

Untrennbar verbunden: Anatomie und Physiologie

Von der Zelle zum Organsystem

Vokabeln: Abschnitte und Höhlen des Körpers

Kapitel 1

Vom Kleinen zum Großen

Der griechische Philosoph Aristoteles fasste um 350 v. Chr. sehr treffend in einem Satz zusammen, worum es in diesem Buch geht: »Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile«. Denn das gilt auch für die Anatomie. Wenn Sie einen Körper in alle Einzelteile zerlegen und diese untersuchen, erfahren Sie trotzdem bei Weitem nicht alles über deren kompliziertes Zusammenspiel in einem lebenden, atmenden Organismus. Trotzdem hilft es nichts, liebe Leser – wir müssen klein anfangen und uns die Einzelteile ansehen, bevor wir das große Ganze verstehen können.

Dieses Kapitel gibt Ihnen einen Überblick über die Wissenschaften Anatomie und Physiologie und erklärt, warum beide so oft zusammengefasst werden. Außerdem finden Sie hier eine kurze Anleitung zur Navigation durch den Körper und erfahren, wie der Körper Zelle für Zelle und Schicht für Schicht aufgebaut ist.

Anatomie, Physiologie oder Pathophysiologie?

Die *Anatomie* beschäftigt sich mit der Form und Lokalisation der Körperteile. Sie gibt keine Antworten, was Leben eigentlich ist, wie es bewahrt wird oder wie es entsteht. Natürlich klingt das ein bisschen so, als würde man behaupten, Kunst sei einfach nur Malen mit Farben oder Autofahren bestünde lediglich darin, das Lenkrad hin- und herzudrehen. Anatomie betrachtet und beschreibt alle Körperteile, während in der *Physiologie* die Funktion dieser Teile hinterfragt wird. Wenn Sie beispielsweise die Anatomie des Herzens studieren, sehen Sie sich die Klappen, Kammern und Blutgefäße ganz genau an. Wenn Sie die Herzstruktur kennen, können Sie auch die Physiologie des Herzens besser begreifen, also wie das Herz Blut durch seine Klappen, Kammern und Adern pumpt. Ein Körperteil sieht so und nicht anders aus, weil er eine bestimmte Funktion erfüllen muss.

Natürlich ist da noch Luft nach oben in der Evolution des Menschen; unsere Knochen und Gelenke sind leider nicht unbedingt dafür ausgelegt, dass wir heute durchschnittlich 79 Jahre alt werden – aber das ist ein ganz anderes Thema. Während ein Körper altert, verlieren viele Lebensprozesse an Effektivität. Die Gesundheit wird beeinträchtigt, wenn die Arbeit der Organe »ins Stottern« gerät, und da kommt die *Pathophysiologie* mit ins Spiel.



In Wissenschaft und Medizin wird der Wortstamm *patho-* in vielen Begriffen gebraucht: Die *Pathologie* ist die Lehre struktureller Veränderungen, die durch Krankheiten hervorgerufen werden (zum Beispiel wie Tumore bei Krebs entstehen und andere Organe beeinflussen), ein *Pathogen* ist ein Krankheitserreger (zum Beispiel ein Virus oder Bakterium), und in diesem Abschnitt wollen wir eben einen Blick auf die *Pathophysiologie* werfen, die Lehre der funktionellen Abnormitäten, die sich bei einer Krankheit entwickeln. Im Griechischen bedeutet das Wort »pathos« so viel wie »Leiden«.

Anatomen konzentrieren sich bei Weitem nicht allein auf den Menschen, denn manche Vorgänge im menschlichen Körper lassen sich an anderen (kleineren und schneller wachsenden!) Säugetieren viel unkomplizierter untersuchen. Wozu das gut sein soll? Nun, die Arbeit der Anatomen trägt unter anderem zum medizinischen Fortschritt bei, so etwa der Entwicklung verbesserter Operationstechniken oder der Entwicklung biotechnischer Prothesen.

Vom Nutzen biotechnischer Ersatzteile

Sollten Sie oder jemand, den Sie kennen, eine Arm- oder Beinprothese tragen, dann können Sie einem Anatomen dafür danken, dass er die Bewegung in dieser erkrankten oder zerstörten Gliedmaße ermöglicht hat. Ohne die Arbeit von Anatomen würde das Feld der Biotechnologie nicht existieren, die Prinzipien der Ingenieurwissenschaften mit medizinischen oder biologischen Fragen verbindet. Die Wissenschaftler mussten zuerst jede Struktur des menschlichen Körpers komplett verstehen, bevor sie sich daran machen konnten, dieses Wissen für die Herstellung künstlicher Ersatzteile einzusetzen. Heute gibt es neben Armen und Beinen noch viele weitere biotechnische Prothesen: Hüften, Kniegelenke, Herzklappen und immer kleinere Teile können inzwischen ersetzt werden. Selbst Brillengläser und Kontaktlinsen hätten nicht ohne die Vorarbeit jener Anatomen erfunden werden können, die sich mit dem Aufbau des Auges beschäftigten. Dank moderner Entwicklungen wie dem 3D-Druck lassen sich heute bereits viele Prothesen individuell fertigen – Ohrmuscheln für Hörgeräte etwa oder auch Prothesen, die passgenau fehlende Gliedmaßen ersetzen.

Zellen – von Individualisten zu Generalisten

Ihr Körper als Ganzes stellt einen Organismus dar, und der besteht aus zahllosen Einzelteilen. Je mehr Sie ins Detail gehen, desto mehr Einzelheiten können Sie erkennen – Organsysteme, Organe und einzelne Gewebe. Und wenn Sie eines dieser Gewebe unter dem Mikroskop betrachten, werden Sie Millionen von Zellen entdecken. Noch weiter vergrößert sehen Sie, dass jede Zelle aus Molekülen besteht, die wiederum aus noch kleineren Komponenten aufgebaut sind, den *Atomen*.

Sie haben bestimmt nicht unbedingt damit gerechnet, etwas über Chemie in einem Anatomiebuch zu lesen, aber die Chemie ist nun einmal ein zentrales Thema für die meisten naturwissenschaftlichen Disziplinen und insbesondere die Lebenswissenschaften. Mal ganz nüchtern betrachtet sind lebende Zellen nichts anderes als wundervolle Container für Millionen von Molekülen, die Millionen von chemischen Reaktionen ausführen (ob es wirklich 42 Millionen Moleküle sind, wie im Internet zu lesen ist, sei jetzt mal dahingestellt). Mehr zur Chemie finden Sie in Kapitel 2, in dem auch die wichtigsten Stoffwechselreaktionen kurz erklärt werden.

Von der Chemie zur Biologie

Die ersten »Lebewesen« entstanden vermutlich vor etwa vier Milliarden Jahren aus einfachen organischen Verbindungen aus Wasserstoff und Kohlenstoff in der »Ursuppe«. Darunter dürfen Sie sich allerdings keine Zellen vorstellen, wie wir sie heute kennen: Am Anfang standen vermutlich nur einfache Reaktionsräume, die von einer Lipidschicht (ähnlich einer Membran) umhüllt waren und die Vorläufer der Enzyme enthielten, also Stoffe, die Reaktionen beschleunigen wie zum Beispiel die Replikation eines kurzen RNA-Abschnitts und später auch von DNA. Diese *chemische Evolution* ging der biologischen Evolution kompletter Lebewesen voraus. Über Milliarden von Jahren entwickelten sich aus den ersten Einzellern mehrzellige Organismen bis hin zum Menschen. Dabei teilten sich die Evolutionswege in drei Domänen auf: *Prokaryoten* sind einfache Zellen ohne echten Zellkern (Bakterien und Cyanobakterien), *Eukaryoten* sind beziehungsweise bestehen aus Zellen mit Zellkern (also alle mehrzelligen Organismen, Pilze, Insekten, Pflanzen und wir). Die *Archaeen* sind ebenfalls Prokaryoten ohne Zellkern, teilen aber gewisse Ähnlichkeiten mit den Eukaryoten. Archaeen sind oft an sehr ungewöhnliche Lebensbedingungen angepasst, verursachen aber anders als Bakterien keine Krankheiten beim Menschen.

