



LESEPROBE
**Zertifikatskurs: Mikrobiologie und
Molekularbiologie**

Prof. Dr. Bernhard Eikmanns & Dr. Karina Haas & Michael Kögler

Institut für Mikrobiologie und Biotechnologie
Fakultät für Naturwissenschaften, Fachbereich Biologie
Universität Ulm

1 Inhaltsverzeichnis

Inhalt

Kapitel 1	Allgemeine Mikrobiologie	1
1.1	Einführung	1
1.2	Vielfalt der Mikroorganismen	5
1.2.1	Bakterien (Bacteria)	5
1.2.2	Archaeen (Archaea)	7
1.2.3	Eukaryotische Mikroorganismen: Ein- oder wenigzellige Organismen mit einem Zellkern	8
1.2.4	Viren	11
1.3	Geschichte der Mikrobiologie	12
1.4	Die Rolle der Mikroorganismen in der Natur	12
1.4.1	Einführung	12
1.4.2	Biomassekreislauf	13
1.4.3	Kohlenstoffkreislauf	14
1.4.4	Stickstoffkreislauf	15
Kapitel 2	Allgemeine Virologie	18
2.1	Einführung	18
2.2	Bakterielle Viren: Phagen	19
2.2.1	Lytische Phagen	19
2.2.2	Temperente Phagen	21
2.3	Viren, die eukaryotische Zellen befallen	22
2.3.1	Tierviren	22
2.3.2	Pflanzenviren	23
Kapitel 3	Grundlagen der Biochemie mikrobieller Strukturen	25
3.1	Grundbausteine biologischer Strukturen	25
3.1.1	Zucker und Polysaccharide	27
3.1.2	L-Aminosäuren und Proteine	28
3.1.3	Nukleotide und Nukleinsäuren	32
3.1.4	Fettsäuren und Lipide	33

Kapitel 4	Zellbiologie: Zelluläre Strukturen von Mikroorganismen und ihre Funktion	36
4.1	Cytoplasmamembran und intrazelluläre Membransysteme	38
4.2	Zellwand, Cytoskelett und Fortbewegung	42
4.2.1	Die Zellwand	42
4.2.2	Das Cytoskelett	45
4.2.3	Fortbewegung	46
4.3	Zelleinschlusskörper	48
4.4	Dauerformen	48
4.5	Struktur und Organisation des genetischen Systems in Mikroorganismen . . .	49
4.6	Strukturen und Organisation der Genexpression und der Proteinbiosynthese .	53
4.7	Unterschiede zwischen Bakterien, Archaeen und Eukaryoten	56
Kapitel 5	Wachstum und Ernährung von Mikroorganismen	59
5.1	Wachstum	59
5.2	Nährstoffe und Nährmedien	62
Kapitel 6	Grundlegende Methoden der Molekularbiologie	64
6.1	Polymerase-Kettenreaktion	65
6.2	Analyse von Desoxyribonukleinsäuren	66
6.2.1	Elektrophorese	66
6.2.2	Denaturierende Gradientengelelektrophorese	67
6.2.3	Southern Blot-Hybridisierungsverfahren	68
6.2.4	DNA-Microarray	70
6.3	Analyse von Ribonukleinsäuren	72
6.3.1	<i>In situ</i> -Hybridisierung	74
6.3.2	Northern Blot-Hybridisierungsverfahren	75
6.4	Klonierungen	77
6.4.1	Klassische Klonierungen	78
6.4.2	Moderne Klonierverfahren	81
6.5	„‘omik“-Techniken	82

A Anhang

Literatur	86
Abbildungsverzeichnis	87
Tabellenverzeichnis	92

2 Leseprobe

Allgemeine Mikrobiologie

In den Kapiteln 1 bis 5 möchten wir die Grundlagen in den wichtigsten Gebieten der Mikrobiologie und der Biochemie des mikrobiellen Stoffwechsels ansprechen. Diese Grundlagen sind die Voraussetzung für das Verständnis des Moduls "Mikrobiologie und Biochemie des mikrobiellen Stoffwechsels". Wir möchten darauf hinweisen, dass dieses Kapitel kein Lehrbuch ersetzt und so wie es konzipiert ist, nicht ausreicht, um die angesprochenen Gebiete für das Verständnis der Themengebiete in den nachfolgenden Kapiteln detailliert abzudecken.

Für die Vor- und Nachbereitung, Vertiefung und Erweiterung der Inhalte dieses Kapitels sei verwiesen auf die entsprechenden Teile in den Lehrbüchern:

- Madigan, Bender, Buckley, Sattley, Stahl (2018). **Brock Biology of Microorganisms**, 15. Auflage. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, USA. (entspricht der deutschen Version **Brock Mikrobiologie** von 2020)
- Fuchs, Eitinger, Heider, Kemper, Kothe (2014). **Allgemeine Mikrobiologie**, 9. Auflage. Thieme Verlag.
- Alberts, Johnson, Lewis, Morgan, Raff, Roberts, Walter (2017). **Molekularbiologie der Zelle**, 6. Aufl., Garland Publishing (entspricht der englischen Version von 2014, Wiley-Verlag)
- Voet, Voet, Pratt (17. April 2019). **Lehrbuch der Biochemie**. 3. Aufl. Wiley-VCH Verlag

sowie auf die im Text zitierten Übersichtsartikel/Reviews (Referenzliste am Ende des Kapitels). Alle genannten Lehrbücher sind in der Bibliothek der Universität Ulm vorhanden und ausleihbar.

