

1 Allgemeine Einführung und Grundbegriffe

Noch im letzten Jahrhundert wurde an vielen Universitäten ein Fach „Anatomie-Physiologie“ gelehrt, eine Tatsache, durch welche die enge Verknüpfung dieser beiden Disziplinen deutlich wird. Erst durch die starke Entwicklung des Faches und die Vertiefung und Erweiterung der Kenntnisse in **Anatomie** und **Physiologie** kam es zu einer Trennung in verschiedene Arbeitsrichtungen. In den Jahren nach 1940 wurde auch immer deutlicher, daß innerhalb des Gebietes Physiologie eine chemische und eine physikalische Arbeitsrichtung enthalten sind, so daß es zu einer weiteren Teilung in die Gebiete **Physiologie** und **Biochemie** kam. Die Biochemie befaßt sich mit der Chemie des Körpers und wird deshalb auch vielfach als **physiologische Chemie** bezeichnet.

1.1 Anatomie

Die Lehre von der **Struktur und Form** (Morphologie) des menschlichen Körpers wird als Anatomie bezeichnet.

Die ersten Kenntnisse des menschlichen Körpers wurden durch Sektionen gewonnen. Der Begriff Anatomie leitet sich dementsprechend vom griechischen Wort „*anatemno*“: ich zerschneide, ab. Das Gebiet Anatomie kann in verschiedene Untergebiete eingeteilt werden, die beiden wichtigsten sind die makroskopische und die mikroskopische Anatomie. Die **makroskopische Anatomie** befaßt sich mit dem Bau des menschlichen Körpers, soweit dieser mit dem bloßen Auge erfaßt werden kann (*makros*, griechisch: groß; *skopeo*, griechisch: ich sehe). Die Lehre von den Strukturen, die sich dem unbewaffneten Auge entziehen und nur mit dem Mikroskop sichtbar gemacht werden können, nennt man dementsprechend **mikroskopische Anatomie** (*mikros*, griechisch: klein).

1.2 Physiologie

Der Lehre von der Morphologie des menschlichen Körpers steht die Lehre von der Funktion an der Seite.

Die Lehre von der Funktion heißt Physiologie (**physis**, griechisch: Natur; **logos**, griechisch: Lehre). Die Aufgabe der Physiologie ist es, die **Funktion** des Körpers zu ergründen und zu beschreiben.

Ebenso wie das Verständnis für die Form erst durch die Kenntnis der Funktion möglich ist, hat umgekehrt auch die Lehre der Funktion das Wissen um die Gesetze der Form zur Voraussetzung. Alle Lebenserscheinungen sind an eine immer wiederkehrende Form gebunden, deren Aufrechterhaltung die Vorbedingung für die Erhaltung der Art bzw. der Artunterschiede ist und deren Veränderungen Zeichen einer Entwicklung sind. Form und Funktion sind somit ein unteilbares Ganzes.

1.3 Leben

Wenn man sich die Frage stellt: „Was ist Leben, was ist lebendig?“, dann erscheint die Antwort auf den ersten Blick sehr einfach. „Was sich bewegt, ist lebendig“ wird wahrscheinlich eine sehr häufige Antwort sein. Luft bewegt sich, metallisches Natrium auf einer Wasseroberfläche bewegt sich, Öl in Glycerin und Alkohol sendet fußähnliche Ausläufer aus und bewegt sich amöbenartig. Daraus sehen wir, daß Bewegung allein Leben nicht definieren kann. In der Regel müssen alle der folgenden Bedingungen eingehalten sein, ehe wir von Leben sprechen:

- eine definierte Form und Größe,
- beschleunigter Stoffwechsel,
- Bewegung,
- Erregbarkeit,
- Wachstum,
- Fortpflanzung,
- Adaptation (Anpassung).

Aber auch unter Berücksichtigung all dieser Parameter ist es manchmal nicht einfach, Leben zu definieren. Das liegt nicht zuletzt daran, daß alles Leben aus unbelebter Materie besteht. So besteht der menschliche Körper zu 96% aus lediglich 4 Elementen:

- Kohlenstoff (C),
- Sauerstoff (O),
- Wasserstoff (H),
- Stickstoff (N).

Weitere 3% des menschlichen Körpers bestehen aus 4 weiteren Elementen:

- Kalzium (Ca),
- Phosphor (P),
- Kalium (K),
- Schwefel (S).

Schauen wir uns zunächst einmal die oben erwähnten Charakteristika des Lebens etwas näher an.

1.3.1 Definierte Form und Größe

Man könnte dies auch als strukturelle Organisation eines Lebewesens bezeichnen. Trotz einer gewissen Variabilität ist doch immer das gleiche Grundmuster deutlich zu erkennen. So haben Tiere und Pflanzen wie auch der Mensch eine immer wiederkehrende Größe und Form, die lediglich im Detail variiert, von einem Individuum zum nächsten. Die Bau- und Funktionseinheit der höheren Lebewesen ist die Zelle, die in Verbänden die einzelnen Organe bildet. Verschiedene Organe und die dazugehörigen Stütz- und Bindegewebe machen den Körper in seiner Gesamtheit aus. Unbelebte Materie variiert in Form und Größe viel stärker als lebende Strukturen.

1.3.2 Beschleunigter Stoffwechsel

Die Summe aller chemischen Abläufe in den Zellen wird als Stoffwechsel oder Metabolismus bezeichnet.