Viren zählen übrigens (für die meisten Wissenschaftler) nicht zu den Lebewesen, denn sie haben keinen eigenen Stoffwechsel und sind für ihre Vermehrung vollständig auf eine Wirtszelle angewiesen.



Abbildung 1.1: Das Bakterium *Escherichia coli* (© Dr_Microbe/iStock/Thinkstock)

Ihre Zellen erledige für Sie all die wichtigen Aufgaben, ohne die Sie nicht in der Lage wären, zum Beispiel Ihrer momentanen Beschäftigung nachzugehen (lesen nämlich). Während Sie atmen, tauschen Ihre Zellen Kohlenstoffdioxid gegen Sauerstoff aus. Während Sie essen, produzieren andere Zellen *Enzyme* (Eiweiße oder Proteine, die eine chemische Reaktion beschleunigen), die Nahrung verdauen und die so gewonnenen Nährstoffe in eine verwertbare Energieform umwandeln. Kurz gesagt, Ihre Zellen sind wie winzige Motoren, die Sie am Laufen halten.

Jedes einzellige Lebewesen ist in der Lage, die folgenden wesentlichen Aufgaben zu erfüllen, die auch Ihr gesamter Körper ausführt:

- ✓ Energie- und Stoffumwandlung
- ✓ Verdauung von Nahrung
- ✓ Ausscheidung von Abfallstoffen
- ✓ Reproduktion
- ✓ Atmung
- ✓ Sinneswahrnehmung

Das bedeutet, dass jede noch so winzige Zelle uneingeschränkt lebens- und vermehrungsfähig ist – ein typisches Beispiel ist das Bakterium *Escherichia coli* (abgekürzt mit *E. coli*), das auch Sie in großen Mengen in Ihrem Darm beherbergen (siehe Abbildung 1.1). Ihr Körper besteht zwar auch aus einzelnen Zellen, jedoch haben diese Körperzellen die Fähigkeit verloren, noch alle diese wichtigen Funktionen ausführen zu können. Stattdessen haben sie sich spezialisiert. So gibt es zum Beispiel besondere Zellen für die Fortpflanzung (Eizellen

und Spermien) oder Zellen im Auge, die einzig der Lichtwahrnehmung dienen. Die grundlegenden Fähigkeiten der Atmung sowie der Energie- und Stoffumwandlung sind zwar allen Zellen erhalten geblieben, dennoch sind sie im Körper alle von ihren vielen spezialisierten Verwandten abhängig, die etwa aufgenommene Nahrung an einem zentralen Ort, dem Darm, in verwertbare Bausteine und Energie zerlegen oder ihnen diese wie auch den Sauerstoff aus den Lungen über das Blut liefern. Diese Spezialisierung war der »Preis«, den die Einzeller zahlten, als sie begannen, ihre Individualität zugunsten eines Zellverbands aufzugeben und sich schließlich zu einem Organismus entwickelten, sei es nun der eines Menschen, einer Qualle oder eines Maiglöckchens.

Die Zellorganisation in Geweben und Organen

Der Körper enthält viele verschiedene Zelltypen. Wenn mehrere Zellen derselben Art »zusammen rumhängen«, um miteinander zu kommunizieren und die gleiche Funktion auszuführen, ist ein Gewebe entstanden. Dieser Abschnitt verdeutlicht Ihnen, wie sich Gewebe aus Zellen bilden können, und welche unterschiedlichen Aufgaben Gewebe übernehmen.

Ihr Körper besteht insgesamt aus vier Klassen von Geweben, die wir uns im Folgenden genauer ansehen werden:



- ✓ **Deckgewebe (Epithel):** Eine Gewebeform, die die gesamte Körperoberfläche bedeckt; dazu zählen auch eingestülpte, also im Körper liegende Oberflächen wie die der Verdauungsorgane, die auch in Kontakt mit der Außenwelt stehen.
- ✓ **Bindegewebe:** Das finden Sie zum Beispiel in Knochen, also in solchen Strukturen, die Körperteile stützen oder sie miteinander verbinden. Es schützt unter anderem vor Verletzungen und dient als Wasserspeicher.
- ✓ **Muskelgewebe:** Überraschung! – bildet die Muskulatur, die Ihre Körperteile durch Kontraktion und Relaxation (An- und Entspannung) bewegt.
- ✓ **Nervengewebe:** Es bildet die Nerven und überträgt elektrische Impulse.

Die Haut – das Epithelgewebe

Das Interessante an der Haut (*Epithel*) ist, dass sie eine nahtlose Fläche bildet, die die gesamte Körperoberfläche überzieht und die Körperhöhlen begrenzt (siehe Kapitel 6). Epithelien schützen Sie in vielerlei Hinsicht:

- ✓ Sie bewahren den Körper vor Flüssigkeitsverlust und Austrocknung.
- ✓ Sie schützen vor einer Verletzung innerer Strukturen.
- ✓ Sie verteidigen Sie gegen Eindringlinge wie Bakterien, Pilze oder Viren.

Das Epithel schützt auch den Magen vor seinen eigenen aggressiven Enzymen und Säuren, indem es einen Schleim absondernden Mantel bildet, der das Innere des Magens auskleidet (falls das mal nicht klappt, bekommen Sie ein Magengeschwür ...). Das Epithel der Nase wiederum trägt haarähnliche Fortsätze, die *Zilien*, die Schmutz, Staub und andere Partikel einfangen, bevor sie den Weg hinunter in die empfindlichen Lungen finden.

Die drei Arten epithelialer Zellen sind in Tabelle 1.1 aufgeführt.

Typ	Beschreibung	Lokalisation im Körper
Zylinderepithel	Säulen- oder zylinderförmig; der Zellkern befindet sich immer am Grund der Zelle	im Verdauungstrakt
kubisches Epithel	Zellen sind würfelförmig	in den Nieren
Plattenepithel	Zellen sind flach	in Lungen und Blutgefäßen

Tabelle 1.1: Epitheliale Zelltypen

Der Spaß hört mit diesen drei Zelltypen aber noch lange nicht auf. Verbinden Sie diese mit einigen Adjektiven, entstehen zur großen Begeisterung der meisten Anatomiestudenten noch ganz andere Varianten, die mitunter nur sehr schwer zu unterscheiden sind. Epitheliale Gewebe können noch wie folgt beschrieben werden:

- ✓ **Einschichtige Gewebe** bestehen nur aus einer einzigen Zellschicht.
- ✓ **Mehrschichtige Gewebe** setzen sich aus mehreren Zellschichten zusammen, die aufeinandergestapelt sind.
- ✓ **Mehrreihige Gewebe** erscheinen zwar gestreift, sind aber nicht aus echten Schichten aufgebaut.

Zusammengesetzt ergeben sich dann Begriffe wie »einschichtiges Plattenepithel«, »mehrschichtiges kubisches Epithel« oder »mehrreihiges Zylinderepithel«. Einschichtiges Plattenepithel bildet die Auskleidung vieler Hohlorgane wie der Alveolen in den Lungen (Abbildung 1.2). Das eher seltene mehrschichtige kubische Epithel findet sich an einigen Drüsenausführgängen. Das mehrreihige Zylinderepithel bedeckt die oberen Abschnitte der Lungen. Addieren wir nun noch das Wörtchen »ziliar«, was so viel bedeutet wie »Zilien besitzend«, bekommen wir den Ausdruck »mehrreihiges ziliares Zylinderepithel«. Dieser letzte Gewebetyp bildet die Nasen- und Luftröhrenauskleidung und stellt Schleimstoffe her. Es gibt noch viele weitere Kombinationen, aber das reicht wohl schon auch so, um Ihnen eine Vorstellung der verwirrenden Vielfalt zu vermitteln.

Sehr verbindlich: Das Bindegewebe

Bindegewebe ist schwierig zu definieren, da es so viele verschiedene Funktionen besitzt und dadurch so unterschiedlich beschaffen sein kann. In einigen Körperteilen wie den Knochen erfüllt es stützende und schützende Aufgaben. An anderen Orten füllt Bindegewebe Räume aus und speichert Fett, um den Körper an diesen Stellen stoßdämpfend auszupolstern.