1.1 Einführung

Die Mikrobiologie ist die Wissenschaft und Lehre der Mikroorganismen, also ein- oder wenigzelliger Organismen, die in der Regel nicht mit dem bloßen Auge beobachtet werden können. Es ist dabei zwischen Prokaryoten, einzelligen Organismen mit einfacherem Zellaufbau und Eukaryoten, Organismen mit komplexerem Zellaufbau zu unterscheiden. Zu den eukaryotischen Lebewesen zählen auch alle vielzelligen Organismen, wie die höheren Pilze, die Pflanzen und die Tiere. Beispiele für typische

Mikroorganismen sind in Abbildung 1.1 gezeigt. Weiterer Forschungsgegenstand der Mikrobiologie sind Viren. Bei diesen handelt es sich nicht um selbstständige Lebewesen, sondern um infektiöse Partikel, die als intrazelluläre Parasiten prokaryotische oder eukaryotische Zellen befallen und diese zur Produktion neuer Viruspartikel umsteuern.

Die Mikrobiologie beschäftigt sich mit Strukturen, dem Stoffwechsel, der Vielfalt und der Evolution der Mikroorganismen. Da Mikroorganismen zur Herstellung von Lebensmitteln und zur industriellen Herstellung einer Vielzahl von Produkten eingesetzt werden, genauso aber als Krankheitserreger oder Fäulnisverursacher große Schäden anrichten können, kommt der Erforschung von Eigenschaften und Fähigkeiten dieser Organismen und der Analyse der Wechselwirkungen mit anderen Organismen große Bedeutung zu.

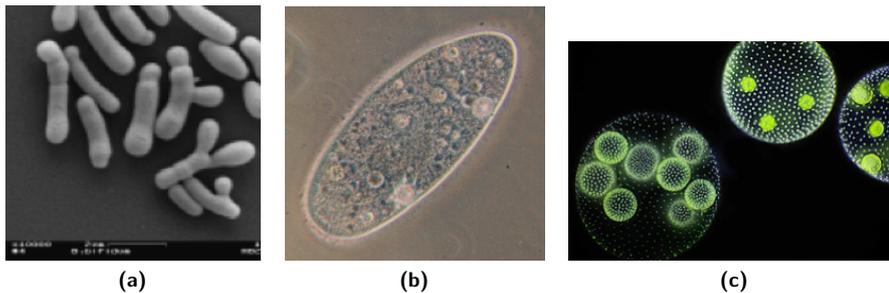


Abb. 1.1: Beispiele für Mikroorganismen: (a) Bakterium *Bifidobacterium bifidum*; (b) einzelliger Eukaryot *Paramecium*; (c) vielzellige Grünalge *Volvox* (Quellen: siehe Abbildungsverzeichnis)

Alle Lebewesen (und damit auch alle Mikroorganismen) zeichnen sich durch bestimmte Eigenschaften aus:

- Sie bestehen aus einer oder mehreren **Zellen**, welche strukturell durch eine Zellmembran (Cytoplasmamembran) vom äußeren Milieu abgegrenzt sind und ein eigenständiges und selbsterhaltendes System darstellen. Im Inneren der Zellen befindet sich das Cytoplasma, eine hochviskose Flüssigkeit, in der eine Reihe von gelösten Proteinen und Stoffwechsel-Zwischenprodukten und z. T. komplexe Strukturen (z. B. Ribosomen oder Organellen) ungelöst vorliegen.
- Sie betreiben **Stoffwechsel (Metabolismus)**. Der Stoffwechsel beschreibt die Gesamtheit aller chemischen Reaktionen des Lebewesens, jede von einem spezifischen Enzym (Biokatalysator, ein Protein) katalysiert. Der Stoffwechsel kann unterteilt werden in Energiestoffwechsel, Baustoffwechsel und Leistungsstoffwechsel. Der **Energiestoffwechsel** beinhaltet die Reaktionen und Stoffwechselwege zur Bereitstellung von Energie. Wenn dabei organische Verbindungen abgebaut werden, wird er auch als **Katabolismus** bezeichnet. Der **Baustoffwechsel (Anabolismus)** besteht aus den Reaktionen und Stoffwechselwegen zur Bereitstellung aller Zellkomponenten, er benötigt Energie. Der **Leistungs-**

stoffwechsel umfasst den Anabolismus und zusätzlich die Reaktionen, die der Fortbewegung und dem Transport in oder aus der Zelle dienen, er benötigt ebenfalls Energie.

