

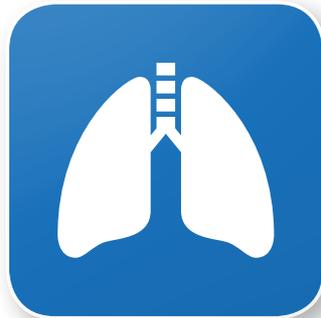
Stephan Dönitz

Leseprobe

*Für die
Physiotherapie*

Anatomie Trainingsbuch

beschriften – vertiefen – verstehen



Urban & Fischer

Inhaltsverzeichnis

1	Begriffe zur Beschreibung des Menschen	1
2	Chemie und Biochemie	4
3	Zellehre	8
4	Genetik und Evolution	11
5	Gewebe des Körpers	13
6	Knochen, Gelenke und Muskeln	17
7	Bewegungsapparat	24
8	Haut	45
9	Nervensystem	49
10	Sensibilität und Sinnesorgane	59
11	Hormonsystem	65
12	Blut	69
13	Abwehr	74
14	Herz	80
15	Kreislauf- und Gefäßsystem	87
16	Atmungssystem	92
17	Verdauungssystem, Ernährung und Stoffwechsel	99
18	Harnsystem, Wasser- und Elektrolythaushalt	104
19	Geschlechtsorgane	110
20	Entwicklung, Schwangerschaft und Geburt	117
21	Lösungen	123

7

Bewegungsapparat

Unschwer erkennbar sind die großen Unterschiede in **Körpergröße, -bau** und **-gestalt** unserer Mitmenschen. Diese Merkmale sind im Wesentlichen genetisch festgelegt, gelangen aber erst im Laufe der ca. 20-jährigen Wachstumsperiode zur Ausprägung.

Das **Skelett** des Erwachsenen besteht aus über 200 Knochen, das eines Kindes sogar aus über 300 Knochen, da einige Knochen wie etwa das Hüftbein erst im Laufe des Wachstums miteinander verschmelzen.

Zusammen mit den Muskeln, Sehnen und Bändern gibt das Skelett dem Körper seine Stabilität und ermöglicht zugleich seine Beweglichkeit. Über 600 Skelettmuskeln ermöglichen durch ihre Kontraktionen sämtliche Bewegungen des Körpers.

Das Skelett lässt sich in verschiedene Knochengruppen einteilen:

- Den **Schädel** (*Cranium*)
- Die **Wirbelsäule** (*Columna vertebralis*)
- Den knöchernen **Brustkorb** (*Thorax*)
- Den **Schulter-** und den **Beckengürtel**
- Obere Extremitäten (**Arme**) und untere Extremitäten (**Beine**)

Der **Schädel** sitzt auf der Wirbelsäule. Er schützt das Gehirn und besteht aus zwei Knochengruppen: dem *Hirn-* und dem *Gesichtsschädel*. Im Bereich des Gesichtsschädels setzen zahlreiche Muskeln für Mimik und Kaubewegungen an.

Der **Hals** als Verbindungsabschnitt zwischen Kopf und Schultergürtel enthält als knöcherne Strukturen in seinem hinteren Teil die **Halswirbelsäule** mit sieben **Halswirbeln** und vorne oben das hufeisenförmige **Zungenbein** (*Os hyoideum*). Die ersten beiden Halswirbel (*Atlas* und *Axis*) sind besonders geformt, um die große Kopfbeweglichkeit zu ermöglichen.

Die **Wirbelsäule** (*Columna vertebralis*) bildet die große Längsachse unseres Skeletts. Sie besteht aus 24 segmentförmigen Knochen, den **Wirbeln** (*Vertebrae*), sowie dem **Kreuzbein** und dem **Steißbein**. Die Wirbelsäule umschließt und schützt das Rückenmark, welches durch die Wirbellöcher nach unten zieht. Sie trägt den Kopf und dient der Anheftung der Rippen und der Rückenmuskulatur.

Die Wirbel sind gegeneinander beweglich und erlauben dadurch Bewegungen nach vorn, hinten, links, rechts und um die Längsachse. Diese Beweglichkeit wird von den *Bandscheiben* unterstützt, die außerdem zusammen mit vielen Bändern und Muskeln die Wirbelsäule stabilisieren. An den einzelnen Wirbeln setzen Muskeln an, die in ihrer Gesamtheit die autochthone Rückenmuskulatur bilden. Sie stabilisieren und bewegen die Wirbelsäule.

Zwischen den Wirbeln liegen Öffnungen, die man **Zwischenwirbellöcher** (*Foramina intervertebralia*) nennt. Durch sie treten Nerven hindurch, die vom Rückenmark ausgehen oder zum Rückenmark führen, die *Rückenmarks-* oder *Spinalnerven*.

Die Wirbelsäule hat fünf Abschnitte:

- Die **Halswirbelsäule** (*HWS*)
- Die **Brustwirbelsäule** (*BWS*)
- Die **Lendenwirbelsäule** (*LWS*)
- Das **Kreuzbein** (*Os sacrum*)
- Das **Steißbein** (*Os coccygis*)

Die **Bandscheiben** (*Zwischenwirbelscheiben, Disci intervertebrales*) liegen zwischen den Wirbelkörpern der Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule sowie zwischen LWK 5 und Kreuzbein. Sie sind durchschnittlich etwa 5 mm dick, ihre Dicke nimmt von oben nach unten zu. Die Bandscheiben sind verformbar, aber nicht komprimierbar, sie ändern ihr Volumen also nicht. 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.

Der knöcherne **Thorax** oder *Brustkorb* wird vom **Brustbein** (*Sternum*), von den **Rippen** (*Costae*) und der Brustwirbelsäule gebildet. Der Brustkorb umschließt die Brusthöhle mit Herz und Lungen sowie den oberen Anteil der Bauchhöhle. Er hat die Form eines nach oben und unten offenen ovalen Bienenkorbes, das heißt, sein Umfang vergrößert sich von oben nach unten. Dorsal in der Mitte liegt die Brustwirbelsäule, deren Wirbelkörper in den Brustraum hineinragen.

Der **Schultergürtel** verbindet die Knochen der oberen Extremitäten mit dem Körperstamm. Er besteht aus jederseits zwei Knochen, dem Schlüsselbein und dem Schulterblatt. Viele Muskeln zur Bewegung des Oberarmknochens (*Humerus*) entspringen am Schulterblatt

Das **Schlüsselbein** (*Clavicula*) ist ein relativ dünner, annähernd S-förmiger Knochen, der an beiden Enden Gelenkflächen besitzt.

Das **Schulterblatt** (*Scapula*) ist ein etwa dreieckiger, platter Knochen, an dessen Rückwand die **Spina scapulae** (*Schulterblattgräte*) auf breiter Fläche hervorspringt. Deren freies Ende, das **Akromion** (*Schulterhöhe*), steht mit dem Schlüsselbein in Verbindung. Eine muldenförmige Vertiefung in der oberen äußeren Schulterblattecke bildet die **Schultergelenkpfanne** (*Cavitas glenoidalis*), die mit dem Kopf des Oberarmknochens ein Kugelgelenk bildet. Etwas oberhalb der Schultergelenkpfanne ragt der **Rabenschnabelfortsatz** (*Processus coracoideus*) nach vorne hervor. Er bildet zusammen mit dem Akromion und verbindenden Bändern das **Schulterdach**.

Der Arm hat mehr als 24 Knochen. Er lässt sich in drei Abschnitte einteilen:

- Den **Oberarm** mit dem **Oberarmknochen** (*Humerus*). Dies ist der längste und größte Knochen der oberen Extremität.
- Den **Unterarm** mit den beiden Knochen **Elle** (*Ulna*) und **Speiche** (*Radius*). Auch sie sind dicht von Muskulatur umgeben und bilden den Ursprung für Muskeln zur Bewegung der Handknochen.
- Die **Hand** mit den **Handwurzelknochen** (*Ossa carpi*), **Mittelhandknochen** (*Ossa metacarpi*) und **Fingerknochen** (*Phalangen*). Die Hand wird von zahlreichen Muskeln versorgt, die ihr eine fein abgestimmte Beweglichkeit ermöglichen.

