Einführung in die Biologie

Biologie ist die Wissenschaft vom Lebendigen. Sie untersucht die Lebensvorgänge der Organismen und ihre Wechselbeziehungen zur belebten und unbelebten Umwelt.

Die Kennzeichen des Lebens sind:

- Bewegung: Die Bewegung dient einer Verbesserung der örtlichen Umweltbedingungen, angepasst an die aktuellen Bedürfnisse des betreffenden Organismus. Suche nach Ressourcen (Nahrung, Schlafplatz), nach Artgenossen oder Flucht vor Fressfeinden sind typische Auslöser für Bewegungsverhalten.

- Reizbarkeit: Organismen gewinnen Informationen über die Umwelt, indem sie Reize (physikalische Energie) aufnehmen. Aufgrund dieser Informationen können sie ihre Lebensfunktionen anpassen.

- Stoffwechsel: Der Stoffwechsel oder der Metabolismus steht für die Aufnahme, den Transport und die chemische Umwandlung von Stoffen in einem Organismus sowie die Abgabe von Stoffwechselendprodukten an die Umgebung. Diese biochemischen Vorgänge dienen dem Aufbau und der Erhaltung der Körpersubstanz sowie der Aufrechterhaltung der Körperfunktionen.

- Wachstum und Entwicklung: Organismen können durch Zellteilung wachsen. Manche Organismen wachsen das ganze Leben lang, andere stellen das Wachstum in der Reifephase ein („ausgewachsen“ bzw. „erwachsen“; lateinisch: „adult“). Jede Art macht beim Wachstum eine ganz spezielle Entwicklung von Kinder- und Jugendstadien (lateinisch: „juvenil“) bis zum adulten Stadium durch.

- Fortpflanzung und Weitergabe der Erbinformation: Organismen produzieren Nachkommen, die ihnen in Form und Art ähneln. Diese Ähnlichkeit wird durch die Erbinformation, die in der DNA gespeichert ist, gewährleistet.

- Zellulärer Aufbau: Organismen sind in Zellen strukturiert. Höhere Strukturstufen sind Gewebe, Organe, Organsysteme und Körper.

- Stoffbestand: Organismen sind vor allem aus drei Grundbausteinen aus der organischen Chemie aufgebaut: Kohlenhydraten, Eiweißen und Fetten.

Einzelne Kennzeichen des Lebens werden auch von nicht lebendigen Objekten gezeigt. So kann ein Stein rollen, ein Kristall wachsen oder ein Katalysator Stoffe umwandeln. Erst die Summe aller Kennzeichen macht das Lebendige aus.

Zusammenfassung: Die Biologie ist die Lehre des Lebendigen. Die Kennzeichen des Lebens sind Bewegung, Reizbarkeit, Stoffwechsel, Wachstum, zellulärer Aufbau und organischer Stoffbestand.

Strukturen des Lebens 1v2

Alle Lebewesen bestehen aus Zellen. Diese sind die Einheiten und Bausteine des Lebens und bestehen aus Atomen und Molekülen. Sie besitzen bei allen Lebewesen das gleiche Bauprinzip. Sie bestehen aus Zellkern und Zellplasma, sind aber zur Erfüllung ihrer verschiedenen Lebensfunktionen sehr vielfältig ausgebildet. Lebewesen können nur aus Lebewesen entstehen (Elternzeugung), nicht aber aus anorganischer, lebloser Substanz (Urzeugung). Eine Zelle entsteht immer nur durch Teilung aus einer vorhandenen Zelle, ein Zellkern nur aus einem Zellkern, ein Chromosom nur aus einem Chromosom usw.

Ergänzung: Wenn die Anfänge des Lebens auf der Erde stattgefunden haben muss eine Urzeugung zumindest einmal stattgefunden haben. Einen Hinweis darauf liefert das „Stanley Miller Experiment": In einer künstlich erzeugten „Uratmosphäre" entstanden der Versuchsanordnung chemische Stoffe aus denen spontan das Leben entstanden sein könnte (siehe 8. Klasse: Chemische Evolution).

