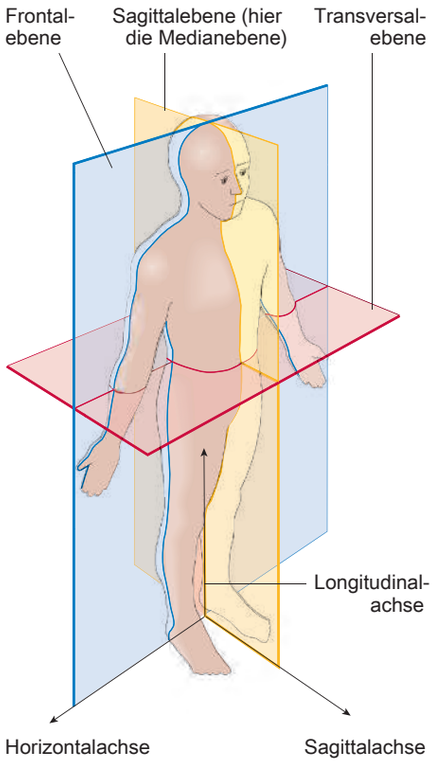


Abb. 6.1 Die Hauptebenen und -achsen des Körpers.

Die **Sagittalebene** wird durch die Longitudinal- und Sagittalachse gebildet. Die Schnittfläche einer Schweinehälfte bildet beispielsweise eine Sagittalebene. Die genau durch die Körpermitte verlaufende Sagittalebene heißt **Medianebene.**
Eine parallel zur Stirn liegende Ebene, welche die Longitudinal- und Horizontalachse einschließt, nennt man **Frontalebene.** Ein Beispiel hierfür sind die Brillengläser.
Transversalebenen werden aus Sagittal- und Horizontalachse gebildet. Bei aufrechtem Stand liegen sie „quer" oder *horizontal*, weshalb sie auch als *Horizontalebenen* bezeichnet werden. Man kann es sich auch so vorstellen: Wäre der Mensch eine Salami, so wären die Salami*scheiben* die *Transversalebenen.*

Richtungsbezeichnungen

Die Begriffe oben, unten, vorne und hinten orientieren sich an der **anatomischen Standardposition.** Hierbei steht der Mensch aufrecht, sein Gesicht ist dem Betrachter zugewandt. Der Kopf befindet sich demnach immer „oben", auch wenn er beim Liegenden im Bett eher „unten" zu sehen ist. An jeder Achse werden zwei einander entgegengesetzte Richtungen festgelegt (➤Abb. 6.2):

- Für die Longitudinalachse **superior** (oben, nach oben) und **inferior** (unten, nach unten) oder alternativ **kranial** (kopfwärts) und **kaudal** (steißwärts)
- Für die Sagittalachse **ventral** (bauchwärts) oder **anterior** (vorne, nach vorne) und **dorsal** (rückenwärts) oder **posterior** (hinten, nach hinten)
- Für die Horizontalachse **dexter** (rechts) und **sinister** (links) oder **lateral** (seitwärts) und **medial** (zur Mitte hin). „Links" und „rechts" werden immer aus Sicht des Patienten und nicht des Betrachters bezeichnet.

Für weitere Richtungsbezeichnungen gelten folgende Fachbegriffe (Auswahl):

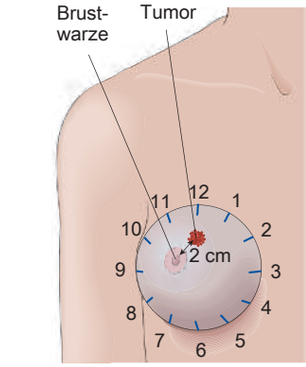


Abb. 6.3 Beschreibung der Lokalisation eines Brusttumors analog zu einem Uhrzifferblatt und mit Angabe des Abstandes von der Brustwarze: Der Tumor liegt bei 12 Uhr, 2 cm von der Brustwarze entfernt.

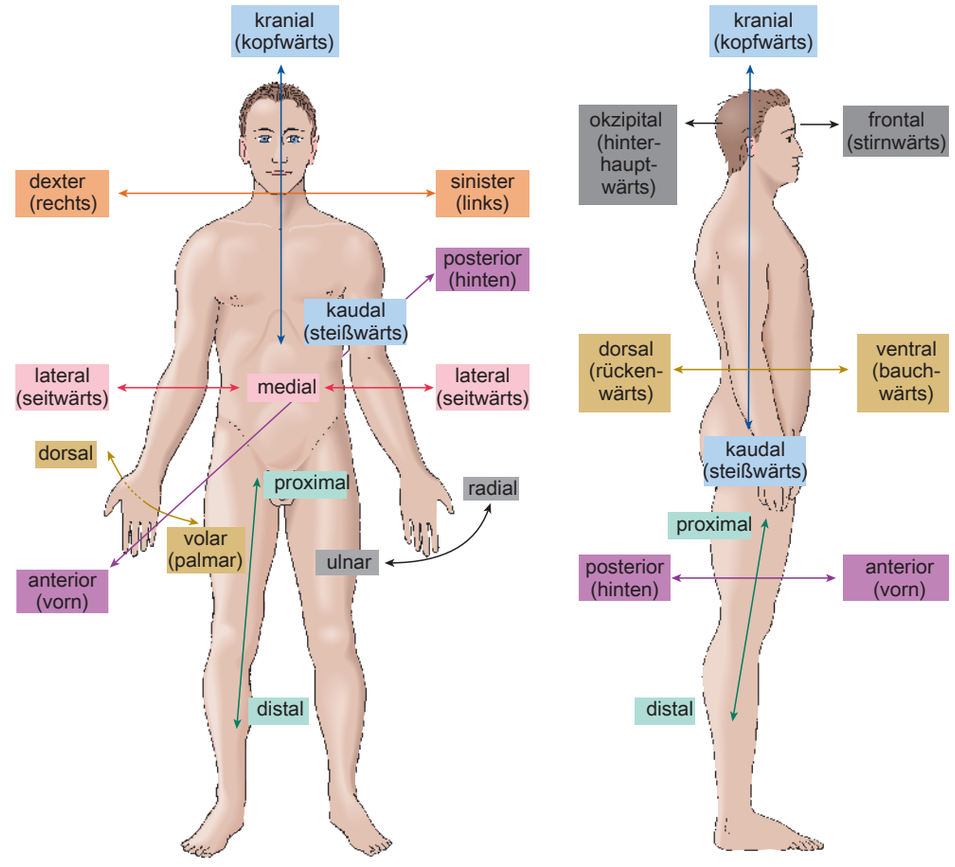


Abb. 6.2 Gebräuchliche anatomische Richtungsbezeichnungen.

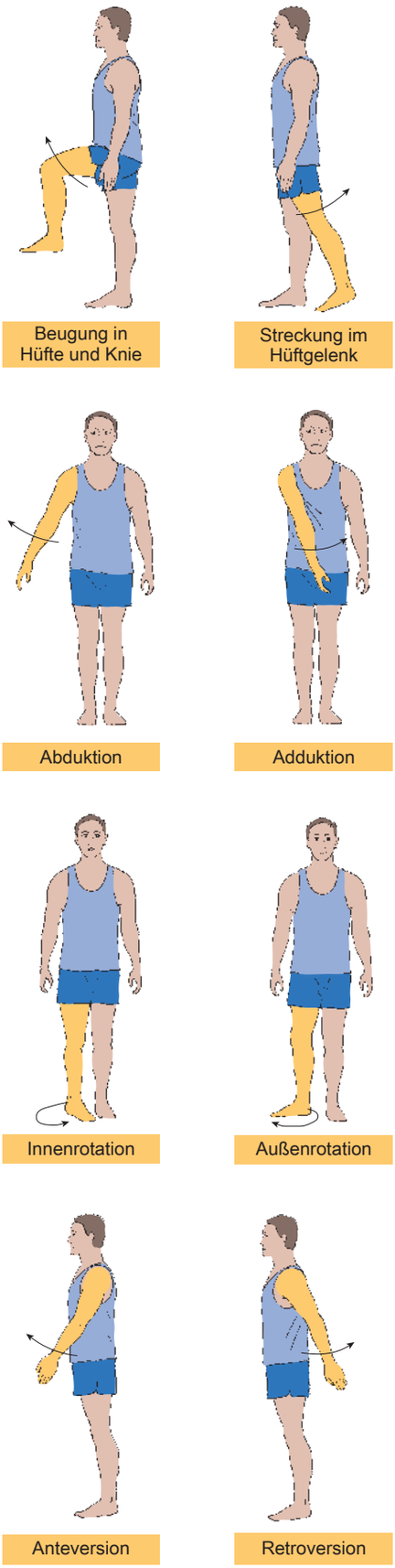


Abb. 6.4 Die Bezeichnung der Extremitätenbewegungen.

- **Zentral:** auf das Innere des Körpers zu, zur Mitte hin
- **Peripher:** auf den Rand des Körpers zu, von der Mitte weg
- **Median:** innerhalb der Medianebene
- **Proximal:** nah liegend (zum Körper)
- **Distal:** vom Körper entfernt liegend
- **Palmar** *(volar):* zur Hohlhand hin
- **Plantar:** zur Fußsohle hin
- **Dorsal:** zum Hand-/Fußrücken hin
- **Radial:** zur Speiche (Radius) hin
- **Ulnar:** zur Elle (Ulna) hin.

Bei runden Körperteilen (z. B. Brust) oder Körperausgängen (z. B. Darmausgang) wird die Lokalisation beispielsweise eines Tumors analog den Uhrzeiten auf einem Zifferblatt beschrieben (➤ Abb. 6.3).

Dabei muss der Untersucher immer angeben, wo sich anatomisch „12 Uhr" befindet.

Bewegungsrichtungen

Die Gelenke des Körpers erlauben Bewegungen in den Raumebenen in jeweils zwei Richtungen und um die Raumachsen in jeweils zwei Rotationsrichtungen (➤ Abb. 6.4):

- **Abduktion:** Bewegung vom Körper weg
- **Elevation:** Hebung des Arms über 90°
- **Adduktion:** Bewegung zum Körper hin
- **Extension:** Streckung
- **Flexion:** Beugung
- **Innenrotation:** Einwärtsdrehung
- **Außenrotation:** Auswärtsdrehung
- **Anteversion:** Heben nach vorne
- **Retroversion:** Heben nach hinten.

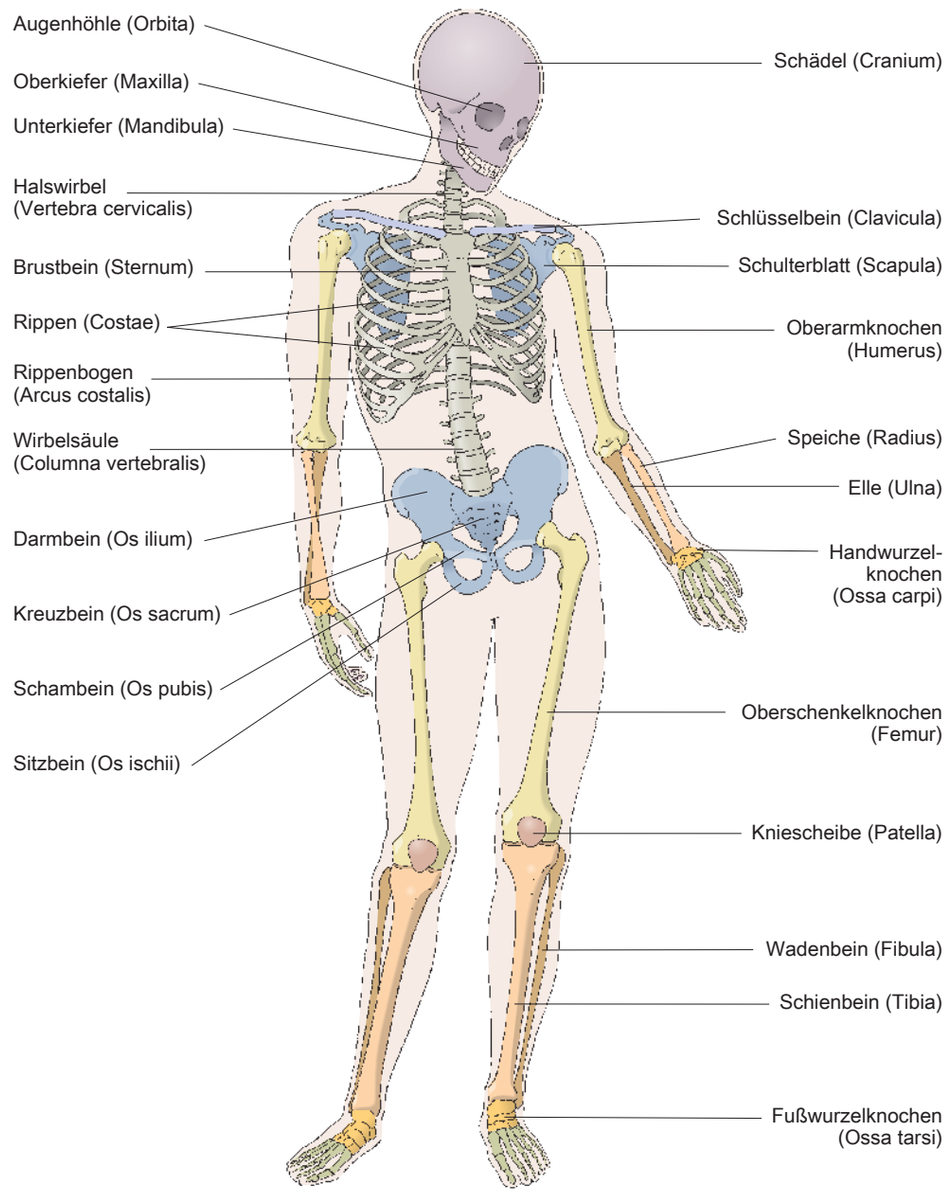


Abb. 6.5 Das menschliche Skelett (Ansicht von vorn).

Sonderformen der Rotation sind **Pronation** und **Supination** an Händen und Füßen (➤Abb. 6.42).

6.1.2 Übersicht über das Skelett

Das **Skelett** (➤Abb. 6.5) besteht aus über 200 Knochen, von denen allerdings einige im Laufe des Wachstums miteinander verschmelzen, z. B. beim Hüftknochen. Zusammen mit den Muskeln und Bändern gibt das Skelett dem Körper seine Stabilität und ermöglicht zugleich seine Beweglichkeit.

Das Skelett wird in verschiedene Knochengruppen eingeteilt:

- **Schädel** *(Cranium)*
- **Wirbelsäule** *(Columna vertebralis)*
- **Knöcherner Brustkorb** *(Thorax)*
- **Schulter-** und **Beckengürtel**
- *Obere Extremitäten* **(Arme)**
- *Untere Extremitäten* **(Beine).**

Kopf, Hals und Rumpf werden zusammenfassend als **Körperstamm** bezeichnet. Dabei werden am Rumpf nochmals **Brust, Bauch** *(Abdomen)* und **Becken** *(Pelvis)* differenziert. Der Körperstamm ist über die **Gürtelknochen** von Schulter- und Beckengürtel mit den Extremitäten verbunden.

Weibliches und männliches Skelett

Im Vergleich zum weiblichen enthält das männliche Skelett längere und schwerere Knochen. Diese haben größere Rauigkeiten und Knochenvorsprünge, da dort auch größere Muskeln ansetzen. Außerdem ist das Becken der Frau anders geformt als das des Mannes (➤Abb. 6.52).

6.1.3 Übersicht über die Skelettmuskulatur

Kontraktionen der Skelettmuskeln ermöglichen Bewegungen, sei es das Händeschütteln, ein Lächeln oder das Atmen. Der Körper ist mit insgesamt ca. 650 Muskeln ausgestattet (oberflächliche Skelettmuskulatur ➤Abb. 6.6, ➤Abb. 6.7).

6.2 Kopf

6.2.1 Übersicht über den Schädel

Der Schädel (➤Abb. 6.8, ➤Abb. 6.9, ➤Abb. 6.10) sitzt auf der Wirbelsäule und besteht aus zwei Knochengruppen:

- Dem **Hirnschädel** *(Neurocranium)*
- Dem **Gesichtsschädel** *(Viscerocranium).*

Zum Hirnschädel zählen:

- **Stirnbein** *(Os frontale)*
- **Scheitelbein** (*Os parietale*, paarig)
- **Schläfenbein** (*Os temporale*, paarig)
- **Hinterhauptbein** *(Os occipitale)*
- **Keilbein** *(Os sphenoidale)*
- **Siebbein** *(Os ethmoidale).*

Zum Gesichtsschädel gehören:

- **Nasenbein** *(Os nasale)*
- **Oberkiefer** *(Maxilla)*
- **Jochbein** (*Os zygomaticum*, paarig)
- **Unterkiefer** *(Mandibula)*
- **Tränenbein** (*Os lacrimale*, paarig)
- **Gaumenbein** *(Os palatinum)*
- **Untere Nasenmuschel** (*Concha nasalis inferior*, paarig)
- **Pflugscharbein** *(Vomer)*
- **Zungenbein** *(Os hyoideum)*
- **Gehörknöchelchen** (*Ossicula auditiva*, ➤9.7.3), paarig.

Der Hirnschädel und die ihm innen anliegenden *Hirnhäute* (➤8.11.1) umschließen die längsovale **Schädelhöhle,** die das empfindliche Gehirn enthält und schützt. Dieses ruht auf der knöchernen **Schädelbasis** (*Schädelgrundplatte*, ➤Abb. 6.11) und wird von der **Schädelkalotte** *(Schädeldach)* kapselartig eingeschlossen. Im Bereich der Schädelkalotte sind die Knochen platt, an der Schädelbasis zum Teil bizarr geformt und mit Hohlräumen ausgestattet.

6.2.2 Knochen des Hirnschädels

Stirn- und Scheitelbein

Das **Stirnbein** *(Os frontale)* bildet die Stirn, das Dach der **Augenhöhle** *(Orbita)* und den größten Teil der vorderen Schädelgrube. Im mittleren Stirnbereich sind meist asymmetrisch die **Stirnhöhlen** (*Sinus frontales* ➤Abb. 6.10, ➤Abb. 6.13) angelegt. Diese mit Epithel ausgekleideten, luftgefüllten Kammern stehen mit der Nasenhöhle in Verbindung. Die beiden **Scheitelbeine** *(Ossa parietalia)* bilden den größten Teil der Schädelkalotte.