- Sie enthalten **ATP** als universell verbreitete Energiewährung; ATP ist der chemische Energiespeicher, der durch den Energiestoffwechsel aufgeladen wird und aus dem der Leistungstoffwechsel die benötigte Energie bezieht.
- Sie besitzen Erbmaterial, die Gesamtheit des Erbmaterials in einem Organismus wird als **Genom** bezeichnet. Es besteht aus einem oder mehreren Desoxyribonukleinsäure-(DNA-)Molekülen. Einige Viren besitzen auch Ribonukleinsäuren (RNA) als Erbmaterial. DNA besteht aus einer doppelsträngigen Helix, beide Stränge sind aus Nukleotiden aufgebaut und sie werden durch Wasserstoffbrücken zwischen den Basen der Nukleotide zusammengehalten. Die Größe eines DNA-Fragmentes oder die Größe des Genoms in einem Organismus wird in der Anzahl der Basenpaare angegeben. Im Genom bzw. auf Abschnitten der DNA befinden sich **Gene**, die die Bauanleitung für ein Protein oder für eine funktionelle RNA (z. B. tRNA, rRNA) darstellen.
- Sie können ihr Genom (basengenau) vervielfältigen (replizieren). **Replikation** des Genoms ist Voraussetzung für Zellteilung und Vermehrung.
- Sie exprimieren Gene des Genoms und synthetisieren Proteine nach Bauanleitung der entsprechenden Gene. Diese sogenannte **Gen-Expression** umfasst die Umschreibung (Transkription) der Geninformation (DNA) in Boten-RNA (messenger RNA oder mRNA) und die Übersetzung der Information in eine Aminosäuresequenz des Proteins (Translation) mithilfe der Ribosomen.

Nach heutigem Verständnis ist jedes Lebewesen einem von drei Domänen zuzuordnen, den **Bakterien (Bacteria)**, den **Archaeen (Archaea)** und den **Eukaryoten (Eukarya)**. Bakterien und Archaeen werden auch als **Prokaryoten** zusammengefasst (Abbildung 1.2). Die evolutive Entwicklung von Organisation und Funktionsweise der Lebewesen wird als Stammesgeschichte oder Phylogenese bezeichnet (Gegensatz: Ontogenese, Entwicklung eines Individuums). Aktuelle Stammbäume, die die Aufspaltung der drei Domänen und deren Weiterentwicklung ausgehend von einem postulierten, universellen, gemeinsamen Vorfahren (LUCA: Last Universal Common Ancestor) darstellen, stützen sich in der Regel auf Genomanalysen der heute lebenden Organismen.

Näheres zur Evolution der Mikroorganismen siehe Lehrbuch „Brock Biology of Microorganisms“.

Lesetipp
(Weblink): Artikel
aus „Die Zeit“
vom Juli 2016

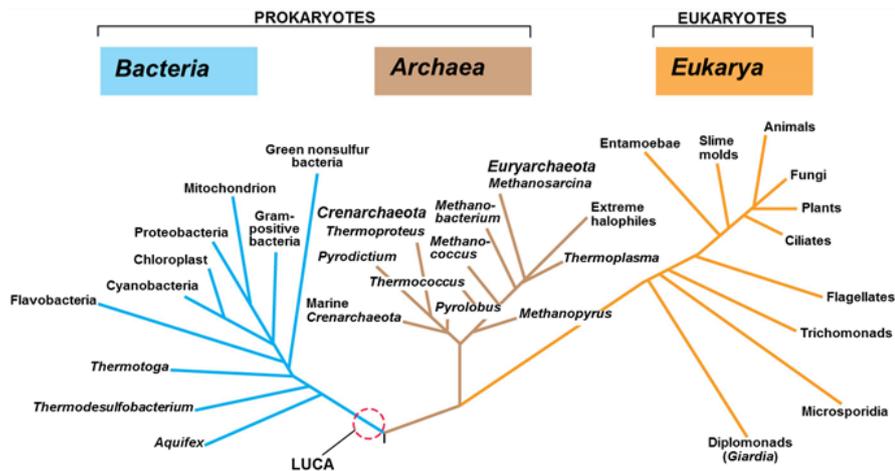


Abb. 1.2: Phylogenetischer Stammbaum der Lebewesen (Quelle: siehe Abbildungsverzeichnis)

Die stets einzelligen prokaryotischen Organismen (Bakterien und Archaeen) verfügen nicht über komplexe, von Doppelmembranen umgebene Organellen und auch nicht über einen von Membranen umgebenen Zellkernbereich. Bakterien und Archaeen unterscheiden sich insbesondere im biochemischen Aufbau von Zellmembran und Zellwand, aber auch in Komponenten der Genexpression sowie in einer Reihe von Stoffwechseleigenschaften voneinander.