Eine Zelle ist die kleinste Lebenseinheit. Sie besitzt bereits alle Kennzeichen des Lebendigen.
Eine Spezialisierung und Arbeitsteilung durch Zelldifferenzierung erfolgt in zwei Richtungen:

- Durch Differenzierung des Zellinneren: Abgrenzung von Reaktionsräumen (Kompartimentierung) und Bildung von Funktionseinheiten innerhalb der Zelle (Organellen) z.B. Mitochondrien, Dictyosomen.

- Durch Zusammenschluss spezialisierter Zellen
    - Gewebe: Verband gleichartiger Zellen mit gleicher Funktion. Die Zellen zeichnen sich durch eine typische Form und typische Ausstattung mit Organellen aus. z.B. Drüsengewebe mit Dictyosomen, Vesikel, ER.., Muskelgewebe: Mitochondrien, Fibrillen.
    - Organ: Verband mehrerer verschiedener Gewebe zur Erfüllung einer bestimmten Funktion. z.B. Blatt aus Deckgewebe, Palisadengewebe, Stützgewebe.. oder: Haut aus Deckgewebe, Bindegewebe, Nervengewebe, Fettgewebe
    - Organsysteme: Zusammenschluss mehrerer Organe zu einer funktionellen Einheit. z.B. Verdauungsapparat besteht aus Mundhöhle, Magen, Darm, Drüsen usw.
    - Organismus: Gesamtheit der Gewebe und Organsysteme zu einem selbständigen Individuum

Zusammenfassung: Organismen sind hierarchisch strukturiert und bestehen aus Atomen, Molekülen, Organellen, Zellen, Geweben, Organen, Organsystemen. Zellen können nur aus Zellen entstehen. Organismen können nur aus Organismen entstehen.

Strukturen des Lebens 2v2

Alle Organismen sind aus etwa 25 chemischen Elementen aufgebaut. Die sechs wichtigsten davon sind: Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kalzium und Phosphor.

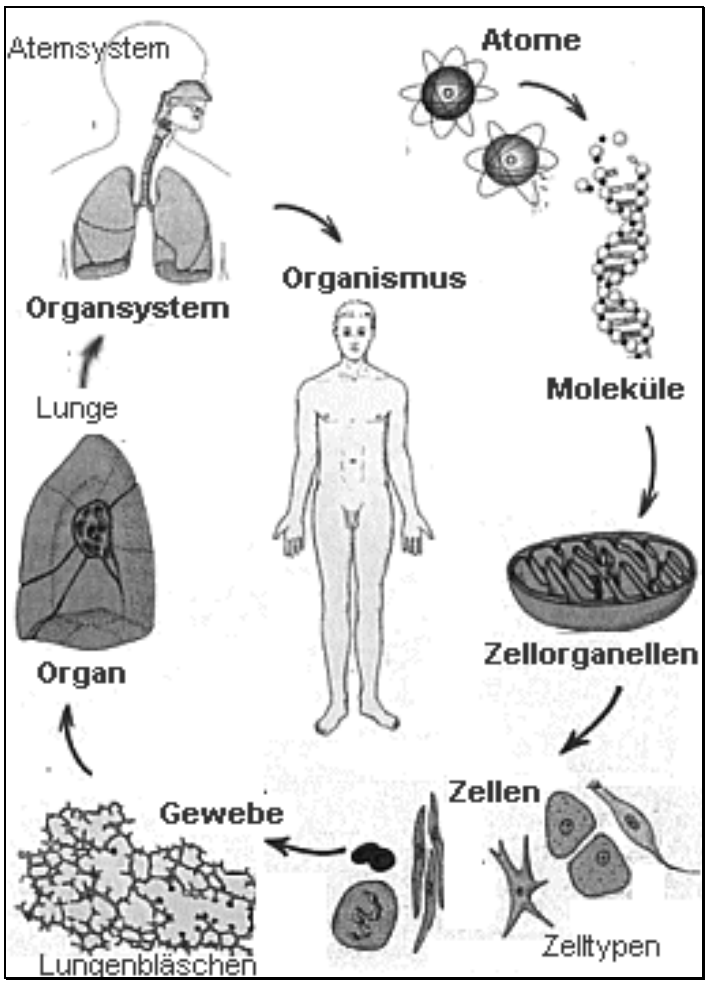


Abbildung 1: Organisationsstrukturen des Lebendigen

Ergänzung:

- *Leben ist gekennzeichnet durch die Ordnung und Strukturierung von Materie und von einer zunehmenden Spezialisierung der Strukturen.*
- *Durch die Strukturierung von organischen Molekülen (Fetten, Eiweissen, Zuckern) entstehen Zellstrukturen und Organellen und schliesslich Zellen.*
- *Durch den Zusammenschluss unterschiedlicher Gewebe zu einer höheren funktionellen Einheit entstehen Organe, Organsysteme und Organismen*
- *Je größer die funktionelle Spezialisierung der Zellen, Gewebe und Organe ist, desto weiter ist die Arbeitsteilung fortgeschritten, umso effektiver können Arbeitsprozesse durchgeführt werden und umso höher ist das Individuums entwickelt.*

Zusammenfassung: Die Abbildung zeigt die Organisationsstufen des Lebens

Chemie des Lebens

Zellen bestehen zu 70%-95% aus Wasser. Wasser (H2O) ist zwar sehr einfach aufgebaut, es besitzt aber Eigenschaften, die es von anderen Wasserstoffverbindungen unterscheiden.

Grundsätzlich ist Wasser geruch- und geschmacklos. Rein chemisch betrachtet, ist Wasser ein Molekül aus Wasserstoff und Sauerstoff mit der Formel H2O. Dieses Molekül hat zwei Pole, und zwar eine positive Teilladung beim Wasserstoff und eine negative beim Sauerstoff.

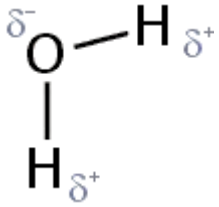


Abbildung 2: Wassermolekül und Ladungsverhältnisse

Aus dieser sogenannten „Dipolbindung" ergeben sich viele Eigenschaften des Wassers:

1) Ausgezeichnete Lösungseigenschaften
2) Hohe Wärmespeicherkapazität
3) Wasser ist der einzige Stoff, der in der Natur in drei verschiedenen Aggregatzuständen vorkommt: Fest bei < 0°C / Flüssig bis 100°C / Gasförmig bei > 100°C
4) Wasser besitzt bei 4°C seine größte Dichte. Ein Liter wasser bei 4°C ist schwerer als ein Liter Wasser am Gefrierpunkt. Außerdem erfolgt eine sprunghafte Zunahme des Volumens beim Erstarren. Es zieht sich beim Gefrieren nicht zusammen, wie jeder andere „normale" Stoff sondern es dehnt sich aus.

Neben H2O sind die meisten anderen chemischen Stoffe in Zellen Kohlenstoffverbindungen. Die 3 wichtigsten davon sind Kohlenhydrate, Lipide und Eiweiße. Dabei verbindet sich Kohlenstoff (C) mit Wasserstoff (H), Sauerstoff (O), Schwefel (S) und Phosphor (P). Dabei gibt der Kohlenstoff das Gerüst vor, die anderen Elemente sorgen für die jeweils speziellen Eigenschaften der Moleküle (z.B. geladen, wasserabstossend/-löslich usw.).
Verbindungen, die Kohlenstoff enthalten werden organische Verbindungen genannt. Ausgenommen sind wenige, eindeutig anorganische Kohlenstoffverbindungen wie elementarer Kohlenstoff, wie er u. a. in Ruß, Steinkohle, Graphit und Diamanten vorkommt und die Oxide des Kohlenstoffs CO_2, CO, Kohlensäure (H_2CO_3) und dessen Salze, die Carbonate. Die Organische Chemie umfasst 15 Millionen bekannten Verbindungen des Kohlenstoffs und Wasserstoffs. Diese Vielfalt liegt in der besonderen Fähigkeit des Kohlenstoffs, verzweigte Ketten und Ringstrukturen zu bilden.
Viele große Moleküle der organischen Chemie sind Polymere d.h. sie sind aus gleichartigen Einzelstücken aufgebaut, die in großer Zahl aneinander gereiht werden (z.B. Stärke, Zellulose, DNS).