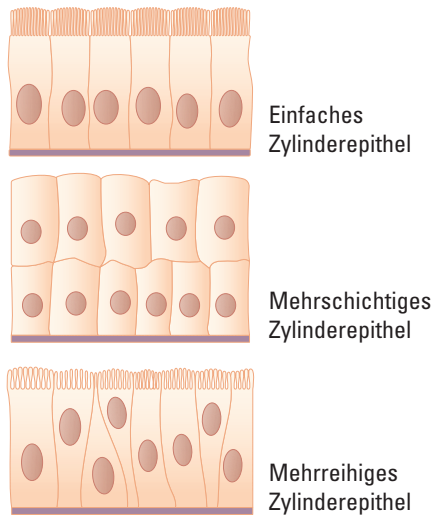


Abbildung 1.2: Verschiedene Epithelien
(© ClusterX /iStock/Thinkstock)

Generell besteht Bindegewebe aus einem weitmaschigen Zellnetz, dessen Zwischenräume von einer flüssigen bis gelartigen *Matrix* (einer Art Grundsubstanz) ausgefüllt werden. Zudem enthalten zahlreiche Bindegewebe auch Blutzellen, die dann aus dem Knochenmark stammen.

Die Bindegewebsmatrix kann drei *Faserarten* enthalten:

- ✓ **Weißer Fasern** enthalten das feste und dehnfähige Protein Kollagen.
- ✓ **Gelbe Fasern** bestehen aus dem noch elastischeren, dafür aber weniger festen Protein Elastin.
- ✓ **Retikuläre (Netz-)Fasern** sind sehr dünne, stark verzweigte Fäden, die stützend wirken.

Die beiden Hauptarten des Bindegewebes sind lockeres und fibröses (faseriges) Bindegewebe.

Lockeres Bindegewebe

Ganz im Gegensatz zu dem Eindruck, den der Name vermittelt, ist *lockeres Bindegewebe* durchaus in der Lage, Strukturen fest zusammenzuhalten. In den meisten Fällen ist lockeres Gewebe dazu da, Epithel am Körper zu fixieren. So verbindet lockeres Bindegewebe die äußeren Hautschichten mit der darunter liegenden Muskulatur. Wenn Sie die Haut von einer Hühnerbrust abziehen, reißen Sie gleichzeitig das lockere Bindegewebe mit ab, das die Haut an der Brustmuskulatur befestigt. Außerdem ist diese Art des Bindegewebes Teil der inneren Hautschichten, welche die Organe in Ihrem Unterleib umhüllen.

Lockerer Bindegewebe besteht aus Zellen, die *Fibroblasten* genannt werden und aussehen wie große, lang gestreckte Sterne. Die Fibroblasten liegen relativ weit auseinander, und die Matrix dazwischen enthält *Kollagen-* und *Elastinfasern*. Es gibt zwei Hauptarten:

- ✓ **Fettgewebe** besteht aus Fibroblasten-ähnlichen *Fettzellen*, die umso mehr wachsen, je mehr Lipide (Fette) sie einlagern (Abbildung 1.3). Die Fähigkeit zur Fettspeicherung bietet viele Vorteile, denn Fett isoliert den Körper, schützt die inneren Organe und stellt eine Energiequelle für Notzeiten dar. Wenn sich Fettzellen jedoch extrem ausdehnen, bekommen Sie möglicherweise gesundheitliche Probleme. Fettgewebe zwischen der Haut und den Organen des Unterleibs bildet unbeliebte Röllchen an den Hüften (Winterspeck!).

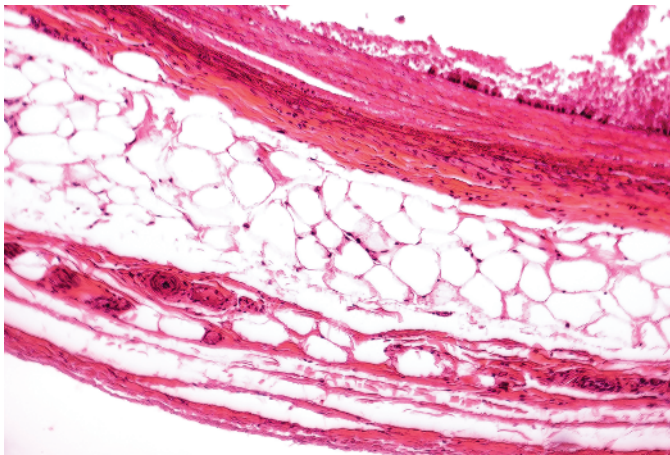


Abbildung 1.3: Weißes Fettgewebe mit gut gefüllten Fettzellen
(© Dr_Microbe/iStock/Thinkstock)

- ✓ **Lymphatisches Gewebe** findet sich in Lymphknoten, Milz, Thymusdrüse und rotem Knochenmark – allesamt Orte, die an den Immunfunktionen beteiligt sind (siehe Kapitel 13). Auch dieses Gewebe besitzt Zellen, die wie Fibroblasten aussehen, nur werden sie hier als *retikuläre* Zellen bezeichnet. Die Matrix des lymphatischen Gewebes ist mit retikulären Fasern ausgefüllt, die so dünn und verzweigt sind, dass sie filigrane Netzwerke bilden.

Faseriges Bindegewebe

Faseriges Bindegewebe hält auch Körperstrukturen zusammen, es ist jedoch etwas fester als loses Bindegewebe. Die *Fibroblasten* dieses Gewebetyps sind dichter gepackt, und die Matrix enthält zueinander parallel liegende *Kollagenfasern*. Faseriges Bindegewebe findet man in Ligamenten (Bändern), die zwei Knochen zu einem Gelenk verbinden, und in Sehnen, die Muskeln an den Knochen befestigen.

Knorpel ist auch aus faserigem Bindegewebe aufgebaut, er ist jedoch noch stärker als Ligamente und Sehnen, da seine Matrix noch mehr festigende Fasern enthält. Knorpel ist jedoch nicht so fest wie Knochengewebe, da die Matrix sich leichter verformen lässt.

Der Nachteil von Knorpelgewebe ist seine geringe Durchblutung: Bricht es trotz seiner relativ hohen Flexibilität doch einmal, verläuft die sich anschließende Heilung nur sehr langsam.

Es gibt drei Arten Knorpelgewebe, je nach Fasertyp der Matrix:

- ✓ **Elastischer Knorpel** besitzt viele Kollagen- und Elastinfasern. Er ist sehr biegsam und findet sich zum Beispiel in der Ohrmuschel.
- ✓ **Fibröser Knorpel** enthält hauptsächlich Kollagenfasern. Er ist stark, reduziert die Reibung in den Gelenken und absorbiert Stöße, sodass er (sehr sinnvoll!) zwischen den Wirbeln des Rückgrats und im Kniegelenk zu finden ist.
- ✓ **Hyaliner Knorpel** besteht ausschließlich aus Kollagenfasern. Er ist fest und der häufigste Knorpeltyp im Körper. *Hyaliner Knorpel* sieht glatt, weiß und durchscheinend aus (denken Sie an die Verbindung zwischen einer Hühnerbrust und dem Rippenfleisch). Beim Menschen findet man hyalinen Knorpel in der Nase, in den Ringen, die die Luftröhre (Trachea) umspannen und stützen, sowie an den Enden der langen Knochen (an Armen und Beinen) und der Rippen. Das Skelett eines Fötus besteht nur aus hyalinem Knorpel, der im Laufe der Entwicklung immer mehr durch Knorpelgewebe ersetzt wird.

Sicherlich ist Ihnen aus eigener Erfahrung bestens bekannt, dass Knochen sehr stabil sind – doch wissen Sie auch, warum? Knochen bestehen aus dem stärksten fibrösen Bindegewebe des Körpers. Die Knochenmatrix ist extrem hart, da sie Mineralsalze und Proteinfasern enthält. Calcium ist das wichtigste Mineral, daher müssen Sie täglich für eine ausreichende Calciumaufnahme sorgen, um Ihre Knochen gesund und stark zu erhalten. Wenn Sie wissen möchten, was bei einer mangelnden Calciumversorgung mit Ihren Knochen geschieht, blättern Sie gern weiter zu Kapitel 4.