Schläfenbein

Die beiden **Schläfenbeine** *(Ossa temporalia)* bilden einen Teil der Schädelbasis und des Schädeldachs. Die **Kiefergelenkpfanne** (*Fossa mandibularis* ➤Abb. 6.9, ➤Abb. 6.11) umfasst den Gelenkfortsatz des Unterkiefers und bildet mit ihm das Kiefergelenk. Ein (vorspringender) Teil des Schläfenbeins, **Felsenbein** genannt, trennt an der Oberseite der Schädelbasis mittlere und hintere Schädelgrube (➤Abb. 6.11). Im Felsenbein liegen das Hör- und Gleichgewichtsorgan sowie der **innere Gehörgang** *(Meatus acusticus internus).* Durch den inneren Gehörgang verläuft der vom Innenohr kommende Hör- und Gleichgewichtsnerv (N. vestibulocochlearis, ➤8.7.1, ➤9.7.4), der dann weiter durch den *Porus acusticus internus* (➤Abb. 6.11)

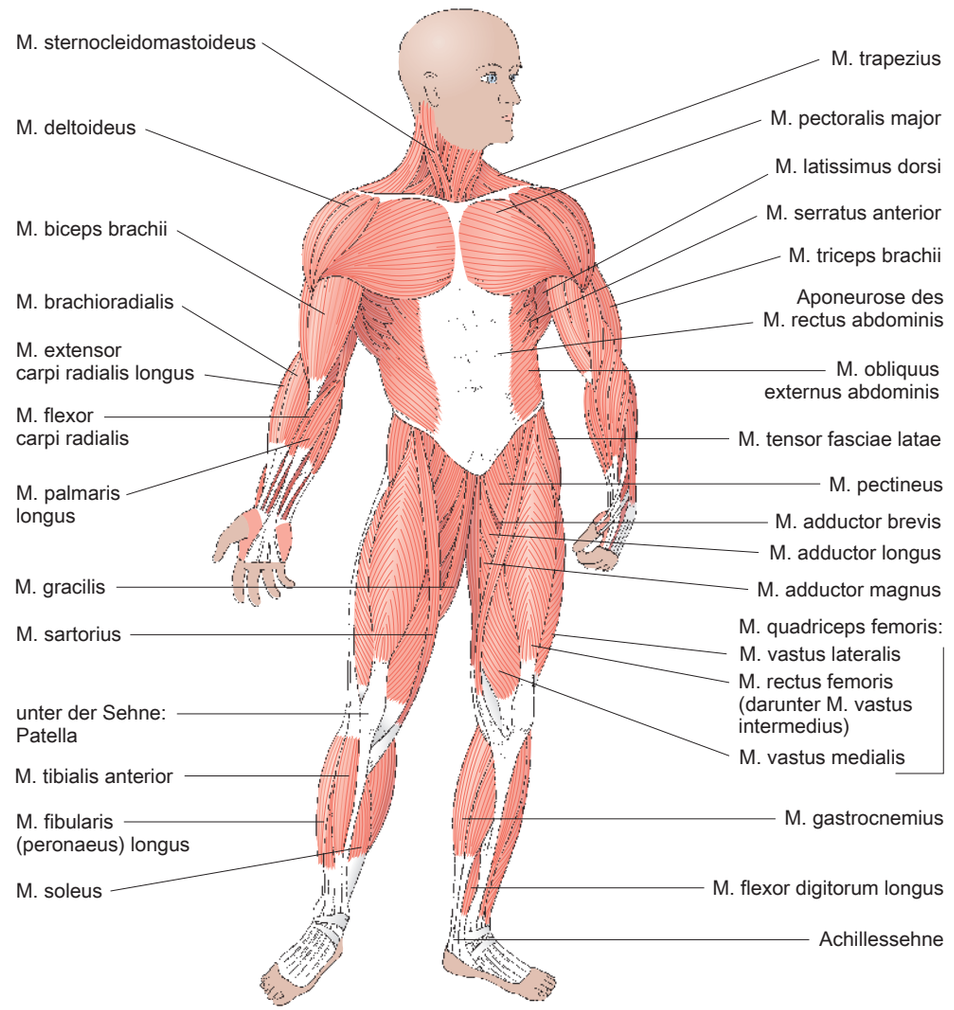


Abb. 6.6 Oberflächliche Skelettmuskulatur (von vorn).

in die hintere Schädelgrube zieht. Der **äußere Gehörgang** *(Meatus acusticus externus)* ist ein Kanal im Schläfenbein, der die Ohrmuschel mit dem Mittelohr verbindet. Der **Warzenfortsatz** *(Processus mastoideus)* ist ein abgerundeter, hinter der Ohrmuschel tastbarer Knochenvorsprung (➤Abb. 6.9, ➤Abb. 6.10). Er enthält, wie das Stirnbein, luftgefüllte, mit Schleimhaut ausgekleidete Hohlräume (**Warzenfortsatzzellen,** *Cellulae mastoideae*), die mit der Paukenhöhle des Mittelohrs in Verbindung stehen. Am Warzenfortsatz setzen mehrere Halsmuskeln an. Ein zweiter Vorsprung, der **Griffelfortsatz** (*Processus styloideus* ➤Abb. 6.9), liegt an der Unterfläche des Schläfenbeins und dient als Ansatzstelle für die Muskeln und Bänder von Zungenbein und Nacken.

Fortsätze des Schläfenbeins und des davor gelegenen **Jochbeins** *(Os zygomaticum)* bilden zusammen den **Jochbogen** (*Arcus zygomaticus,* ➤Abb. 6.9).

Hinterhauptbein

Das **Hinterhauptbein** *(Os occipitale)* macht den hinteren Teil der Schädelhöhle aus. Durch das **große Hinterhauptloch** *(Foramen occipitale magnum)* ziehen das verlängerte Mark sowie die Vertebralarterien und -nerven (➤Abb. 6.11). Beidseits neben dem großen Hinterhauptloch liegt je ein ovaler Vorsprung (**Condylus occipitalis,** ➤6.2.3, ➤Abb. 6.11) mit der Gelenkfläche für den ersten Halswirbel (Atlas).

Am seitlichen Übergang des Hinterhauptbeins zum Schläfenbein klafft etwa in der Mitte eine Lücke **(Foramen jugulare),** durch die die Vena jugularis und die Hirnnerven IX, X und XI (➤Abb. 6.11, Funktion ➤8.7) durchtreten.

An der Außenfläche des Hinterhauptbeins setzen Teile der Nackenmuskulatur an. Der **äußere Hinterhaupthöcker** *(Protuberantia occipitalis externa)* ist vor allem bei Männern gut durch die Haut zu tasten.

Keilbein

Das **Keilbein** (*Os sphenoidale,* ➤Abb. 6.8, ➤Abb. 6.10, ➤Abb. 6.11) liegt in der Mitte der Schädelbasis und ist mit allen anderen Knochen des Hirnschädels verbunden. Seine Form erinnert an eine Fledermaus mit ausgestreckten Flügeln **(große Keilbeinflügel).** Der innere würfelförmige Anteil des Keilbeins enthält die **Keilbeinhöhle** (*Sinus sphenoidalis,* ➤Abb. 6.10, ➤Abb. 6.13), die mit der Nasenhöhle verbunden ist. Im hinteren Bereich des Keilbeinkörpers befindet sich eine Vertiefung, die an einen türkischen Pferdesattel erinnert: der **Türkensattel** (*Sella turcica,* ➤6.2.3). Davor liegen die **kleinen Keilbeinflügel,** an deren Wurzel die **Sehnervenkanäle** (*Canales optici* ➤Abb. 6.11) verlaufen: Diese verbinden die Augenhöhlen (Orbitae) mit der Schädelgrube und enthalten die Sehnerven und die Augenarterien *(Aa. ophthalmicae).*

Siebbein und Nasenmuscheln

Das **Siebbein** *(Os ethmoidale)* liegt zwischen den beiden Augenhöhlen. Es enthält 3–18 Hohlräume, die **Siebbeinzellen** (*Cellulae ethmoidales* ➤Abb. 6.13), die in ihrer Gesamtheit **Siebbeinhöhle** *(Sinus ethmoidalis)* heißen. Nach unten ist das Siebbein zur **Lamina perpendicularis** (*senkrechte Platte,* ➤Abb. 6.8, ➤Abb. 6.10) verlängert. Diese bildet den oberen Teil der Nasenscheidewand. Die obere Begrenzung des Siebbeins, die **Siebbeinplatte** *(Lamina cribrosa),* bildet das Dach der Nasenhöhle zur Schädelgrube hin. Durch kleine Löcher darin ziehen die Axone der Riechzellen als **Riechnerv** *(N. olfactorius)* von der Nasenschleimhaut zum Riechhirn (➤Abb. 9.8).

Am Siebbein hängen zwei dünne, wie Papierrollen eingerollte Knochen. Sie ragen in die Nasenhöhle und heißen **obere** und **mittlere Nasenmuschel** (*Concha nasalis superior* und *media*). Sie vergrößern die Oberfläche der Nasenhöhlenwände, was für Reinigung, Erwärmung und Anfeuchtung der Atemluft wichtig ist (➤16.1.2,➤Abb. 16.2). Die **untere Nasenmuschel** *(Concha nasalis inferior)* ist die längste Nasenmuschel und wird von einem eigenständigen Knochen gebildet.

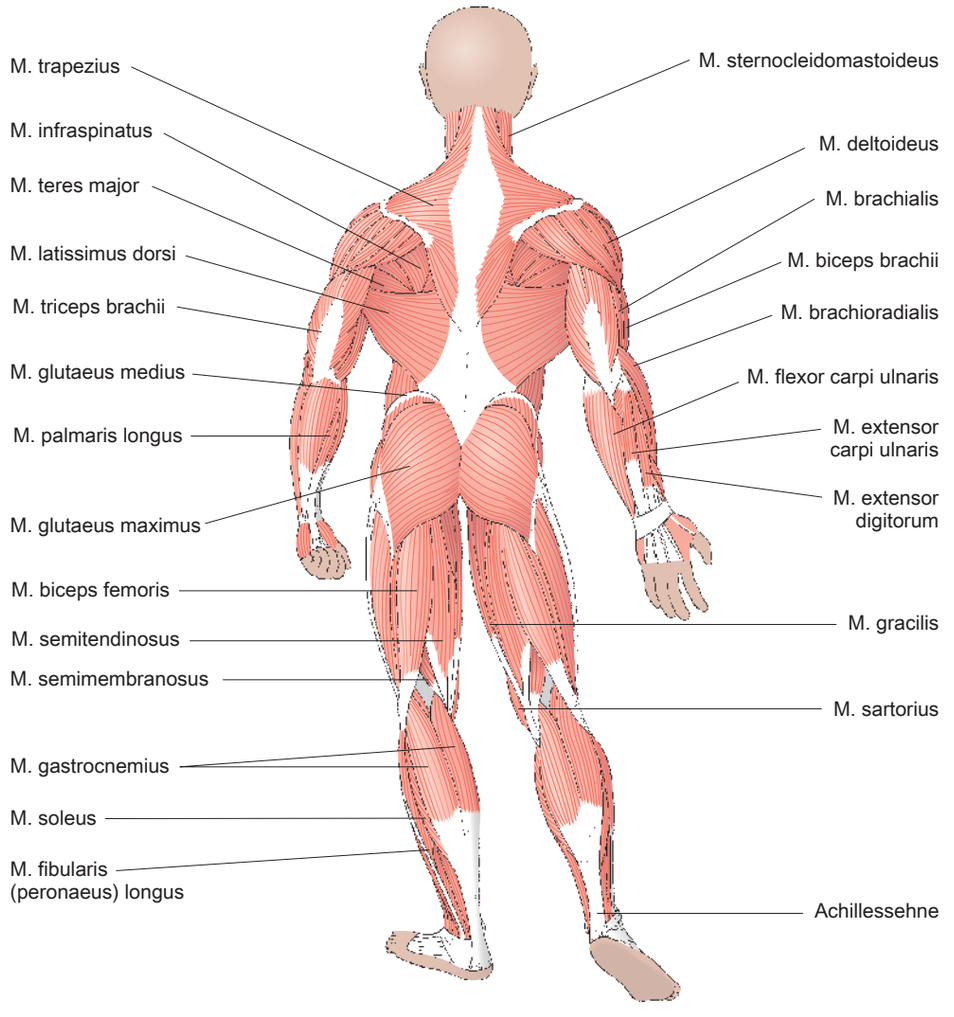


Abb. 6.7 Oberflächliche Skelettmuskulatur (von hinten).

6.2.3 Schädelbasis

Die **Schädelbasis** lässt sich von oben (innen) und von unten (außen) betrachten:

Schädelbasis von oben

Die Schädelbasis besitzt an ihrer oberen Fläche (➤Abb. 6.11) drei treppenförmig angeordnete Einsenkungen, die **Schädelgruben,** die die verschiedenen Lappen des Gehirns aufnehmen.

Die **vordere Schädelgrube** *(Fossa cranii anterior)* liegt am höchsten und wird von Teilen des Stirnbeins, des Siebbeins und den kleinen Keilbeinflügeln gebildet. In ihr liegen das Riechhirn und die Stirnlappen des Großhirns (➤8.8.8). Unter der vorderen Schädelgrube befinden sich die Augenhöhlen (Orbitae).

Die **mittlere Schädelgrube** *(Fossa cranii media)* trägt die Schläfenlappen des Gehirns. Sie wird in der Mitte vom Keilbeinkörper und an den Seiten von den großen Keilbeinflügeln und den Felsenbeinen gebildet. Der Keilbeinkörper senkt sich zwi-

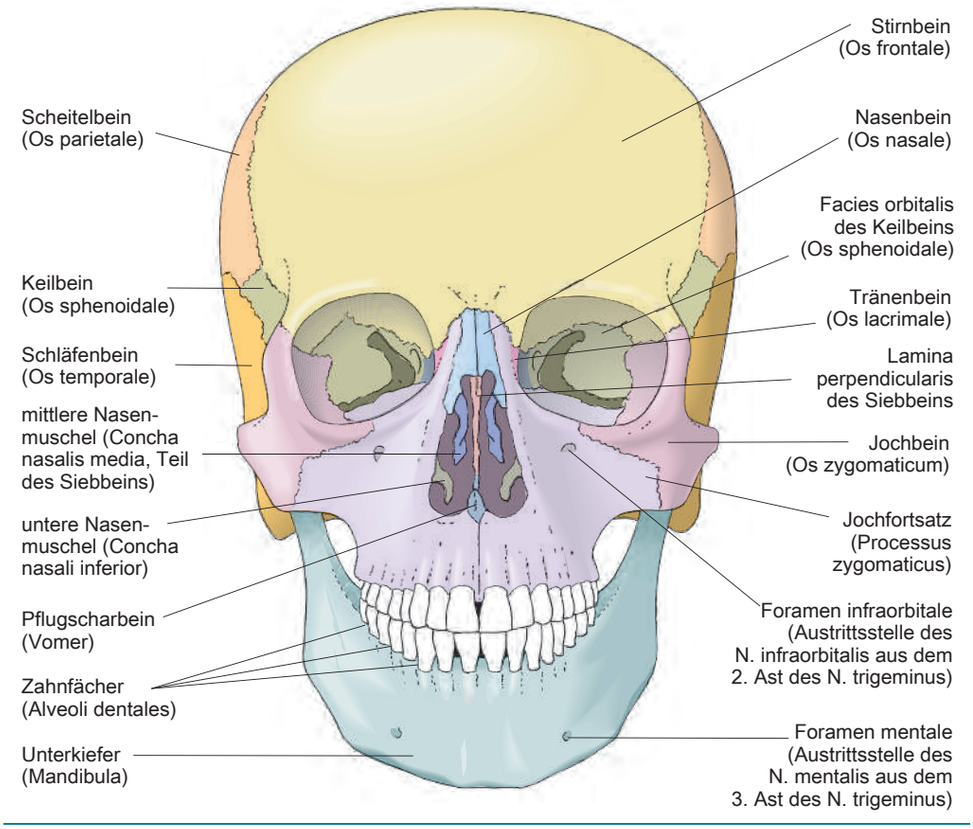


Abb. 6.8 Schädel in der Vorderansicht (frontal).

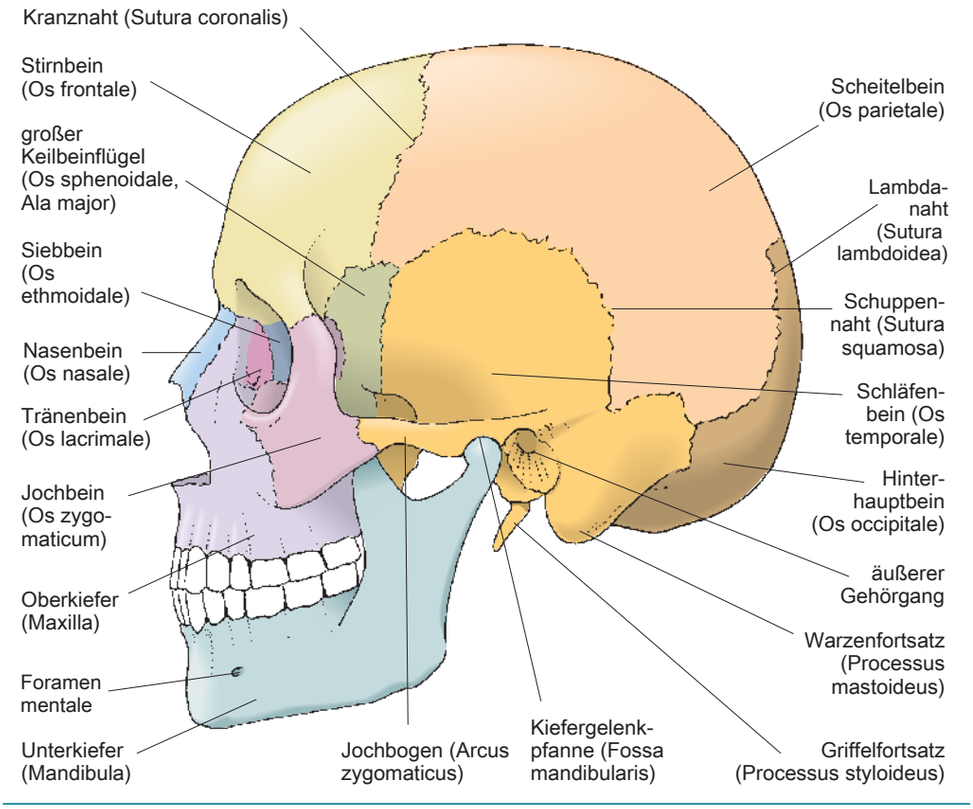


Abb. 6.9 Schädel in der Seitenansicht.

schen Vorder- und Hinterrand ab und bildet dadurch den erwähnten *Türkensattel.* In einer Vertiefung *(Fovea hypophysalis)* liegt hier gut geschützt die **Hypophyse** (*Hirnanhangdrüse,* ➤8.8.4, ➤11.2).
Vorspringende Knochenkämme an den Oberrändern der Felsenbeine (den **Felsenbeinpyramiden**) trennen die mittlere von der **hinteren Schädelgrube** *(Fossa cranii posterior).* Diese wird von den Rückseiten des Türkensattels und der Felsenbeinpyramiden sowie vom Hinterhauptbein gebildet. Der hinteren Schädelgrube liegt das Kleinhirn auf (➤8.8.5, ➤Abb. 8.29).
Die Schädelbasis zeigt außerdem viele Löcher und Furchen, die Gefäße und Nerven durchtreten lassen (➤Abb. 6.11).

Schädelbasis von unten

Die Unterfläche der Schädelbasis setzt sich aus Knochen von Hirn- und Gesichtsschädel zusammen (➤Abb. 6.11). Sie hat zwei große paarige Gelenkflächen:

- Beidseits des großen Hinterhauptlochs bildet das Hinterhauptbein am *Condylus occipitalis* mit dem ersten Wirbelkörper (Atlas) der Halswirbelsäule ein Gelenk
- Weiter lateral finden sich die Gelenkpfannen der Kiefergelenke.

Schädelbasisbruch
Bei stumpfer Gewalteinwirkung auf den Schädel, etwa beim Sturz mit dem Motorrad, kommt es häufig zum **Schädelbasisbruch**. Werden dabei Gefäße zerrissen, sind Blutungen in Innen- oder Mittelohr oder die Nasenhöhlen möglich. Liquor (Flüssigkeit, die das Hirn umspült ➤8.11.2) kann beim Einriss der Hirnhäute nach außen fließen, z. B. durch die Nase. Schwere Schädelbasisbrüche führen oft zum Tode.

6.2.4 Schädelnähte

Der Schädel des Fetus und Neugeborenen besteht aus schollenartigen Knochenplatten, die über *desmale Ossifikation* aus Bindegewebe entstanden sind (➤5.1.4) und nicht aneinanderstoßen. Die Spalträume dazwischen, **Schädelnähte** *(Suturae)* genannt, sind bei der Geburt nur durch Bindegewebe verschlossen, d. h. die Knochenplatten lassen sich noch gegeneinander verschieben (➤Abb. 5.5, ➤Abb. 6.12). Dies erleichtert den Durchtritt durch den Geburtskanal und ermöglicht das weitere Hirnwachstum nach der Geburt.

- Die **Stirnnaht** *(Sutura frontalis)* trennt die beiden Stirnbeinhälften voneinander. Sie ist nach dem 6. Lebensjahr nicht mehr sichtbar
- Die **Kranznaht** *(Sutura coronalis)* grenzt das Stirnbein von den beiden Scheitelbeinen ab
- Die **Pfeilnaht** *(Sutura sagittalis)* liegt zwischen den beiden Scheitelbeinen, wie ein Mittelscheitel
- Die **Lambdanaht** *(Sutura lambdoidea)* ist die Grenze zwischen Scheitelbeinen und Hinterhauptbein

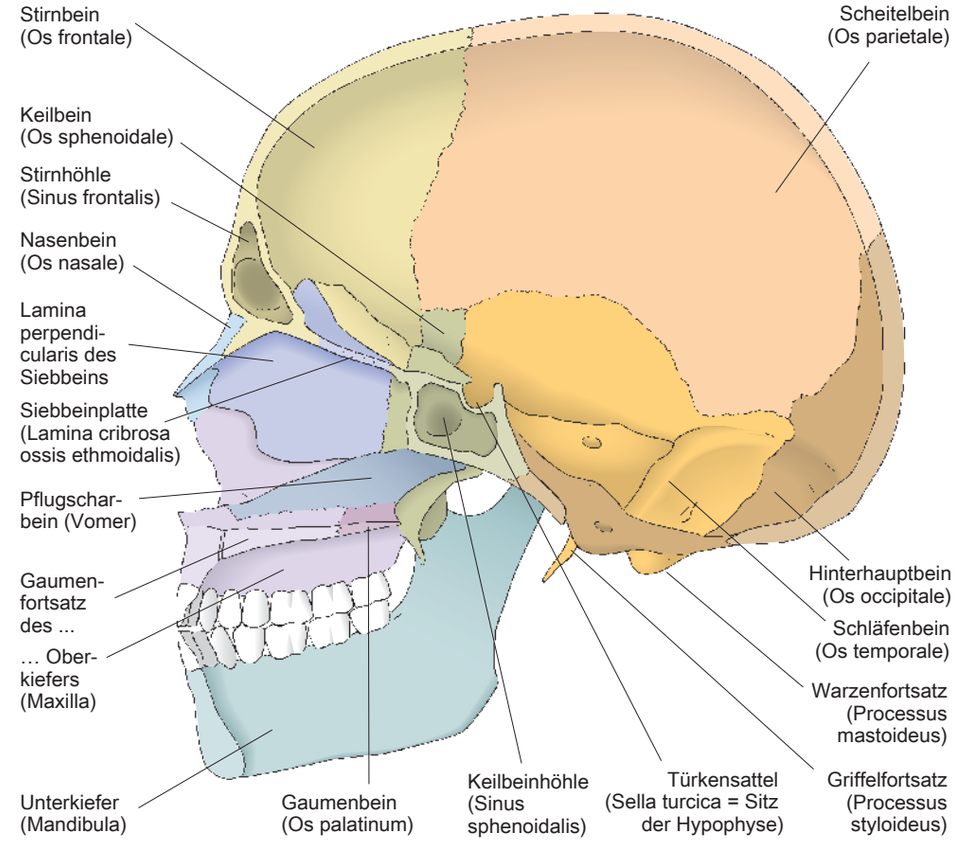


Abb. 6.10 Schädelschnitt seitlich.