Das knöcherne **Becken** (*Pelvis*) verbindet die unteren Extremitäten mit dem Rumpfskelett. Es wird auch *Beckenring* oder *Beckengürtel* genannt, weil die drei beteiligten Knochen ringförmig zusammengeschlossen sind. Das Becken steht in direktem Kontakt zur Lendenwirbelsäule; es verbindet diese mit den Beinen. Der Beckenring besteht vorne und seitlich aus je einem Darmbein (*Os ilium*), Sitzbein (*Os ischii*) und Schambein (*Os pubis*) sowie dem Kreuzbein (*Os sacrum*) als Rückwand. Anteile von Darm-, Sitz- und Schambein bilden die Hüftgelenkpfanne (*Acetabulum*) für den Oberschenkelknochen (*Femur*), den größten Knochen des Menschen. Vom Becken entspringen auch die mächtigen Muskeln zur Bewegung des Oberschenkels. Das **Hüftgelenk** ist übrigens das größte Kugelgelenk des Menschen. Bei Jungen und Mädchen ist die Beckenform in etwa gleich. Während der Pubertät bilden sich dann die Unterschiede zwischen **weiblichem** und **männlichem Becken** heraus. Alle Merkmale des weiblichen Beckens lassen sich aus den Erfordernissen des Geburtsvorgangs verstehen.

Die **untere Extremität** kann in folgende Abschnitte eingeteilt werden:

- Der über das Becken mit dem Rumpf verbundene **Oberschenkel** (*Femur*). Dieser ist der längste und schwerste Knochen des Körpers. Am Kniegelenk beteiligen sich Oberschenkelknochen, Schienbein und Kniescheibe. Eine Besonderheit sind die Menisken, die das Kniegelenk unvollständig unterteilen. Innen wird das Kniegelenk durch die Kreuzbänder zusammengehalten.
- Der **Unterschenkel**, der aus zwei Röhrenknochen besteht, dem **Schienbein** (*Tibia*) und dem **Wadenbein** (*Fibula*). Das deutlich verbreiterte untere Ende des Wadenbeines bildet den sichtbaren und gut zu tastenden **Außenknöchel** am Fuß.
- Der **Fuß**, der wie die Hand aus drei Abschnitten besteht:
 - **Fußwurzel** (*Tarsus*) mit sieben **Fußwurzelknochen** (*Ossa tarsi*).
 - **Mittelfuß** (*Metatarsus*) mit den fünf **Mittelfußknochen** (*Ossa metatarsalia*).
 - Fünf **Zehen**, bei denen die **Großzehe** (*Hallux*) zwei, die übrigen Zehen (*Digitii pedis*) jeweils drei Knochen enthalten.

Durch straffe Verbindungen bekommt der Fuß auf der Standfläche eine typisch gewölbte Struktur (Fußgewölbe).

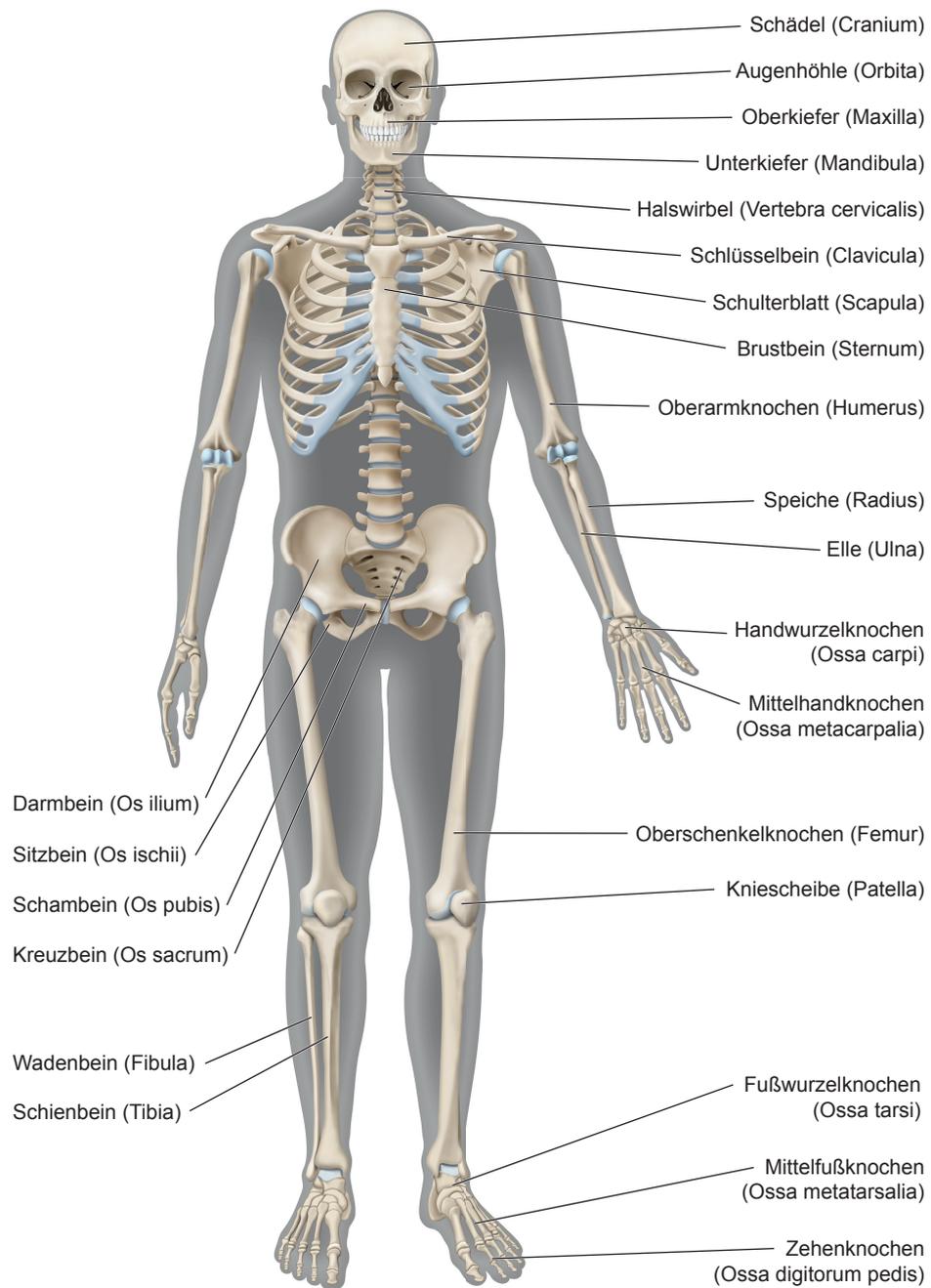


Abb. 7.1 Das menschliche Skelett. [L275]

Frage 7.1 In welche sieben Knochengruppen lässt sich das menschliche Skelett einteilen?