Zusammenfassung: Zellen bestehen v.a. aus Wasser und organischen Verbindungen (v.a. Kohlenhydraten, Lipide und Eiweißen). Die speziellen Eigenschaften des Wassers und der Kohlenstoffverbindungen sind für die Lebensfunktionen von größter Bedeutung.

Kohlenhydrate
Sind Zucker und deren Polymere. Sie haben eine Summenformel, die ein Vielfaches von C und H20 ist (Daher auch der Name „Kohlenhydrat“ = Hydrat der Kohle). Die einfachsten Zucker sind Einfachzucker (Monosaccharide). Sie liegen meist in Ringform vor.

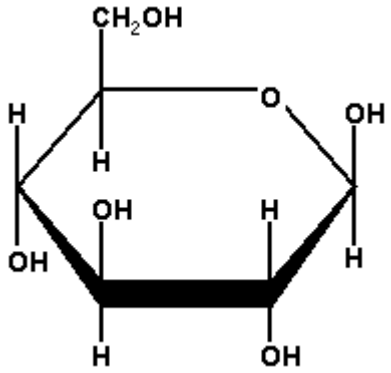


Abbildung 3: Glucose (Traubenzucker)

Zweifachzucker (Disaccharide) bestehen aus zwei Einfachzucker-Einheiten. Mehrfach und Vielfachzucker (Oligo- bzw. Polysaccharide) bestehen aus einigen bis vielen Einheiten (bis zu mehreren Tausend).
Kohlenhydrate erfüllen in Organismen zwei wichtige Funktionen:

- Energiespeicherung
- Stützfunktion

Glucose: Traubenzucker hat die Summenformel $C_6H_{12}O_6$. Er entsteht bei der Fotosynthese (bei Pflanzen) oder bei der Verdauung von Polysacchariden (bei Tieren) oder durch den Umbau anderer energieliefernder Stoffe im Stoffwechsel. Er ist der wichtigste Energielieferant des Organismus. Die roten Blutkörperchen, das Gehirn und das Nierenmark sind völlig auf Traubenzucker zur Energiegewinnung angewiesen. Der Glukosegehalt im Blut beträgt etwa 0,1 Prozent und wird durch die Bauchspeicheldrüse geregelt.

Stärke: ist ein Polysaccharid das aus Glucose-Einheiten aufgebaut ist. Stärke ist der Stoff, in dem Pflanzen ihre überschüssige Energie als Reserve speichern. Der Sinn der Stärkebildung ist hierbei die Speicherung der Glucose in unlöslicher und somit osmotisch unwirksamer Form. Stärke kann deshalb im Vergleich zu Glucose ohne viel Wasser, also viel kompakter, gespeichert werden. Bei der Verdauung wird die Stärke wieder in Glucose zerlegt.

Zellulose: ist ein Polysaccharid das Stützfunktion in Pflanzenzellen erfüllt. So wie die Stärke ist auch die Zellulose aus Glucosemolekülen aufgebaut. Sie unterscheidet sich von der Stärke nur in der Art, wie die Glucose Einheiten verbunden sind. Etwa 80 fädige Zellulosemoleküle schliessen sich zu Fasern zusammen, die dann die Zellwände von Pflanzenzellen aufbauen. Zellulose ist die am häufigsten vorkommende Substanz auf der Erde.

Chitin: Das Außenskelett der Insekten besteht aus dem Polysaccharid Chitin.

Zusammenfassung: Kohlenhydrate haben die Summenformel $(CH_2O)n$ und erfüllen Speicher- und Stützfunktionen in Organismen.

Lipide 1 (Fette und Öle)

Lipid ist die Bezeichnung für drei Gruppen von Stoffen, die allesamt schwer oder gar nicht in Wasser löslich sind. Dies gibt ihnen besondere Eigenschaften. Lipide sind grosse Moleküle aber keine Polymere. Zu den Lipiden gehören die Fette und Öle (Triglyzeride), die Phospholipide und die Steroide.

Fette und Öle entstehen durch Veresterung von Glycerol (einem Alkohol mit drei OH-Gruppen) und drei Fettsäuren. Dabei werden drei Moleküle H_2O frei.