Massig Infos über Muskelgewebe

Sie haben drei Arten von Muskelgewebe im Körper: Herz-, glatte und quergestreifte Muskulatur (Abbildung 1.4). Alle drei Typen bestehen aus Muskelfasern. Eine *Muskelfaser* setzt sich aus vielen *Myofibrillen* zusammen. Die perfekte Ausrichtung der Myofibrillen in der Muskelfaser lässt den Muskel gestreift erscheinen. Die hellen und dunklen Abschnitte dieser Streifung wiederholen sich entlang der ganzen Faser und bilden erkennbare Einheiten, die *Sarkomere*. Sehen wir uns das einmal etwas genauer an:

- ✓ **Herzmuskelgewebe** finden Sie – unschwer zu erraten – im Herzen. Herzmuskelfasern sind gestreift, zylindrisch und verzweigt wie ein Baum in kleine und immer kleiner werdende Fasern. Eine Kontraktion (Zusammenziehung) muss das gesamte Herz rasch erfassen, daher sind die Herzfasern miteinander eng verbunden. Zwischen den einzelnen Kontraktionen entspannen sich die Fasern vollständig, sodass es zu keiner Ermüdung des Herzmuskels kommt. Schließlich muss Ihr Herz ständig schlagen, auch wenn Sie selbst noch so müde oder gar eingeschlafen sind. Die Kontraktion des Herzmuskels läuft unwillkürlich ab und unterliegt nicht Ihrer bewussten Kontrolle. (Eine Sache weniger, auf die sich Ihr Gehirn konzentrieren muss.)

- ✓ **Glattes Muskelgewebe** ist Bestandteil der Wände innerer Hohlgane wie beispielsweise des Magens, der Blase, der Därme und der Lungen. Die Fasern dieses Muskelgewebes sind in parallelen Reihen angeordnet und bilden streifenlose Muskelblätter. Die Kontraktion der glatten Muskulatur erfolgt wie beim Herzmuskel unbewusst, sie verläuft langsam und bleibt länger erhalten als bei der quergestreiften (Skelett-)Muskulatur. Glatte Muskulatur ermüdet nur in Ausnahmefällen.
- ✓ **Quergestreifte (Skelett-)Muskulatur** ist die Muskulatur, die Ihre Arme, Beine und den Torso bewegt. Die quergestreiften Muskelfasern verlaufen entlang des gesamten Muskels, daher können sie sehr lang sein – etwa so lang wie Muskeln auf der Rückseite Ihrer Oberschenkel. Anders als bei Herz- oder glatter Muskulatur kontrolliert jedoch das Gehirn die Kontraktion der quergestreiften Skelettmuskeln, die damit Ihrem Willen unterworfen sind (daher heißt es auch *willkürliche Muskulatur*). Obwohl einige Bewegungen sehr schnell und scheinbar unbewusst ausgeführt werden können wie das Zurückziehen der Hand von einer heißen Flamme oder die Abwehrbewegung, die Sie ausführen, wenn Ihnen jemand unerwartet etwas zuwirft, ist immer das Nervensystem für die Bewegung dieser Muskeln verantwortlich (siehe Kapitel 5 für nähere Details).

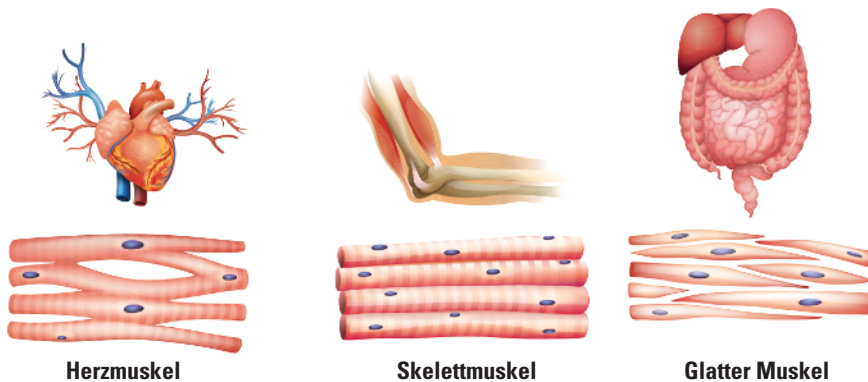


Abbildung 1.4: Verschiedene Arten von Muskelgewebe (© blueringmedia/iStock/Thinkstock)

Macht Sie Nervengewebe nervös?

Das muss nicht sein. Schauen Sie nur einmal auf Abbildung 1.5 oder auch auf die Abbildungen in Kapitel 7 (selbst wenn Sie dazu quer durch das Buch müssen), und Sie werden den Impuls verspüren, mehr darüber lernen zu wollen. Das Nervensystem ist aus Nervengewebe aufgebaut, das mithilfe eines großen Nervennetzwerks für die Koordination Ihrer Körperbewegungen und -aktivitäten verantwortlich ist. Das Nervensystem unterteilt sich in Gehirn, Rückenmark und die Nerven, die sich ausgehend von diesen beiden Hauptteilen verzweigen. Nervengewebe und Nerven setzen sich aus Nervenzellen zusammen, den *Neuronen*.

Neurone sind ein ganz besonderer Zelltyp; sie empfangen und versenden elektrische Signale (Impulse), reagieren auf Stimuli wie Hitze, Kälte, Schmerz, Licht oder Berührung und kontrollieren zudem viele Aktivitäten des Körpers wie beispielsweise die Hormonsekretion.

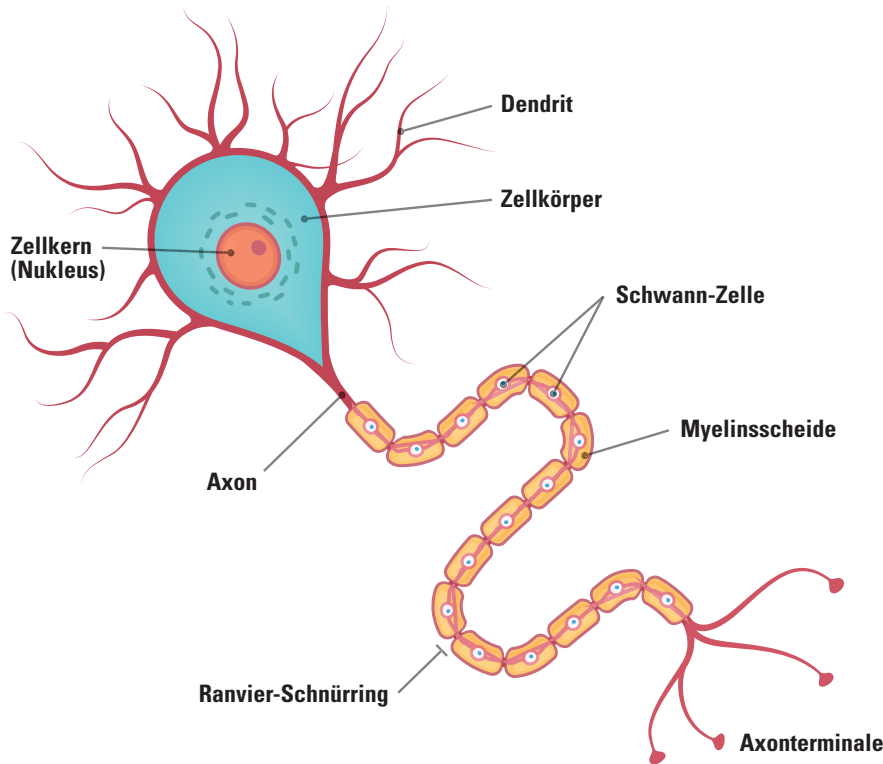


Abbildung 1.5: Aufbau eines Neurons (© IconicBestiary/iStock/Thinkstock)

Selbst die Anweisungen für unwillkürliche Muskelbewegungen (also die Kontraktion von glatter oder Herzmuskulatur) werden von Neuronen bestimmt, obwohl keine Nervenimpulse aus dem Gehirn nötig sind, um sie anzustoßen.