- Die **Schuppennaht** *(Sutura squamosa)* liegt zwischen Schläfen- und Scheitelbein.

Fontanellen

Bei der Geburt klaffen dort, wo drei oder mehr Knochenplatten aneinanderstoßen, relativ weite Lücken. Diese weichen, bindegewebig überbrückten Stellen heißen **Fontanellen** (➤Abb. 6.12). Durch ihre charakteristische Form kann der Geburtshelfer unter der Geburt die Einstellung des kindlichen Kopfes im mütterlichen Becken ertasten.

- Die rautenförmige **Stirnfontanelle** *(große Fontanelle, Fonticulus anterior)* befindet sich vorne zwischen Scheitel- und Stirnbeinen. Sie ist die größte Fontanelle
- Die **Hinterhauptfontanelle** *(kleine Fontanelle, hintere Fontanelle, Fonticulus posterior)* liegt am Hinterkopf des kindlichen Schädels zwischen Hinterhauptschuppe und Scheitelbeinen. Sie ist dreieckig
- Zu den Seitenfontanellen zählen die **vordere Seitenfontanelle** *(Fonticulus sphenoidalis)* beidseits zwischen Stirn-, Scheitel- und Keilbein sowie die **hintere Seitenfontanelle** *(Fonticulus mastoideus)* zwischen Scheitel-, Schläfen- und Hinterhauptbein.

Während sich Hinterhaupt- und Seitenfontanellen in der Regel schon im zweiten Lebensmonat schließen, kann die Stirnfontanelle bis in das zweite Lebensjahr hinein offen bleiben.

Beobachtung des Säuglings (P)

Bei der Beobachtung des Säuglings gibt die Stirnfontanelle (große Fontanelle) Hinweise auf den Zustand des Wasserhaushalts: Hat der kleine Organismus zu wenig Flüssigkeit, z. B. durch Wasserverlust bei Fieber, Erbrechen oder Durchfall, so ist die Fontanelle eingefallen. Bei ausgeglichenem Wasserhaushalt liegt sie im Hautniveau, und der Pulsschlag ist bei aufgelegtem Finger zu spüren. Eine vorgewölbte, gespannte Fontanelle kann auf einen erhöhten Hirndruck hinweisen, z. B. bei gestörtem Liquorabfluss.

6.2.5 Gesichtsschädel

Die paarigen **Tränenbeine** (*Ossa lacrimalia, lat.* lacrima = Träne, ➤Abb. 6.8, ➤Abb. 6.9) sind fingernagelgroße, dünne Knochen an den Innenseiten der Augenhöhlen. Sie sind die kleinsten Knochen des Gesichts.

Der **Oberkiefer** *(Maxilla)* bildet das Mittelstück des Gesichtsschädels und ist mit allen übrigen Knochen verbunden. Er umschließt beidseits die **Kieferhöhlen** *(Sinus maxillares)*, die mit der gleichseitigen Nasenhöhle in Verbindung stehen (➤Abb. 16.3). Der **Zahnfortsatz** *(Processus alveolaris)* verstärkt den Unterrand des Oberkieferkörpers und nimmt in 16 **Zahnfächern** *(Alveoli dentales)* die obere Zahnreihe auf. Nach hinten oben ragt der **Jochfortsatz** (*Processus zygomaticus* ➤) hervor. Er formt zusammen mit dem **Jochbein** *(Os zygomaticum)* das Wangenprofil. Im vorderen Teil des Oberkiefers befindet sich der **Gaumenfortsatz** *(Processus palatinus)*, der zusammen mit dem **Gaumenbein** *(Os palatinum)* den **harten Gaumen** (*Palatum durum*, ➤Abb. 6.13) bildet. Die beiden L-förmigen Gaumenbeine bilden den hinteren Teil des harten Gaumens (➤Abb. 6.10, ➤Abb. 6.11).

Gesichtsspalten (M)

Rechte und linke Seite des Oberkiefers und die sie umgebenden Weichteile wachsen während der Embryonalentwicklung zusammen. Gelingt dies nur unvollständig, entsteht eine ein- oder doppelseitige **Gesichtsspalte.** In leichten Fällen besteht nur eine Kerbe an der Oberlippe. Die schwerste Form ist die **Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte,** bei der Schlucken, Atmung, Hören und Sprachentwicklung des Kindes beeinträchtigt sind. Chirurgische Eingriffe im Säuglings- und Kindesalter, begleitet je nach Bedarf z. B. von Logopädie, führen heute meist zu guten kosmetischen und funktionellen Ergebnissen.

Knöcherne Begrenzung der Nase

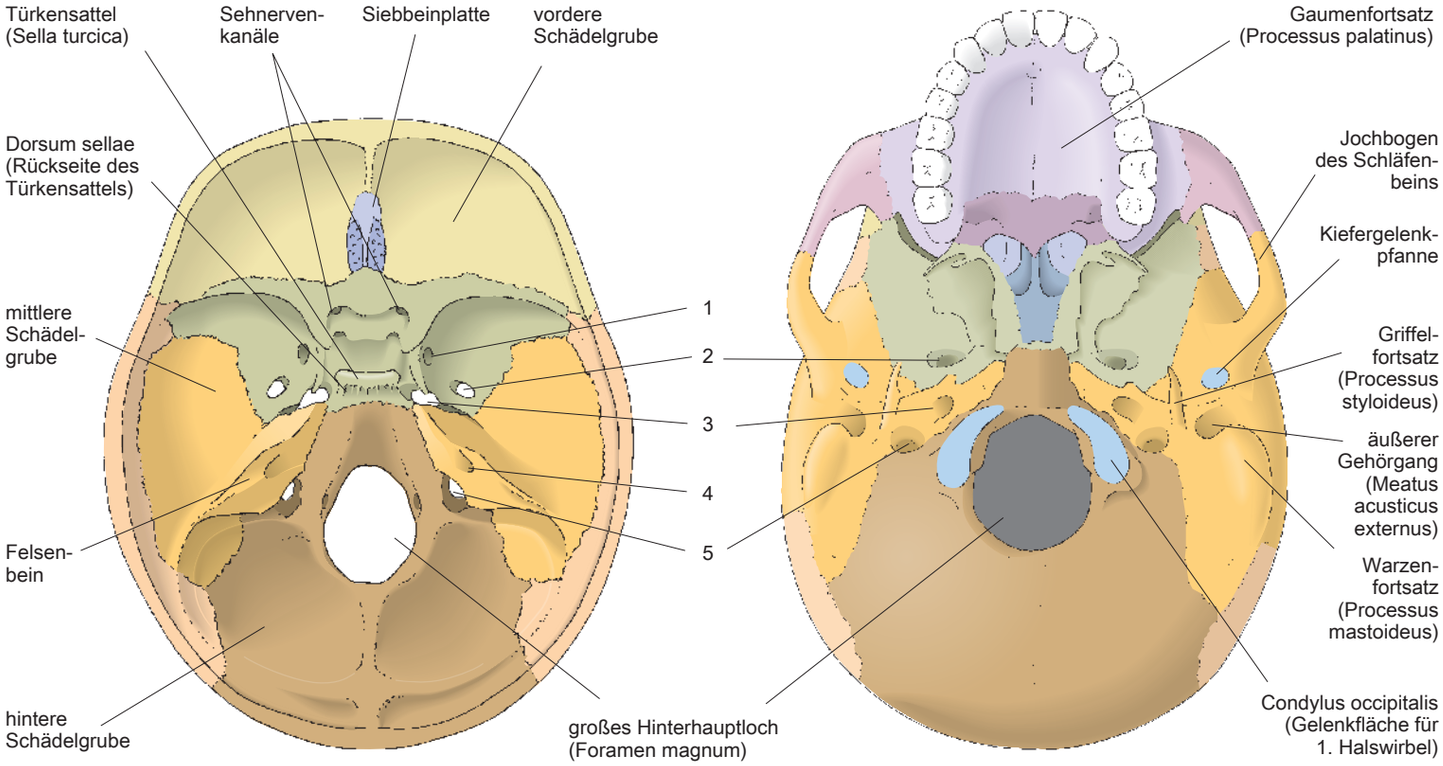
Das paarig angelegte **Nasenbein** *(Os nasale)* bildet den oberen Teil des Nasenrückens (➤Abb. 6.8, ➤Abb. 6.9, ➤Abb. 6.10 , ➤Abb. 6.13). Der untere Anteil des Nasenrückens besteht aus Knorpel (**Nasenknorpel,** *Cartilago nasi*). Knorpel bildet auch den Hauptanteil der *Nasenscheidewand* **(Nasenseptum),** an der sich außerdem das Siebbein und das **Pflugscharbein** *(Vomer)* beteiligen (➤Abb. 6.8, ➤Abb. 6.10). Die knöcherne Nasenhöhle wird durch das Nasenseptum in eine rechte und eine linke Höhle geteilt.

Die **untere Nasenmuschel** *(Concha nasalis inferior)* ist ein rinnenförmiger Knochen und über einen Fortsatz *(Processus maxillaris)* mit der Kieferhöhle verbunden. Sie dient wie die mittlere und obere Nasenmuschel (➤Abb. 6.8) der Oberflächenvergrößerung der Nasenschleimhaut.

Das **Pflugscharbein** *(Vomer)* ist ein rechteckiger, von vorne zur Keilbeinhöhle ziehender Knochen, der den unteren und hinteren Anteil des Nasenseptums bildet (➤Abb. 6.10). Vorne und unten grenzt es an den harten Gaumen, oben an die Lamina perpendicularis (vertikale Platte) des Siebbeins, hinten an das Keilbein.

Nasennebenhöhlen

Die jeweils paarigen **Nasennebenhöhlen** (*Sinus paranasales*, ➤Abb. 6.13) befinden sich in den die Nasenhöhle umgebenden Knochen und sind von Schleimhaut ausgekleidet. Zu den Nasennebenhöhlen gehören:



1 Foramen rotundum (Durchtrittstelle des N. maxillaris)
2 Foramen ovale (Durchtrittstelle des N. mandibularis)
3 Karotiskanal (Canalis caroticus, Durchtrittstelle der A. carotis interna)
4 Foramen jugulare (Durchtrittstelle der V. jugularis interna und des IX. – XI. Hirnnervs)
5 Porus acusticus internus (Durchtrittstelle des VII. und VIII. Hirnnervs)

Abb. 6.11 Schädelbasis, links Ansicht von oben (nach Entfernung der Kalotte und des Gehirns), rechts Ansicht von unten.

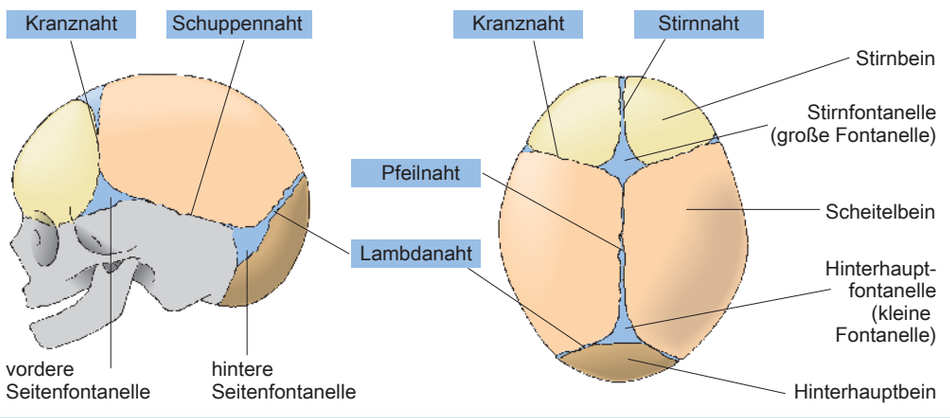


Abb. 6.12 Fontanellen und Schädelnähte.

- **Stirnhöhle** *(Sinus frontalis)*
- **Kieferhöhle** *(Sinus maxillaris)*
- **Siebbeinhöhle** *(Sinus ethmoidalis)*, bestehend aus den **Siebbeinzellen** *(Cellulae ethmoidales)*
- **Keilbeinhöhle** *(Sinus sphenoidalis)*.

Die Nasennebenhöhlen machen die Schädelknochen leichter und dienen als Resonanzraum für den Klang der Sprache. Die Sekrete aus den Nasennebenhöhlen fließen, außer manchmal im Fall einer *Nasennebenhöhlenentzündung*, in die Nasenhöhle ab (➤ 16.1.3).

Nasenseptumdeviation
Häufig verläuft das Nasenseptum nicht gerade in der Nasenmittellinie **(Nasenseptumdeviation)**. Ausgeprägte Abweichungen können die Nasenatmung erschweren oder durch Behinderung des Sekretabflusses zu Kopfschmerzen, Sekretstauung oder wiederholten Nasennebenhöhlenentzündungen führen.

Unterkiefer

Der **Unterkiefer** (*Mandibula*, ➤ Abb. 6.8, ➤ Abb. 6.9, ➤ Abb. 6.14) ist der größte und der einzige frei bewegliche Knochen des Gesichtsschädels. Er besteht aus dem hufeisenförmig nach hinten gebogenen **Unterkieferkörper** *(Corpus mandibulae)* und zwei Seitenästen *(Rami mandibulae)*, die vom (unterhalb des Ohrs leicht fühlbaren) **Unterkieferwinkel** *(Angulus mandibulae)* aus fast senkrecht nach oben steigen (➤ Abb. 6.14). Jeder Seitenast besitzt an seinem oberen Ende zwei Fortsätze: Auf dem weiter hinten gelegenen **Gelenkfortsatz** *(Processus condylaris)* liegt die

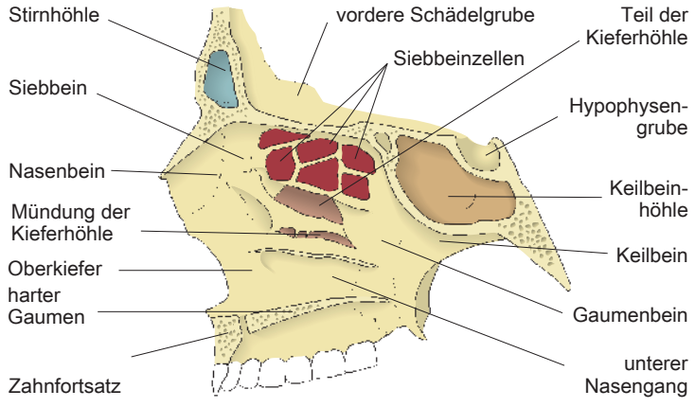


Abb. 6.13 Nasennebenhöhlen. Sagittalschnitt mit entfernten Nasenmuscheln (Frontalansicht ➤ Abb. 16.3). Kaum zu sehen ist die Kieferhöhle.

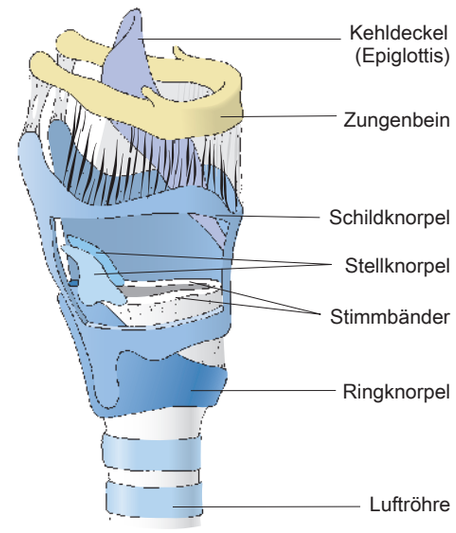


Abb. 6.15 Zungenbein. Außerdem dargestellt ist der knorpelige Kehlkopf (zum Teil aufgeschnitten) mit dem Kehldeckel in Mittelstellung.

Gelenkfläche, die mit der Kiefergelenkpfanne des Schläfenbeins und einer kleinen Knorpelscheibe das Kiefergelenk bildet. An dem weiter vorn gelegenen **Kronenfortsatz** *(Processus coronoideus)* setzt der Schläfenmuskel (M. temporalis ➤ Abb. 17.17) an.

Der **Zahnfortsatz** *(Pars alveolaris)* am Oberrand des Unterkieferkörpers nimmt die Zahnwurzeln des Unterkiefergebisses auf. Der untere, kräftigere Teil des Unterkieferkörpers besitzt zwei Löcher an seiner Vorderseite *(Foramina mentalia)*, durch die der N. mentalis (*Unterkiefernerv*, aus dem 3. Ast des N. trigeminus ➤ 8.7.3) austritt.

6.2.6 Zungenbein

Das **Zungenbein** (*Os hyoideum*, *gr.* hyoides = Y-förmig) befindet sich im Hals zwischen Unterkiefer und Kehlkopf (*Larynx* ➤ Abb. 6.15, ➤ Abb. 16.1). Es ist der einzige Knochen des Körperstamms, der nicht in direkter Nachbarschaft oder gelenkiger Verbindung mit einem anderen Knochen steht. Über viele Muskeln ist das Zungenbein mit dem Mundboden und dem Griffelfortsatz des Schläfenbeins, dem Kehlkopf, dem Brustbein und sogar mit dem Schulterblatt verbunden. Deshalb ist es hochbeweglich und unterstützt so wirkungsvoll den Kauakt und die Zungenbewegungen beim Sprechen.

Bei der Zungenbeinmuskulatur unterscheidet man eine *obere* und eine *untere Zungenbeinmuskelgruppe* (➤ Abb. 6.20). Zu den **oberen Zungenbeinmuskeln** zählen: **M. digastricus** *(zweibäuchiger Muskel)*, **M. stylohyoideus** *(Griffelfortsatz-Zungenbein-Muskel)*, **M. mylohyoideus** *(Unterkiefer-Zungenbein-Muskel)* und **M. geniohyoideus** *(Kinn-Zungenbein-Muskel)*.

Die **unteren Zungenbeinmuskeln** (auch *Rectus-Gruppe* genannt) zählen zu den Halsmuskeln und werden dort erläutert (➤ 6.3.1).

6.2.7 Mimische Muskulatur

Die **mimische Muskulatur** (*Gesichtsmuskeln* ➤ Tab. 6.1, ➤ Abb. 6.16) ermöglicht uns, Gefühlsregungen wie Staunen, Entsetzen, Freude oder Trauer auszudrücken. Die meisten mimischen Muskeln nehmen eine Sonderstellung unter den Skelettmuskeln ein, da sie nicht über Gelenke hinwegziehen, sondern – oft ohne Sehne – *direkt* an der Gesichtshaut ansetzen. Sie bewegen deshalb Gesichtshautpartien und lassen Falten, Runzeln und Grübchen entstehen, wodurch sie dem Gesicht seinen Reichtum an Ausdrucksmöglichkeiten verleihen *(Mimik)*.

Spiegel des Inneren
Die Beobachtung der Mimik gehört zur ganzheitlichen Krankenbeobachtung, da sie wichtige Informationen über Befinden und Stimmungslage eines Menschen gibt.