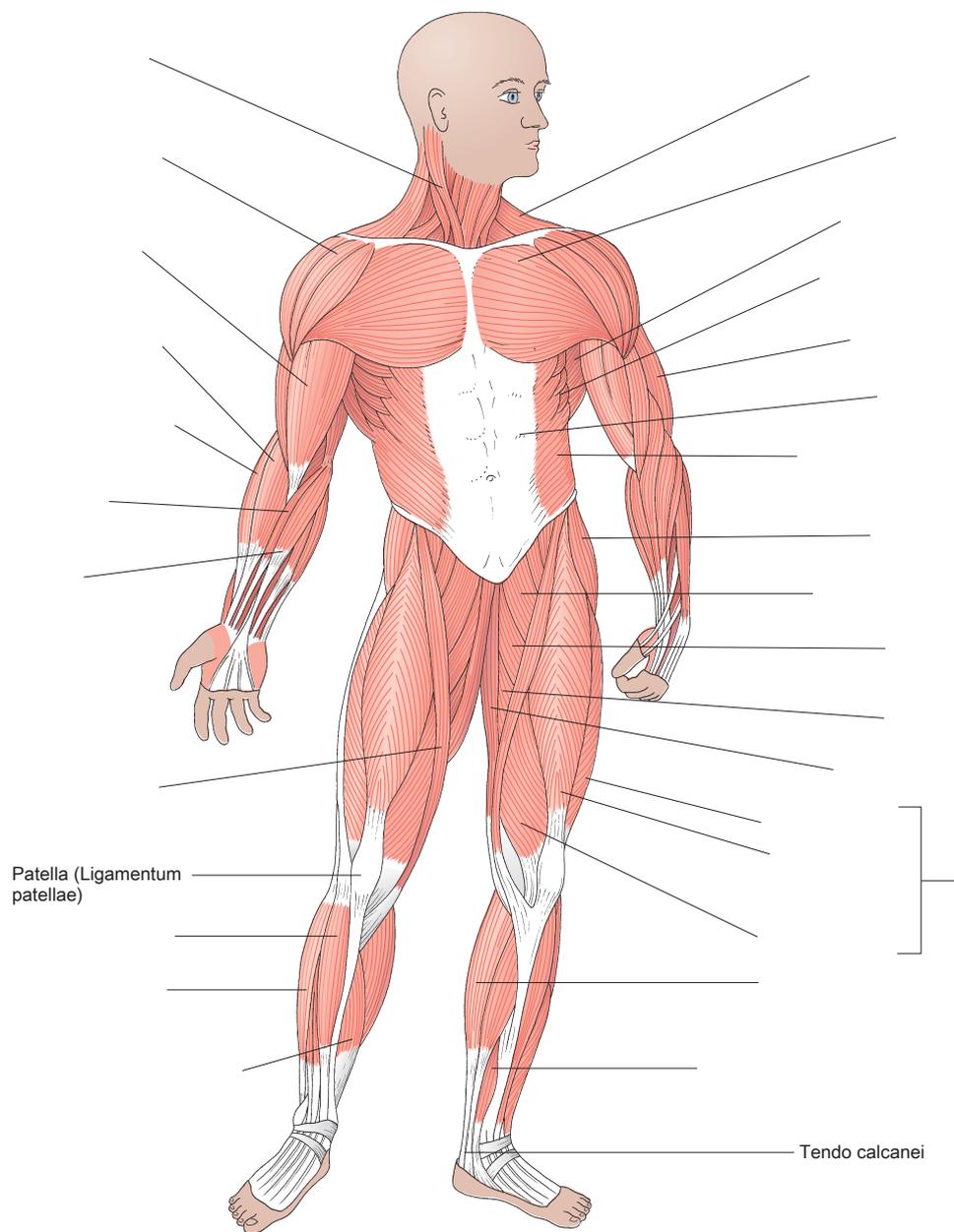


Abb. 7.2 Oberflächliche Skelettmuskulatur (von vorn).

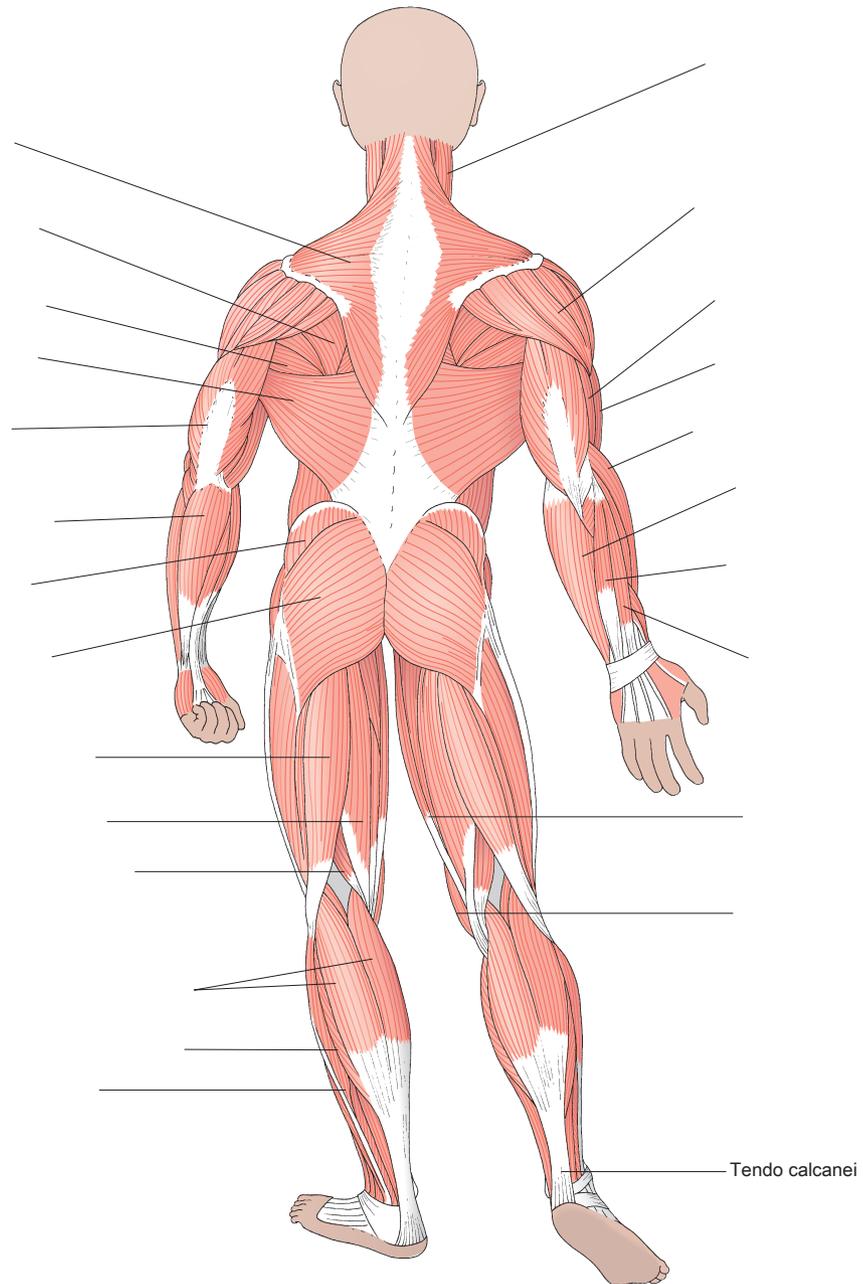


Abb. 7.3 Oberflächliche Skelettmuskulatur (von hinten).

9. Nervensystem

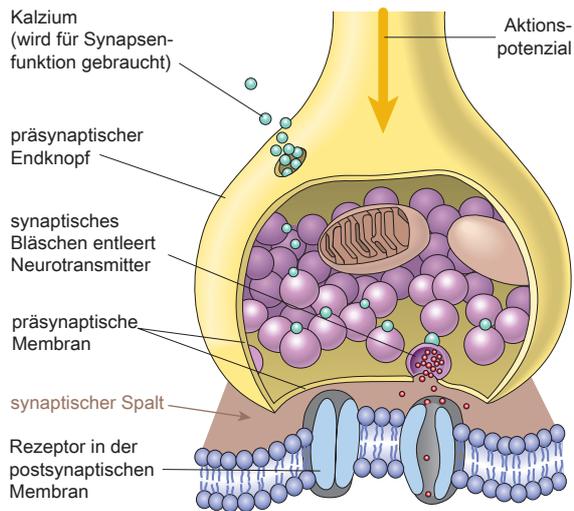


Abb. L.9.2 Aufbau einer Synapse.

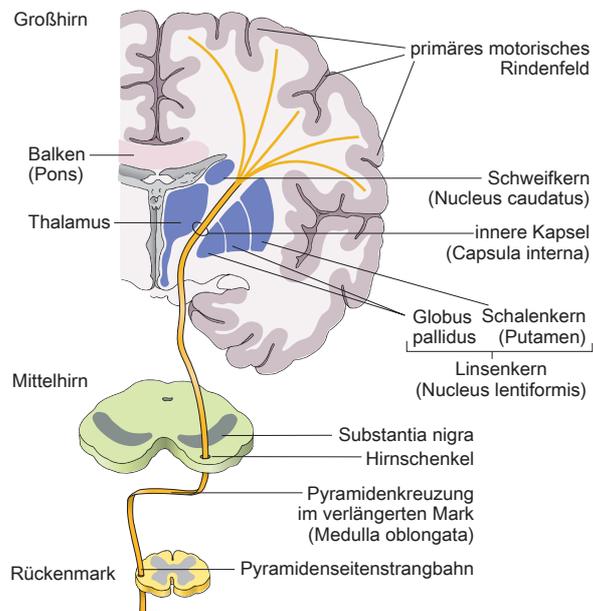


Abb. L.9.5 Verlauf der Pyramidenbahn. Ausgehend vom primären motorischen Rindenfeld durchläuft die Pyramidenbahn die innere Kapsel und zieht weiter durch den Hirnstamm. Im verlängerten Mark kreuzt die Mehrheit der Fasern zu Gegenseite (nicht kreuzende Fasern sind nicht dargestellt).