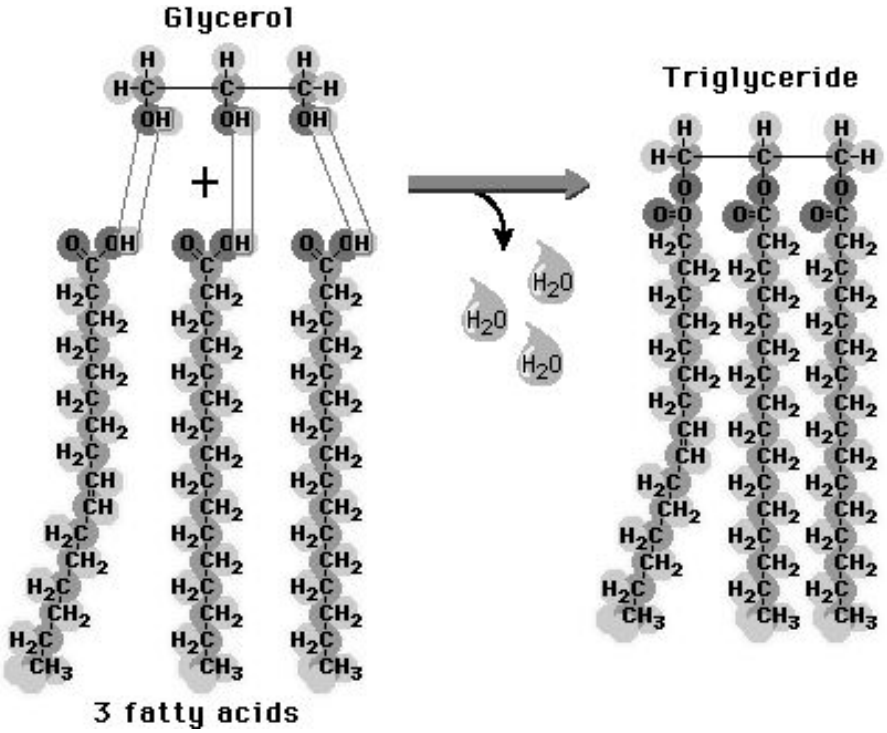


Abbildung 4: Fette sind Ester aus Glycerin und 3 Fettsäuren

Haben die Fettsäuren Doppelbindungen (C=C) zwischen Kohlenstoffatomen spricht man auch von ungesättigten Fettsäuren. Man unterscheidet die Fette nach ihrer

- Herkunft (tierisch / pflanzlich) nach dem
- Siedepunkt (flüssig/fest) und nach den enthaltenen
- Fettsäuren (gesättigt/ungesättigt).

Funktionen der Fette:
Energiespeicher (doppelt so viel Energie wie Kohlenhydrate)
Wärmeisolierung (Fettschicht unter der Haut)
Lösungsmittel für fettlösliche Vitamine
Schutzpolster für innere Organe wie Niere, Herz und Nervensystem

Zusammenfassung: Die Lipide (Fette, Phospholipide, Steroide) sind wasserunlöslich.
Fette sind Triglyzeride und dienen als Energiespeicher, Wärmeisolierung, Lösungsmittel und Schutzpolster.

Lipide 2 (Phospholipide und Steroide)

Phospholipide
sind ähnlich wie Fette aufgebaut. Allerdings ist bei ihnen eine Fettsäure durch eine Phosphatgruppe ersetzt. Diese Phosphatgruppe ist, im Unterschied zu den langen Fettsäureketten wasserlöslich. Aus diesem Grund ist der „Kopf" des Moleküls (Glycerol & Phosphat) wasserlöslich und der „Schwanz" (zwei Fettsäuren) wasserabstoßend.