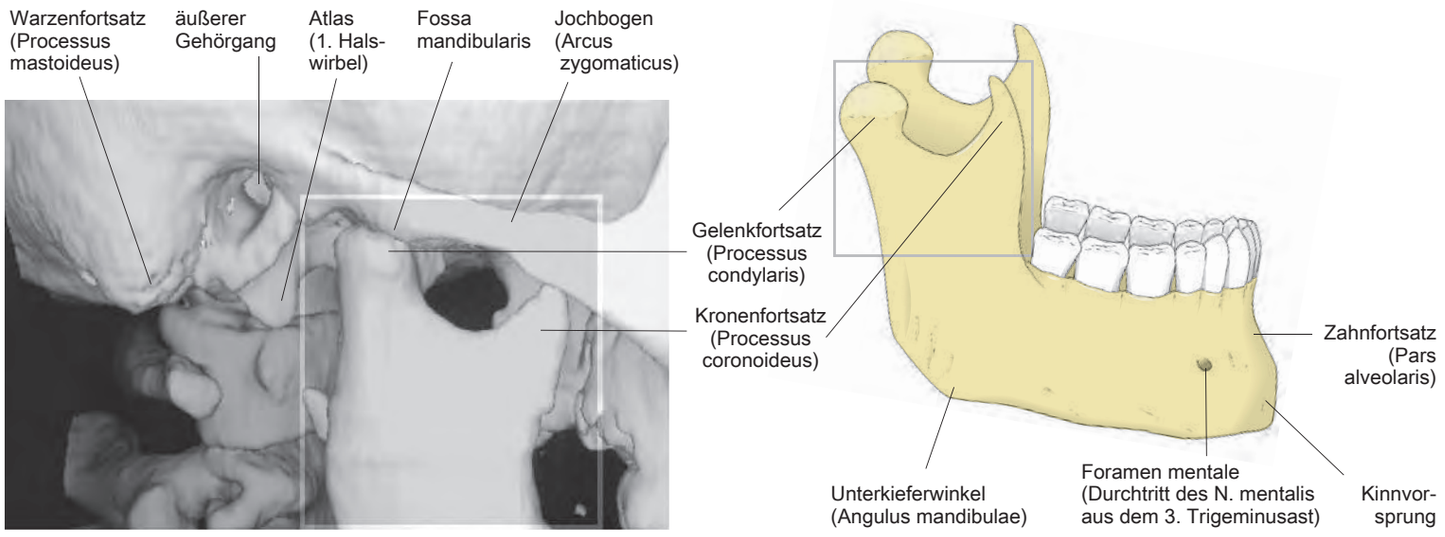


Abb. 6.14 Links 3D-CT des Kiefergelenks, rechts Unterkiefer (Mandibula) seitlich mit Zahnreihe. [V543-002, L190]

6.2.8 Kaumuskulatur

Die **Kaumuskulatur** bewegt den Unterkiefer. Sie ermöglicht das Beißen und Kauen und beteiligt sich auch an Lautbildung und Sprechen. Beim Kauen spielen folgende Bewegungen in drei verschiedene Richtungen eine Rolle:

- Öffnen und Schließen des Mundes
- Seitliches Verschieben und Zurückziehen des Mundes
- Kreisförmige Mahlbewegungen.

Für diese Bewegungen im Kiefergelenk sind im Wesentlichen drei am Unterkiefer ansetzende Muskeln bzw. Muskelgruppen verantwortlich (➤Abb. 17.17):

- **M. masseter** *(Kaumuskel)*
- **Mm. pterygoideus medialis** und **lateralis** (*mittlerer* und *seitlicher Flügelmuskel*, auch *innerer* und *äußerer Flügelmuskel* genannt)
- **M. temporalis** *(Schläfenmuskel).*

Ferner beteiligen sich auch die Wangen-, Mundboden-, Lippen-, Zungenbein- und Zungenmuskeln als *akzessorische Kaumuskeln* am Kauvorgang.

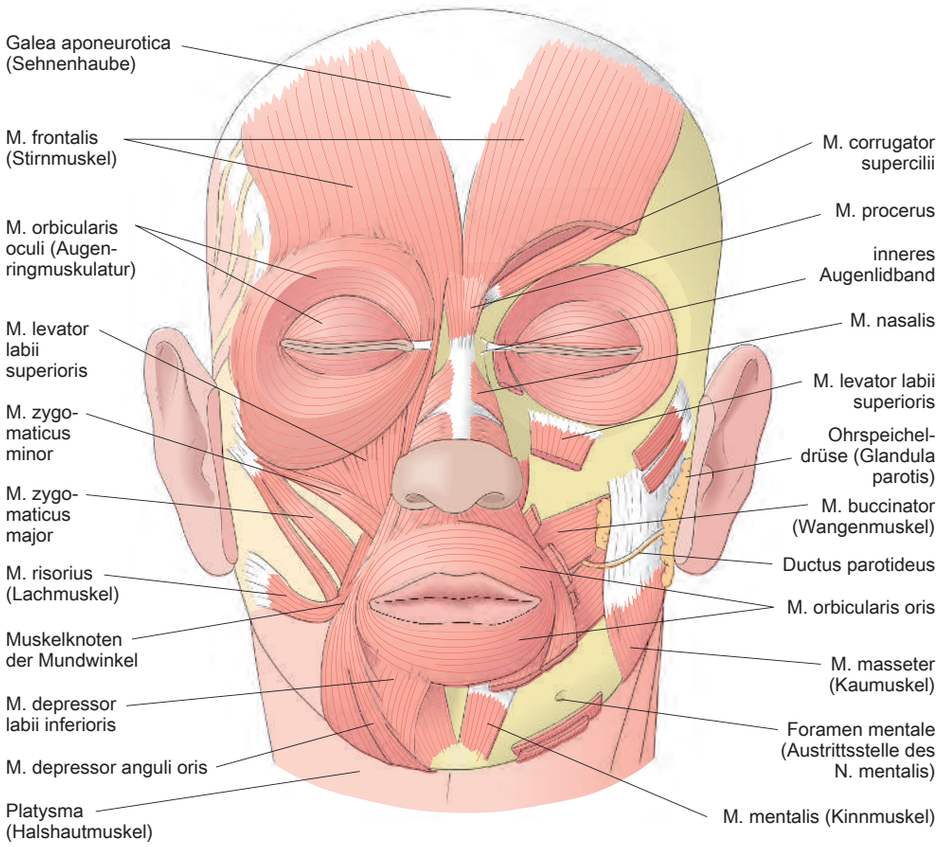


Abb. 6.16 Mimische Muskulatur. Die rechte Gesichtshälfte zeigt die oberflächliche, die linke die tiefere Muskelschicht. Man erkennt in der linken Gesichtshälfte den M. masseter (Kaumuskel) und die Ohrspeicheldrüse mit ihrem Ausführungsgang (Ductus parotideus).

MUSKEL	URSPRUNG	ANSATZ	FUNKTION
Stirnmuskel (= *Venter frontalis des M. occipitofrontalis,* Teil des *M. epicranius*)	Haut der Augenbrauen	Galea aponeurotica (Sehnenplatte, die den oberen und seitlichen Teil des Schädels bedeckt, ➤Abb. 6.16)	Kopfhautverschiebung, Augenbrauenhebung, Stirnrunzeln
M. orbicularis oculi *(Augenringmuskel)*	Medialer Teil der Augenhöhle (Orbita)	Verläuft kreisförmig um das Auge und in den Lidern	Augenschluss, Pars lacrimalis beeinflusst Tränenfluss
M. orbicularis oris *(Ringmuskel des Mundes)*	Lateral der Mundwinkel an Bindegewebsstreifen in der Schleimhaut	Haut in der Mitte von Ober- und Unterlippe; Muskelverflechtungen	Zusammenpressen, Schließen und Vorziehen der Lippen, Formen der Lippen beim Sprechen
M. zygomaticus *(Jochbeinmuskel)* mit zwei Anteilen (*major* und *minor*)	Jochbein (Os zygomaticum)	Mundwinkel, Haut der Oberlippe	Hebt den Mundwinkel nach oben lateral, sodass ein Lachen oder Lächeln entsteht
M. buccinator *(Wangenmuskel)*	Ober- und Unterkiefer	Mundwinkel	Zieht den Mundwinkel nach außen, Aufblasen der Backen, Aufspannen der Wangenschleimhaut, um Verletzung beim Kauen zu vermeiden
M. risorius *(Lachmuskel)*	Wangenhaut, Faszie der Ohrspeicheldrüse	Oberlippenhaut, Muskelknoten des Mundwinkels	Zieht die Mundwinkel nach außen; verursacht „Lachgrübchen"
Platysma *(Halshautmuskel)*	Unterkieferrand, Gesichtshaut, Faszie der Ohrspeicheldrüse	Hals- und Brusthaut bis zur 2.–3. Rippe	Zieht den unteren Teilbereich der Unterlippe nach unten und hinten, v. a. beim Erschrecken

Tab. 6.1 Die wichtigsten Muskeln der mimischen Muskulatur.

6.2.9 Tiefe Nackenmuskeln

Die **tiefen** *(kurzen)* **Nackenmuskeln** (➤Abb. 6.17) verlaufen zwischen dem ersten oder zweiten Halswirbel und dem Hinterhauptbein. Sie zählen zur *autochthonen Rückenmuskulatur* (➤6.3.5) und wirken sowohl bei der Kopfhaltung als auch bei verschiedenen Kopfbewegungen mit.

Links und rechts werden unterschieden:

- **M. rectus capitis posterior major** *(großer hinterer gerader Kopfmuskel):* dreht und neigt den Kopf zur gleichen Seite, beugt ihn bei beidseitiger Kontraktion dorsalwärts (Dorsalflexion)
- **M. rectus capitis posterior minor** *(kleiner hinterer gerader Kopfmuskel):* dreht und neigt den Kopf geringgradig zur gleichen Seite und hilft bei beidseitiger Kontraktion bei der Dorsalflexion des Kopfes
- **M. obliquus capitis superior** *(oberer schräger Kopfmuskel):* neigt den Kopf zur gleichen Seite, hilft bei beidseitiger Kontraktion bei der Dorsalflexion
- **M. obliquus capitis inferior** *(unterer schräger Kopfmuskel):* dreht den Atlas (und damit den Kopf) zur gleichen Seite.

6.3 Körperstamm

6.3.1 Hals

Der **Hals** als Verbindungsabschnitt zwischen Kopf und Schultergürtel enthält als knöcherne Strukturen die sieben Halswirbel und das Zungenbein (➤Abb. 6.15, ➤Abb. 6.14) sowie unter dem Zungenbein den aus Knorpeln bestehenden Kehlkopf (➤Abb. 16.1, ➤16.3).

Im Gegensatz zum 3.–7. Halswirbel, die in der Form den übrigen Wirbeln entsprechen (➤6.3.2), weisen die ersten beiden Halswirbel besondere Formen auf.

Atlas und Axis

Der *erste Halswirbel* **(Atlas)** hat die Form eines knöchernen Rings, auf dessen Oberfläche sich zwei Gelenkflächen befinden (➤Abb. 6.18). Auf diesen liegt der knöcherne Schädel mit den entsprechenden Gelenkflächen des Hinterhauptbeins (➤Abb. 6.11).

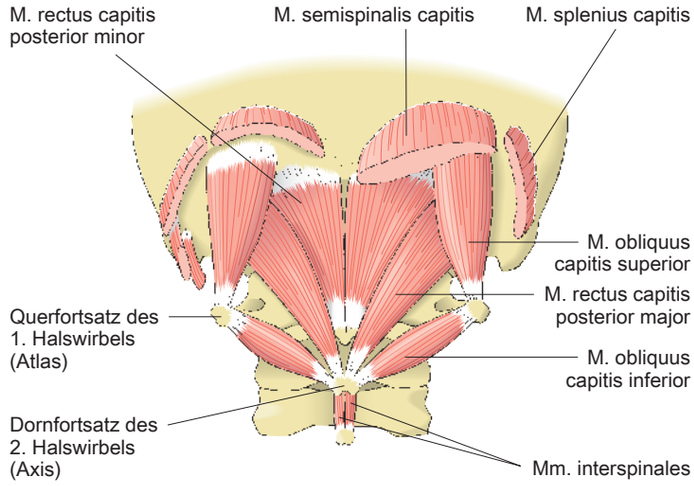


Abb. 6.17 Tiefe Nackenmuskulatur. Ansicht von hinten nach Entfernung des M. semispinalis capitis und des M. longissimus capitis. Neben den tiefen Nackenmuskeln sind Anteile der Mm. interspinales zu erkennen. Sie verlaufen zwischen den Dornfortsätzen der Wirbel und gehören zum medialen Trakt der autochthonen Rückenmuskulatur (➤ 6.3.5).

Der *zweite Halswirbel*, **Axis** genannt, hat als Besonderheit einen in den Ring des Atlas emporragenden Knochenzapfen (➤ Abb. 6.18). Um diesen **Dens axis** oder *Zahn* kann sich der Atlas drehen (Zapfengelenk), wodurch Drehbewegungen des Kopfes möglich werden. Der Dens füllt jedoch nur den vorderen Teil des Atlasrings aus. Getrennt durch eine Bindegewebsmembran verläuft im hinteren, größeren Teil des Atlasrings das Rückenmark.

Halsmuskulatur

Die feingliedrige Halsmuskulatur kann in zwei Gruppen eingeteilt werden, die durch die großen Halsleitungsbahnen (Speise- und Luftröhre) getrennt sind (➤ Abb. 6.19). Vor den bzw. seitlich der Leitungsbahnen liegen die **vorderen Halsmuskeln** (➤ Abb. 6.20):

- **Platysma** *(Halshautmuskel)*, ein großer flächiger Muskel, der funktionell und entwicklungsgeschichtlich der mimischen Muskulatur zuzurechnen ist (➤ Tab. 6.1)
- **M. sternocleidomastoideus** *(Kopfwender)*, der den Brustkorb mit dem Kopf verbindet und das Drehen und Vorbeugen des Kopfes ermöglicht
- Die überwiegend gerade verlaufenden **unteren Zungenbeinmuskeln** *(Rectusgruppe)*, welche die Bewegungen des Zungenbeins und des Kehlkopfes unterstützen.

Zur Rectusgruppe gehören der **M. sternohyoideus** *(Brustbein-Zungenbein-Muskel)*, der **M. sternothyroideus** *(Brustbein-Schildknorpel-Muskel)*, der **M. thyrohyoideus** *(Schildknorpel-Zungenbein-Muskel)* sowie der **M. omohyoideus** *(Schulterblatt-Zungenbein-Muskel)*, der als Einziger Verbindung zum Schulterblatt hat.

Hinter den großen Halsleitungsbahnen liegen die **hinteren Halsmuskeln.** Zu ihnen gehören die **Treppenmuskeln** *(Mm. scaleni)* seitlich am Hals (➤ Abb. 6.19, ➤ Abb. 6.21). Diese bestehen aus dem **M. scalenus anterior, medius** und **posterior** (*vorderer, mittlerer* und *hinterer Treppenmuskel*). Sie unterstützen die Einatmung, indem sie die ersten Rippen anheben. Außerdem wirken sie bei Beugung und Seitwärtsdrehung der Halswirbelsäule mit. In ihrem Verlauf von den Querfortsätzen der sieben Halswirbel bis zur ersten und zweiten Rippe überziehen sie zeltförmig einen Teil des oben offenen knöchernen Thorax und schützen so

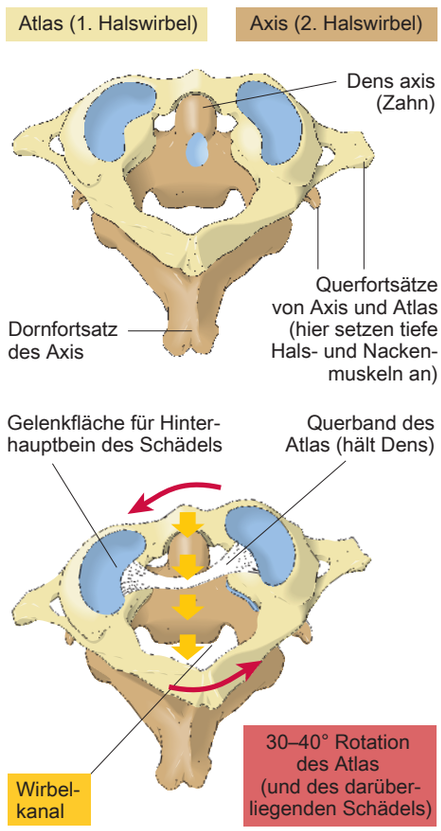


Abb. 6.18 Gelenk zwischen Atlas und Axis (Atlanto-Axial-Gelenk). Drehung des Atlas um den Dens axis ermöglicht die Kopfdrehung. Das Querband verhindert ein Abgleiten des Atlas in Richtung Rückenmark.

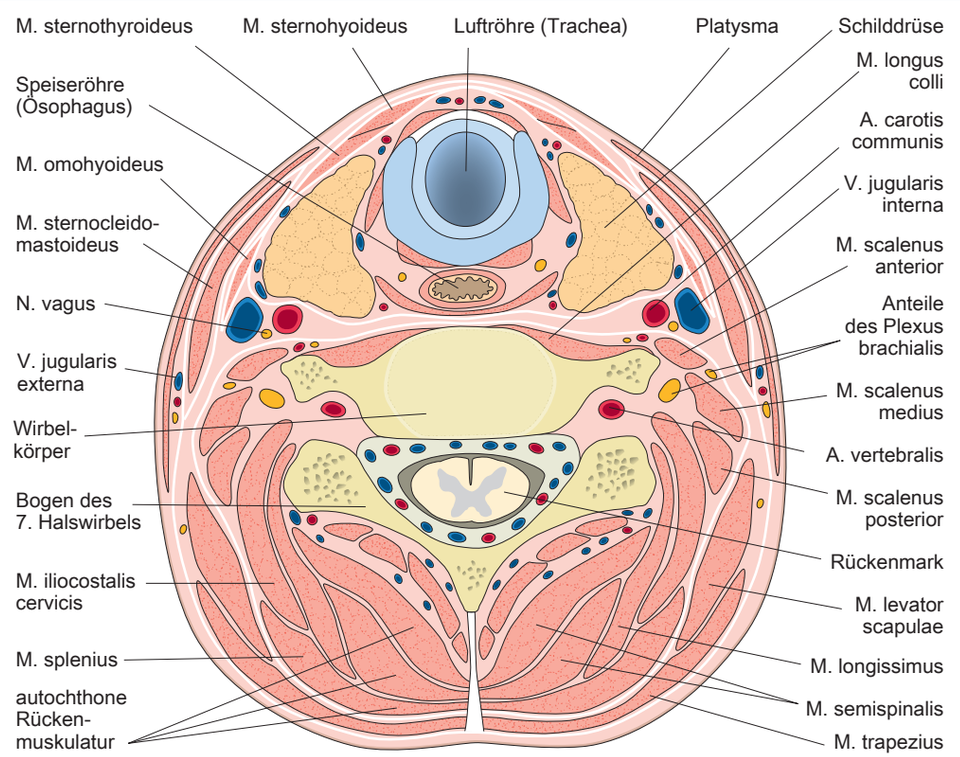


Abb. 6.19 Hals im Querschnitt unterhalb des Kehlkopfes. Von vorn (hier oben) nach hinten erkennt man Luftröhre, Speiseröhre, die prävertebrale Halsmuskulatur (nur M. longus colli angeschnitten), den siebten Halswirbelkörper, den Wirbelkanal mit dem Rückenmark und Anteile der autochthonen Rückenmuskulatur. Seitlich liegen die Skalenusgruppe und Muskeln des Schultergürtels. Beidseits der Luftröhre ist die Schilddrüse angeschnitten.

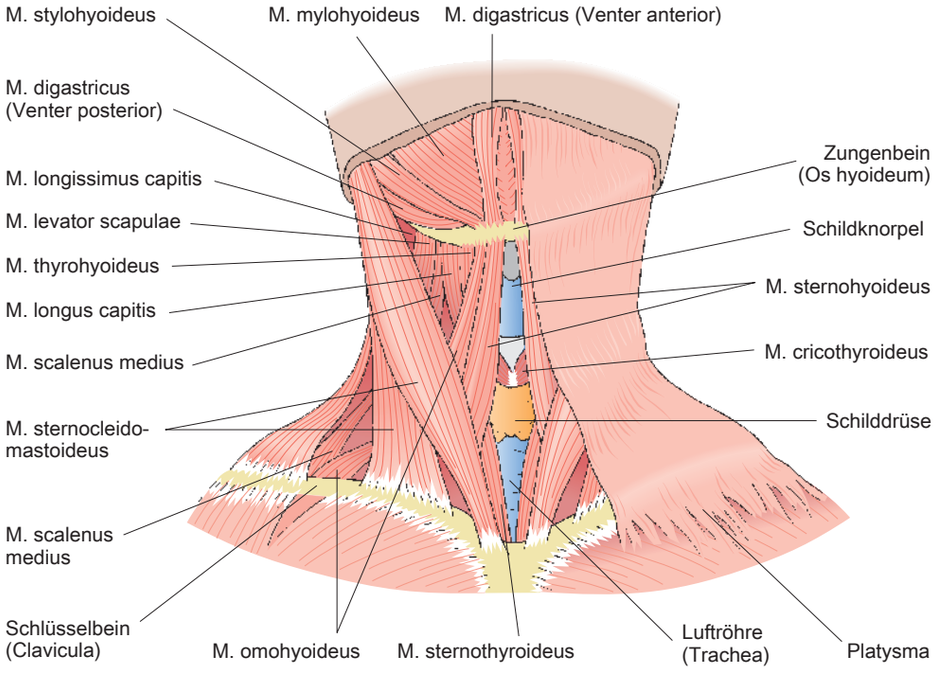


Abb. 6.20 Vordere Halsmuskulatur. Auf der rechten Halsseite ist das Platysma entfernt worden. Die obere und untere Zungenbeinmuskulatur verbindet das Zungenbein mit Kehlkopf, Mundboden, Schläfenbein, Schlüsselbein und Brustbein.