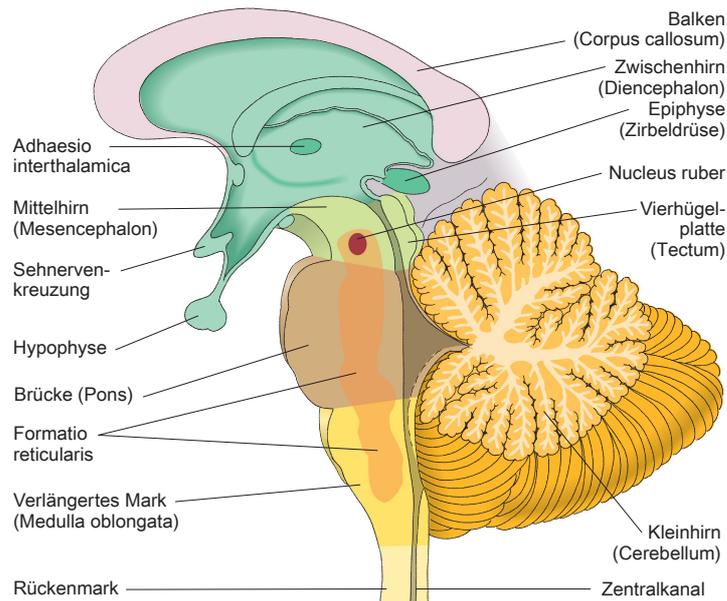


Abb. L.9.6 Hirnstamm mit Formatio reticularis.

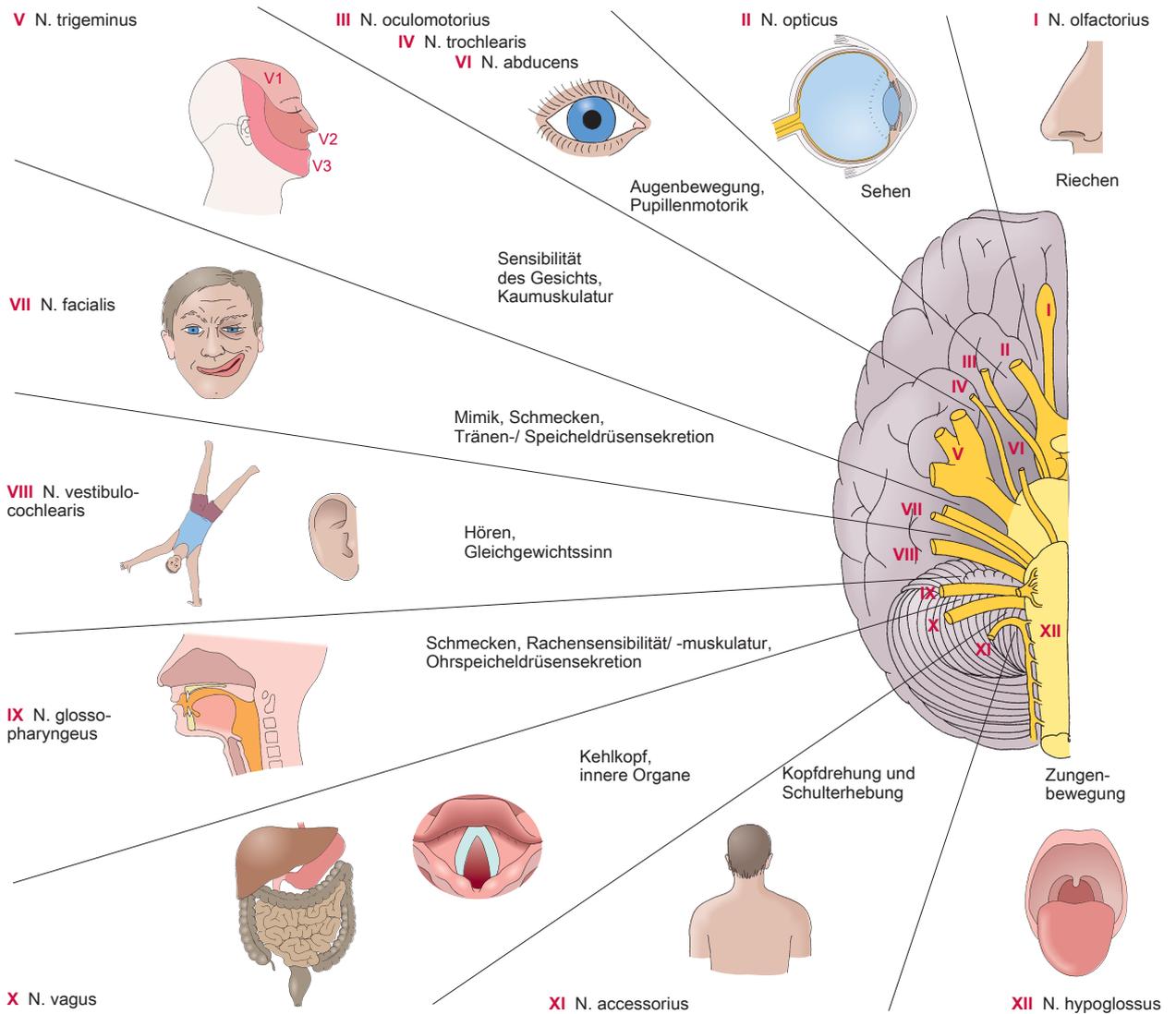


Abb. L.9.7 Übersicht über die zwölf Hirnnerven und ihre Funktionen (Hirnan­sicht von unten).

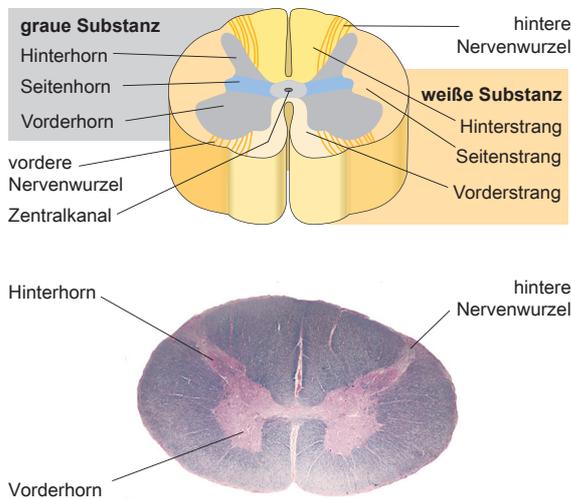


Abb. L.9.8 Das Rückenmark im Querschnitt (oben Schemazeichnung, unten ca. 3-fach vergrößert). [Foto: M375]

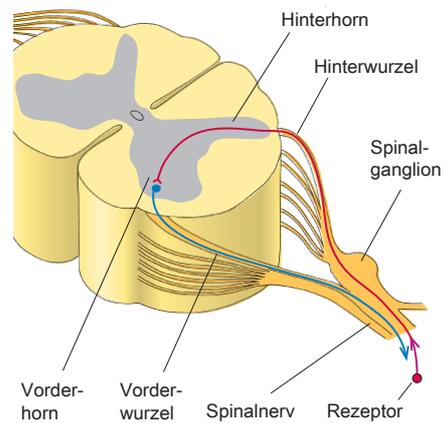


Abb. L.9.9 Reflexbogen beim Eigenreflex.

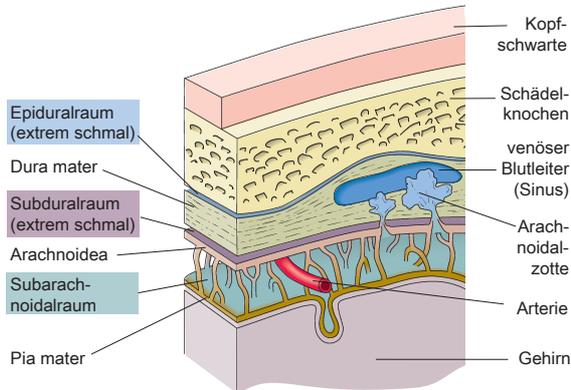


Abb. L.9.11 Die Hirnhäute.

Lösung 9.1

Das Gehirn eines Erwachsenen wiegt 1300 bis 1400 g.