Auch bei unbelebter Materie kommt es zu einem Stoffwechsel, z.B. bei der Bildung von Oxiden, wie Rost, allerdings nur in einem Ausmaß, das man nicht als beschleunigten Stoffwechsel bezeichnen kann. Der Metabolismus der Zellen wird unterteilt in Anabolismus und Katabolismus. **Anabolismus** bezieht sich auf den Aufbau von komplexen aus einfachen Substanzen, **Katabolismus** bezieht sich auf den Abbau von komplexeren in einfachere Substanzen, wobei dieser Abbau sehr häufig Energie freisetzt, die für alle Lebensvorgänge von großer Bedeutung ist. Beide Vorgänge, Anabolismus und Katabolismus, laufen ständig nebeneinander in den Zellen unseres Körpers ab. Die meisten anabolen Vorgänge benötigen Energie, deshalb müssen auch genügend katabole Prozesse ablaufen, um diese Energie zu liefern, z.B. Oxidation von Traubenzucker (Glukose) zur Gewinnung von ATP (Adenosintriphosphat).

1.3.3 Bewegung

Ein weiteres Charakteristikum allen Lebens ist die Fähigkeit zur Bewegung. Bei Tieren ist die Bewegung meist sehr auffällig, bei Pflanzen kann die häufig fast nicht sichtbare Bewegung durch Zeitrafferaufnahmen sichtbar gemacht werden. Aber auch wenn wir keine Bewegung beobachten können, z.B. bei einzelligen Lebewesen, bewegt sich doch deren Zellinneres auf molekularer Ebene.

1.3.4 Erregbarkeit

Leben ist durch Erregbarkeit gekennzeichnet. Es kann auf Stimuli reagieren, wie z.B. physikalische oder chemische Veränderungen der Umgebung. So kann durch Druck, Hitze, Kälte, Geräusche, Licht oder auch durch chemische Veränderung der Umgebung eine Reaktion in den Zellen oder im Organismus hervorgerufen werden. Beim Menschen und vielen Tieren sind spezialisierte Zellen vorhanden, die etwa auf Farbe, Geruch oder Geschmacksstoffe reagieren können.

1.3.5 Wachstum

Als Resultat des Stoffwechsels wachsen Lebewesen. Dieses Wachstum kann durch Vergrößerung des Zellvolumens eines einzelligen Lebewesens, z.B. nach der Zellteilung, gegeben sein, es kann aber auch das Wachstum eines Individuums sein, wie des amerikanischen Riesenbaumes *Sequoia gigantea*, der von einem kleinen Samenkorn, aus einem tannenzapfenähnlichen Gebilde bis auf eine Höhe von 120 m anwachsen kann. Einige Lebewesen wachsen zeitlebens. Ihr Wachstum ist lediglich durch die Lebensdauer begrenzt.

1.3.6 Fortpflanzung

Die Fortpflanzung kann als eigentliche Grundvoraussetzung für das Leben betrachtet werden. Viren können sich nicht bewegen, haben keinen eigenen Stoffwechsel und werden doch als „lebendig“ bezeichnet. Sie sind in der Lage, tierische oder pflanzliche Zellen so zu beeinflussen, daß diese dann neue Viren zusammensetzen (synthetisieren). Durch diesen Prozeß können sich Viren vermehren. Früher war man der Auffassung, daß Leben spontan entstehen könne: so glaubte man beispielsweise, daß Fliegenmaden aus faulendem Fleisch entstehen können oder Frösche aus dem Schlamm des Nils. Heute wissen wir: **Leben entsteht nur aus Leben**. Die Fortpflanzung kann geradezu simpel sein, wie bei den Bakterien oder einzelligen Lebewesen, die sich einfach teilen und damit 2 Tochterindividuen aus einer Zelle entstehen lassen. Sie kann aber auch so kompliziert sein wie beim Menschen oder anderen Lebewesen, bei denen spezialisierte männliche und weibliche Keimzellen gebildet werden, die sich treffen müssen, um damit die Entwicklung eines neuen Individuums zu ermöglichen.

1.3.7 Adaptation

Die Fähigkeit sich anzupassen (Adaptation) ist die Grundlage für das Überleben in einer sich verändernden Welt. Diese Anpassung kann kurzfristig sein, wie die Anpassung aufgrund der Erregbarkeit der Zellen. Sie kann aber auch langfristig sein und aufgrund von

spontanen Veränderungen im Erbgut (Mutationen) die Möglichkeit beinhalten, daß eine Tier- oder Pflanzenart unter vollständig geänderten Bedingungen überleben kann. Ein typisches Beispiel dafür ist die Resistenz verschiedener Bakterienstämme gegenüber Antibiotika, die sich durch Anpassung ergeben hat. Damit wird es den entsprechenden Bakterien möglich, auch bei Vorhandensein eines Bakteriengiftes (z.B. Penizillin) weiterzuleben.

1.4 Materie

1.4.1 Baueinheiten der Materie

Wie bereits erwähnt, ist auch unser Körper aus unbelebter Materie, den **Elementen**, aufgebaut.

Unabhängig vom Zustand, in dem sich die uns umgebende Materie befindet (fest, flüssig, gasförmig, aus einfachen Atomen oder komplexen Molekülen bestehend), besteht alles aus **Atomen**.