Die Eukaryoten, welche Pilze, Algen, Pflanzen und Tiere und dabei sowohl ein- und wenigzellige (also im Rahmen der Mikrobiologie untersuchte) und auch vielzellige Organismen umfassen, weisen in ihren Zellen komplexe Organellen (Mitochondrien, Chloroplasten), Membrankompartimente (z. B. Golgiapparat, Endoplasmatisches Retikulum) und einen durch Membransysteme abgegrenzten Zellkern auf, in dem sich das Erbmateriale befindet und in dem die Replikation und die Transkription der DNA erfolgt.

Informationen zur Größe von Mikroorganismen in Relation zur Größe von kleinen oder komplexen Molekülen einerseits und den Zellen mehrzelliger, eukaryotischer Zellen andererseits gibt Abbildung 1.3. Als Faustregeln gelten: 1) Bakterien und Archaeen sind in der Regel 1 – 5 µm groß und damit knapp 1 Millionen mal kleiner als der Mensch, 2) Die meisten eukaryotischen Zellen sind 10 bis 100 mal größer als Bakterien und Archaeen, 3) Die kleinsten Bakterien und Archaeen sind so groß wie die größten Viren (knapp 0,2 µm), die kleinsten Viren messen etwa 0,02 µm. Ausnahmen bestätigen die Regel: die größten Bakterien (*Thiomargarita namibiensis*) messen 250 µm im Durchmesser und bis 800 µm in der Länge, sie sind mit bloßem Auge sichtbar.

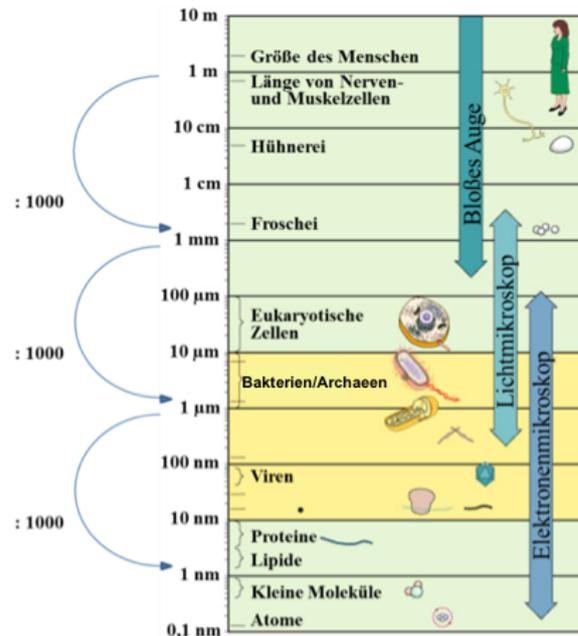


Abb. 1.3: Größenverhältnisse: vom Atom zum mehrzelligen Organismus (Quelle: siehe Abbildungsverzeichnis)

1.2 Vielfalt der Mikroorganismen

Im Folgenden wird kurz auf Bakterien, Archaeen und auf die eukaryotischen Mikroorganismen sowie auf Viren eingegangen. In Kapitel 2 wird das Wissen über Viren weiter vertieft. Die Zellbiologie, die zellulären Strukturen der Mikroorganismen und ihre Funktion und das Wachstum und die Ernährung von Mikroorganismen werden in den folgenden Kapiteln (3-5) näher und detailliert behandelt.

1.2.1 Bakterien (Bacteria)

Bakterien sind ubiquitär verbreitet, darunter befinden sich viele nützliche Vertreter, aber auch eine Vielzahl von Krankheitserregern (pathogene Bakterien). Bakterien wurden zum ersten Mal 1676 von Antonie van Leeuwenhoek mit Hilfe eines einfachen Lichtmikroskops in Wasserproben beobachtet. Auch die Bezeichnung (*bacterion*: griechisch, kleines Stäbchen) stammt von van Leeuwenhoek. Man findet bis zu 1×10^9 Bakterien in einem Gramm einer Bodenprobe, bis zu 1×10^6 Bakterien pro Milliliter Süßwasser und im Dickdarm des Menschen bis zu 1×10^{12} Bakterien pro Gramm Darminhalt.

Bakterien

Modell-Organismen für die Bakterien sind *Escherichia coli* (u. a. ein Darmbewohner von Wirbeltieren) und *Bacillus subtilis*. Diese beiden Organismen lassen sich einfach

züchten und untersuchen, ihre Genome sind vollständig entschlüsselt und sie wurden vielfältig für die Erforschung grundlegender Prozesse der Zellbiologie, Genetik, Molekularbiologie und Stoffwechselphysiologie eingesetzt.