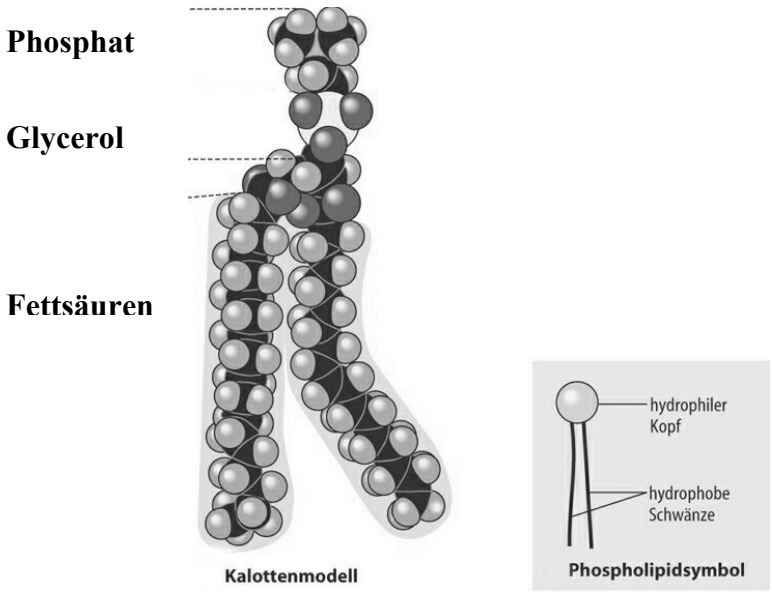


Abbildung 5: Modell eines Phospolipids

Phospholipide bauen Zellmembranen auf (*siehe „Evolution der Zelle"*). Eine weitere wichtige Funktion ist der Aufbau der Myelinscheiden der Nervenzellen, die für die Weiterleitung von Nervenimpulsen eine entscheidende Rolle spielen (*siehe „Aufbau der Nervenzelle"*).

<u>Steroide</u>
Sind Lipide, die aus vier Kohlenstoffringen bestehen. Zu den Steroiden zählt das Cholesterin und viele Hormone (Steroidhormonen).
Cholesterin ist ein Bestandteil der Membranen tierischer Zellen und erhöht deren Festigkeit.
Cholesterin ist nicht in Wasser löslich. Es kann daher im Blut nur dann transportiert werden, wenn es durch eine Proteinhülle wasserlöslich gemacht wird. Diese Verbindung wird dann Lipoprotein genannt.
Steroidhormone werden im Körper aus Cholesterin gebildet. Zu ihnen gehören beispielsweise die Sexualhormone (Testosteron, Östrogen)

Ergänzungen: 1) Die Membranen von Pflanzenzellen enthalten statt Cholesterin Sterole.
2) Wachse (Bienenwachs, Pflanzenwachse) bilden eine eigene Gruppe von Lipiden.

Zusammenfassung: Phospolipide bestehen aus einem wasserlöslichen Kopfteil und zwei fettlöslichen Schwanzteilen. Sie bauen Membranen auf. Zu den Steroiden gehört Cholesterin und die Steroidhormone.

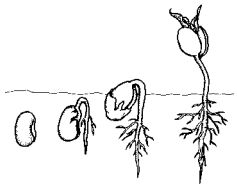
Proteine 1: Einführung

Proteine, umgangssprachlich auch Eiweiße genannt, sind Makromoleküle, die neben Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff auch aus Stickstoff und Schwefel aufgebaut sind. Der Gehalt an Stickstoff und Schwefel ist ein für den Stoffwechsel und insbesondere für die Ausscheidung bedeutsamer Unterschied zu Kohlenhydraten und Lipiden. Sie gehören zu den Grundbausteinen aller Zellen und machen mehr als 50% des Trockengewichts der meisten Zellen aus. Sie haben eine Fülle von Funktionen und sind somit die wichtigsten „Werkzeuge" im Stoffwechsel von Zellen und Organismen. Jeder Organismus besitzt zehntausende verschiedene Proteine, die sich in ihrer Funktion deutlich unterscheiden.



Sie erfüllen eine Vielzahl von Aufgaben im Organismus:

- Strukturproteine sind Elemente von Stützstrukturen. Im Körper gehören dazu beispielsweise Haare (Keratin), Nägel oder Knorpel (Kollagen, Elastin). Aber auch die Seidefäden von Insekten und Spinnen gehören zu den Strukturproteinen.
- Speicherproteine speichern Aminosäuren und Energie. So zum Beispiel das Casein der Milch oder die proteinreichen Samen der Hülsenfrüchte (Erbsen, Bohnen).
- Enzyme beschleunigen und ermöglichen chemische Reaktionen. Dabei haben sie katalytische Wirkung, das heißt sie werden bei der Reaktion nicht selbst verbraucht.
- Hormone übertragen Informationen im Körper (Ausnahme: Die Steroidhormone sind keine Proteine sondern Lipide). Beispiele für hormonell wirksame Proteine sind Insulin und Glucagon, welche den Blutzuckerspiegel regulieren.
- Rezeptorproteine auf Membranen erkennen chemische Stoffe. Zum Beispiel die Rezeptoren an den Synapsen der Nervenzellen.
- In den Muskeln verändern kontraktile Proteine (Myosin) ihre Form und sorgen so für die Kontraktion der Muskeln und damit für Bewegung.
- Transportproteine übernehmen sie den Transport körperwichtiger Substanzen wie z.B. Hämoglobin, das im Blut für den Sauerstofftransport zuständig ist, oder Transferrin, das Eisen im Blut transportiert.
- Die Antikörper im Blut sind Abwehrproteine des Immunsystems und bekämpfen Viren und Bakterien, die sich im Körper vermehren.



Proteine bestehen aus einer oder mehreren Ketten von Aminosäuren. Da die einzelnen Aminosäuren durch Peptidbindungen verbunden werden spricht man auch von Polypeptiden. Peptide haben einen komplizierten Aufbau um die verschiedenen Aufgaben erfüllen zu können. Die Proteine unterscheiden sich sowohl in der Art der Aminosäuren, aus denen sie aufgebaut sind, als auch in der Reihenfolge der Aminosäuren als auch in der räumlichen Struktur.

Zusammenfassung: Proteine sind komplexe Moleküle, die eine Vielzahl von Funktionen erfüllen. Sie bestehen aus Polypeptiden (Ketten von Aminosäuren).

Proteine 2: Aminosäuren

Polypeptide sind Ketten von einigen wenigen bis zu einigen tausend Aminosäuren. Aminosäuren bestehen aus
einem zentralen C-Atom und vier Bindungspartnern:

- einem H-Atom
- einer Aminogruppe (NH2)
- einer Säuregruppe (COOH) (=Carboxylgruppe)
- und einem Aminosäure-„Rest“

Die Aminogruppe und die Säuregruppe sind die Stellen die sich in einer Polypeptidkette in Form einer Peptidbindung verbinden. Die 20 bekannten Aminosäuren unterscheiden sich lediglich im Aminosäurerest.

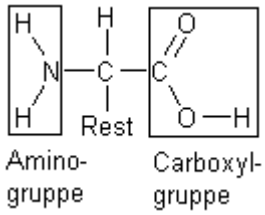


Abbildung 6: Struktur einer Aminosäure

Jeder Rest hat unterschiedliche chemische oder physikalische Eigenschaften. Sie können polar oder unpolar, wasserlöslich oder fettlöslich, groß oder klein sowie basisch oder sauer sein. Manche geben Elektronen auf, andere geben Elektronen ab. Manche können Wasserstoffbrücken oder Schwefelbrücken aufbauen.

Name	**Rest**	**Wirkung**
Glycin	-H	unpolar
Cystein	$-CH_2-SH$	polar & Schwefelbrückenbildung
Lysin	$-(CH_2)_4-NH_3$	basisch
Asparaginsäure	$-CH_2-COOH$	sauer

Abbildung 7: Aminosäuren und ihre spezifische Wirkung

Zur Bildung von Polypeptiden stehen also 20 Aminosäurebausteine zur Verfügung, die jeweils andere Eigenschaften haben. Durch die Aneinanderreihung dieser Bausteine können Proteine gebaut werden, die sehr unterschiedliche chemisch/physikalische Eigenschaften haben und die auch an unterschiedlichen Stellen des Proteins spezifische Eigenschaften haben.
Da es von großer Bedeutung ist, wie die einzelnen Bausteine zueinander stehen erhält das Protein erst durch die räumliche Struktur der Polypeptidkette ihre typische Wirkung.

Zusammenfassung: Polypeptide bestehen aus 20 verschiedenen Aminosäurebausteinen. Jeder Baustein hat andere chemische und physikalische Eigenschaften. Durch die Kombination der einzelnen Bausteine kann die Vielfalt an Eigenschaften von Proteinen entstehen.