Es existieren insgesamt 92 natürlicherweise vorkommende Atomarten sowie ca. 15 künstlich erzeugte oder erzeugbare Atomarten. Die letzteren sind meist nur sehr kurzlebig. Die einzelnen Atomarten werden auch als Elemente bezeichnet. Reine Substanzen, die lediglich aus einer einzigen Atomart bestehen, z.B. Gold oder Kupfer, sind in der Natur relativ selten. Meist sind die verschiedenen Atome zu **Molekülen** verbunden. Der Begriff des Atoms stammt aus einer Zeit, in der man der Meinung war, diese seien die kleinsten unteilbaren Baueinheiten der Materie. Heute weiß man, daß die Atome nicht unteilbar sind. Für den Physiker sind die verschiedenen Bestandteile der Atome von Bedeutung, für uns dagegen ist es nur wichtig zu wissen, daß praktisch alle Atome aus

- Protonen (positiv geladen),
- Neutronen (neutral),
- Elektronen (negativ geladen)

bestehen. Alle Elemente sind somit aus den gleichen Bausteinen aufgebaut. Das einfachste Atom ist Wasserstoff; es besteht aus nur einem Proton und einem Elektron, Kohlen-

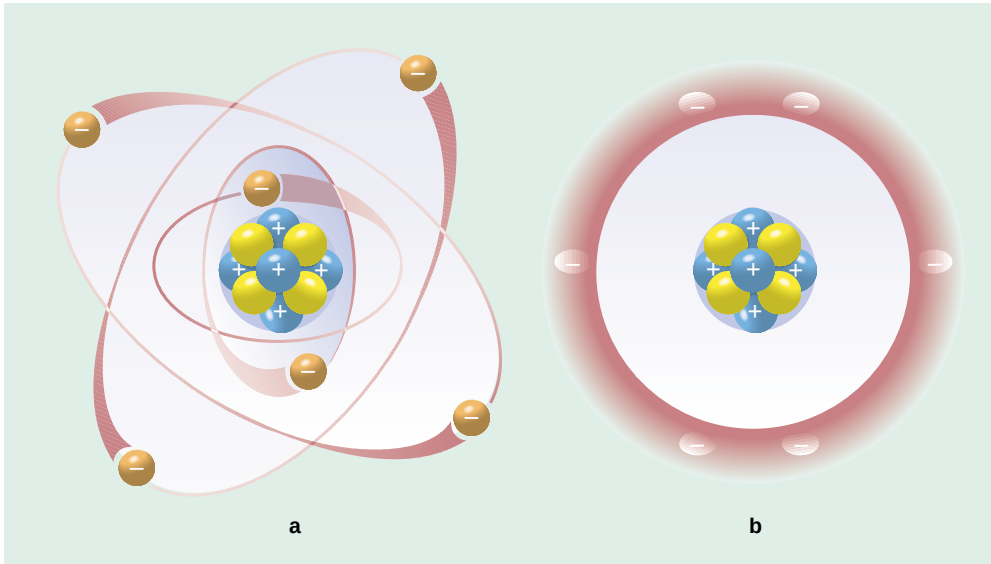


Abb. 1.1a, b. Zwei Modelle eines Kohlenstoffatoms. Im Kern sind die Protonen (+) und die Neutronen (ohne Ladung) und außen die Elektronen (–) dargestellt. **a** Historisches Atommodell, bei dem man die Vorstellung hatte, daß die Elektronen sich wie Satelliten auf einer Umlaufbahn um den Atomkern befinden. **b** Heute geht man davon aus, daß sich die

Position eines Elektrons nicht exakt, sondern nur der Wahrscheinlichkeit nach angeben läßt. Elektronen befinden sich auf schalenartigen Umlaufbahnen, und die Dichte der dunkel gefärbten Hülle korreliert mit der Wahrscheinlichkeit, daß die Elektronen sich dort befinden

stoff demgegenüber aus 6 Protonen, 6 Neutronen und 6 Elektronen.

Protonen und Neutronen sind im sog. **Atomkern** vorhanden. Die Elektronen bewegen sich auf schalenartigen Bereichen um den Atomkern, ähnlich wie ein Satellit, der die Erde umkreist. Die ersten (maximal) 2 Elektronen kreisen auf der 1. Schale (K-Schale), die nächsten (maximal) 8 auf der 2. Schale (L-Schale). Auf der dritten Schale (M-Schale) können es maximal 32 Elektronen sein. Die Anzahl der Schalen und die Anzahl der Elektronen auf diesen Schalen hängt vom Element ab. So hat Wasserstoff eine Schale mit einem Elektron, Kohlenstoff hingegen zwei Schalen. Beim Kohlenstoff kreisen auf der 1. Schale 2 Elektronen und auf der 2. Schale 4 Elektronen (Abb. 1.1).

Die Anzahl der Neutronen kann bei den Atomen eines Elementes manchmal vermindert oder erhöht sein. Die entsprechenden Atome werden dann als **Isotope** bezeichnet. So hat Kohlenstoff normalerweise 6 Neutronen und 6 Protonen und wird dementsprechend als C^{12} bezeichnet. Daneben existieren aber auch andere Isotope mit mehr oder weniger Neutronen im Atomkern, wie z.B. C^{11} , C^{13} sowie C^{14} . Isotope sind häufig radioaktiv und wer-

den in der Nuklear- und Strahlenmedizin oft verwendet.