Neurone werden von bestimmten Zellen (*Gliazellen*) ernährt und gestützt. Das Neuron selbst besteht aus einem Zellkörper mit Zellkern und Organellen. Von einem Ende dieses Zellkörpers ausgehende Verzweigungen werden *Dendriten* genannt, die ähnlich wie kleine Antennen funktionieren und Signale anderer Neuronen empfangen. Das *Axon* ist eine lange, dünne Faser und liegt am anderen Ende des Zellkörpers. Das Axon trägt ebenfalls kleine Verzweigungen an seinem freien Ende (*Axonterminale* oder *Endknöpfchen*), die der Weiterleitung von Nervenimpulsen an andere Zellen dienen. Wie Nerven genau funktionieren, wird in Kapitel 7 erläutert.

Organe – der Zusammenschluss von Geweben

Atome bilden Moleküle, Moleküle bilden Zellen, Zellen bilden Gewebe und zwei oder noch mehr zusammenarbeitende Gewebe bilden ein *Organ*. Ein Organ ist ein Teil des Körpers, der eine spezielle physiologische Funktion übernimmt. Zum Beispiel besteht der Magen aus Epithel-, Muskel-, Nerven- und Bindegewebe und hat die Funktion, Nahrungspartikel zu zerkleinern.

Organsysteme: Teamwork ist alles

Ein Organsystem wird von einer Gruppe spezialisierter Organe gebildet. Die Arbeit jedes dieser Organe spielt eine wichtige Rolle in der Ausübung der übergeordneten Funktion des gesamten Organsystems. Denken Sie nur an das Verdauungssystem mit den Organen Mund, Speiseröhre, Magen, Dünn- und Dickdarm (Abbildung 1.6)! Die allgemeine Funktion dieses Organsystems besteht im Aufschluss aufgenommener Nahrungsbrocken zu immer kleineren Partikeln und schließlich zu Molekülen, die klein genug sind, um mit dem Blutstrom transportiert zu werden. Jedes Organ trägt seinen Teil zu diesem Ziel bei.

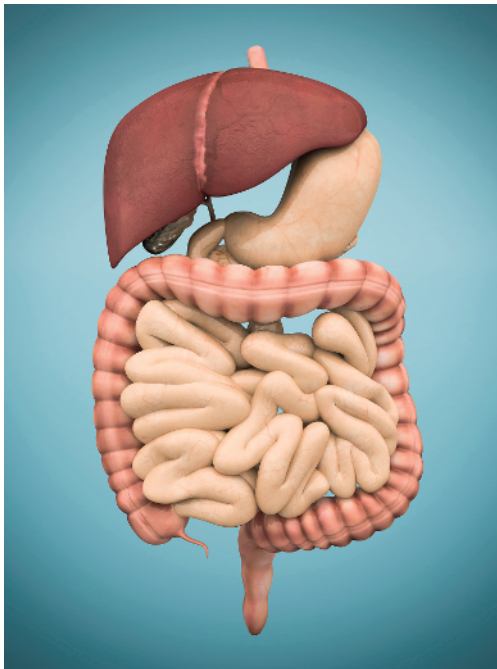


Abbildung 1.6: Organsysteme wie das Verdauungssystem bestehen aus vielen Organen (© master-garry/iStock/Thinkstock)

Übungsfragen

Frage 1.1: Epitheliales Gewebe wird definiert durch

- a) die Anzahl der Schichten
- b) die Zusammensetzung der Matrix, die die Zelle umgibt
- c) die Zellform
- d) sowohl die Anzahl der Schichten als auch durch die Zellform

Frage 1.2: Glatte Muskulatur findet man

- a) im Herzen
- b) in der Harnblase
- c) im Bizeps
- d) in der Rückenmuskulatur

Frage 1.3: Zellen, die elektrische Impulse generieren und weiterleiten können, sind

- a) Schwann-Zellen
- b) Neuronen
- c) Chondrozyten
- d) Thrombozyten

Frage 1.4: Der Zellausläufer des Neurons, der Impulse vom Zellkörper wegtransportiert, wird bezeichnet als

- a) Myofibrille
- b) Dendrit
- c) Axon
- d) Querstreifung

Frage 1.5: Zellausläufer, die Reize von Sinnesrezeptoren aufnehmen, heißen

- a) Dendriten
- b) Kollagenfasern
- c) Axone
- d) Schwannsche Ausläufer

Anatomisch korrekte Angaben machen

Jede Wissenschaft ist durchzogen von lateinischen Begriffen, und da macht auch die Anatomie keine Ausnahme. Jeder Körperteil besitzt seinen eigenen lateinischen Namen. Wir brauchen kein schlechtes Gewissen haben, wenn wir uns bei den alten Römern bedienen, denn die alten Römer bedienten sich für ihren Teil bei den noch älteren Griechen. So sind einige Ausdrücke, denen hier ein lateinischer Stamm unterstellt wird, ursprünglich griechisch. Woher auch immer diese Begriffe stammen – Sie müssen sie kennen, um sich mit den anderen Anatomen auf dieser Welt zu unterhalten. Warum das wichtig ist, sehen Sie gleich!

Die anatomische Grundposition

Mal angenommen, Sie bekommen einen Befundbericht für Ihren operierenden Arzt mit dem Inhalt »entfernen Sie die Verwachsung rechts von der Wirbelsäule«, nur werden Sie bei der Operation leider auf den Bauch gelegt und der Arzt steht an Ihrem Kopf. Rechts bezogen auf den Patienten, oder rechts vom Betrachter aus gesehen? Und, hat der zuvor behandelnde Arzt den Patienten von vorn oder von hinten untersucht? Zudem spricht einer der Chirurgen nur Englisch und versteht die Anweisung nicht. Keine gute Idee ... Die Beachtung der korrekten anatomischen Position hätte beiden das Durcheinander erspart (und Ihnen schlimmstenfalls eine Operation auf der falschen Seite). Daher müssen Anatomen und ihre medizinischen Fachkollegen eine einheitliche Sprache haben.

Legen Sie das Buch einmal für eine Minute beiseite, stellen Sie sich aufrecht hin und schauen Sie geradeaus. Lassen Sie Ihre Arme an beiden Seiten herabhängen und drehen Sie die Handflächen nach vorne. Jetzt befinden Sie sich in der *anatomischen Grundposition* (siehe Abbildung 1.7). Wann immer Sie eine anatomische Zeichnung sehen, werden Sie den abgebildeten Körper in dieser Position finden, um jede überflüssige Verwirrung zu vermeiden.



In der *anatomischen Grundposition* steht der Körper aufrecht mit seitlich herabhängenden Armen, die Handflächen zeigen nach vorn, die Daumen zeigen vom Körper weg. Die Füße stehen parallel zueinander, und die Zehen sind nach vorn orientiert.

In der Anatomie und der Physiologie geht es oft um die Lage eines Körperteils im Vergleich zu einem anderen. »Das liegt irgendwo schräg dahinter, also eigentlich oben halb rechts, aber mehr so im Hintergrund« ist keine präzise Angabe – daher sind auch in diesem Fall unbedingt eindeutige, anatomische Bezeichnungen gefragt, die wiederum jeder andere Anatom auf der Weltverstehen kann.