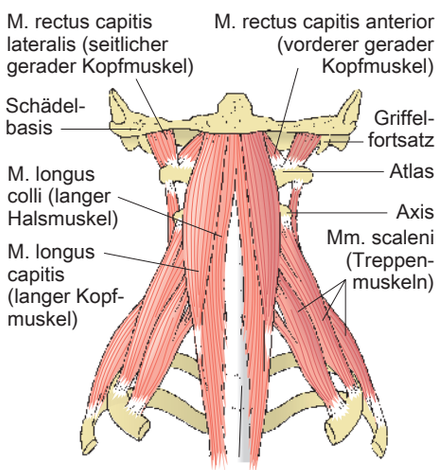


Abb. 6.21 Prävertebrale Halsmuskulatur. Ansicht von vorn nach Entfernung des Brustkorbes und der Halseingeweide. Abgesehen von der prävertebralen Halsmuskulatur, ist die Skalenusgruppe mit ihren drei Anteilen dargestellt.

das darunterliegende Lungengewebe und die dort verlaufenden Gefäße.

Durch die **Skalenuslücke** zwischen M. scalenus anterior und medius ziehen A. subclavia und Plexus brachialis zum Arm. Vor dem M. scalenus anterior und nach ventral vom Schlüsselbein begrenzt, zieht die V. subclavia durch eine weitere Lücke, die teils auch als „vordere Skalenuslücke" bezeichnet wird.

Eine weitere Gruppe der hinteren Halsmuskeln sind die *tiefen* oder **prävertebralen Halsmuskeln** direkt vor der Wirbelsäule (➤Abb. 6.21). Sie unterstützen die Vorbeugung und Seitwärtsbewegung des Kopfes.

Zu ihnen zählen:

- Der kurze **M. rectus capitis anterior** *(vorderer gerader Kopfmuskel)* zwischen Querfortsatz des Atlas und Hinterhauptbein
- Der spindelförmige **M. longus capitis** *(langer Kopfmuskel)* zwischen den Querfortsätzen des 3.–6. Halswirbels und Hinterhauptbein
- Der schlanke **M. longus colli** *(langer Halsmuskel)*, dessen drei Anteile die Wirbelkörper und Querfortsätze sämtlicher Halswirbel sowie der oberen Brustwirbel miteinander verbinden.

Die dorsolateral der Wirbelsäule gelegene **autochthone Rückenmuskulatur** wird in ➤6.3.5 beschrieben.

6.3.2 Übersicht über die Wirbelsäule

Die **Wirbelsäule** *(Columna vertebralis)* bildet die große Längsachse des Skeletts. Sie besteht aus 24 segmentförmigen Knochen, den **Wirbeln** *(Vertebrae)*, sowie dem **Kreuzbein** und dem **Steißbein.** Die Wirbel sind gegeneinander beweglich und erlauben dadurch Bewegungen nach vorn, hinten, links, rechts und um die Längsachse. Diese Beweglichkeit wird von den *Bandscheiben (Zwischenwirbelscheiben, Disci intervertebrales)* unterstützt, die außerdem zusammen mit vielen Bändern die Wirbelsäule stabilisieren. Die Wirbelsäule umschließt und schützt das Rückenmark, sie trägt den Kopf und dient außerdem der Anheftung der Rippen und der Rückenmuskulatur.

Die Wirbelsäule hat fünf Abschnitte (➤Tab. 6.2):

WIRBELSÄULENABSCHNITT	ANZAHL DER WIRBEL	BESONDERHEITEN
Halswirbelsäule (HWS)	7	Atlas und Axis, größte Beweglichkeit, Querfortsatzlöcher, gespaltene Dornfortsätze
Brustwirbelsäule (BWS)	12	Geringe Beweglichkeit, gelenkige Verbindung mit den Rippen, steil stehende Dornfortsätze
Lendenwirbelsäule (LWS)	5	Größte Wirbelkörper, Rippenfortsätze, rudimentäre Querfortsätze, Übergang zum Kreuzbein im Promontorium
Kreuzbein	5	Wirbelfusion, Gelenkverbindung mit Becken (Iliosakralgelenk), Kreuzbeinkanal
Steißbein	3–5	Teilweise verschmolzene Wirbelrudimente

Tab. 6.2 Charakterisierung der Wirbelsäulenabschnitte.

- **Halswirbelsäule** *(HWS)* mit sieben **Halswirbeln** (kurz C1–C7, C = cervix = *lat.* Hals)
- **Brustwirbelsäule** *(BWS)* mit zwölf **Brustwirbeln,** die mit den Rippen gelenkig verbunden sind (Th1–Th12, Th = Thorax = *lat.* Brustkorb)
- **Lendenwirbelsäule** *(LWS)* mit fünf **Lendenwirbeln** (L1–L5, L = lumbal, *lat.* lumbus = Lende)
- **Kreuzbein** *(Os sacrum)* – fünf **Sakralwirbel** (S1–S5), verschmolzen zu einem kompakten Knochen
- **Steißbein** *(Os coccygis)*, gebildet aus etwa vier verschmolzenen Steiß-„Wirbeln".

Krümmungen der Wirbelsäule

Von vorn gesehen ist die gesunde Wirbelsäule nahezu gerade. Betrachtet man die Wirbelsäule jedoch von der Seite, zeigt sie vier charakteristische Krümmungen (➤Abb. 6.22). Zwei von ihnen sind nach hinten gewölbt; sie heißen **Brustkyphose** und **Sakralkyphose.** Bei den anderen beiden weist die Bogenkrümmung nach vorn. Sie werden als **Halslordose** und **Lendenlordose** bezeichnet.

Diese Krümmungen verleihen der Wirbelsäule eine hohe Stabilität, da durch sie die Belastungen bei den verschiedenen Bewegungen auf alle Wirbel gleichmäßig verteilt werden.

Wirbel

Die Wirbel sind vom dritten Hals- bis zum fünften Lendenwirbel einheitlich aufgebaut, auch wenn sie sich, je nach den funktionellen Erfordernissen der einzelnen Wirbelsäulenabschnitte, in Größe und Form unterscheiden (➤Abb. 6.23, ➤Tab. 6.2).

Der **Wirbelkörper** *(Corpus vertebrae)* ist eine dicke rundliche Knochenscheibe. Die Wirbelkörper bilden den Gewicht tragenden Teil der Wirbelsäu-

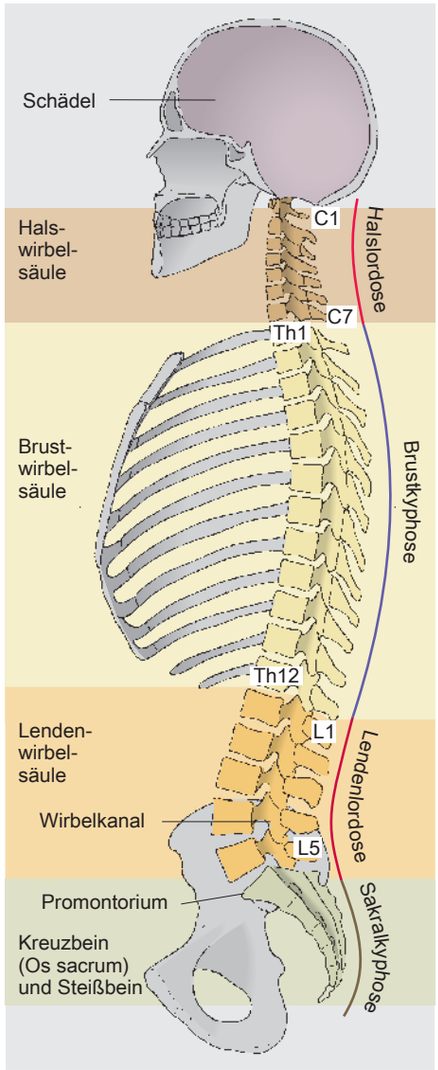


Abb. 6.22 Aufbau der Wirbelsäule. Man erkennt Halslordose, Brustkyphose, Lendenlordose und Sakralkyphose.

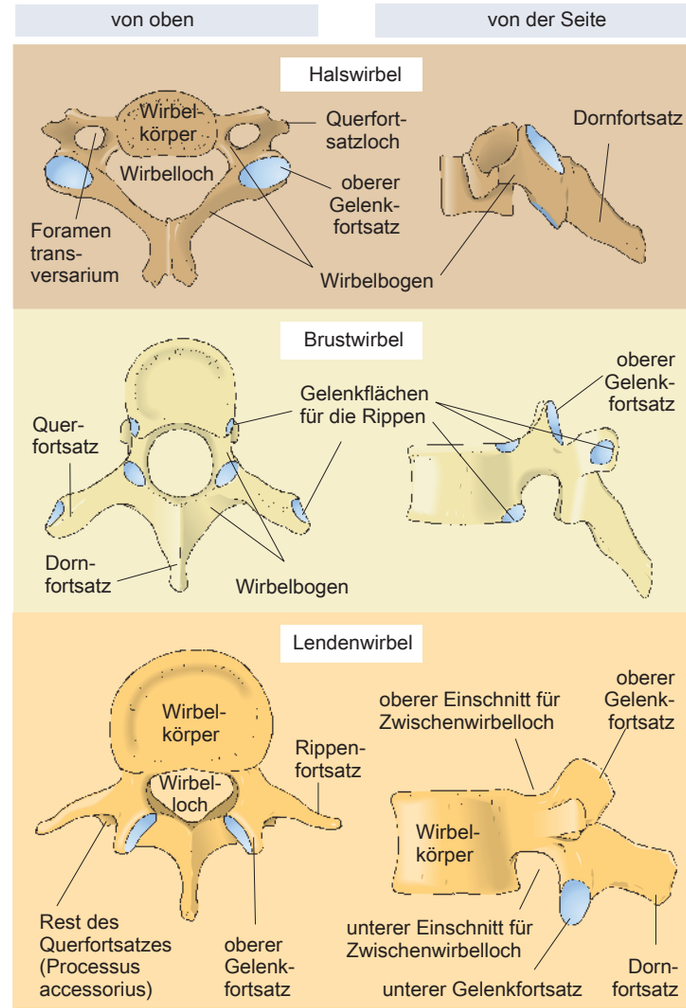


Abb. 6.23 Hals-, Brust- und Lendenwirbel im Vergleich, jeweils links von oben und rechts von der Seite.

le. Da alle Wirbelkörper übereinander liegen, sind sie für die charakteristische Säulenform verantwortlich.

An der Hinterfläche des Wirbelkörpers setzt eine Knochenspange an, der **Wirbelbogen** *(Arcus vertebrae)*. Er umgibt das **Wirbelloch** *(Foramen vertebrale)*. Alle Wirbellöcher zusammen bilden den **Wirbelkanal** *(Spinalkanal)*, durch den das Rückenmark vom großen Hinterhauptloch nach unten zieht.

Vom Wirbelbogen gehen drei Knochenfortsätze aus, an denen Muskeln entspringen und ansetzen: der nach hinten unten zeigende **Dornfortsatz** *(Processus spinosus)* und links und rechts je ein **Querfortsatz** *(Processus transversus)*.

Etwa auf Höhe der Querfortsätze entspringen dem Wirbelbogen ferner je zwei **Gelenkfortsätze** nach oben und unten (*Processus articularis superior* und *inferior*). Sie verbinden die Wirbel in den **Wirbelbogengelenken** untereinander. Zwischen den unteren Gelenkfortsätzen und dem zugehörigen Wirbelkörper bleibt immer ein Freiraum, der oben vom Wirbelbogen abgeschlossen ist *(Incisura vertebralis inferior)*. Ein sehr viel kleinerer Einschnitt befindet sich auch zwischen oberem Gelenkfortsatz und Wirbelkörper *(Incisura vertebralis superior)*. Diese beiden Einschnitte liegen bei benachbarten Wirbeln direkt übereinander und umschließen das jeweilige **Zwischenwirbelloch** (*Foramen intervertebrale* ➤ Abb. 6.26). Durch die Zwischenwirbellöcher verlassen die *Spinalnerven* (➤ 8.5) den Wirbelkanal.

6.3.3 Wirbelsäulenabschnitte

Halswirbelsäule

Die Halswirbelsäule ist der beweglichste Teil der Wirbelsäule. Atlas und Axis, also erster und zweiter Halswirbel, haben eine besondere Form und Funktion (➤ 6.3.1). Die darunterliegenden Wirbelkörper der Wirbel C3–C7 sind relativ klein im Vergleich zu ihrem Wirbelloch.

Die Querfortsätze sind platt und haben im Gegensatz zur restlichen Wirbelsäule je ein **Querfortsatzloch** *(Foramen transversarium)*, durch das hirn- und rückenmarkversorgende Gefäße (A. und V. vertebralis) ziehen.

Die Dornfortsätze von C2–C6 sind meist an ihren Enden zweigeteilt. Der siebte Halswirbel (C7) wird auch *Vertebra prominens* genannt, da sein Dornfortsatz weit nach dorsal vorspringt. Er bietet beim Tasten einen guten „geografischen" Anhaltspunkt für den Übergang zwischen HWS und BWS.

Brustwirbelsäule

Die Brustwirbelsäule ist wenig beweglich – die Haltefunktion für den Brustkorb steht im Vordergrund. Die Brustwirbel sind beträchtlich größer und stärker gebaut als die Halswirbel. Das Wirbelloch ist annähernd rund und etwa fingerdick. Außer Th11 und Th12 besitzen alle Brustwirbel an ihrem Körper und am Querfortsatz Gelenkflächen für die Verbindung mit den Rippen (➤ Abb. 6.24). Th11 und Th12 tragen nur Gelenkflächen am Wirbelkörper.

Lendenwirbelsäule

In der Lendenwirbelsäule befinden sich die größten Wirbel des Menschen. Sie besitzen einen mas-

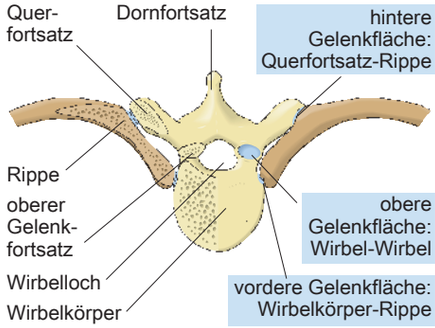


Abb. 6.24 Wirbelkörper-Rippen-Gelenk.

sigen Körper und ein vergleichsweise kleines, annähernd dreieckiges Wirbelloch. Sie sind nicht mehr mit Rippen verbunden, besitzen aber einen **Rippenfortsatz** *(Processus costalis)*, der entwicklungsgeschichtlich einer verkümmerten Rippe entspricht. Von den ursprünglichen Querfortsätzen sind nur die kleinen **Processus accessorii** übrig geblieben. Die Dornfortsätze der Lendenwirbel zeigen relativ gerade nach hinten. Beugt man den Rumpf weit nach vorn, wird der Abstand zwischen den Dornfortsätzen der Lendenwirbelsäule so groß, dass eine Punktion des Spinalkanals möglich ist (Lumbalpunktion ➤Abb. 8.55). Der fünfte Lendenwirbelkörper ist keilförmig, ebenso der darunterliegende erste Kreuzbeinwirbel. Sie bilden den markanten Übergang von der Lendenlordose zur Sakralkyphose, das **Promontorium** (➤Abb. 6.22).

Kreuzbein und Steißbein

Das **Kreuzbein** (*Os sacrum*, ➤Abb. 6.25) ist ein dreieckiger abgeplatteter Knochen aus fünf miteinander verschmolzenen Wirbeln. Die Fusion der Wirbel beginnt im 16.–18. Lebensjahr und ist um das 25. Lebensjahr beendet. Das Kreuzbein bildet den hinteren Mittelteil des Beckens und ist mit beiden Hüftknochen über das nahezu unbewegliche **Iliosakralgelenk** (➤Abb. 6.50) verbunden. Entsprechend den Zwischenwirbellöchern der übrigen Wirbelsäule stehen vier paarige **Kreuzbeinlöcher** *(Foramina sacralia)* mit dem **Kreuzbeinkanal** *(Canalis sacralis)* in Verbindung. Durch sie verlaufen die *Sakralnerven*, wie die Spinalnerven in diesem Bereich heißen. Der Kreuzbeinkanal ist die Verlängerung des Wirbelkanals und nach unten offen. An der Hinterfläche des Kreuzbeins befinden sich verkümmerte Dorn- und Rippenfortsätze, die leistenähnlich angeordnet sind.

Nach oben ist das Kreuzbein außer durch die beiden Wirbelbogengelenke über eine relativ große Wirbelkörperfläche und die Zwischenwirbelscheibe (klinisch *Lumbosakralgelenk* genannt) mit dem fünften Lendenwirbelkörper elastisch verbunden, nach unten über ein weitestgehend unbewegliches Gelenk mit dem **Steißbein** *(Os coccygis)*.

Die typische Wirbelform der Steißbeinwirbel ist nicht mehr erkennbar. Die Wirbelrudimente können einzeln oder verschmolzen sein.

Bandscheiben

Zwischen den Wirbelkörpern der Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule sowie zwischen dem fünften Lendenwirbelkörper und dem Kreuzbein liegen die **Bandscheiben** *(Zwischenwirbelscheiben, Disci intervertebrales)*. Jede Bandscheibe ist etwa 5 mm dick und besteht aus zwei bindegewebigen Schichten:

- Einem Außenring, dem **Anulus fibrosus,** aus derben kollagenen Fasern und Faserknorpel
- Einem Gallertkern, dem **Nucleus pulposus.** Er gleicht wie ein Wasserkissen Druckunterschiede zwischen zwei Wirbeln aus, wenn diese sich gegeneinander bewegen (➤Abb. 6.26).

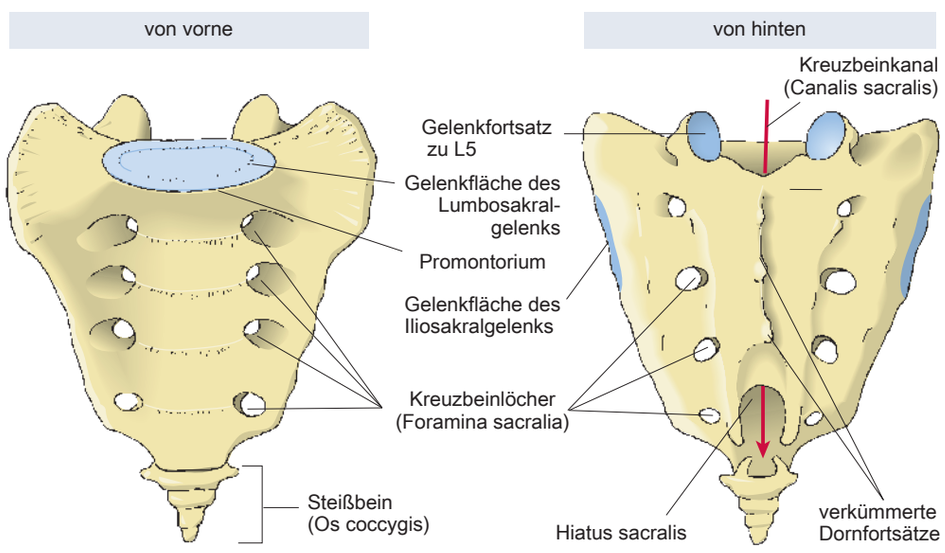


Abb. 6.25 Kreuzbein und Steißbein.