Atome sind elektrisch neutral. Positive und negative Ladungen (Protonen und Elektronen) stehen im Gleichgewicht. Bei Gewinn oder Verlust von einem oder mehr Elektronen können Atome ihre elektrische Ladung ändern: man bezeichnet sie dann als **Ionen**. Atome, die Elektronen (negative Ladungen) abgegeben haben, sind damit positiv geworden durch die im Atomkern vorhandenen Protonen (positive Ladungen). Es sind somit positive Ionen entstanden. Umgekehrt führt die Aufnahme von Elektronen zu einem Überschuß von negativen Ladungen. Wenn wir das Salz NaCl (Natriumchlorid, Kochsalz) in Wasser lösen, dann gibt das Natrium 1 Elektron an das Chlor ab, gleichzeitig trennen sich die beiden voneinander (Dissoziation), und es entsteht ein positiv geladenes Natriumion (Na^+) und ein negativ geladenes Chloridion (Cl^-). Wenn wir in eine derartige Salzlösung mit positiv und negativ geladenen Ionen ein Elektrodenpaar einbringen und so eine Stromspannung in der Flüssigkeit aufbauen, dann wandern die negativ geladenen Chloridionen zur Anode (positiv geladene Elektrode), weshalb sie auch als **Anionen** be-

zeichnet werden; die positiv geladenen Natriumionen wandern hingegen zur Kathode (negativ geladene Elektrode), weshalb sie als **Kationen** bezeichnet werden. Diese Wanderung der dissoziierten Ionen an die entsprechenden Elektroden ist auch der Grund, warum sie als **Elektrolyte** bezeichnet werden. Elektrolyte sind also positiv oder negativ geladene Ionen. Da viele Salze bei Lösung im Wasser in positiv und negativ geladene Ionen dissoziieren, werden sie allgemein auch als Elektrolyte bezeichnet. Ihnen stehen die Nichtelektrolyte gegenüber, die bei Lösung in Wasser nicht in geladene Teile (Ionen) dissoziieren, z.B. Glukose, Alkohol etc.

Den Atomen der Elemente stehen die **Verbindungen** gegenüber. Diese besitzen als kleinste homogene Bestandteile die **Moleküle**. So ist z.B. im Wasser die kleinste Verbindung das Molekül H_2O . Jedes der entsprechenden Moleküle einer Verbindung ist genau gleich aufgebaut. Bei Glukose, einem der wichtigsten Brennstoffe unseres Körpers für die Energiegewinnung, heißt die Formel des Moleküls $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$; das bedeutet, daß jedes Molekül, wie aber auch jede beliebige Menge dieser Substanz, im Verhältnis von 6 Teilen Kohlenstoff zu 12 Teilen Wasserstoff zu 6 Teilen Sauerstoff aufgebaut ist.

Anders als bei den Verbindungen, kommt es bei den **Mischungen** nicht zu Verbindungen der beteiligten Atome oder Moleküle. So entstehen bei der Mischung Zucker und Mehl oder Alkohol und Wasser keine Verbindungen. Die einzelnen Bestandteile dieser Mischungen existieren jeweils nebeneinander.

In den menschlichen Zellen, wie aber auch in allen anderen Zellen, sind 2 Arten von Substanzen vorhanden: **organische** und **anorganische**.

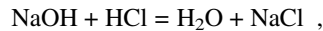
1.4.2 Anorganische Substanzen im menschlichen Körper

Der Unterschied zwischen organischen und anorganischen Substanzen besteht im Vorhandensein von Kohlenstoff auf der Seite der organischen Substanzen. Kohlenstoff fehlt in den meisten anorganischen Substanzen. Man war ursprünglich der Auffassung, daß lediglich von Organismen produzierte Substanzen Kohlenstoff enthalten können. Heute hat man schon weit über 100000 künstliche organische Substanzen produziert, so daß diese De-

finition nicht mehr zutrifft. Trotzdem wird daran festgehalten, da es eine didaktisch klare Trennung ermöglicht.

Die wichtigsten anorganischen Substanzen des menschlichen Körpers neben Wasser und Kohlendioxid sind: Säuren, Basen, Salze. Neben den anorganischen Säuren, Basen und Salzen existieren aber auch kohlenstoffhaltige, die zu den organischen Substanzen gerechnet werden.

Sehr vereinfacht ausgedrückt, sind Säuren in der Lage, H^+ -Ionen (Protonen) in Lösungen abzugeben, und Basen (auch Laugen genannt) geben OH^- -Ionen (Hydroxylgruppen) in Lösungen ab. Wenn wir eine Säure mit ihrer Base zusammenbringen, dann entsteht daraus ein Salz und Wasser. Am Beispiel von NaOH (Natronlauge) und HCl (Salzsäure) sieht das folgendermaßen aus:



d.h. es entsteht daraus Kochsalz und Wasser. Wasser, das am Körpergewicht ca. 70–75% Anteil hat, gehört ebenfalls zu den anorganischen Substanzen des menschlichen Körpers, da es keinerlei Kohlenstoff enthält.

1.4.3 pH-Wert

Basen sind alkalisch und Säuren sind sauer. Als Bewertungsmaß dafür, ob eine Substanz, z.B. eine Flüssigkeit, sauer oder alkalisch reagiert, dient der **pH-Wert** (exakte Definition: der pH-Wert bezeichnet den negativen Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration).