Lösung 9.2

Der **Hirnstamm** wird gebildet von **Mittelhirn** (*Mesencephalon*), **Brücke** (*Pons*) und **verlängertem Mark** (*Medulla oblongata*).

Lösung 9.3

Neurotransmitter sind Botenstoffe, welche vom präsynaptischen Neuron freigesetzt werden. Sie wirken *erregend* oder *hemmend* auf die postsynaptische Membran. **Neurotransmitter** sind wesentlich an der Steuerung von Organfunktionen, Befinden und Verhalten beteiligt und weisen somit eine zentrale Bedeutung für den Körper auf.

Lösung 9.4

Die klassischen Neurotransmitter sind:

- **Azetylcholin**
- **Dopamin**
- **GABA = Gamma-Aminobuttersäure**
- **Glutamat**
- **Noradrenalin**
- **Serotonin**

Übrigens: Glutamat ist der wichtigste *erregende* Neurotransmitter im zentralen Nervensystem. GABA ist im gesamten ZNS die wichtigste *hemmende* Substanz. Die Abkürzung GABA ist vom englischen **Gamma Aminobutyric Acid** abgeleitet.

Lösung 9.5

Zwischen dem Zellinneren (IZR) des Neurons und einem geradeten Punkt außerhalb der Zelle (EZR) herrscht eine elektrische Spannung durch eine unterschiedliche Ionenverteilung. Dieses elektrische Potenzial heißt **Membranpotenzial**. Dem Ruhezustand entspricht das Ruhe(membran)potenzial. Hier besteht eine Spannung von etwa -70 mV im IZR gegenüber dem EZR. Wird bei der Depolarisation ein bestimmter Spannungswert erreicht, wird schlagartig nach dem Alles-

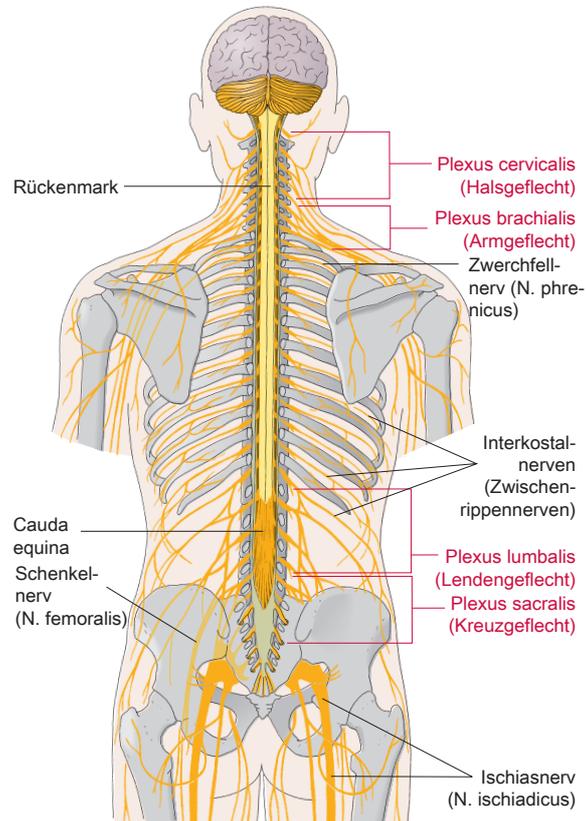


Abb. L.9.12 Überblick über den Spinalnervenplexus und die peripheren Nerven.

oder-Nichts-Prinzip ein Aktionspotenzial ausgelöst: Natriumkanäle öffnen sich und die Ladungsverhältnisse kehren sich um: Jetzt überwiegt an der IZR die positive Ladung, sie beträgt $+30$ mV.

Lösung 9.6

Die **Pyramidenbahn** übermittelt die Steuerung der bewussten, willkürlichen Bewegungen.

Lösung 9.7

Das Kleinhirn reguliert mit dem Großhirn über Fasern des extrapyramidalen Systems die Grundspannung der Muskeln und stimmt Bewegungen aufeinander ab. Mit Hilfe der Informationen aus dem Gleichgewichtsorgan steuert es die Körperstellungen zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts.

Lösung 9.8

Nach ihrer Funktion unterscheidet man: **sensorische Hirnnerven** (HN I, II, VIII), **willkürmotorische Hirnnerven** (HN III, IV, VI, XI, XII) und **gemischte Hirnnerven** (HN V, VII, IX, X) (willkürmotorisch, sensorisch und parasympathisch).

I: N. olfactorius übermittelt die Geruchsempfindungen.

II: N. opticus leitet die Eindrücke des Sehsinns zum Gehirn.

III: N. oculomotorius versorgt motorisch den M. levator palpebrae superioris und vier (von sechs) äußeren Augenmuskeln; parasympathisch den Ziliarmuskel für die Nah-Fern-Akkommodation und den M. sphincter pupillae für die Pupillenverengung

IV+ V: N. trochlearis (IV) und N. trigeminus (V) sind zusammen für die beiden verbleibenden äußeren Augenmuskeln zuständig. V teilt sich in drei große Äste: N. ophthalmicus (V1) versorgt sensibel Augenhöhle und Stirn, N. maxillaris (V2) innerviert sensibel die Gesichtshaut, die Nasenschleimhaut, die Oberlippe und die Zähne des Oberkiefers, N. mandibularis (V3) versorgt sensibel den Unterkieferbereich, motorisch alle Kau- und Mundbodenmuskeln.

VI: N. abducens versorgt motorisch den M. rectus lateralis.

VII: N. facialis (Gesichtsnerv) versorgt motorisch die mimische Muskulatur, ist sensorisch für die Geschmacksempfindungen der vorderen zwei Drittel der Zunge, parasympathisch für die Tränen-, Unterkiefer- und Unterzungendrüse zuständig.

VIII: N. vestibulocochlearis übermittelt als dritter rein sensorischer Hirnnerv die Erregungen aus dem Gleichgewichts- und Hörorgan zum Gehirn.

IX: N. glossopharyngeus ist ein gemischter Nerv mit motorischen Fasern für die Rachenmuskeln, sensiblen Fasern v. a. für die Rachenschleimhaut, sensorischen Fasern für die Geschmacksempfindungen des hinteren Zungendrittels, parasympathischen Fasern für die Ohrspeicheldrüse.

X: N. vagus versorgt als Hauptnerv des parasympathischen Nervensystems einen Teil der Halsorgane, die Brust- und einen großen Teil der Baucheingeweide.

XI: N. accessorius versorgt die zwei Halsmuskeln, den M. trapezius und den M. sternocleidomastoideus.

XII: N. hypoglossus ist ein rein motorischer Nerv für die Zungenmuskulatur.

Lösung 9.9

Jede Hälfte wird in drei Stränge unterteilt. Sie entstehen durch den Austritt von vorderen und hinteren Nervenwurzeln. Nach ihrer Lage bezeichnet man sie als **Vorderstrang**, **Seitenstrang** und **Hinterstrang**. Häufig werden Vorder- und Seitenstrang zum **Vorderseitenstrang** zusammengefasst.

Lösung 9.10

Die **Spinalnerven** verlassen den Wirbelkanal der Wirbelsäule seitlich durch die Zwischenwirbellöcher, unmittelbar danach teilt sich jeder Spinalnerv in zwei Äste auf: die hinteren Spinalnervenäste versorgen die Haut und die tiefen Muskeln vom Hals bis zur Kreuzbeinregion; die vorderen Spinalnervenäste aus dem 2.–11. Brustsegment versorgen als Nn. intercostales gürtelförmig die Haut und die Muskeln im Bereich von Brustkorb und Bauch, die vorderen Äste der übrigen Spinalnerven hingegen bilden Nervengeflechte/Spinalnervenplexus, bevor sie durch erneute Aufteilung einzelne periphere Nerven bilden, welche Arme und Beine versorgen.

Lösung 9.11

Bei den **Fremdreflexen** finden Reizaufnahme und -antwort an unterschiedlichen Organen statt. Im Gegensatz zum Eigenreflex verläuft der Reflexbogen hier über mehrere Schaltstellen zwischen sensiblen und motorischen Neuronen, weshalb Fremdreflexe auch als polysynaptische Reflexe bezeichnet werden. Viele Fremdreflexe zählen zu den Schutzreflexen, etwas das Wegziehen des Armes bei einem Schmerzreiz am Finger.