Je nach Stoffwechseltyp können sich Bakterien über Sonnenlicht oder über die Oxidation anorganischer oder organischer Verbindungen mit Energie versorgen und werden dementsprechend entweder als **phototroph** oder als **chemotroph** bezeichnet. Bakterien-Zellen können sehr unterschiedlich geformt sein (kleine oder große Kugeln, kurze, lange, keulenförmige oder verzweigte Stäbchen, kurze oder lange Vibrionen oder Spiralen und sie können auch Zellaggregate bilden (Abbildung 1.4). Es gibt jedoch keine wirkliche Vielzelligkeit. Einen Überblick über die Hauptgruppen der Bacteria gibt Abbildung 1.5. Die Genomgröße der Bakterien ist sehr variabel und reicht von 0,16 (*Carsonella ruddii*) bis zu 12,2 Mega-Basenpaaren (Mb) (*Sorangium cellulosum*).

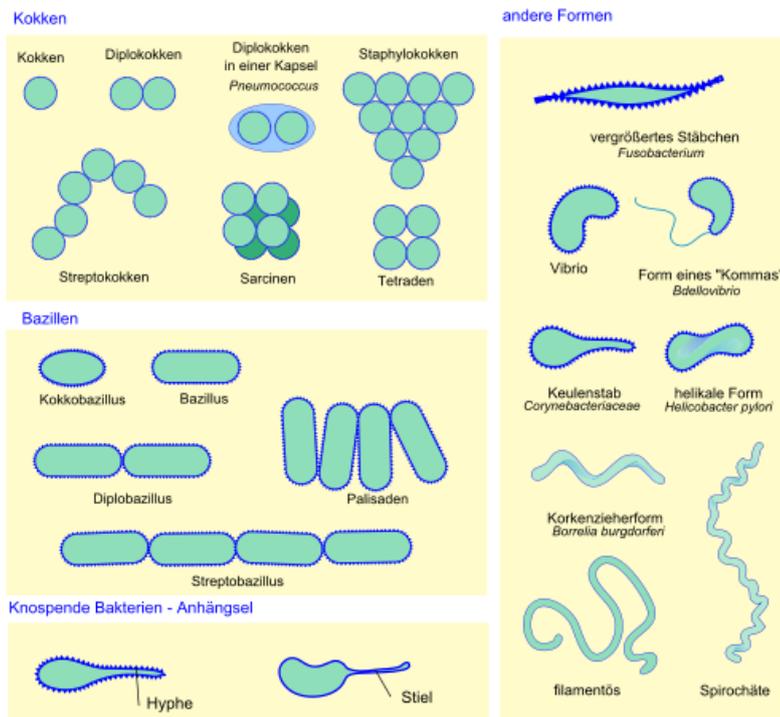


Abb. 1.4: Morphologische Diversität von Bakterien (Quelle: siehe Abbildungsverzeichnis)

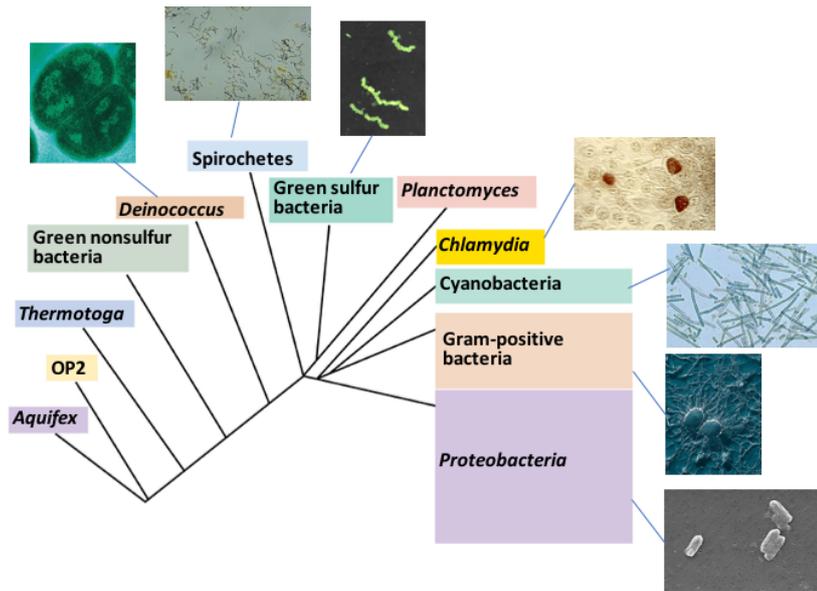


Abb. 1.5: Hauptgruppen der Bakterien und beispielhafte Erscheinungsformen (Quellen: siehe Abbildungsverzeichnis)

1.2.2 Archaeen (Archaea)

Die ersten Vertreter der (ebenfalls) einzelligen Archaeen wurden in Habitaten mit extremen Umweltbedingungen entdeckt. Obwohl es auch Vertreter gibt, die unter „normalen“ (gemäßigten) Bedingungen leben, zeichnen sich viele Archaeen dadurch aus, dass sie außergewöhnliche Temperatur-, Salz- oder pH-Bedingungen tolerieren oder sogar benötigen. Daraus resultierte auch die ursprüngliche Bezeichnung „Urbakterien“. Heute ist aber klar, dass auch die Archaeen ubiquitär verbreitet sind. So finden sich Vertreter im Boden, im Verdauungstrakt von Wiederkäuern, im Intestinaltrakt von Wirbeltieren und in aeroben und in anaeroben Sedimenten von Süß- und Meerwasser. Durch kultivierungsunabhängige, molekularbiologische Untersuchungen ist deutlich geworden, dass Archaeen eine entscheidende Rolle im Ökosystem der Erde, d. h. in den Stoffkreisläufen (z. B. Kohlenstoff-, Stickstoff-, Schwefelkreislauf) spielen.