Die folgende Liste enthält gebräuchliche anatomische Begriffe der Lagebeziehungen, die Ihnen in der Anatomie oft begegnen werden:

- ✓ **anterior:** vorn oder zur Vorderseite des Körpers gerichtet
- ✓ **posterior:** hinten oder zur Rückseite des Körpers gerichtet
- ✓ **dorsal:** zum Rücken des Körpers gerichtet
- ✓ **ventral:** zur Bauchseite des Körpers gerichtet
- ✓ **caudal:** in Richtung des Schwanzes (Steiß beim Menschen)
- ✓ **cranial:** in Richtung des Schädels
- ✓ **lateral:** seitlich oder zu einer Seite des Körpers gerichtet
- ✓ **medial oder median:** in der Mitte oder zur Mitte des Körpers gerichtet
- ✓ **proximal:** dem Ursprungspunkt einer Struktur näher
- ✓ **distal:** weiter entfernt vom Ursprungspunkt einer Struktur (wie in »Distanz«)
- ✓ **superfiziell:** oberflächlich
- ✓ **profund:** weiter von der Körperoberfläche entfernt, tief liegend
- ✓ **superior:** über oder höher als eine andere Struktur liegend
- ✓ **inferior:** unter oder niedriger als eine andere Struktur liegend
- ✓ **zentral:** nahe dem Zentrum (Median, Mitte) einer Struktur
- ✓ **peripher:** entfernt vom Zentrum einer Struktur

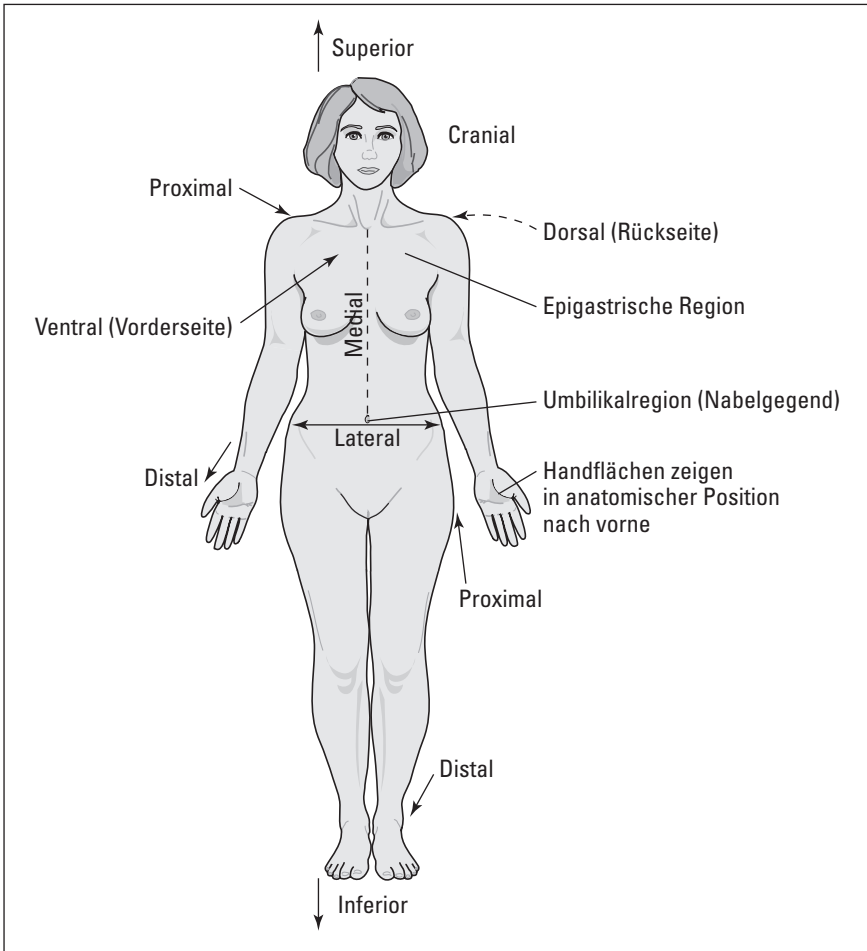


Abbildung 1.7: Die anatomische Grundposition

Anatomische Schnitte verstehen

Im Geometrieunterricht in der Schule haben Sie gelernt, dass Ebenen flache Oberflächen sind und dass wir eine Gerade als Verbindung zweier Punkte auf einer solchen Fläche zeichnen können. Geometrische Ebenen können in jedem beliebigen Winkel zueinander stehen. In der Anatomie werden gewöhnlich nur drei davon genutzt, die den Körper in verschiedene Abschnitte einteilen. Abbildung 1.8 zeigt Ihnen, wie diese Ebenen aussehen. Man teilt den Körper in Abschnitte ein (die auch *anatomische Schnitte* genannt werden), damit klar ist, von welcher Seite des Körpers jeweils die Rede ist. Die anatomischen Ebenen oder Schnitte werden wie folgt genannt:



- ✓ **Frontalschnitt:** Diese senkrechte Ebene unterteilt den Körper in vorn (anterior) und hinten (posterior).
- ✓ **Sagittalschnitt:** Diese senkrechte Ebene teilt den Körper in linke und rechte Seite. Wenn die Sagittalebene exakt durch die Mitte des Körpers verläuft, nennt man sie auch *Mittsagittalebene*.

- ✓ **Transversalschnitt:** Unterteilt den Körper waagrecht in einen oberen (superioren) und unteren (inferioren) Abschnitt. Die waagerechte Ebene, die genau durch die Körpermitte (etwa auf Höhe des Nabels) verläuft, nennt man Äquatorialebene (so wie der Äquator unserer Erde).



Die drei genannten anatomischen Ebenen können Sie an jeder beliebigen Stelle durch den Körper führen (also nicht nur exakt durch die Mitte), denn schließlich können Sie kaum erwarten, alle Organe und Strukturen des Körpers gerade exakt entlang dieser Mittelachsen zu finden.

Die Kartierung Ihres Körpers

Anatomen lieben klare Worte, aber das muss auch so sein, und in dieser Hinsicht unterscheiden sie sich nicht von Geografen. Kein Wunder also, dass es auch für Ihren Körper eine Art Landkarte gibt, die jedem Teil im Gesamtgefüge seinen Platz zuweist.



Drei Ebenen unterteilen Ihren Körper, aber daneben wird er noch von weiteren Abschnitten oder Regionen untergliedert. So wie auf einer Landkarte beschreibt eine Region ein bestimmtes Gebiet. Ihr Körper ist in zwei Hauptregionen unterteilt: die axiale und die appendikuläre Region. Das *Axialskelett* besteht aus Kopf, Hals, Thorax (Brust und Rücken) und Abdomen (Unterleib), während der appendikuläre Teil (das *Extremitätenskelett*) die Gliedmaßen umfasst. In Tabelle 1.2 finden Sie Begriffe, die bestimmten axialen oder appendikulären Strukturen zugeordnet sind.

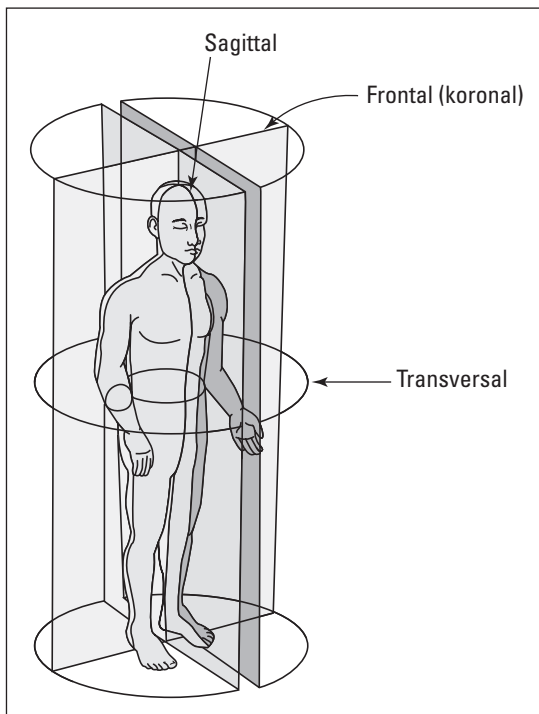


Abbildung 1.8: Die Ebenen des Körpers: frontal, transversal und sagittal (© Illustration von Katrin Born, MA)

Axial	Appendikulär
Kopf und Hals	Arme
cephal/kephal (Kopf)	brachial (Oberarm)
cervical/zervikal (Nacken)	subital/kubital (Ellbogen)
cranial/kranial (Schädel)	antebrachial (Unterarm)
frontal (Stirn)	carpal/karpal (Handwurzel)
occipital (Hinterkopf)	radial (Speiche)
ophthalmisch (Augen)	ulnar (Elle)
oral (Mund)	
nasal (Nase)	
Thorax	Beine
axillar (Achsel)	femoral (Oberschenkel)
costal/kostal (Rippe)	antefemoral (Unterschenkel)
mammal (weibliche Brust)	pedal (Fuß)
pectoral (Brustkorb)	popliteal (Kniekehle)
vertebral (Rückenwirbel)	sural (Unterschenkel, Wade)
Abdomen	
abdominal (Unterleib)	
gluteal (Gesäß)	
inguinal (Leiste)	
lumbal (unterer Rücken)	
pelvin (Becken)	
perianal (Gebiet zwischen After und Genitalien)	
sakral (Ende der Wirbelsäule)	

Tabelle 1.2: Regionen des Körpers



Lassen Sie sich nicht verwirren! Durch die Eindeutschung der lateinischen oder griechischen Begriffe finden Sie oft unterschiedliche Schreibweisen – so zum Beispiel cephal/kephal oder cervical/zervikal.