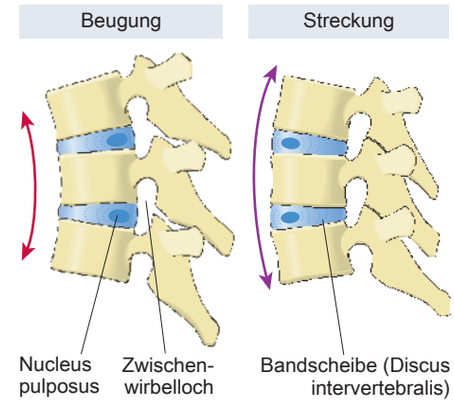


Abb. 6.26 Bandscheibenfunktion. Der Nucleus pulposus verschiebt sich geringgradig innerhalb der Bandscheibe je nach Beugung oder Streckung der Wirbelsäule (zum besseren Verständnis hier verstärkt dargestellt).

Die Bandscheiben bilden elastische Verbindungen der Wirbelkörper untereinander. Sie erhöhen die Beweglichkeit der Wirbelsäule, indem sie sich entsprechend mit verformen, und fangen wie ein Stoßdämpfer Stauchungen der Wirbelsäule ab, z. B. beim Springen.

6.3.4 Wirbelsäulenerkrankungen

Bandscheibenvorfall

Unbegrenzte Fehlbelastungen hält die Bandscheibe nicht aus. Insbesondere schweres Heben in falscher Haltung kann dazu führen, dass sich der Nucleus pulposus durch eine Schwachstelle in seinem Fasermantel nach außen vorwölbt oder sogar austritt. Ein solcher **Bandscheibenvorfall** *(Diskusprolaps)* geschieht meist in Richtung Dornfortsatz, wenn der Nucleus pulposus beim Heben in nach vorn gekrümmter Haltung nach hinten gedrückt wird (➤Abb. 6.26). Die meisten Bandscheibenvorfälle treten zwischen L4 und L5 bzw. L5 und S1 auf, da dort die Druckbelastung der Bandscheiben am größten ist.

Drückt die vorgefallene Bandscheibe auf Nervenwurzeln (➤Abb. 8.19), kommt es zu starken Schmerzen, Sensibilitätsstörungen und/oder Lähmungen.

Stufenbettlagerung

Stufenbettlagerung (Rückenlage, Beugung der Hüft- und Kniegelenke um je 90°) vermindert den Druck auf den Nucleus pulposus und damit den Schmerz.

Hat der Patient Schmerzen und Missempfindungen, aber keine Lähmungen, besteht die Behandlung in kurzzeitiger Stufenbettlagerung, Schmerztherapie sowie frühzeitiger Mobilisation und Physiotherapie. Langfristig steht die Stärkung der Rücken- und Bauchmuskulatur im Vordergrund,

14 Herz

14.1 Einführung 286

14.2 Vorhöfe, Kammern und Klappensystem 286
14.2.1 Vier Innenräume 286
14.2.2 Herzklappen 286
14.2.3 Klappenebene 288
14.2.4 Rechter Vorhof 288
14.2.5 Rechte Kammer 288
14.2.6 Linker Vorhof 288
14.2.7 Linke Kammer 288
14.2.8 Defekte Klappen 289

14.3 Aufbau der Herzwand 289
14.3.1 Endokard 290
14.3.2 Myokard 290
14.3.3 Herzbeutel 290

14.4 Herzzyklus 291
14.4.1 Vorhofzyklus 291
14.4.2 Kammerzyklus 291
14.4.3 Ventilebenenmechanismus 292
14.4.4 Druckverhältnisse während des Herzzyklus 292
14.4.5 Herztöne und Herzgeräusche 292

14.5 Erregungsbildung und Erregungsleitung 293
14.5.1 Autonomie des Herzens 293
14.5.2 Physiologischer Erregungsablauf 293
14.5.3 Grundlagen der Erregungsbildung 294
14.5.4 Besonderheiten des Herzmuskels 294
14.5.5 Elektrokardiogramm (EKG) 294
14.5.6 AV-Blockierungen 295
14.5.7 Extrasystolen 296
14.5.8 Vorhofflimmern 296
14.5.9 Kammerflimmern 296
14.5.10 Elektrolyte und ihre Bedeutung für die Herzaktion 297

14.6 Herzleistung und ihre Regulation 297
14.6.1 Herzzeitvolumen 297
14.6.2 Einflussfaktoren auf die Herzleistung 297
14.6.3 Regulation der Herzleistung 298
14.6.4 Herzinsuffizienz 299
14.6.5 Medikamente zur Behandlung der Herzinsuffizienz 299
14.6.6 Kardiomyopathien 300

14.7 Blutversorgung des Herzens 300
14.7.1 Koronararterien 300
14.7.2 Koronare Herzkrankheit 300
14.7.3 Herzinfarkt 302

14.8 Leben mit einem neuen Herzen 303

14.1 Einführung

Zentrum des kardiovaskulären Systems

Das **Herz** (*Cor*, früher *Cardia*) ist die zentrale Pumpe des Kreislaufs. Dieser Hohlmuskel treibt die Transportvorgänge in allen Blutgefäßen an. Blutgefäße und Herz 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.

Daneben produziert das Herzgewebe Hormone, die an der Volumen- und Druckregulation des Kreislaufs beteiligt sind (➤ Tab. 11.4, ➤ 15.3.5).

Zwei Herzhälften für zwei Kreisläufe

Die Herzscheidewand (➤ 14.2.1) teilt das Herz in zwei Teile – beide arbeiten im gleichen Takt. Die *rechte Herzhälfte* nimmt das sauerstoffarme Blut aus den Körpervenen auf und pumpt es in den **Lungenkreislauf** *(kleinen Kreislauf)*, wo es mit Sauerstoff angereichert wird. Aus den Lungen gelangt das Blut in die *linke Herzhälfte*, die es in die Aorta (Haupt-, große Körperschlagader) und so zurück in den **Körperkreislauf** *(großen Kreislauf)* presst (➤ Abb. 14.1, ➤ Abb. 14.3).

Körper- und Lungenkreislauf
Die Abschnitte des Gefäßsystems, die von der rechten zur linken Herzhälfte ziehen, passieren die Lungen und gehören deshalb zum Lungenkreislauf. Die Gefäßabschnitte, die vom linken Herzen durch den gesamten Körper zum rechten Herzen ziehen, gehören zum Körperkreislauf.

Lage, Größe und Gewicht des Herzens

Das Herz sitzt in dem als **Mediastinum** *(Mittelfellraum)* bezeichneten Raum zwischen den beiden Lungen. Zwei Drittel 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, und unten sitzt es dem Zwerchfell auf. Die Herzachse verläuft diagonal: von rechts oben hinten nach links unten vorne (➤ Abb. 14.2).

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 abgestumpften Kegel.

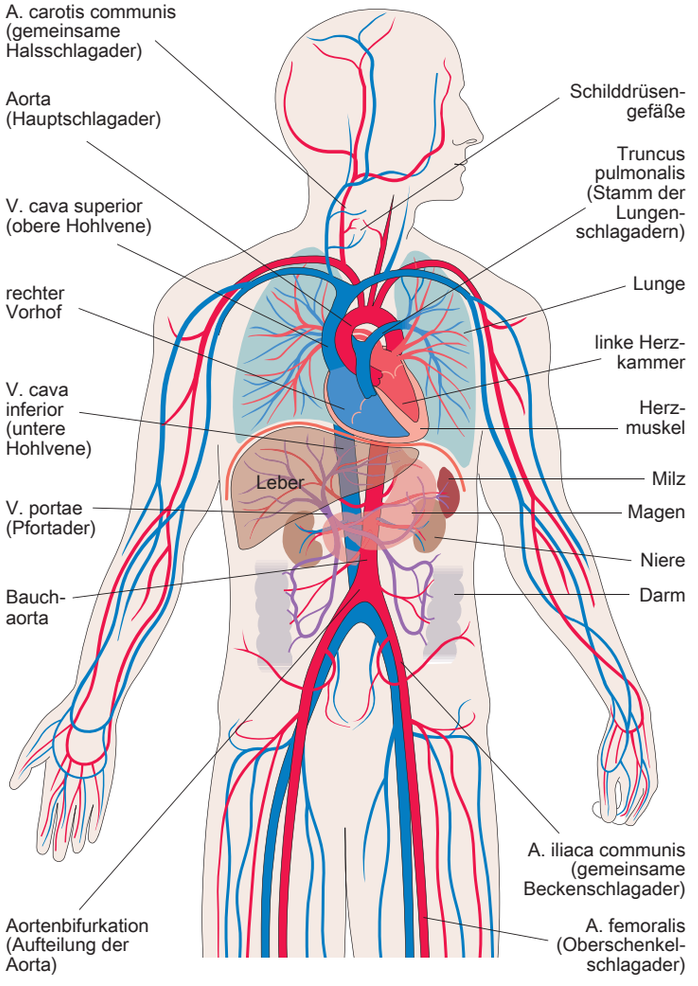


Abb. 14.1 Lungen- und Körperkreislauf (vereinfachte, nicht maßstabsgetreue Übersicht). Die rote Farbe symbolisiert das sauerstoffreiche Blut, das aus den Lungen zum linken Herzen und von dort weiter in die Schlagadern (Arterien) des Körperkreislaufs fließt. Blau dargestellt ist das sauerstoffarme Blut, das über die Venen des Körperkreislaufs und das rechte Herz wieder die Lungen erreicht. Violett gezeichnet ist das Pfortadersystem (Details ➤ 15.2.2). *Merke:* Arterien sind vom Herzen wegführende Gefäße, Venen zum Herzen hinführende Gefäße.

Herzspitze und Herzspitzenstoß

Die Herzspitze liegt sehr nahe an der linken Brustwand. Jeder Herzschlag überträgt sich als Stoß auf die Brustwand. Dieser **Herzspitzenstoß** lässt sich von außen im fünften Interkostalraum (ICR) zwischen der fünften und sechsten Rippe tasten (➤ Abb. 14.2).

14.2 Vorhöfe, Kammern und Klappensystem

14.2.1 Vier Innenräume

Das Herz ist ein Hohlmuskel mit vier verschiedenen Innenräumen. Beide Herzhälften haben jeweils (➤ Abb. 14.3):

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

Auch die **Herzscheidewand** *(Septum cardiale)* hat zwei Abschnitte: das **Vorhofseptum** *(Septum interatriale)* zwischen dem linken und rechten Vorhof und das **Kammerseptum** *(Ventrikelseptum, Septum interventriculare)*, das 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 ➤ 21.5.2).

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 eine Operation relativ einfach zu korrigieren (➤ Abb. 14.4, ➤ Abb. 14.5).

Die Mehrarbeit, welche das Herz durch den Kurzschluss leisten muss, führt oft zur vorzeitigen Herzinsuffizienz (Herzschwäche ➤ 14.6.4). Die Sauerstoffversorgung des Körpers ist erst gefährdet, wenn es infolge von Veränderungen der Lungengefäße zu einer Druckerhöhung im rechten Herzen und damit zur Shuntumkehr (d. h. einem *Rechts-Links-Shunt*) kommt.

14.2.2 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

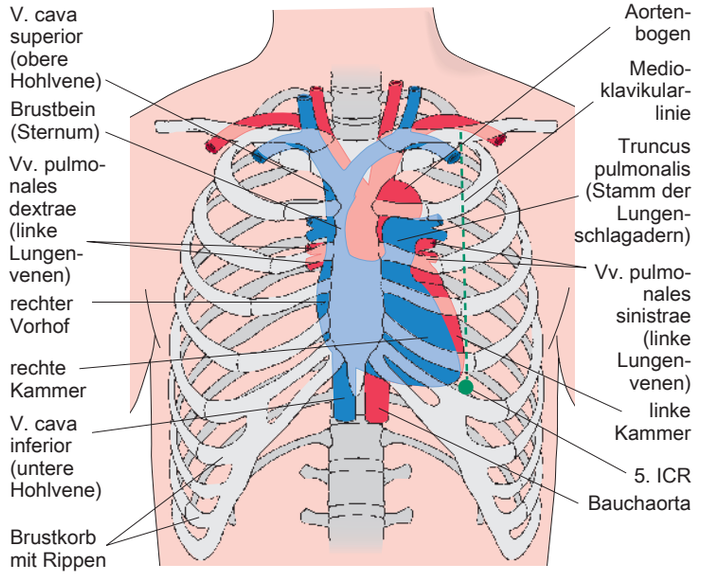


Abb. 14.2 Lage des Herzens im Mediastinum. Dort, wo die von der linken Schlüsselbeinmitte gezogene Linie (Medioklavikularlinie) den 5. ICR kreuzt, spürt man beim Gesunden den Herzspitzenstoß. Liegt er weiter außen, ist das Herz möglicherweise krankhaft vergrößert. (ICR = Interkostalraum).

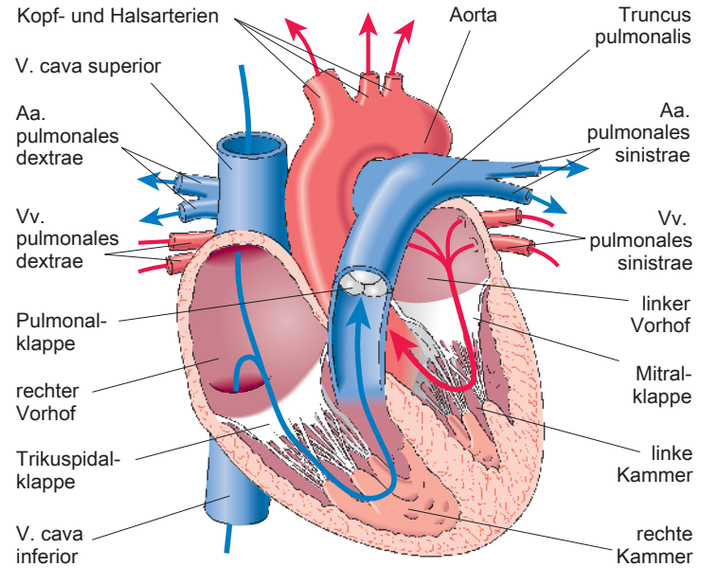


Abb. 14.3 Herz im Längsschnitt. Sauerstoffarmes Blut (blaue Pfeile) gelangt über die Hohlvenen in den rechten Vorhof und dann über die rechte Kammer in die Lungen. Das nach der Lungenpassage sauerstoffreiche Blut (rote Pfeile) strömt über Lungenvenen, linken Vorhof, linke Kammer und Aorta in den Körperkreislauf.

größten Schlagadern des Körpers, die *Aorta* (Haupt-, große Körperschlagader) und den *Truncus pulmonalis* (Stamm der 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. Wie das simple Ventil eines Fahrradschlauchs die unter Druck hineingepresste Luft zurückhält, so sorgen die gesunden Herzklappen dafür, dass das Blut immer nur in Richtung des physiologisch vorgesehenen Blutflusses gepumpt wird.

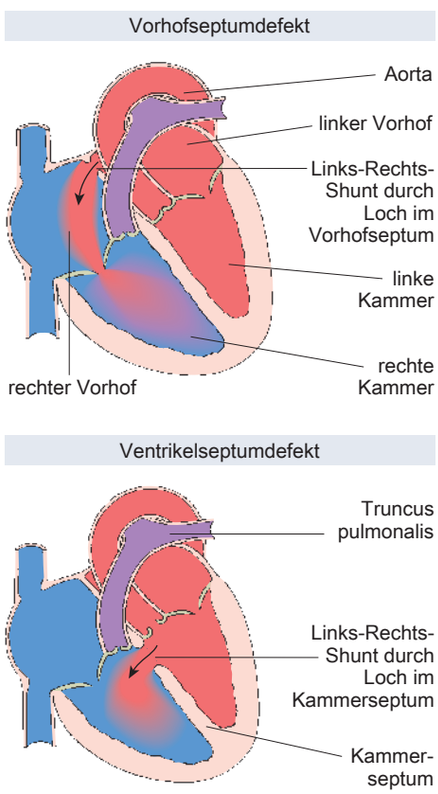


Abb. 14.4 Vorhof- und Ventrikelseptumdefekt. Bei beiden Herzfehlern fließt bereits sauerstoffangereichertes („rotes") Blut nochmals in die rechte Kammer und zirkuliert so mehrfach.

Mitral- und Trikuspidalklappe

Die Klappen zwischen Vorhöfen und Kammern bestehen aus dünnem weißem Bindegewebe. Deshalb und aufgrund ihrer Form nennt man sie **Segelklappen** (➤Abb. 14.6). Wegen ihrer Lokalisation heißen sie auch *Atrio-Ventrikular-Klappen (Vorhof-Kammer-Klappen)*, kurz **AV-Klappen.**

- Die linke Segelklappe hat zwei Segel und wird als *Bikuspidalklappe* (*lat.* bi = zwei, cuspis = Spitze) bezeichnet. Mit etwas Phantasie sieht sie aus wie eine Bischofsmütze (Mitra) und heißt daher auch **Mitralklappe**
- Die rechte Segelklappe heißt **Trikuspidalklappe,** 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 ➤14.4) in die Vorhöfe zurückschlagen.

Aorten- und Pulmonalklappe

Die Klappen zwischen den Kammern und den großen Schlagadern, **Taschenklappen** genannt, bestehen aus je drei taschenartigen Mulden, die wie Schwalbennester an der Innenwand der Schlagadern liegen. 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. 14.6). Es kann kein Blut in die Kammer zurückfließen.

Die Taschenklappe zwischen linker Kammer und Aorta heißt **Aortenklappe,** die zwischen rechter Kammer und Truncus pulmonalis **Pulmonalklappe.**

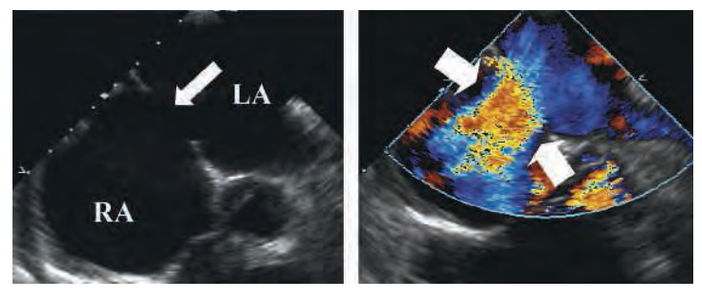


Abb. 14.5 Vorhofseptumdefekt in der Echokardiografie. Links „normales" zweidimensionales Schnittbild (RA = rechter Vorhof, LA = linker Vorhof, Pfeil = Defekt). Rechts Shunt im Farbdoppler (zwischen den Pfeilen). [M852]

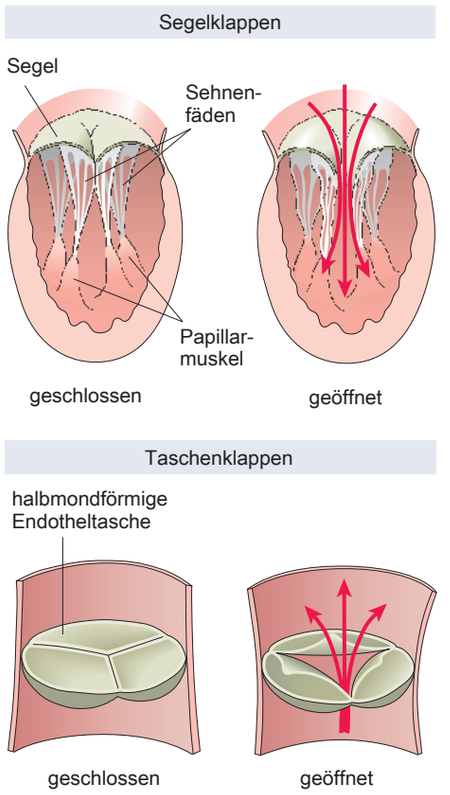


Abb. 14.6 Segel- und Taschenklappen im Vergleich. Die Segelklappen schließen sich passiv durch den Kammerdruck. Die Sehnenfäden, die an den Papillarmuskeln der Kammer ansetzen, verhindern ein Zurückschlagen der Segel in die Vorhöfe. Die Taschenklappen besitzen eine Napfform mit knopfförmigen Bindegewebsverdickungen in der Mitte. Sie schließen sich, wenn der Blutdruck in den Arterien den Kammerdruck übersteigt.

14.2.3 Klappenebene

Alle vier Klappen sind an einem Bindegewebsgerüst aufgehängt, dem **Herzskelett** *(Anulus fibrosus)*, das die Vorhöfe von den Kammern trennt. Die Klappen bilden dort eine Ebene, die **Klappenebene** oder *Ventilebene* (➤Abb. 14.7).

14.2.4 Rechter Vorhof

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

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

Auch das Blut, das das Herz selbst verbraucht, fließt in den rechten Vorhof: Das venöse Blut der Herzkranzgefäße (➤14.7.1) sammelt sich in einem größeren Gefäß, dem **Sinus coronarius,** an der Rückseite des Herzens und strömt von dort direkt in den rechten Vorhof.