Archaeen

Die Archaeen werden in **Euryarchaeoten** und **Crenarchaeoten** unterteilt. Zur ersten Gruppe, d. h. zum ersten Stamm (Phyllum), gehören die methanbildenden (methanogenen) und die salzliebenden (halophilen) Archaeen und die Thermococcales, zur zweiten u. a. die Schwefel-umsetzenden Sulfolobales. Aus den Klassen der Methanbildner, der Haloarchaeen, der Thermococcales und der Sulfolobales stammen auch die Modell-Organismen für die Archaeen, z. B. *Methanococcus* und *Methanosarcina*, *Halobacterium* und *Haloferax*, *Pyrococcus* und *Thermococcus* sowie *Sulfolobus*. Bisher sind keine (human-)pathogenen Vertreter bekannt. Beispiele für Vertreter der Archaeen zeigt Abbildung 1.6.

Zellbiologie: Zelluläre Strukturen von Mikroorganismen und ihre Funktion

Abbildung 4.1 gibt einen Überblick über den Aufbau von pro- und eukaryotischen Zellen. Alle Zellen besitzen eine **Zellhülle**, die wie bei tierischen Zellen nur aus einer Cytoplasmamembran bestehen kann, bei Prokaryoten, Pflanzen und Pilzen in der Regel aber aus einer **Cytoplasmamembran** und einer **Zellwand** zusammengesetzt ist. Außerhalb der Membran oder der Zellwand befinden sich bei einigen Organismen Polysaccharide, die an Proteine (Glycoproteine) oder Lipide (Glycolipide) gebunden sein können, bei Eukaryoten nennt man diese Schicht Glycokalix, bei Prokaryoten Kapsel (relativ fest gebunden, scharf abgegrenzt) oder Schleim (weniger fest gebunden, diffus). Innerhalb der Zellhülle befindet sich das **Cytoplasma** mit den Komponenten für den Energie- und Baustoffwechsel und die Vermehrung. Im Gegensatz zu eukaryotischen Zellen besitzen prokaryotische Zellen keinen membranumhüllten Zellkern, keine Organellen (Mitochondrien, Chloroplasten) und nur in ganz wenigen Ausnahmefällen durch Membranen abgegrenzte Zellkompartimente. Der Aufbau und die Funktionen der einzelnen zellulären Strukturen und die Unterschiede zwischen pro- und eukaryotischen Zellen werden im Folgenden besprochen. Eine Zusammenfassung der wichtigsten Unterschiede zwischen Bacteria, Archaeen und Eukaryoten erfolgt in Kapitel 4.7.

Zelluläre
Strukturen

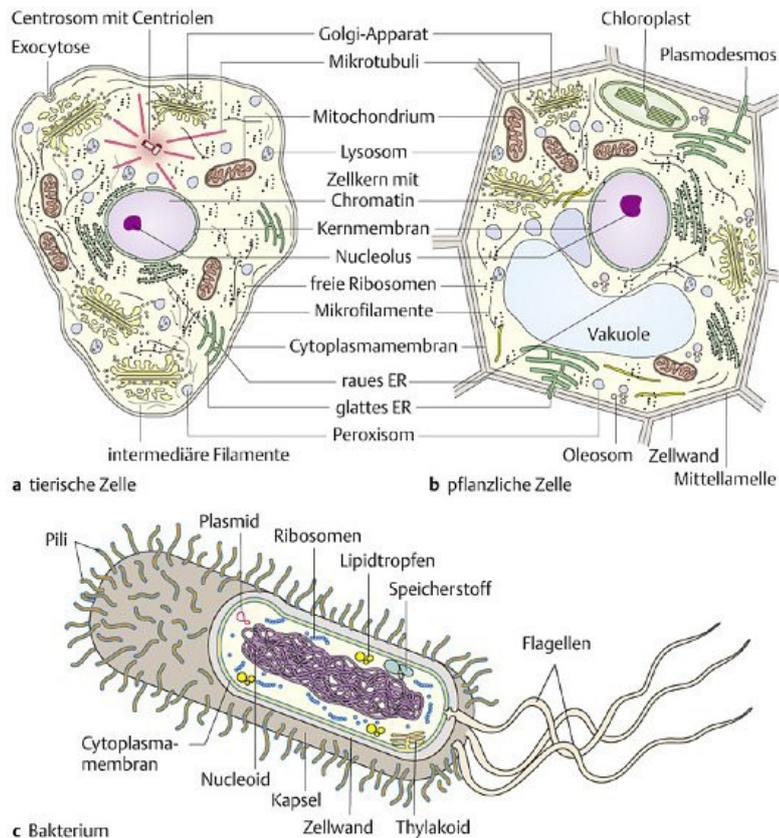


Abb. 4.1: Schematische Darstellung einer tierischen Zelle (a), einer pflanzlichen Zelle (b) und einer prokaryotischen Zelle (c) (Quelle: siehe Abbildungsverzeichnis).