Ein bisschen Höhlenforschung



Würden Sie sich alle inneren Organe einmal wegdenken, wäre Ihr Körper vollkommen hohl bis auf die Knochen und Gewebe, die den Raum formen, in dem die Organe normalerweise liegen. So wie ein Loch in einem Zahn eine Art Höhle ist, so sind ihrerseits die Körperhöhlen »Löcher«, in denen die Organe liegen (siehe Abbildung 1.9). Die zwei großen Körperhöhlen sind die *dorsale* und die *ventrale Körperhöhle*.

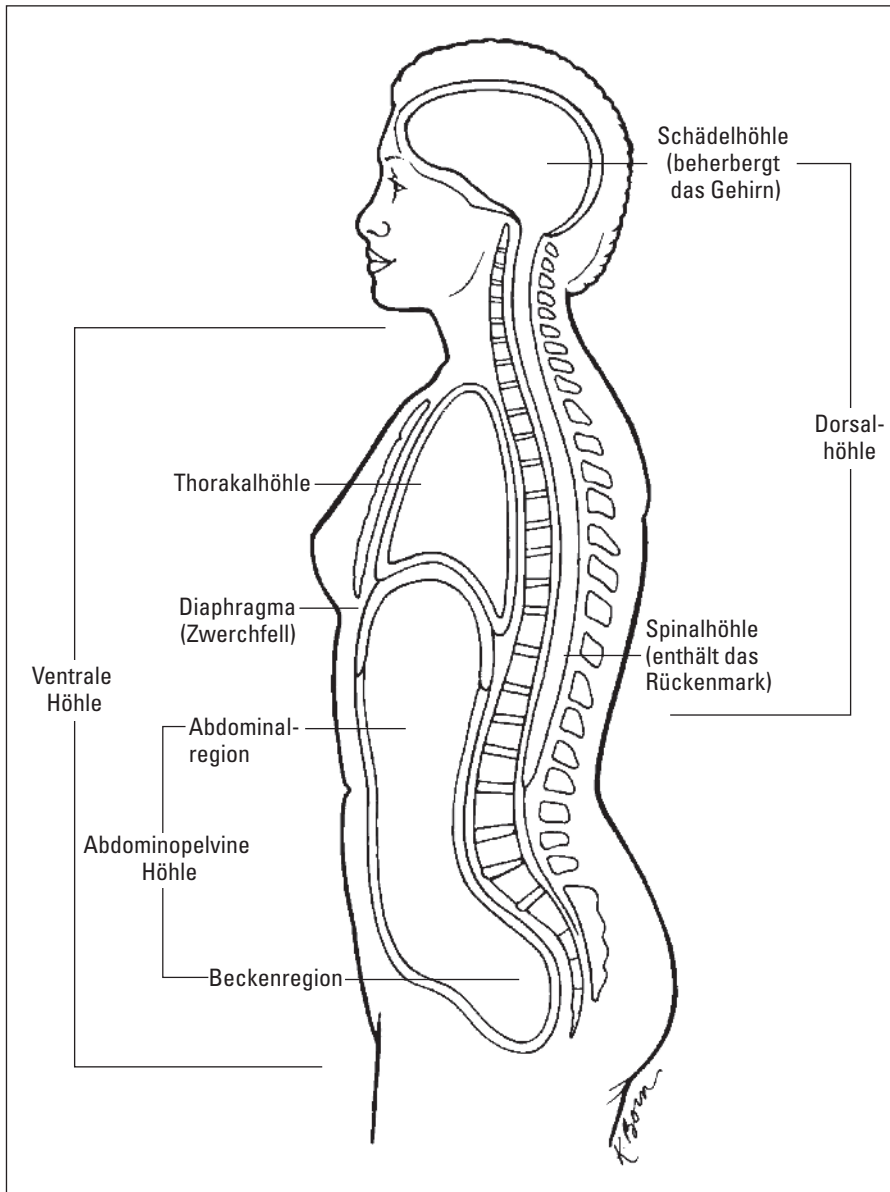


Abbildung 1.9: Die Körperhöhlen

Die dorsale Körperhöhle besteht aus zwei kleineren Höhlen, die zusammen das zentrale Nervensystem beherbergen. Die eine ist die *craniale Höhle* oder Schädelhöhle – der Raum innerhalb des Schädels, der das Gehirn beherbergt. Die andere Höhle wird *spinale Höhle* oder Rückenmarkshöhle genannt – der von Rückenwirbeln umschlossene Raum, in dem die Nervenfasern des Rückenmarks verlaufen.

Die ventrale Körperhöhle ist bedeutend größer und beinhaltet alle anderen Organe Ihres Körpers. Ein großes Muskelband, das *Zwerchfell* oder Diaphragma, teilt die ventrale Höhle

in einen oberen und einen unteren Teil: die *Brusthöhle* (Thorakalhöhle) mit Herz und Lungen und die *Bauch- und Beckenhöhle* (abdominopelvine Höhle).

- ✓ **Die Brusthöhle** ist weiter unterteilt in die rechte und linke *Pleurahöhle*, in denen sich je ein Lungenflügel befindet, und den *Mittelfellraum* (Mediastinum) dazwischen. Im Mediastinum liegt die *Perikardhöhle*, die das Herz umschließt.
- ✓ Innerhalb der **abdominopelvinen Höhle** wird die *Bauchhöhle* mit Magen, Leber und Darm von der *Beckenhöhle* (mit der Blase und den Fortpflanzungsorganen) abgegrenzt, obwohl es hier eigentlich keine klare anatomische Trennung gibt.

Des Weiteren kann das Abdomen noch in Quadranten unterteilt werden, wenn Sie sich mit der Mittsagittalebene und der Äquatorialebene ein imaginäres, dreidimensionales Kreuz vorstellen, das durch den Körper und den Bauchnabel hindurch verläuft. Die so entstehenden vier Blöcke Ihres Unterleibs (rechts oben, links oben, links unten und rechts unten) nutzen Mediziner, wenn sie die Symptome eines Patienten notieren, der seine Unterleibsschmerzen beschreibt.



In Bauch- und Beckenhöhle werden folgende Bereiche unterschieden:

- ✓ **epigastrische Region:** oberhalb des Magens und im mittleren Teil des Abdomens oberhalb des Nabels
- ✓ **hypochondrische Region:** Nicht unbedingt das, woran Sie nun zuerst denken mögen! »Hypo-« bedeutet »unter« und »chondral« bedeutet »Knorpel«. Gemeint sind daher die Regionen links und rechts des epigastrischen Gebiets, die bis unter die knorpeligen Rippenteile des Brustkorbs reichen.
- ✓ **hypogastrische Region:** unterhalb des Magens und im mittleren Teil des Abdomens unterhalb des Nabels
- ✓ **Ileusregion:** rechts und links der hypogastrischen Region, nahe den Hüftknochen
- ✓ **Umbilikalregion:** um den Nabel (Umbilicus) herum
- ✓ **Lumbalregion:** bildet den unteren Rücken, links und rechts der umbilikalen Region

Alle Oberflächen im Körperinneren sind von Häuten oder Blättern überzogen.

- ✓ **Die viszerale Blätter** umschließen die Organe in direkter Verbindung mit diesen. So wird zum Beispiel die dem Herzen eng aufliegende Schicht als *viszerale Perikard* (*Herzbeutel* oder auch *Epikard*) bezeichnet, und die der Lunge eng aufliegende Schicht ist die *viszerale Pleura* (*Lungenfell*).
- ✓ **Die parietalen Blätter** kleiden hingegen den Hohlraum von innen aus. Die Bauchhöhle wird beispielsweise von dem parietalen *Peritoneum* ausgekleidet (eigentlich müsste diese Schicht ja abdominopelvines Peritoneum heißen, aber das klingt wohl doch zu sehr nach Zungenbrecher), und beim Herzen liegt über dem viszeralen Perikard das *parietale Perikard* als äußere Begrenzungsschicht.