Lösung 9.12

Eigenreflexe zeichnen sich dadurch aus, dass die Reizaufnahme und -antwort an demselben Organ erfolgen. Dabei handelt es sich immer um Muskeln, die sogenannte Muskelspindeln als **Dehnungsrezeptoren** enthalten. Werden die Muskelspindeln durch Muskeldehnung gereizt, wird die Erregung über afferente (sensible) Nervenfasern in Richtung Rückenmark geleitet. Über einen Spinalnerv gelangt diese Erregung über die Hinterwurzel zum Hinterhorn. Von dort aus wird die Erregung unmittelbar auf die motorische Vorderhornzelle umgeschaltet und dann über die Vorderwurzel wieder in den Spinalnerv geleitet. Von dort gelangt die Erregung zum gleichen Muskel (dem, der zuvor gedehnt wurde). In der Folge kommt es zu einer Kontraktion des gedehnten Muskels.

Lösung 9.13

Das **vegetative Nervensystem** wird unterteilt in **Sympathikus** und **Parasympathikus** und **Darmsystem**. Es steuert lebenswichtige Organfunktionen wie z. B. Atmung, Kreislauf, Stoffwechsel und Wasserhaushalt. Diese unbewusste Steuerung ist durch den Willen kaum beeinflussbar. Sie haben oft gegensinnige Wirkungen. Der Sympathikus wird v. a. bei nach außen gerichteten Aktivitäten erregt (z. B. körperliche Arbeit, Stress). Der **Parasympathikus** dominiert dagegen bei nach innen gerichteten Körperfunktionen (z. B. Essen). Durch das Zusammenspiel beider erfolgt ständig eine optimale Anpassung an die jeweiligen Bedürfnisse des Körpers.

Lösung 9.14

Als **weiche Hirnhäute** bezeichnet man die beiden inneren Häute, die **Arachnoidea** (*Spinnenwebenhaut*) und **Pia mater** (*zarte Hirnhaut*).

Übrigens: zwischen Arachnoidea und Pia mater liegt der **Subarachnoidalraum**.

Lösung 9.15

Häufig betroffen ist der **N. ischiadicus**. Er verläuft im Gesäßbereich schräg abwärts zur Rückseite des Oberschenkels und versorgt dort die Beugemuskeln. Oberhalb der Kniekehle teilt er sich in zwei Äste auf: den N. tibialis und den N. peroneus (N. fibularis). Sie versorgen Haut und Muskeln an Unterschenkel und Fuß.

Lösung 9.16

Kommt es bei einer Operation (oder aus anderen Gründen) zu einer übermäßigen Abspreizung des Armes (bzw. beider Arme in diesem Beispiel), ist der *Plexus brachialis*, der im Schulter-Oberarm-Bereich verläuft, durch Überdehnung gefährdet.

Lösung 9.17

Durch die früher übliche intramuskuläre Injektionsmethode in den oberen äußeren Quadranten des Gesäßes war der *N. ischiadicus* durch Verletzungen gefährdet.

genmäßig aber keine Rolle. Sie sind hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt. Der Sauerstoffanteil nimmt dagegen von rund 21 % auf 17 % ab, dafür steigt der Kohlendioxidanteil von fast Null (0,04 %) auf 4 % an. Man kann also sagen: die Menge Sauerstoff, die vom Körper aufgenommen wird, kommt dafür an Kohlendioxid wieder heraus.

Lösung 16.7

Der Begriff Ventilation steht im Kontext des regelrechten Gasaustauschs für die Belüftung der Lungen. Damit überhaupt ein Gasaustausch stattfinden kann, muss Luft so ein- (und aus)geatmet werden, dass diese die Alveolen (Lungenbläschen, den Ort des Gasaustauschs) erreichen kann. Dort, in den Alveolen, findet die Diffusion statt. Damit ist der Übertritt von Sauerstoff aus der Lunge ins Blut gemeint bzw. umgekehrt die Abgabe von Kohlendioxid aus dem Blut in die Lunge. Nur, wenn die Alveolen ausreichend durchblutet sind (Perfusion), nützt die Belüftung der Alveolen etwas. Anhand einer Lungenarterienembolie wird das beispielsweise deutlich. Bei der Lungenarterienembolie wird ein Teil der Lunge durch den Verschluss der Lungenstrombahn nicht mehr durchblutet, und in dem betroffenen Gebiet findet kein Gasaustausch mehr statt.

Übrigens: der Begriff Ventilation wird oft auch im Kontext der maschinellen Beatmung verwendet.

17. Verdauungssystem, Ernährung und Stoffwechsel

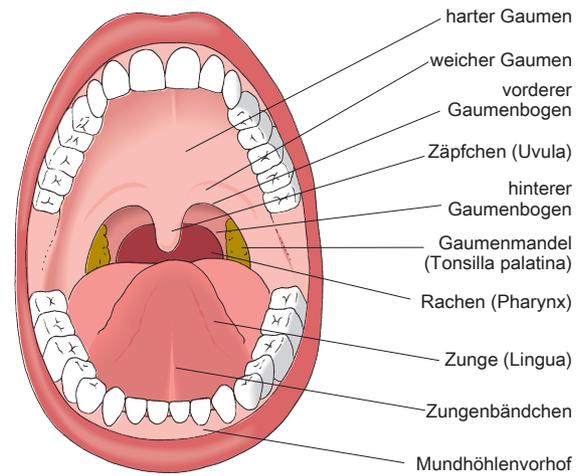


Abb. L.17.2 Blick in die Mundhöhle.

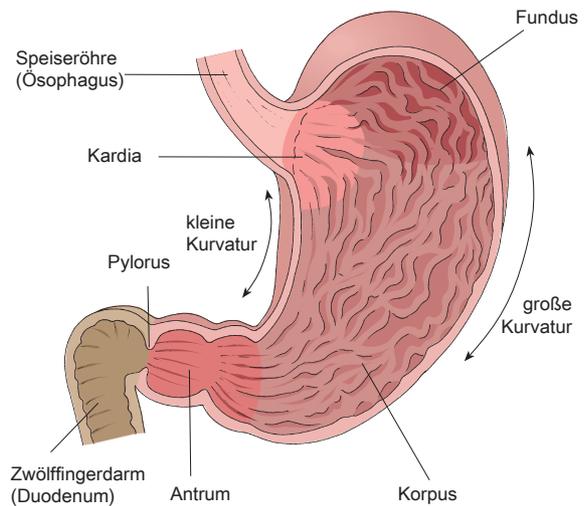


Abb. L.17.3 Magen im Längsschnitt.

Lösung 17.1

Die „Stationen“, mit denen die aufgenommene Nahrung der Reihe nach in Kontakt kommt, sind:

- **Mundhöhle** (*Cavum oris, Cavita oris*)
- **Rachen** (*Pharynx*)
- **Speiseröhre** (*Ösophagus*)
- **Magen** (*Ventriculus, Gaster*)
- **Dünndarm** (bestehend aus: **Duodenum** [Zwölffingerdarm], **Jejunum** [Leerdarm], **Ileum** [Krummdarm])
- **Dickdarm** (*Intestinum crassum*) (bestehend aus: **Blinddarm** [*Caecum*] mit dem **Wurmfortsatz** [*Appendix vermiformis*], **Kolon** [Grimmdarm], letzterer ist wiederum unterteilt in vier Abschnitte, nämlich **Colon ascendens**

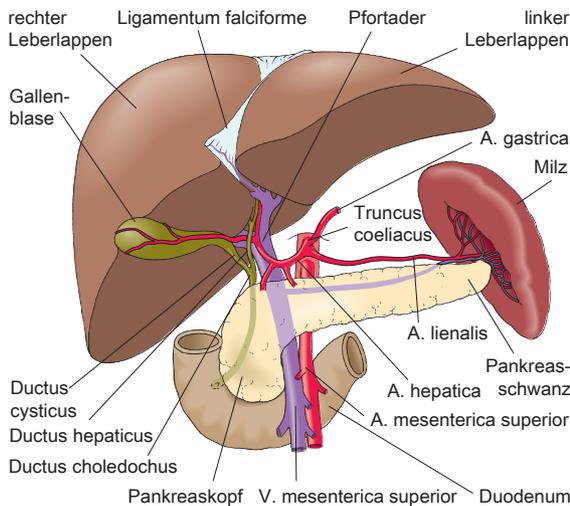


Abb. L.17.4 Die Leber (mit Zwölffingerdarm, Pankreas und Milz) in der Ansicht von vorne.