Wasser hat als weder saure noch alkalische Flüssigkeit einen pH-Wert von 7. Eine Änderung von 7 auf 6 würde dementsprechend heißen, daß eine 10fach höhere Konzentration von H^+ -Ionen vorliegt. Umgekehrt bedeutet eine Veränderung von pH 7 auf pH 8 eine Verminderung der Wasserstoffionenkonzentration auf den 10. Teil. Die höchste mögliche Wasserstoffionenkonzentration findet sich bei einem pH-Wert von 1, die geringste bei einem pH-Wert von 14:

- pH 1: sehr sauer (Beispiel Salzsäure),
- pH 7: neutral (Beispiel Wasser),
- pH 14: sehr alkalisch (Beispiel Natronlauge).

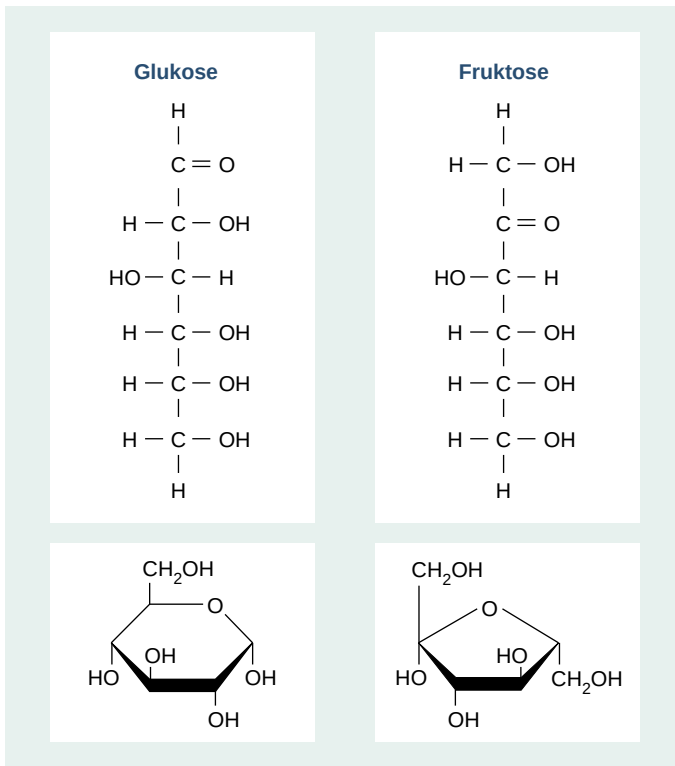


Abb. 1.2. Darstellung der Glukose und der Fruktose. **Oben** sind jeweils die linearen Strukturformeln (Fischer-Schreibweise) angegeben, die rasch die Unterschiede zwischen beiden Molekülen erkennen lassen. **Unten** sind die Projektionsformeln (Haworth-Schreibweise) angegeben, die ein dreidimensionales Bild der Moleküle zeigen. Beide Moleküle unterscheiden sich nur geringfügig voneinander

Im menschlichen Körper wird normalerweise ein pH-Wert von 7,38 aufrechterhalten. Die maximale Schwankungsbreite, die mit dem Leben noch vereinbar ist, reicht von pH 7 bis pH 7,9, somit kann nicht einmal eine Änderung um das 10fache toleriert werden (entsprechend dem Logarithmus, steigt die H^+ -Konzentration zwischen pH 7,9 und pH 7 auf den 9fachen Wert).

Unser Körper verfügt über verschiedene Mechanismen, die dafür sorgen, daß diese Grenzen im Normalfall unbedingt eingehalten werden. Dazu gehören auch die Puffersubstanzen, die je nach Bedarf entweder H^+ - und OH^- -Ionen aufnehmen oder abgeben können. Alle Mechanismen, die für die Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes sorgen, sowohl im pH-Bereich wie aber auch in allen anderen Bereichen (z.B. Elektrolythaushalt, Blutdruck etc.), werden in ihrer Gesamtheit als **Homöostase** bezeichnet.

1.4.4 Organische Substanzen im menschlichen Körper

Der größte Teil der organischen Substanzen in unserem Körper besteht aus **Kohlenhydraten, Proteinen, Lipiden, Nukleinsäuren und Steroidhormonen**. Gemeinsam ist all den organischen Substanzen der Besitz von Kohlenstoffatomen. Weil sie auf der äußersten Elektronenschale 4 Elektronen besitzen, können sie mehr unterschiedliche Verbindungen eingehen als praktisch jedes andere Atom.

Kohlenhydrate (Zucker)

Kohlenhydrate sind Substanzen, die lediglich Wasserstoff (H), Kohlenstoff (C) und Sauerstoff (O) enthalten, und zwar in einem Verhältnis von 1 C:2 H:1 O. Rohrzucker, Stärke und Zellulose sind Beispiele für Kohlenhy-

drate. Zellulose kommt ausschließlich in pflanzlichen Zellen vor. Einige besonders wichtige Kohlenhydrate für den menschlichen Körper sind: Maltose (Malzzucker), Galaktose (einfacher Zucker), Fruktose (Fruchtzucker), Saccharose (Rohrzucker), Laktose (Milchzucker) und Glukose (Traubenzucker) (Abb. 1.2). Vor allem Glukose ist sehr wichtig, da bei ihrem Abbau Energie frei wird, die für unseren Körper gespeichert werden kann. Durch die Verbrennung von Glukose sind unsere Zellen in der Lage, das Adenosintriphosphat (ATP) herzustellen, welches der wichtigste Energieträger im Stoffwechsel ist. Um Glukose zu speichern, wird sie in tierischen Zellen in Form von Glykogen (tierische Stärke) und in pflanzlichen Zellen in Form von Stärke in die Zellen eingelagert. Beides sind sehr ähnliche Moleküle, die durch den Zusammenschluß von sehr vielen einzelnen Glukosemolekülen zustande kommen.