Alle lebenden Zellen besitzen Strukturen für

- die **Abgrenzung des Zellinneren von der Außenwelt**. Die Abgrenzung der Zelle erfolgt durch die Cytoplasmamembran, die das Cytoplasma mit all seinen Bestandteilen (gelöste Proteine und Stoffwechsel-Zwischenprodukte, ungelöste Strukturen wie z. B. Organellen oder Ribosomen) umschließt und der Kontrolle des inneren Milieus, der Stoffaufnahme und der Stoffabgabe dient. Eukaryotische Zellen besitzen zudem durch Membranen abgegrenzte **Zellkompartimente**, in denen verschiedene Reaktionen oder ganze Stoffwechselwege ablaufen.
- die **mechanische Stabilität**. Diese wird bei Prokaryoten und bei den Pflanzen und Pilzen durch eine Zellwand und bei allen Organismen durch das sogenannte Cytoskelett gewährleistet.
- den **Stoffwechsel**. Dieser umfasst die Gesamtheit der chemischen Reaktionen der jeweiligen Zellen und dient der Versorgung der Zellen mit Energie (Energiestoffwechsel) und mit Bausteinen für das Wachstum und die Vermehrung (Baustoffwechsel).

- die **Vermehrung**, welche mit Zellteilung und der Weitergabe der Erbinformation verbunden ist und dem Fortbestand der jeweiligen Art der Organismen dient.

Die Zelle und ihre Strukturen bilden den Rahmen für die Stoffwechselaktivitäten eines Organismus.

4.1 Cytoplasmamembran und intrazelluläre Membransysteme

Alle lebenden Zellen werden durch eine **Cytoplasmamembran** vom äußeren Milieu abgegrenzt und stellen eigenständige und selbsterhaltende Systeme dar. Im Inneren der Zellen befindet sich das Cytoplasma, eine hochviskose Flüssigkeit, in der eine Reihe von Proteinen und Stoffwechsel-Zwischenprodukten gelöst (z. B. Enzyme und Stoffwechsel-Zwischenprodukte) und z. T. komplexe Strukturen (z. B. Chromosom, Ribosomen, Einschlusskörper oder bei den Eukaryoten das Cytoskelett, der Kern und die Organellen) ungelöst vorliegen. Bei der Cytoplasmamembran handelt es sich um eine **Zellmembran** (oder Biomembran), welche bei Eukaryoten und Bacteria aus einer Lipid-Doppelschicht (Bi-Layer) aus estervernetzten **Phospholipiden**, bei Archaeen aus einer Lipid-Mono- oder Doppellipidschicht aus **Glycerinethern** (siehe Kapitel 3.1.4 und Abbildung 3.9) mit integralen und peripheren Proteinen besteht. Bei Eukaryoten ist in die Lipid-Doppelschicht zusätzlich Cholesterin eingelagert, welches der Membran Stabilität verleiht. Die Phospholipid-Doppelmembranschichten aller Organismen befinden sich in einem fluiden und dynamischen Zustand, der laterale Bewegungen der Lipidmoleküle und Proteine ermöglicht. Diese **Membranfluidität** ist von der Temperatur und der Membranzusammensetzung (insbesondere von der Länge und dem Sättigungsgrad der Fettsäuren und bei Eukaryoten vom Cholesterin) abhängig, sie ermöglicht laterale Diffusion von Membranlipiden und -proteinen und sie ist die Voraussetzung für eine Reihe der Membranfunktionen (siehe unten).

Cytoplasmamembran

Feste Bestandteile der Lipid-Doppelschichten von Membranen sind Proteine, welche für die meisten Funktionen der Zellmembranen verantwortlich sind (blau in Abbildung 4.2). **Integrale Membranproteine** (z. B. Kanal- oder Transportproteine) durchspannen als **Transmembranproteine** die Membran (als α -Helix oder als β -Faltblatt) oder sie sind kovalent durch einen lipophilen Membrananker fest an die Membran gebunden. **Periphere Membranproteine** (an- oder eingelagert) sind an der Innenseite oder an der Außenseite der Membran über nicht-kovalente Bindung mit einem Membranlipid oder einem integralen Protein verbunden und können relativ leicht von der Membran abgelöst werden. Der Gehalt an integralen und peripheren Proteinen in einer Zellmembran ist sehr unterschiedlich, das Verhältnis von Protein zu Lipiden hängt davon ab, welche Funktion die Membran erfüllt. Zellmembranen, in denen Komponenten der Atmungskette oder der Photosynthese lokalisiert sind (etwa die Cytoplasmamembran von atmenden bzw. photosynthetisch aktiven Bakterien oder die innere Mitochondrienmembran in eukaryotischen Zellen) enthalten einen erheblich höheren Proteinanteil als z. B. die Cytoplasmamembran obligat gärender Bakterien oder die äußere Mitochondrienmembran. Bei einigen *Halobacterium*-Arten kann der

Proteingehalt bestimmter Bereiche der Cytoplasmamembran bei über 80 % liegen. Eine typische eukaryotische Cytoplasmamembran ist in Abbildung 4.2 detailliert dargestellt.