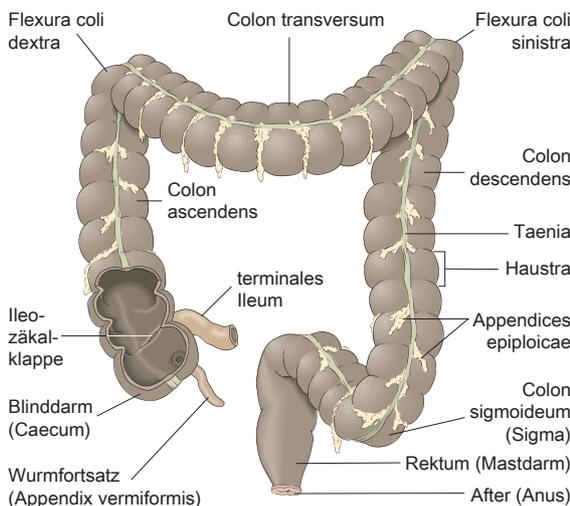


Abb. L.17.5 Dickdarm (Blinddarm und Kolon) sowie Rektum in der Vorderansicht. Die Tänen sind durch Bündelung der Längsmuskulatur entstanden. Appendices epiploicae sind kleine Anhängsel aus Bindegewebe und Fett.

[aufsteigender Grimmdarm], **Colon transversum** [querverlaufender Grimmdarm], **Colon descendens** [absteigender Grimmdarm] und **Colon sigmoideum** [S-förmiger Grimmdarm, kurz Sigma]

- **Rektum (Mastdarm)** und **Analkanal (Canalis analis)**.

Lösung 17.2

Nach heutigem Verständnis wird das **Vitamin-D** (oder die **Calciferole**) nicht zu den Vitaminen, sondern zu den Hormonen gezählt (daher **Vitamin-D-Hormon**). Calciferole verfügen über Effekte auf den Kalzium- und Knochenstoffwechsel.

Lösung 17.3

Das vollständige **Erwachsenengebiss**, welches auch als **bleibendes Gebiss** bezeichnet wird, besteht aus insgesamt 32 Zähnen. Sie sind gleichmäßig auf Ober- und Unterkiefer verteilt (je 16). Die Zähne in der Mitte werden **Schneidezähne** genannt. Rechts und links von den Schneidezähnen schließt sich je ein **Eckzahn** an. Darauf wiederum folgen auf beiden Seiten je zwei **Backenzähne** und drei **Mahlzähne**. Die hintersten Mahlzähne werden als **Weisheitszähne** bezeichnet.

Lösung 17.4

Die Zunge hat im Zusammenhang mit Essen und Trinken folgende Aufgaben:

Sie hilft bei Kau- und Saugbewegungen, sie formt einen schluckbaren Bissen und beginnt die Schluckbewegung, und sie dient dem Geschmacks- und Tastempfinden.

Lösung 17.5

Ein Zurücklaufen von Mageninhalt in die Speiseröhre kann auftreten, wenn der **untere Ösophagussphinkter** nicht richtig funktioniert. Dies wird **gastroösophagealer Reflux** genannt. Der untere Ösophagussphinkter ist ein ringförmiger Schließmuskel, der sich am Übergang von **Speiseröhre (Ösophagus)** zum **Magen (Ventriculus, Gaster)** befindet.

Übrigens: manchmal wird anstelle vom **gastroösophagealen Reflux** auch (englisch) vom **GERD** gesprochen, die Abkürzung steht für **gastroesophageal reflux disease**.

Lösung 17.6

Die Zellen, die im Magen die **Salzsäure** (Hilfe bei der Eiweißverdauung, desinfizierende Wirkung gegen Bakterien und Viren) bilden, sind die **Belegzellen (Parietalzellen)**. Außerdem wird von ihnen der **Intrinsic-Faktor** gebildet. Er wird benötigt, um das Vitamin B₁₂ im Dünndarm aufzunehmen.

Lösung 17.7

Die Leber hat als Stoffwechselzentrale des menschlichen Körpers vielfältige Aufgaben. Sie

- produziert die Galle,
- erfüllt vielfältige Aufgaben im Eiweiß-, Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsel,
- entgiftet z. B. Alkohol und viele Medikamente,
- speichert Vitamine, Kohlenhydrate und Fette,
- bildet Proteine (Albumine, Gerinnungsfaktoren),
- sezerniert Bilirubin,
- ist an der Regulation des pH-Wertes beteiligt.

Lösung 17.8

Das Insulin wird im **Pankreas (Bauchspeicheldrüse)** gebildet. Das Pankreas bildet in seinen **endokrinen Anteilen**, den **Langerhans-Inseln**, Hormone vor allem für den Kohlenhydratstoffwechsel. In den „Inseln“ unterscheidet man vier Arten von Zellen. Das Insulin wird von den **B-Zellen** produziert.

Lösung 17.9

Die im Volksmund als *Blinddarmentzündung* (**Appendizitis**) bezeichnete Erkrankung ist genau genommen eine Entzündung des **Wurmfortsatzes** (*Appendix vermiformis*). Er befindet sich am unteren Ende des Blinddarms und stellt ein wurmförmiges Anhangsgebilde dar. Daher ist die Bezeichnung *Blinddarmentzündung* anatomisch gesehen nicht ganz korrekt.

18. Harnsystem, Wasser- und Elektrolythaushalt

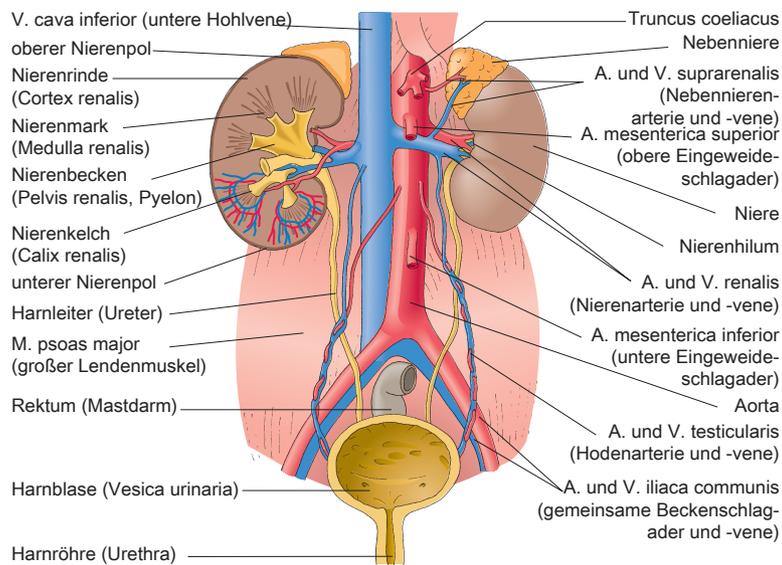


Abb. L.18.2 Übersicht über das Harnsystem.

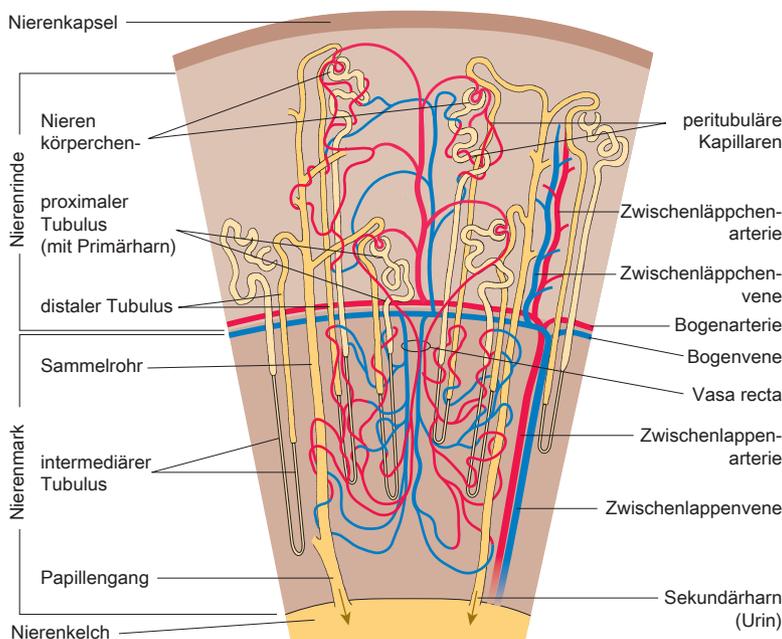


Abb. L.18.3 Feinbau von Nierenrinde und Nierenmark.