Lipide (Fette)

Mit diesem Begriff wird eine Stoffklasse bezeichnet, deren Untergruppen in ihrer chemischen Struktur nur sehr wenige Gemeinsamkeiten aufweisen. Zu den Lipiden zählt man folgende Gruppen:

- Neutralfette,
- Glycerinphosphatide,
- Sphingolipide,
- Steroide,
- Karotinoide.

Gemeinsames Merkmal ist der Besitz „fettfreundlicher“ (lipophiler) Gruppen; dadurch sind die Lipide gut löslich in verschiedenen organischen Lösungsmitteln (z.B. Ether, Chloroform, Benzol) und praktisch unlöslich in Wasser. Ein Großteil der Lipide im menschlichen Körper gehört in die Gruppe der Neutralfette (Abb. 1.3). Diese bestehen aus einem Glycerinmolekül und 3 mit diesem verbundenen Fettsäuremolekülen (z.B. Stearinsäure, Arachidonsäure). Lipide kommen in allen Körperzellen vor, sei es als Membranbestandteil, als Wirkstoff oder auch als Energiereserve. Lipide werden auch als sog. Depotfette gespeichert, z.B. in der Bauchhöhle und im Unterhautfettgewebe. In der Haut dient Fett nicht nur als Energiereserve, sondern auch als Isolationsmaterial.

Steroide

Steroide können auch zu den Lipiden gerechnet werden. Weil sie allerdings als Wirkstoffe eine besondere Rolle im Körper spielen, sollen sie hier gesondert erwähnt werden. Steroide enthalten 4 miteinander verknüpfte Ringsysteme von Kohlenstoffatomen. Davon sind 3 Ringe mit je 6 C-Atomen, der 4. hingegen mit 5 C-Atomen bestückt. Dieses molekulare Grundgerüst wird als Steranring bezeichnet (Abb. 1.6a–c). Neben verschiedenen Hormonen (Nebennierenrindenhormone, Geschlechtshormone) besitzen auch Cholesterin und Vitamin D einen Steranring als Grundgerüst. Die Besetzung dieses Grundgerüsts mit verschiedenen Elementen macht den Unterschied zwischen den einzelnen Steroiden aus.

Proteine (Eiweiße)

Eiweiße oder Proteine sind eine sehr komplexe Gruppe von Molekülen, die in den Zellen eine Vielzahl von Aufgaben zu bewältigen haben. Sie sind Bausteine der Zellstrukturen, üben Hormon- und Enzymfunktion aus.

Die Proteine werden aus Untereinheiten, den **Aminosäuren**, aufgebaut (Abb. 1.4). Es gibt ca. 20 verschiedene Aminosäuren im menschlichen Körper, die in der Regel in langen Ketten

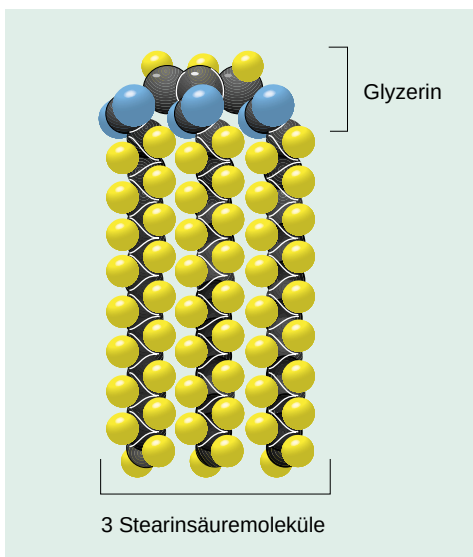


Abb. 1.3. Triglyceridmolekül, ein typischer Vertreter der Lipide. Dieses Lipidmolekül besteht aus einem Glycerinteil und 3 damit verbundenen Fettsäuren (Stearinsäure)

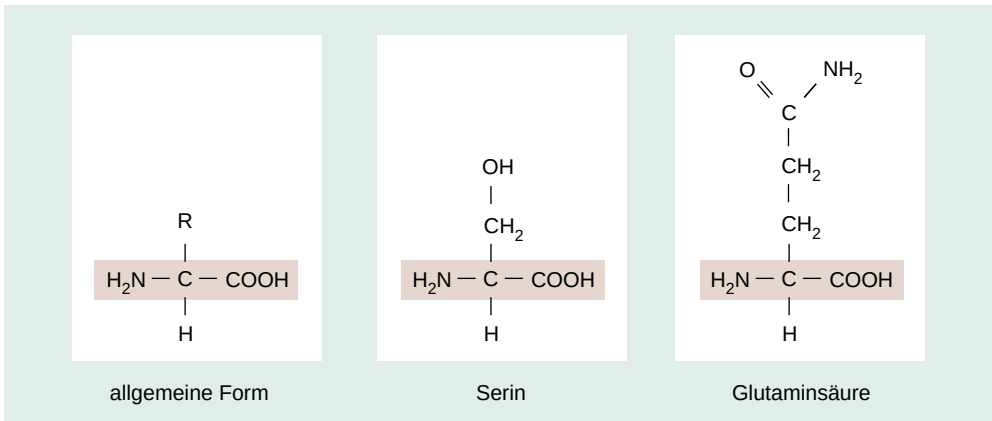


Abb. 1.4. Aminosäuren. *Links* ist das allgemeine Schema der Aminosäuren dargestellt, die eine Aminogruppe (NH₂) und eine Carboxylgruppe (COOH) besitzen. Die mit **R** (Rest) bezeichnete Gruppe ist bei