Beide Vorhöfe besitzen von außen sichtbare, zipfelförmige Ausbuchtungen, die **Herzohren.** Sie füllen die Nischen zwischen dem Herzen und den großen Gefäßstämmen. In diesen Aussackungen können sich Blutgerinnsel (*Thromben* ➤12.5.7) bilden, die nach Ausschleusung aus dem Herzen zu folgenschweren Gefäßverstopfungen *(Embolien)* führen können, etwa der Hirnarterien mit der Folge eines Schlaganfalls (➤8.12).

14.2.5 Rechte Kammer

Die **rechte Kammer** *(rechter Ventrikel, Ventriculus dexter)* hat in etwa die Form eines Halbmonds. In ihrem Innenraum fallen viele vorspringende, dünne Muskelleisten **(Trabekel)** und drei dickere Muskelzapfen auf, die **Papillarmuskeln.** An diesen ist wie erwähnt die Trikuspidalklappe aufgehängt.

„Ausgang" der rechten Kammer ist der **Truncus pulmonalis** *(Stamm der Lungenschlagadern)*. Das Blut fließt dann in die **Aa. pulmonales dextrae** und **sinistrae** (*rechte* bzw. *linke Lungenschlagader*) und von dort in die Lungen (➤Abb. 14.3). Dort, wo sich die rechte Kammer in den Truncus pulmonalis öffnet, befindet sich die **Pulmonalklappe.**

14.2.6 Linker Vorhof

Das sauerstoffreiche Blut aus den Lungen fließt über vier quer verlaufende **Vv. pulmonales** *(Lungenvenen)* in den **linken Vorhof** *(Atrium sinistrum)*. Die „Tür" zur linken Kammer bildet die Mitralklappe (➤14.2.2).

14.2.7 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 (➤Abb. 14.8). An der Innenfläche der linken Kammer sind wiederum Trabekel und (zwei) Papillarmuskeln zu erkennen.

Von der linken Kammer aus wird das Blut in die **Aorta** *(Haupt-, 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.

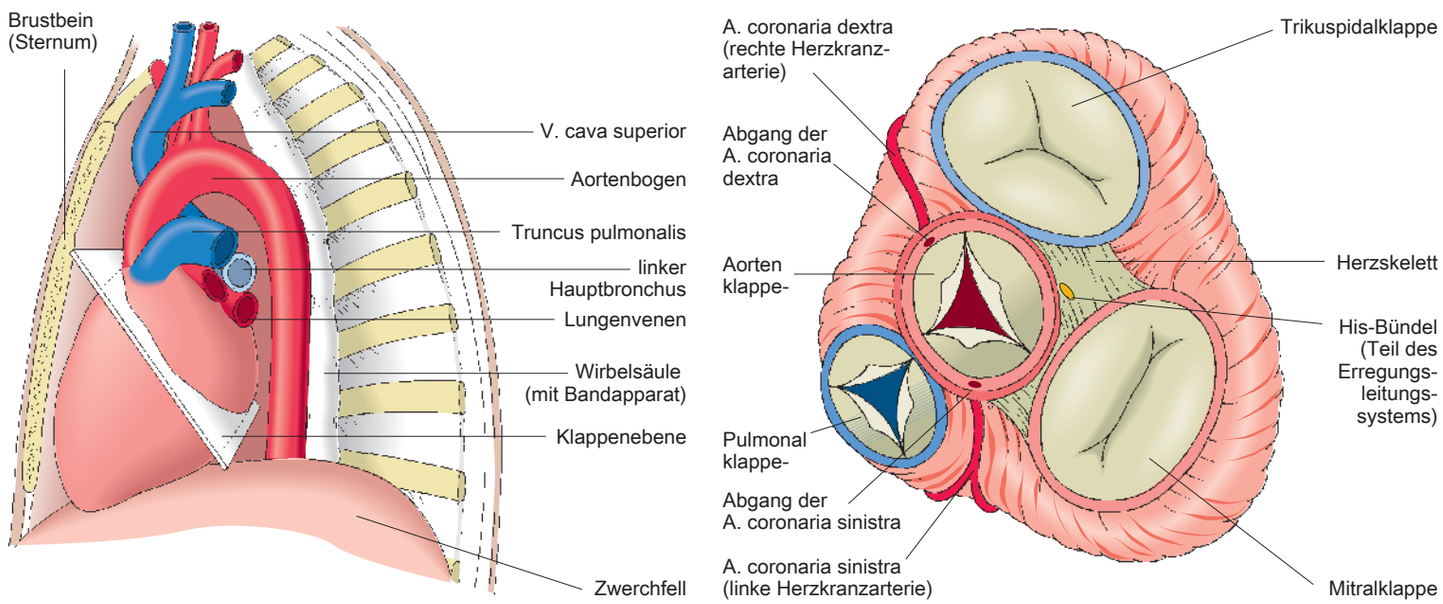


Abb. 14.7 Links Lage der Klappenebene innerhalb des Herzens. Rechts Blick von oben auf die Klappenebene nach Abtrennung der Vorhöfe. Alle vier Klappen werden von einem Bindegewebsgerüst zusammengehalten, dem Herzskelett. Man erkennt den Abgang der Herzkranzarterien oberhalb der Aortenklappe aus der Aorta sowie das His-Bündel (➤14.5.2), das an dieser Stelle die Klappenebene durchstößt.

14.2.8 Defekte Klappen

Eine Herzklappe muss sich zum einen öffnen, um den Blutfluss in die vorgegebene Richtung zu ermöglichen. Zum anderen muss sie sich rasch wieder schließen, damit ein unökonomischer Rückfluss des Blutes *(Reflux mit Pendelblut)* verhindert wird. Jede dieser Funktionen kann gestört sein.

Klappenstenosen

Bei einer **Klappenstenose** öffnen sich die Segel bzw. Taschen nicht weit genug. Das Herz muss einen höheren Druck aufbringen, um das Blut durch die kleinere Öffnung zu pumpen. Übersteigt dies die Leistungsfähigkeit des Herzens, entsteht eine *Herzinsuffizienz* (Herzschwäche ➤14.6.4).

Bei einer Mitralklappenstenose z. B. engen die verklebten Mitralklappensegel die Öffnung zwischen linkem Vorhof und linker Kammer ein. Dadurch kann sich der (muskelschwache) Vorhof schlechter entleeren und erweitert sich mit der Zeit. Blut staut sich in den Lungenkreislauf zurück, durch die geringere Kammerfüllung sinkt die in den Körperkreislauf ausgeworfene Blutmenge.

Klappeninsuffizienzen

Wenn z. B. die Sehnenfäden oder Papillarmuskeln reißen oder nach Entzündungen Teile der Herzklappen narbig verkürzt sind, 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. Folge dieser **Klappeninsuffizienzen** ist eine Herzinsuffizienz: Das hin- und herpendelnde Blut erfordert eine schließlich kaum mehr zu leistende Mehrarbeit.

Bei der *Mitralklappeninsuffizienz* etwa schließt die Mitralklappe ungenügend. Durch das Pendelblut vergrößert sich der linke Vorhof. Bei langsamer Krankheitsentstehung kann sich die muskelstarke linke Kammer an die Belastung anpassen (➤14.3.2) und lange Zeit ausreichend Blut in den Körperkreislauf pumpen. Bei der akuten Form droht dagegen rasch ein lebensbedrohliches Lungenödem (➤14.6.4).

Therapie der Klappendefekte

Höhergradige Klappendefekte müssen behandelt werden. Klappenstenosen können teilweise mit Hilfe von Herzkathetern durch einen Ballon erweitert (Ballondilatation), insuffiziente Klappen oft herzchirurgisch rekonstruiert werden. Ansonsten ist ein *chirurgischer Klappenersatz* mit einer **mechanischen Klappe** oder einer **Bioprothese** nötig. Mechanische Klappen sind unbegrenzt haltbar, erfordern allerdings wegen der großen Thrombosegefahr eine lebenslange Antikoagulation (➤12.5.8). Bei den von tierischem Material (**Xenografts** ➤4.6.3) oder menschlichen Spenderherzen **(Allografts)** stammenden Bioprothesen ist eine Antikoagulation nur einige Monate nötig. Bioprothesen neigen aber zur Degeneration und müssen nach ca. 10–15 Jahren ersetzt werden.

Der Klappenersatz bei Aortenklappenstenose kann auch katheter-interventionell erfolgen (**TAVI** = **t***ranscatheter* **a***ortic* **v***alve* **i***mplantation*). Eine zusammengefaltete, auf einem Stent angebrachte künstliche Aortenklappe (Bioprothese) wird mittels eines Katheters über die A. femoralis (transfemoral) oder die Herzspitze (transapikal) in die Position der defekten Klappe gebracht und entfaltet. Das Verfahren wird somit am schlagenden Herzen ohne Herz-Lungen-Maschine durchgeführt und bietet sich deshalb vor allem bei alten und Hochrisikopatienten an.

14.3 Aufbau der Herzwand

Die Herzwand lässt sich von innen nach außen in drei Schichten gliedern (➤Abb. 14.8):

- Das **Endokard** oder die *Herzinnenhaut* (weniger als 1 mm dick)
- Das **Myokard** oder die *Herzmuskelschicht* (in der linken Kammer ca. 8–11 mm, in der rechten ungefähr 2–4 mm und in den Vorhöfen rund 1 mm dick)
- Das **Epikard** oder die *Herzaußenhaut* (weniger als 1 mm dick).

Umschlossen wird das Herz vom **Perikard** (ungefähr 1 mm dick), das zusammen mit dem Epikard den *Herzbeutel* (➤14.3.3) bildet.

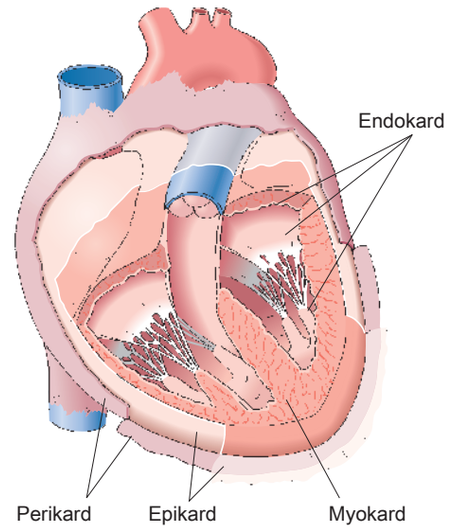


Abb. 14.8 Aufbau der Herzwand. Man erkennt den dreischichtigen Aufbau der Herzwand und das Perikard.

Echokardiografie

Zwar werden die Herzkonturen auch durch Röntgen des Brustkorbs dargestellt (➤Abb. 14.9), viel aufschlussreicher ist aber die **Echokardiografie** (*Ultraschalluntersuchung des Herzens*, ➤Abb. 14.5, ➤4.7.4). Sie gehört zur Routinediagnostik bei Herz-Kreislauf-Problemen. Meist wird der Schallkopf auf den Brustkorb aufgesetzt, gelegentlich in die Speiseröhre eingeführt (*transthorakale* bzw. *transösophageale* oder *Schluck-Echokardiografie*). Herzgröße, Strukturen und Wandstärke der Kammern und Vorhöfe sowie die Klappen einschließlich ihrer Bewegungsabläufe können beurteilt werden. Bei der **Doppler-Echokardiografie** werden durch eine Kombination mit dem Doppler-Ultraschall Strömungsrichtung, -geschwindigkeit (➤Abb. 14.10) und -volumen im Herzen und in den abgehenden Gefäßen sowie die Widerstände in den Gefäßen dargestellt. Durch

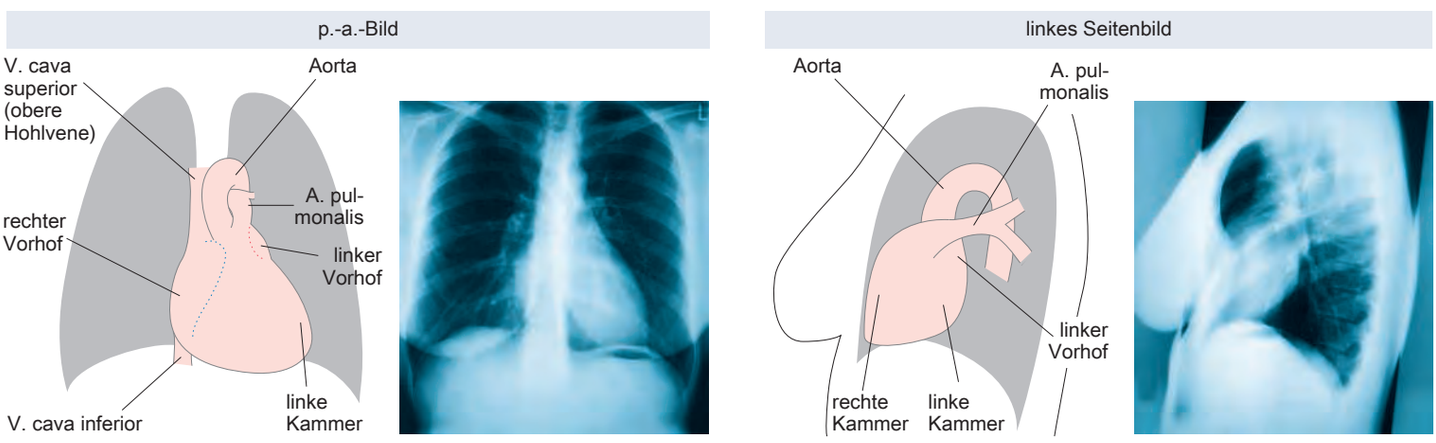


Abb. 14.9 Röntgenbild des Brustkorbs von vorn („p.-a.-Bild" = posterior-anterior-Bild) und von der Seite. Die Herzform im Röntgenbild gibt Aufschluss über die Größe der einzelnen Herzabschnitte. Abweichungen von der Norm deuten auf eine Herzerkrankung hin. [L190, O177]

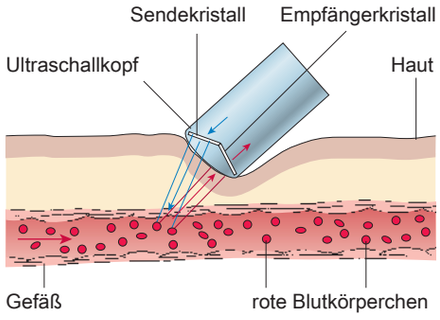


Abb. 14.10 Prinzip der Blutflussgeschwindigkeitsmessung durch den Doppler-Effekt. Trifft eine Schallwelle einer bestimmten Frequenz auf ein sich bewegendes rotes Blutkörperchen, wird die reflektierte Schallwelle abhängig von der Flussgeschwindigkeit im Gefäß in ihrer Frequenz verändert (Doppler-Effekt). Da die Frequenzverschiebung im hörbaren Bereich liegt, kann man mit einem Mikrofon das Strömungsgeräusch hören bzw. die Frequenzen aufzeichnen.

Farbkodierung (blau, wenn sich der Blutfluss vom Schallkopf wegbewegt, rot, wenn der Blutfluss auf den Schallkopf gerichtet ist) ist beim sog. **Farbdoppler** die Strömungsrichtung gut zu beurteilen. Die Farbintensität informiert über die Flussgeschwindigkeit.

14.3.1 Endokard

Das **Endokard** ist eine sehr dünne und glatte Epithelschicht, die wie eine Tapete Vorhöfe und Kammern auskleidet und die Klappen überzieht.

Endokarditis

Eine infektiöse oder durch Autoantikörper (rheumatisch ➤4.3.8) bedingte Entzündung des Endokards **(Endokarditis)** wirkt sich vor allem an den Klappen aus (➤Abb. 14.11), die nur aus einer gefäßlosen, dünnen, mit Endokard überzogenen Bindegewebsplatte bestehen. Häufige Spätkomplikationen sind Klappendefekte (➤14.2.8).

14.3.2 Myokard

Zwischen Endokard und Epikard liegt das **Myokard,** die *Muskelschicht des Herzens.* Es ist die arbeitende Schicht des Herzens.

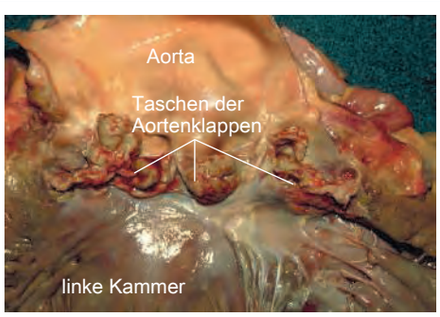


Abb. 14.11 Endokarditis der Aortenklappe (aufgeschnitten) mit ulzerativen (geschwürigen) Veränderungen. [T173]

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 Austreibungswiderstand entgegensetzt 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 (➤14.4.1, ➤14.4.2).

Mikroskopisch besteht die Herzmuskulatur aus einem Netz quergestreifter, sich verzweigender Muskelfasern, die die Herzhöhle spiralförmig umwickeln. Funktionell nehmen die Herzmuskelfasern eine Zwischenstellung zwischen glatter und quergestreifter Muskulatur ein (➤4.4.3, ➤14.5.4), 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.

Herzmuskelhypertrophie

Der Herzmuskel kann sich an lang andauernde Belastungen anpassen, indem die einzelnen Muskelfasern länger und dicker werden (*hypertrophieren* ➤3.3).

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 Kammerhohlräume *(Dilatation).* Der vergrößerte Herzmuskel muss weiter über die Herzkranzgefäße (➤14.7.1) und die angeschlossenen Kapillaren mit Sauerstoff ernährt werden. Da aber die Zahl der Kapillaren nicht steigt, reicht die Blutversorgung ab einer bestimmten Dicke der Muskelfasern nicht mehr aus (➤Abb. 14.12).

14.3.3 Herzbeutel

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. 14.13).

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

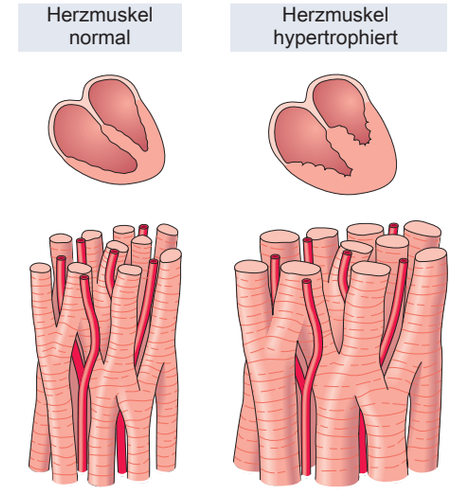


Abb. 14.12 Links die Blutversorgung für ein normales, 300 g schweres Herz, rechts bei Herzmuskelhypertrophie. Die Diffusionsstrecke für Sauerstoff und Nährstoffe wird bei einem Herzgewicht von ca. 500 g (sog. **kritisches Herzgewicht**) zu lang, um das Innere der Muskelfaser ausreichend ernähren zu können.

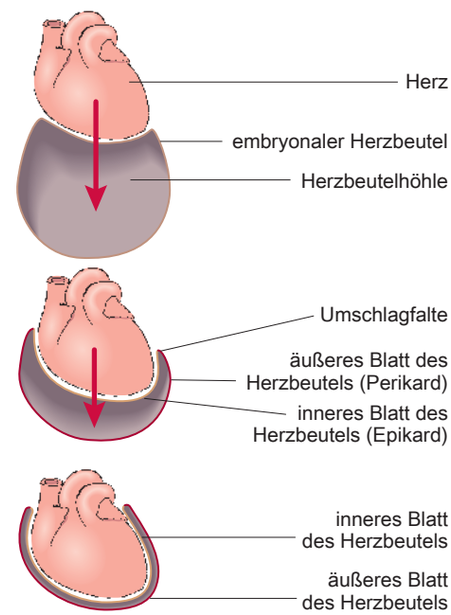


Abb. 14.13 Hineinwachsen des Herzens in den Herzbeutel während der Embryonalzeit. An der Umschlagfalte des embryonalen Herzbeutels geht das äußere Blatt (Perikard) in das innere Blatt (Epikard) über.

Perikarditis und Perikarderguss

Bei Entzündungen des Herzbeutels **(Perikarditis)** können die Herzbeutelblätter schmerzhaft aufeinander reiben. Oft bildet sich dann zwischen bei-

den Blättern ein *Erguss* (krankhafte Flüssigkeitsansammlung), **Perikarderguss** genannt.
Da das Perikard kaum dehnbar ist, übt vor allem ein schnell entstehender Perikarderguss Druck auf das Herz aus (➤Abb. 14.14). Die Herzhöhlen werden eingeengt und füllen sich nicht mehr ausreichend mit Blut. Die Folge dieser **Perikardtamponade** ist eine verminderte Auswurfleistung des Herzens und damit eine Herzinsuffizienz (➤14.6.4).