Proteine 3: Peptidbindung

Aminosäuren werden in Polypeptiden durch Peptidbindungen verbunden. Dabei verbindet sich die Aminogruppe (NH_2) der einen Aminosäure mit der Säuregruppe (=Carboxylgruppe) (COOH) der anderen Aminosäure.

$-COOH + NH_2 \rightarrow -COO-NH- + H_2O$

Dabei entsteht unter Abspaltung von Wasser (H2O) eine Peptidbindung. Diese Bindung entsteht nicht spontan sondern muss durch Enzyme unterstützt werden. Peptidbindungen sind relativ feste Verbindungen.

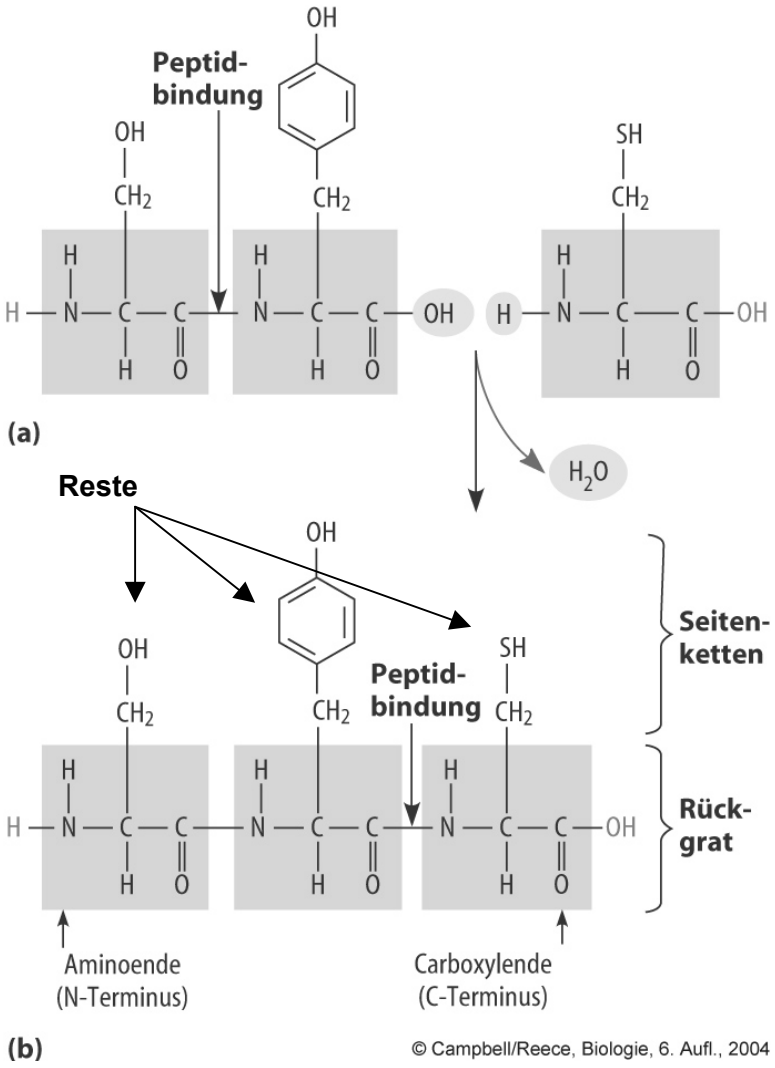


Abbildung 8: Peptidbindung

Auf den Aminosäuren bleibt je eine Aminogruppe und eine Säuregruppe „übrig“. Daher kann die Peptidkette auf beiden Seiten, durch das Anhängen weiterer Aminosäuren beliebig verlängert werden (bis zu mehreren tausend Aminosäuren!). Das zentrale C-Atom sowie die H-Gruppe und die Bindungsgruppen (Amino- & Carboxylgruppe) bilden das Rückgrat des Polypeptids. Die Seitenketten aus den „Aminosäureresten“ bestimmen die Funktion des Polypeptids.

Zusammenfassung: Die Peptidbindung ist eine Bindung zwischen zwei Aminosäuren, die unter Abspaltung von Wasser entsteht. Beteiligt sind die Amino- und Carboxylgruppen der Aminosäuren. Polypeptide können beliebig lang sein.