den einzelnen Aminosäuren unterschiedlich, wie an den Beispielen Serin (*Mitte*) und Glutaminsäure (*rechts*) zu sehen ist

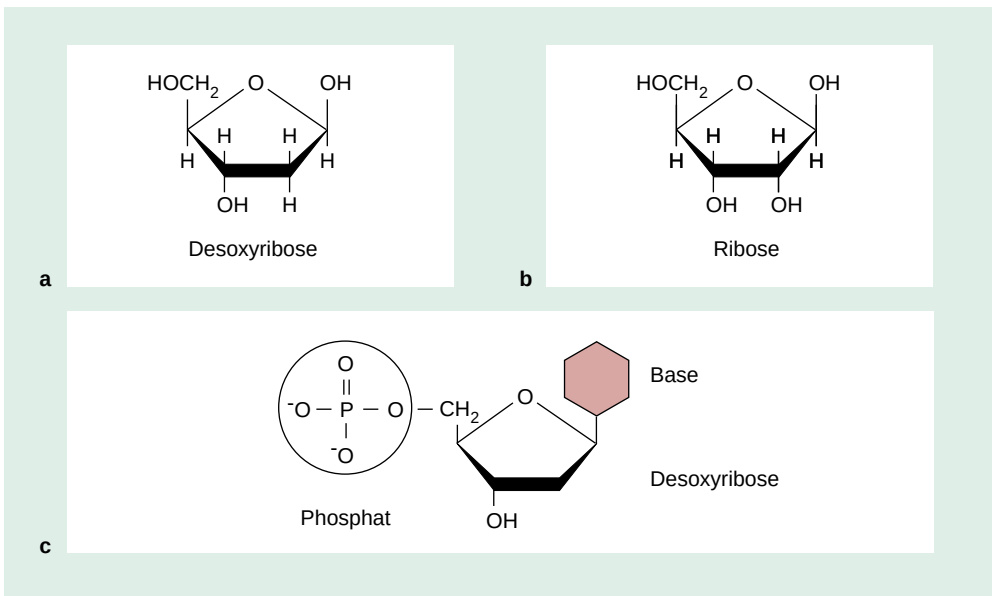


Abb. 1.5a–c. Bausteine der Nukleotide. **a** Zuckermolekül der DNA (Desoxyribose). **b** Zuckermolekül der RNA (Ribose). **c** Nukleotid bestehend aus einer

Base, einem Phosphatrest und einem Zuckermolekül (in diesem Fall Desoxyribose)

von ganz verschiedenartiger Zusammensetzung vorkommen. Die Aminosäuren sind in einer Bindung aneinandergelagert, die man als Peptidbindung bezeichnet. Wenn nur wenige Aminosäuren aneinandergelagert sind, redet man von einem **Peptid** (Oligopeptid, Polypeptid). Wenn sehr viele Aminosäuren aneinandergelagert sind (Molekulargewicht¹ größer als 10000),

dann redet man von einem **Protein**. Bedingt durch die beinahe unbegrenzten Variationsmöglichkeiten, mit denen 20 verschiedene Aminosäuren in wechselnder Folge aneinandergelagert werden können, ist natürlich auch eine fast unendlich große Anzahl von verschiedenen Peptiden und Proteinen möglich und im Tier- und Pflanzenreich auch vorhanden. Nicht alle Aminosäuren sind jedoch in allen Proteinen vorhanden; es gibt Proteine, die sich nur aus wenigen Aminosäuren zusammensetzen.

¹ Statt „Molekulargewicht“ verwendet man heute den Begriff „relative Molekülmasse“.