14.4 Herzzyklus

Beim gesunden Erwachsenen schlägt das Herz in körperlicher Ruhe etwa 70-mal pro Minute. Mit jedem Schlag *(Kontraktion)* wird Blut aus den beiden Herzkammern in den Lungen- und in den Körperkreislauf gepumpt. Die Kontraktion führt zum Druckanstieg in den Kammern (➤Abb. 14.15) und zum Öffnen der Klappen. Dadurch verkleinert sich ruckartig der Innenraum der Herzhöhlen, sodass das Blut herausgeschleudert wird. Anschließend erschlafft die Muskulatur – die Höhlen erweitern sich wieder und füllen sich durch das dabei entstehende Druckgefälle erneut mit Blut.

Systole und Diastole
Die Kontraktionsphase des Herzens nennt man **Systole** (*gr.* Zusammenziehung). Sie dauert gut 0,25 s und umfasst die Anspannungs- und Austreibungsphase . Die Erschlaffungs- und Füllungsphase bilden die **Diastole** (*gr.* Ausdehnung). Ihre Dauer ist stark frequenzabhängig und liegt bei einer Frequenz von 70 Herzschlägen/min bei knapp 0,60 s.

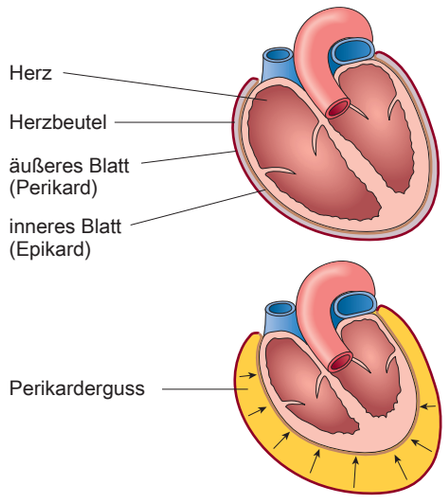


Abb. 14.14 Perikarderguss. Da das Perikard kaum elastisch ist, wirkt der Flüssigkeitsdruck vor allem nach innen auf das Herz und beeinträchtigt die Blutfüllung der Herzhöhlen.

14.4.1 Vorhofzyklus

Auch die Vorhöfe unterliegen einem ständigen Wechsel von Kontraktion und Erschlaffung.
Die Phasen des Kontraktionszyklus von Vorhöfen und Kammern sind dabei exakt aufeinander abgestimmt, um dem Herzen eine optimale Auswurfleistung zu ermöglichen: Die Vorhofmuskulatur kontrahiert sich ca. 0,12–0,20 s vor der Kammermuskulatur, sodass am Ende der Diastole möglichst viel Blut in die Kammern gepresst und die Vorfüllung (*Vorlast, preload* ➤14.6.2) erhöht wird.

14.4.2 Kammerzyklus

Man kann den **Kammerzyklus** in vier Phasen einteilen (➤Abb. 14.15, ➤Abb. 14.16).
Die Kammersystole hat zwei Phasen:

- **Anspannungsphase:** Zu Beginn der Systole sind die Kammern mit Blut gefüllt, die Segel- und Taschenklappen sind geschlossen. Durch Anspannung des Myokards steigt der intraventrikuläre Druck, er ist jedoch noch nicht hoch genug, um die Taschenklappen aufzustoßen
- **Austreibungsphase** *(Auswurfphase):* Bei zunehmender Muskelkontraktion übersteigt der Druck in den Kammern schließlich den Druck in Truncus pulmonalis bzw. Aorta: Die Taschenklappen werden aufgestoßen und das Blut in die großen Arterien getrieben. Die Kammervolumina verkleinern sich auf etwa die Hälfte. Gegen Ende der Austreibungsphase schließen sich die Taschenklappen, weil der Druck in den Arterien wieder höher als in den Kammern ist (➤14.2.2). Die Systole ist beendet, die Diastole beginnt.

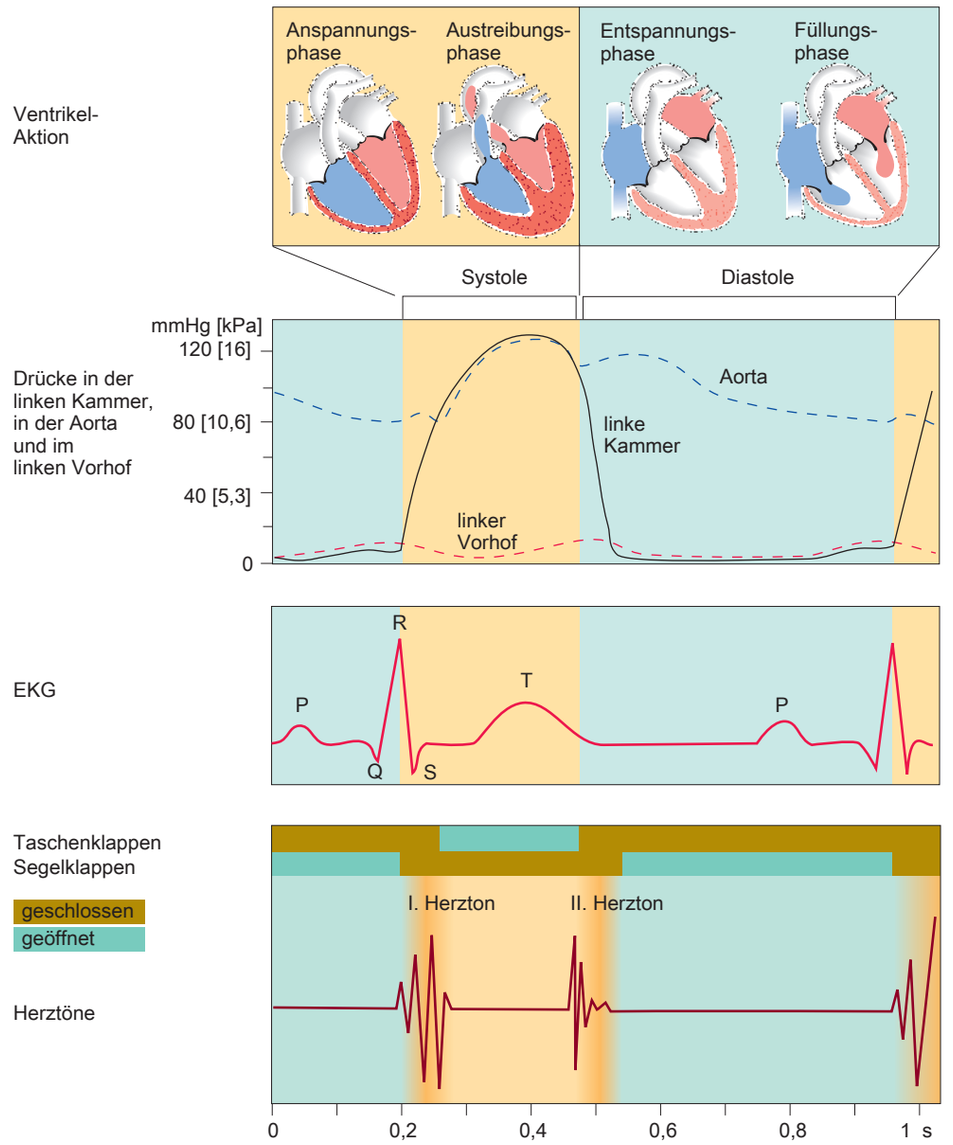


Abb. 14.15 Darstellung des Herzzyklus mit Druckverläufen in Aorta, linker Kammer und linkem Vorhof (hier bei ca. 80 Schlägen/min), EKG, Herztönen und Klappenöffnung/-schluss. Im rechten Herzen betragen die Drücke nur ca. ⅛–¼ von denen des linken Herzens, da der Gefäßwiderstand im Lungenkreislauf viel niedriger ist als im Körperkreislauf.

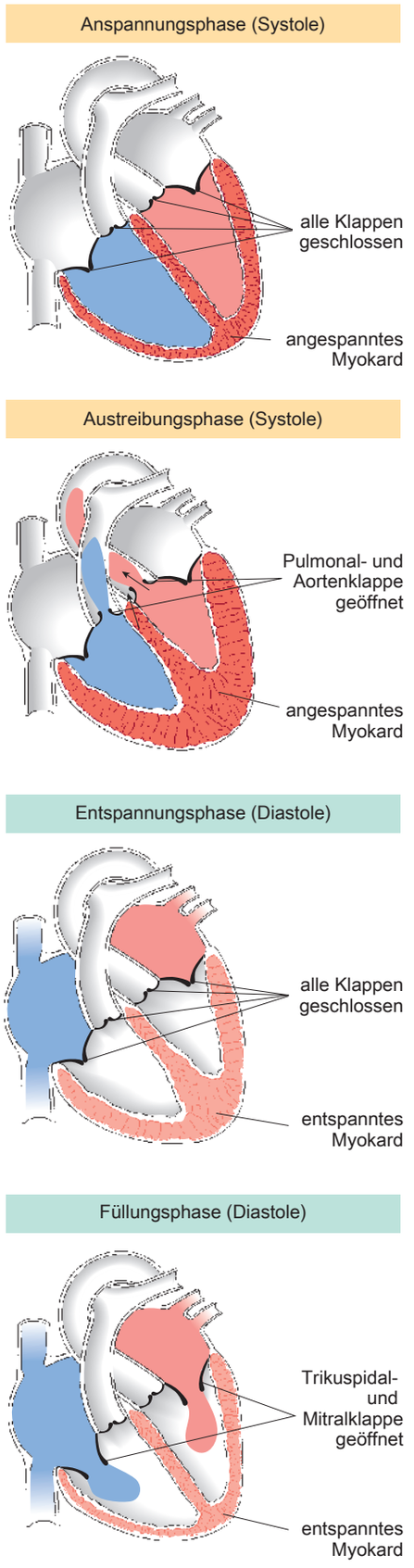


Abb. 14.16 Blutströmung sowie Öffnung und Schluss der Herzklappen in der Systole und Diastole.

Auch die Kammerdiastole setzt sich aus zwei Phasen zusammen:

- **Entspannungsphase** *(Erschlaffungsphase):* Das Kammermyokard erschlafft, die Kammerdrücke sinken ab, alle Klappen sind abermals geschlossen
- **Füllungsphase:** Sinkt der Kammerdruck unter den Vorhofdruck, öffnen sich die Segelklappen, sodass Blut aus den Vorhöfen in die Kammern strömt. Dies geschieht überwiegend passiv (➤ 14.2.2, ➤ 14.4.3). Die aktive *Vorhofkontraktion* trägt bei normaler Herzfrequenz nur zu etwa 10–15 % zur Kammerfüllung bei. Die Füllungsphase endet mit dem Schließen der Segelklappen – die neue Systole beginnt.

Schlagvolumen
Aus jeder der beiden Kammern werden pro Herzschlag beim gesunden (untrainierten) Erwachsenen in Ruhe etwa 70 ml Blut ausgetrieben. Dies entspricht etwa der halben Kammerfüllung.

14.4.3 Ventilebenenmechanismus

Während der Austreibungsphase wird nicht nur Blut in die großen Arterien *gepresst.* Vielmehr verlagert sich die Klappenebene (Ventilebene) des Herzens (➤ 14.2.3) bei der systolischen Kammerverkleinerung in Richtung Herzspitze, sodass die (mittlerweile erschlafften) Vorhöfe gedehnt werden. Die Vorhofdrücke sinken, und aufgrund des dabei entstehenden Druckgefälles strömt Blut *passiv* aus den großen Venen in die Vorhöfe.
Mit der Kammererschlaffung in der Diastole bewegt sich die Klappenebene wieder zurück, die Kammern erweitern sich rasch. Nun entsteht ein Druckgefälle zwischen Kammern und Vorhöfen, welches das Blut überwiegend passiv in die Kammern gelangen lässt.
Anschaulich spricht man deshalb vom „Ansaugen" des Blutes in die Vorhöfe bzw. Kammern oder vom Herzen als *Saug-Druck-Pumpe.*

14.4.4 Druckverhältnisse während des Herzzyklus

Während jedes Herzzyklus ändern sich die Blutdrücke in den vier Innenräumen des Herzens in typischer und auf immer gleiche Weise (➤ Abb. 14.15).

Herzkatheteruntersuchung

Im Rahmen einer **Herzkatheteruntersuchung** durch den Kardiologen können die Herzdrücke gemessen werden.
Beim *Linksherzkatheter* wird ein Katheter unter Röntgenkontrolle über eine Leisten- oder Armarterie gegen den Blutstrom ins Herz vorgeschoben. Drucksensoren an der Spitze des Katheters messen die Drücke in linkem Vorhof und linker Kammer (➤ Abb. 14.15), eine Kontrastmittelinjektion erlaubt die Darstellung von linker Kammer *(Ventrikulografie)* und Herzkranzgefäßen (*Koronarangiografie*, ➤ 14.7.2, ➤ Abb. 14.33).
Beim einfacheren *Rechtsherzkatheter* wird der Katheter nach Punktion einer Vene ins rechte Herz vorgeschoben. Neben Druckmessung ist eine sog. **elektrophysiologische Untersuchung** zur genauen Diagnose bestimmter Herzrhythmusstörungen möglich.

Aufgrund technischer Fortschritte werden die invasiven Herzkatheteruntersuchungen bei einigen Fragestellungen zunehmend durch Echokardiokardiografie (➤ 14.3), Computer- und Kernspintomografie abgelöst. Teilweise sind auch Koronargefäße und Bypässe beurteilbar, jedoch (noch) nicht in der Qualität wie bei der Herzkatheteruntersuchung. Letztere ermöglicht außerdem katheterinterventionelle Therapien (➤ 14.7.2, ➤ Abb. 14.34).

14.4.5 Herztöne und Herzgeräusche

Das Herz arbeitet nicht lautlos. Die durch Muskelanspannung und Bewegung der Klappen entstehenden Schwingungen werden auf den Brustkorb übertragen, wo sie durch *Auskultation* („Abhorchen" ➤ Abb. 14.17) oder Aufzeichnung mit einem Mikrofon **(Phonokardiografie)** registriert werden können.

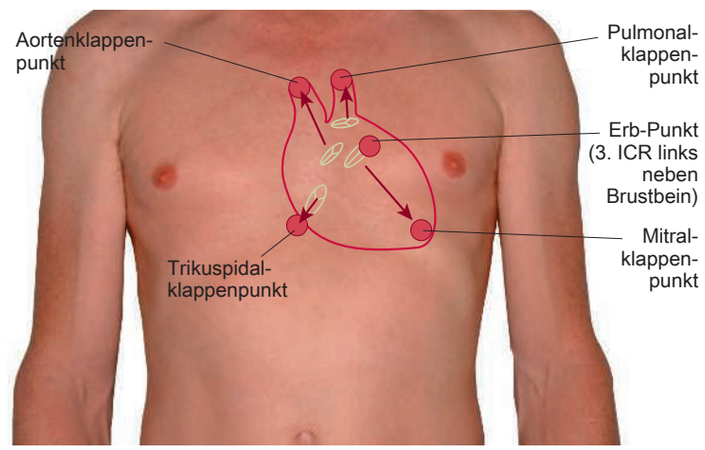
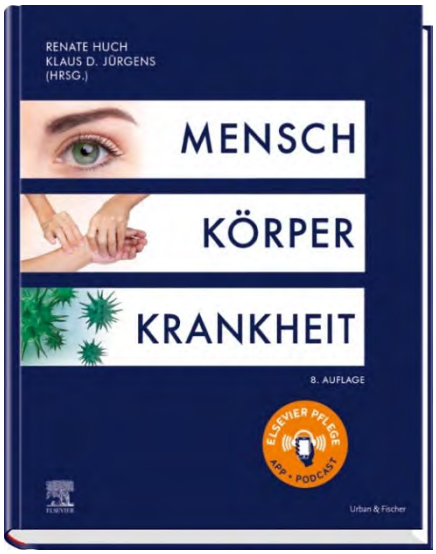


Abb. 14.17 Auskultation des Herzens. Aufgezeichnet sind die Projektionen der vier Klappen auf die Herzwand und die besten Abhör- oder Ableitstellen für die einzelnen Klappen auf dem Brustkorb. Die Pfeile markieren die Richtung der akustischen Ausbreitung von Herztönen und -geräuschen. Am Erb-Punkt hört man den ersten und zweiten Herzton meist gleich gut und kann sich so einen Überblick über die Herzaktionen verschaffen (ICR = Interkostalraum). [L190, O405]

Anatomie, Physiologie und Krankheitslehre – so verstehen Sie die Zusammenhänge wirklich!



Bestseller - bereits über 220.000 zufriedene Leser!

Das ideale Lehrbuch zu den Themen Anatomie, Physiologie und Krankheitslehre für alle Auszubildenden in Gesundheits- und Pflegeberufen!

Hier verstehen Sie die Zusammenhänge: Wie ist der Körper aufgebaut, wie funktioniert er, was passiert, wenn der Mensch krank wird und welche Pflege- und Therapiemaßnahmen sind erforderlich?

• Einzigartig: Der integrierte Ansatz des Lehrbuchs stellt in Bild und Text überzeugend dar, wie unser Körper aufgebaut ist und wie er arbeitet. Somit fällt Ihnen fächerübergreifendes Verstehen leicht und Handlungsanweisungen sind einfach zu erlernen.

- Verständlich. Auch für Lesende ohne Vorwissen wird nachvollziehbar, was in Zellen, Gewebe und Organen unseres Organismus vorgeht, wenn unser Körper krank wird, also wie physikalische, chemische und biochemische Vorgänge zusammenwirken.
- Umfassend: Ein übersichtliches Inhaltsverzeichnis und ein hilfreiches Register für Bild und Text erleichtern Ihnen Orientierung und Suche.
- Aktuell: Auf dem neuesten Stand der Wissenschaft passt dieses einzigartige Lehrbuch zu den Anforderungen einer generalistischen Pflegeausbildung sowie zu den Bedürfnissen von Lernenden und Dozierenden aller Gesundheitsberufe.
- Neu – Erstmals in dieser Auflage enthalten sind neue Texte zu den Themen Genetik, bildgebende Verfahren, Naturheilkunde, Mikrobiom, Antibiotika-Resistenzen, Gendermedizin, Reproduktionsmedizin, Resilienz, Ernährung, Bluttests, Palliativmedizin und Sterben.

Jetzt kostenlos: Die "Elsevier Pflege Podcasts":

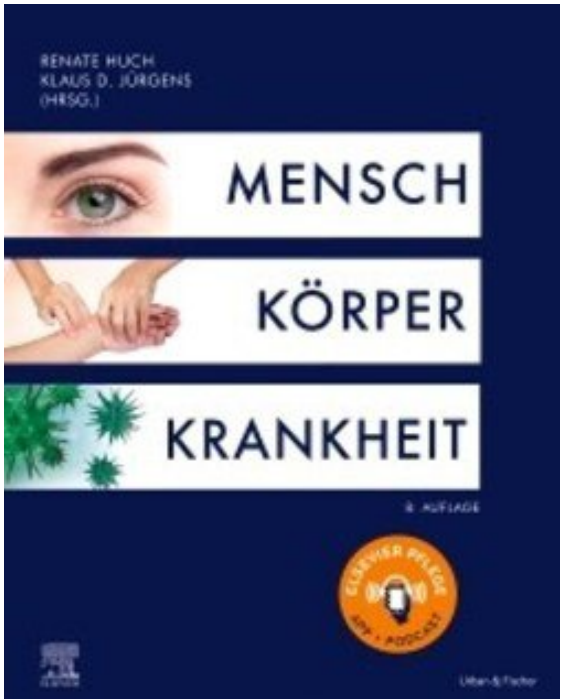
Spannende Podcasts zu vielen Themen: Berufliche Herausforderungen in der Pflege, Demenz, Dekubitus, Diabetes, Ernährung, Ethik, Hygiene, Medikamente, Parkinson, Pflegeplanung, Schlaganfall sowie Schmerz.

Erhältlich bei soundcloud, iTunes Store, Spotify und Google Play oder unter elsevierpflegepodcast.de

Mensch Körper Krankheit

Huch, R. / Jürgens, K.
8. Aufl. 2019. 520 S., geb.
ISBN: 978-3-437-26974-9

Irrtümer und Preisänderungen vorbehalten. Stand 08/2019



Huch / Jürgens

Mensch Körper Krankheit

mit www.pflegeheute.de - Zugang

520 pages, hb
publication 2019

order

More books on homeopathy, alternative medicine and a healthy life www.narayana-verlag.com