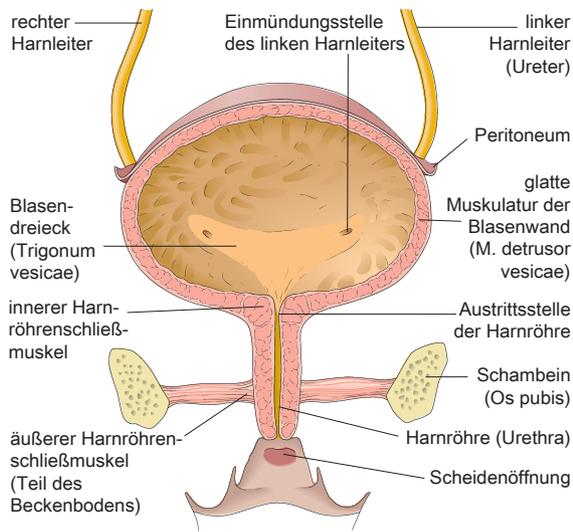


Abb. L.18.4 Die Nieren.

Lösung 18.1

Die Durchblutung beider Nieren beträgt ca. 1 l/min, das sind ≈ 1.500 l täglich.

Lösung 18.2

Die drei Zonen, die erkennbar sind, wenn man eine Niere der Länge nach aufschneidet, sind von außen nach innen:

- Die **Nierenrinde** (*Cortex renalis*)
- Das fein gestreifte **Nierenmark** (*Medulla renalis*)
- Das **Nierenbecken** (*Pelvis renalis, Pylon*)

Lösung 18.3

Zum **Harnsystem** werden die beiden **Nieren** und die **ableitenden Harnwege** hinzugerechnet. Im Einzelnen sind das also: zwei **Nieren** (*Renes, Nephri*), zwei **Harnleiter** (*Ureter*), die **Harnblase** (*Vesica urinaria*) und die **Harnröhre** (*Urethra*).

Lösung 18.4

Mit **Harnproduktion** und **Harnausscheidung** erfüllt das Harnsystem entscheidende Regulationsaufgaben. Dabei stehen vor allem die Nieren im Mittelpunkt. Ziel ist die Aufrechterhaltung des inneren Milieus. Dies wird erreicht durch:

- **Ausscheidung von Stoffwechselprodukten** (vor allem der **harnpflichtigen Substanzen**, insbesondere des Eiweißstoffwechsels).
- Ausscheidung von Fremdstoffen wie Medikamenten und Umweltgiften (**Entgiftungsfunktion**).
- **Regulation der Elektrolytkonzentrationen**, insbesondere der Mengenelemente Natrium, Kalium, Kalzium, Magnesium und Phosphat.
- Konstanthaltung des **Wassergehalts** und des **osmotischen Drucks**.
- Regulation des **Blutdrucks**.

- Aufrechterhaltung des **Säure-Basen-Gleichgewichts** (vor allem des pH-Wertes).
- Bildung des hormonähnlichen Enzyms **Renin** (beeinflusst Elektrolythaushalt und Blutdruck).
- Produktion des Hormons **Erythropoetin** (stimuliert die Blutbildung).
- Umwandlung einer Vitamin-D-Vorstufe in das wirksame **Vitamin-D-Hormon**.

Lösung 18.5

Das **Nephron** besteht aus dem **Nierenkörperchen** und den dazugehörigen kleinsten Harnkanälchen, dem **Tubulusapparat**.

Lösung 18.6

Es stellt sich die Frage, wie aus den 1500 Litern Blut, die täglich durch die Nieren fließen, letztlich die 1,5 Liter Urin werden, die der Körper ausscheidet. Dabei stehen **Nierenkörperchen** und **Tubulusapparat**, die beide gemeinsam das **Nephron** bilden, im Mittelpunkt. Pro Niere gibt es etwa 1 Million Nephronen, so dass der Körper insgesamt etwa 2 Millionen Nephronen besitzt, weil wir zwei Nieren haben. Die Nephronen funktionieren folgendermaßen:

Im **Nierenkörperchen** wird das Blut filtriert. Dabei wird aus einem Kapillarknäuel, dem Glomerulus, ein wässriges Filtrat aus dem Blut in die Bowman-Kapsel abgepresst. Das Filtrat ähnelt von der Zusammensetzung dem Blutplasma, aber „große“ Blutbestandteile können nicht durch die Membran hindurchtreten, z.B. Eiweiße, Erythrozyten oder Leukozyten. Alle Substanzen hingegen, die „klein“ genug sind, werden problemlos filtriert. Dazu gehört Wasser (welches aus ganz kleinen Molekülen besteht), aber auch Glukose, Aminosäuren und natürlich auch die sogenannten *harnpflichtigen Substanzen*, die aus dem Körper ausgeschieden werden sollen: Kreatinin, Harnstoff, Harnsäure.

Genau genommen, spielt neben der Größe der Moleküle auch die Ladung der Moleküle eine Rolle. Es ist aber leichter verständlich, sich dem Konzept der Filtermembran über die Molekülgröße zu nähern (wie bei einem Kaffeefilter). Außerdem spielt der Filtrationsdruck noch eine wichtige Rolle. Dabei hat ein ausreichender Blutdruck eine große Bedeutung. Ist der Blutdruck viel zu niedrig, etwa im Kreislaufschock, dann können die Nieren nicht mehr arbeiten.

Weil das Filtrat in dem Glomerulus genannten Kapillarknäuel gewonnen wird, nennt man es auch **Glomerulusfiltrat**. Insgesamt sind das 170-180 Liter pro Tag! Eine andere Bezeichnung dafür ist *Primärharn*.

Im **Tubulusapparat** wird der Primärharn weiter verarbeitet. Der Tubulusapparat schließt sich direkt an die Bowman-Kapsel an. Er wird in mehrere Abschnitte unterteilt, die man **proximaler Tubulus**, **intermediärer Tubulus (Henle-Schleife)** und **distaler Tubulus** nennt. Dort, wo der Tubulus endet, geht er in das Sammelrohr über.

Für die Vorgänge im Tubulusapparat sollte man sich vor Au-

gen führen, dass in seiner unmittelbaren Nachbarschaft Blutgefäße verlaufen, und beide stehen in engem Bezug zueinander. Die rund 180 Liter Primärharn, die in den Glomeruli gebildet werden, werden natürlich nicht als Urin ausgeschieden. Substanzen, die der Körper noch gebrauchen kann, etwa Chlorid, Bikarbonat, Natrium, Kalzium und Kalium werden durch aktive Transportvorgänge aus dem Tubulus in das Blutgefäß zurücktransportiert. Passiv folgt den Ionen Wasser in die benachbarten Blutgefäße. Dadurch wird der Primärharn stark konzentriert. Später, in den Sammelrohren, wird übrigens durch Einfluss von Hormonen auch noch Wasser *rückresorbiert*. Gleichzeitig können aus dem Blut durch *Secretionsvorgänge* Stoffwechselprodukte in den Tubulusapparat abgegeben werden (*tubuläre Sekretion*). Dadurch beschleunigt der Körper die Ausschleusung körpereigener und körperfremder Substanzen wie etwa des körpereigenen Ab-

bauprodukts Harnsäure oder vieler Arzneimittel. Letztlich wird dann der **Urin** (*Sekundär-, Endharn, Harn*) in einen Nierenkelch weitergeleitet.

Lösung 18.7

Frauen sind anfälliger für Harnwegsinfekte als Männer, weil ihre Harnröhre mit etwa 4 cm Länge deutlich kürzer ist, als die Harnröhre von Männern (etwa 20 cm Länge). Somit müssen Krankheitserreger einen deutlich kürzeren Weg zurücklegen, um ihre schädliche Wirkung zu entfalten.

Übrigens: Die Harnröhre der Frau liegt recht nah am After, auch dies begünstigt (u.a.) Harnwegsinfekte.

Lösung 18.8

Das Gefühl des *Harndranges* entsteht ab einer Blasenfüllung von ca. 350 ml.