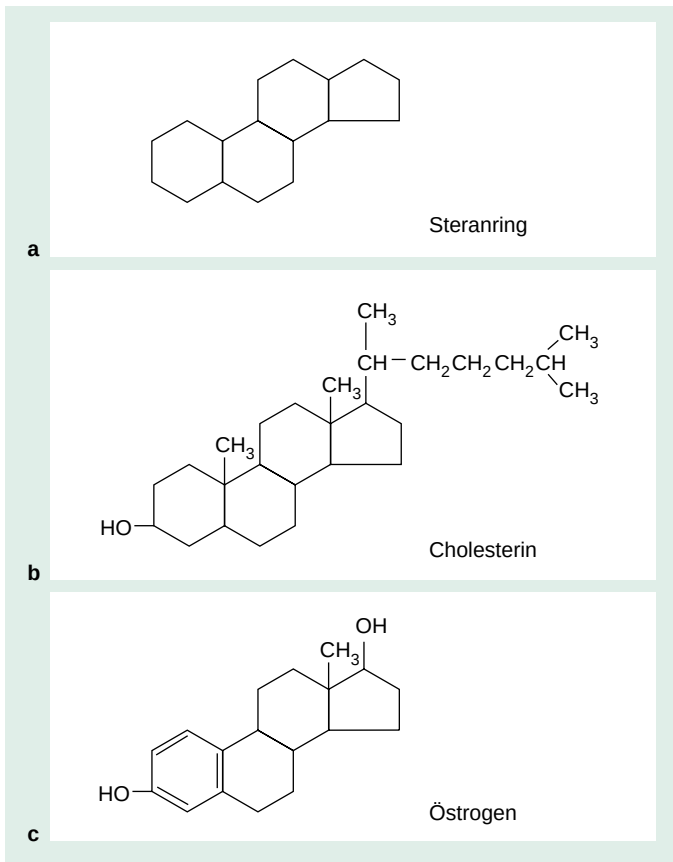


Abb. 1.6a–c. Grundstruktur der Steroide. **a** Steranring, der aus 3 Ringen mit 6 Kohlenstoffatomen und einem 5er-Kohlenstoffring besteht. Diese Grundstruktur ist allen Steroiden gemeinsam. **b** Strukturformel des Cholesterins, das, abgesehen von eigenen wichtigen Funktionen (z.B. Baustein der Membranen), bei der Bildung von Steroiden eine Zwischenstufe darstellt. **c** Auch Östrogen besitzt den typischen Steranring

Tierisches oder pflanzliches Protein, das wir mit der Nahrung zu uns nehmen, unterscheidet sich häufig sehr stark von unserem eigenen Protein, so daß wir es in der Regel im Verdauungsapparat in Peptide und Aminosäuren zerlegen müssen, die dann nach der Resorption in körpereigene Peptide und Proteine wieder neu zusammengesetzt werden können. Pflanzen können alle Aminosäuren aus einfacheren Substanzen selber zusammensetzen (synthetisieren). Der menschliche Körper kann das bei vielen, jedoch nicht allen Aminosäuren. Diese letzteren werden deshalb **essenzielle Aminosäuren** genannt, da sie mit der Nahrung von außen zugeführt werden müssen.

Eigenschaften besitzen, wurden zuerst im Zellkern entdeckt. Prinzipiell unterscheiden wir 2 Arten von Nukleinsäuren: die Ribonukleinsäure (RNS; engl. Abkürzung: RNA) und die Desoxyribonukleinsäure (DNS; engl. Abkürzung: DNA).² Die DNA ist der **Träger der genetischen Information**, die auf den **Chromosomen** im Zellkern sitzt. Vererbung wird also über die Chromosomen mit ihrer DNA gewährleistet. DNA und RNA bestehen aus einem Zuckermolekül (Desoxyribose bzw. Ribose), einer Base (Cytosin, Guanin, Thymin, Adenin im Falle der DNA; bei der RNA wird Thymin durch Uracil ersetzt) sowie einem Phosphatrest (s. Abb. 1.5 c).

Nukleinsäuren

Der Zellkern wird mit dem lateinischen Fremdwort als Nukleus bezeichnet. Nukleinsäuren, die – wie der Name besagt – saure

² RNA: „ribonucleic acid“, DNA: „desoxyribonucleic acid“. RNA und DNA sind die international gebräuchlichen Abkürzungen. Sie werden deshalb im vorliegenden Buch **anstelle** der deutschen Abkürzungen DNS und RNS verwendet.

1.5 Zusammenfassung Grundbegriffe

► **Leben:**

Leben ist gekennzeichnet durch

eine definierte Form und Größe, beschleunigten Stoffwechsel, Bewegung, Erregbarkeit, Wachstum, Fortpflanzung, Adaptation.

Der menschliche Körper besteht zu 99% aus lediglich 8 verschiedenen Elementen (C, O, H, N, Ca, K, P, S).

Die Elemente bestehen aus Atomen, die ihrerseits aus Protonen, Neutronen und Elektronen aufgebaut sind.

Wenn Atome miteinander Verbindungen eingehen, entstehen die Moleküle. Atome oder Moleküle, die Elektronen abgegeben oder aufgenommen haben, nennt man Ionen. Die Ionen sind positiv oder negativ geladen. Atome, die in ihrem Atomkern mehr oder weniger Neutronen als normal besitzen, werden als Isotope bezeichnet.

► **Materie:**

Man unterscheidet im menschlichen Körper anorganische von organischen Substanzen:

Die **organischen** Substanzen enthalten C-Atome (Kohlenstoff) im Gegensatz zu den meisten anorganischen. Die wichtigsten organischen Substanzen des menschlichen Körpers sind: Kohlenhydrate, Proteine, Lipide, Nukleinsäuren, Steroidhormone.

Die **anorganischen** Substanzen im menschlichen Körper können in 3 Klassen eingeteilt werden: Säuren, Basen, Salze.

- **Säuren** können H^+ und **Basen** können OH^- abgeben. Wenn Säuren mit ihren Basen zusammengebracht werden, entstehen Salze und Wasser.
- **pH-Wert:** Um funktionstüchtig bleiben zu können, muß der menschliche Körper einen pH-Wert von 7,38 aufrechterhalten. Der pH-Wert bezeichnet die Wasserstoffionenkonzentration; die pH-Skala reicht von 1–14; pH 1: sehr sauer (z.B. Salzsäure), pH 7: neutral (z.B. Wasser), pH 14: sehr alkalisch (z.B. Natronlauge).