Die anderen Körperteile werden in *axiale* und *appendikuläre* Bereiche unterteilt. Axiale Teile des Körpers sind – nicht schwer zu erraten – die in der Körperachse, also Kopf, Brust und Bauch. Die appendikulären Teile sind unsere Gliedmaßen – Arme und Beine.

Übungsfragen

Frage 1.6 bis 1.15: Beschriften Sie Abbildung 1.10 mit folgenden Begriffen:

- | | |
|-------------------|----------------|
| a) abdominal | f) perikardial |
| b) abdominopelvin | g) pleural |
| c) cranial | h) spinal |
| d) dorsal | i) thorakal |
| e) pelvin | j) ventral |

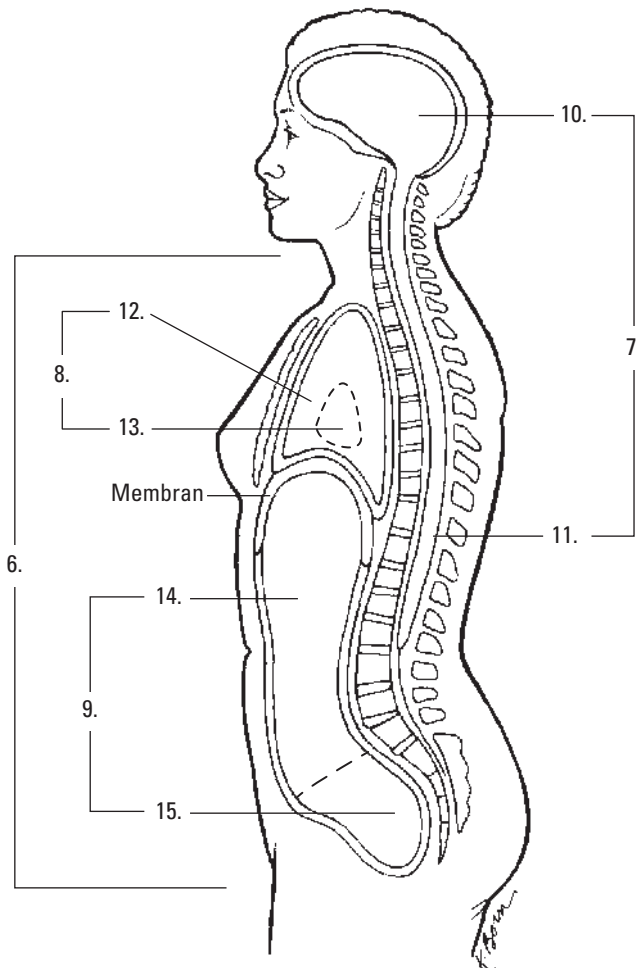


Abbildung 1.10: Die Körperhöhlen zuordnen (© Illustration von Katrin Born, MA)

Frage 1.16 bis 1.20: Ordnen Sie die Begriffe korrekt zu:

1.16: die äußerste Schicht des Herzens

1.17: die Schicht, die direkt der Leber aufliegt

1.18: die direkt dem Herzen aufliegende Hülle

1.19: die Auskleidung der Thoraxhöhle

1.20: die Auskleidung der abdominopelvinen Höhle

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| a) parietales Perikard | d) viszerales Perikard |
| b) parietales Peritoneum | e) viszerales Peritoneum |
| c) parietale Pleura | |

Frage 1.21: Wahr oder falsch?

Kephale Strukturen zählen zum appendikulären Teil des Körpers.

Frage 1.22: Was tut Ihnen weh, wenn bei Ihnen eine Verletzung in der Tarsalregion diagnostiziert wird?

- | | |
|---------------|-------------|
| a) Knie | d) Schulter |
| b) Handgelenk | e) Hüfte |
| c) Knöchel | |

Frage 1.23: Wenn Sie sich beim Rasieren etwas geschnitten haben, ist die Verletzung

- | | |
|-------------|-----------------|
| a) kubital | d) superfiziell |
| b) zervikal | e) frontal |
| c) tarsal | f) caudal |

Frage 1.24: Welche Zuordnung ist korrekt?

- | | |
|-----------------------------------|---------------------|
| a) popliteal – innerer Ellenbogen | d) coxal – Schulter |
| b) lumbal – Nacken | e) sural – Wade |
| c) antekubital – Oberarm | |

Frage 1.25 bis 1.27: Ordnen Sie die Schnittebenen in Abbildung 1.11 korrekt zu.

- | | |
|----------------|------------|
| a) sagittal | c) frontal |
| b) transversal | |

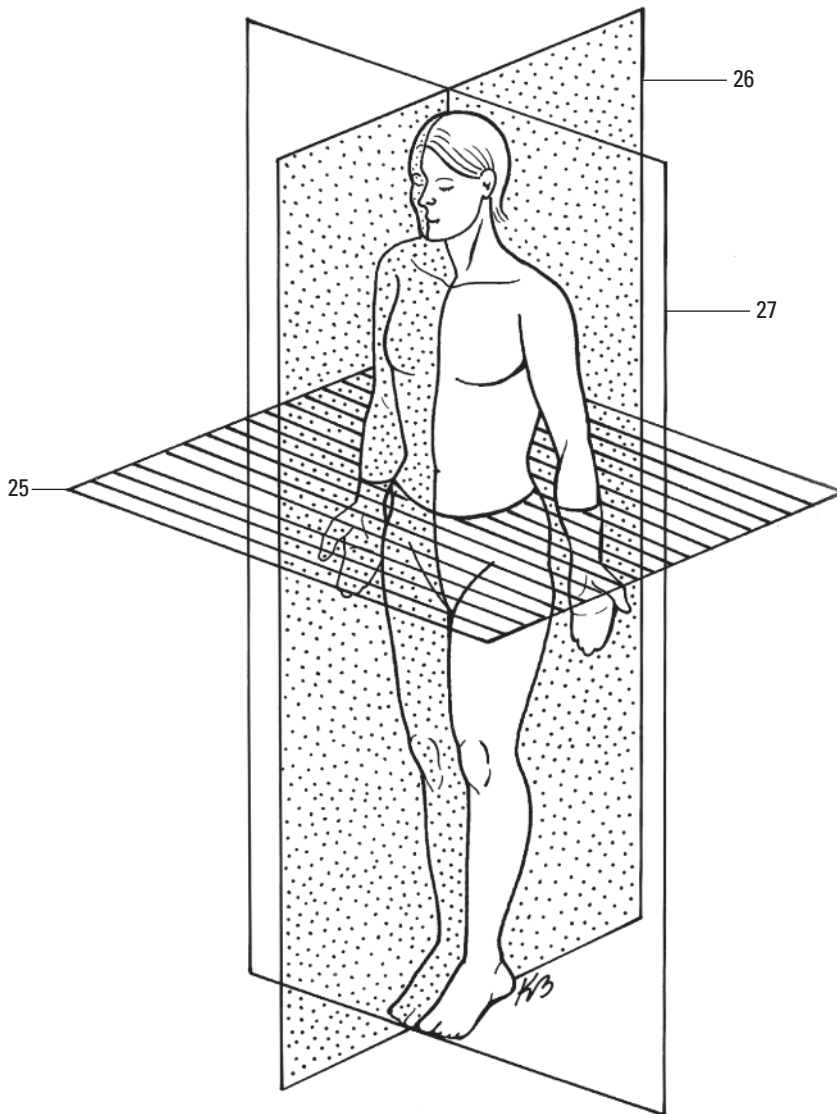


Abbildung 1.11: Die Körperebenen (© Illustration von Katrin Born, MA)

Frage 1.28: Setzen Sie die korrekten Bezeichnungen ein (medial, superior, posterior, profund, distal)

- a) Der Hals liegt _____ der Hüfte.
- b) Die Lungen befinden sich _____ des Brustkorbs.
- c) Die Nase liegt _____ der Ohren.
- d) Das Handgelenk liegt _____ der Schulter.
- e) Der Po liegt _____ vom Bauchnabel.