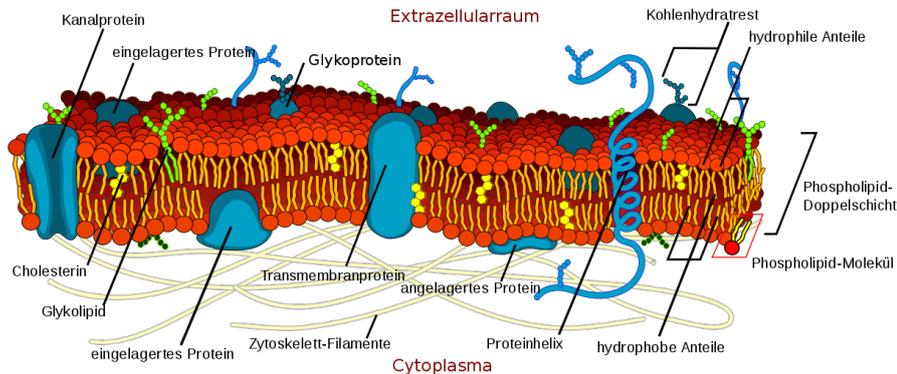


Abb. 4.2: Typischer Aufbau einer eukaryotischen Cytoplasmamembran (Quelle: siehe Abbildungsverzeichnis)

Zellmembranen erfüllen vielfältige Funktionen. Sie

- grenzen die Zelle von ihrer Umgebung ab, verhindern das Auslaufen der Zelle (bzw. der Organelle oder des Kompartiments), dienen als **Permeabilitätsbarrieren** für wasserlösliche Verbindungen und Ionen und fungieren somit als **selektive Diffusions- und Transportbarriere**.
- dienen zur **Verankerung von Proteinen** für den Transport (z. B. ABC-Transporter, Kanalbildende Proteine/Porine, Transportproteine, Ionenkanäle), die Energiekonservierung (z. B. Elektronencarrier) und die Signalübertragung/Kommunikation (z. B. Rezeptorproteine).
- sind mit ihren Proteinen verantwortlich für den **Transport** von Nährstoffen, Ionen und Stoffwechselzwischen- und/oder Stoffwechselendprodukten **in die Zelle** bzw. das Kompartiment oder **aus der Zelle** bzw. aus dem Kompartiment.
- tragen die Komponenten für die **Atmungskette** und die **Photosynthese** und sorgen für die Aufrechterhaltung von **Ladungsunterschieden** (z. B. durch Protonengradient) zwischen intra- und extrazellulärem Raum bzw. zwischen den Kompartimenten der Mitochondrien und Chloroplasten.
- tragen bei Prokaryoten Komponenten (Proteine), die für **Synthese** von Membranlipiden und Zellwandbestandteilen, für den Zusammenbau und die Sekretion von extracytoplasmatischen Proteinen und für die Chemotaxis verantwortlich sind.

Intrazelluläre Membransysteme kommen vor allem bei Eukaryoten vor, wo sie verschiedene und von der Cytoplasmamembran unabhängige Kompartimente bilden. Zu diesen **eukaryotischen Kompartimenten** zählen

- der **Zellkern** mit innerer und äußerer Kernmembran (Kernhülle), dem Chromatin und den Nukleoli, in dem DNA-Replikation sowie die Transkription stattfindet.

Intrazelluläre
Membransysteme

3 Beratung und Kontakt

Ansprechpartner

Dr. Gabriele Gröger
Lise-Meitner-Straße 16
89081 Ulm



Tel 0049 731 – 5 03 24 00
Fax 0049 731 – 5 03 24 09

gabriele.groeger@uni-ulm.de
www.uni-ulm.de/saps

Geschäftsführender Direktor der SAPS: Prof. Dr.-Ing. Hermann Schumacher

Postanschrift

Universität Ulm
School of Advanced Professional Studies
Lise-Meitner-Straße 16
89081 Ulm

Der Zertifikatskurs „Mikrobiologie und Molekularbiologie“ wurde entwickelt im Projekt CrossOver, das aus Mitteln des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg und vom Ministerium für Soziales und Integration Baden-Württemberg aus Mitteln des Europäischen Sozialfonds gefördert wird (Förderkennzeichen: 696606).
