

Kapitel 27

Warum drei Domänen?

- Die Organismen können in drei Domänen unterteilt werden: Bacteria, Archaea und Eukarya. Bei den Archaea und Bacteria handelt es sich um Prokaryoten, die Eukarya umfassen alle übrigen Lebewesen. Bacteria und Archaea sind weniger nah miteinander verwandt als die Archaea mit den Eukarya.

[Siehe Abbildung 27.2](#) und [Tabelle 27.1](#)

- Der gemeinsame Vorfahre aller drei Domänen lebte vor über drei Milliarden Jahren, der gemeinsame Vorfahre der Archaea und Eukarya vor mindestens zwei Milliarden Jahren.

[Siehe Tutorium 27.1](#)

Allgemeine Biologie der Prokaryoten

- Die Prokaryoten sind die zahlreichsten Organismen der Erde und bewohnen eine enorme Vielfalt von Lebensräumen.
- Die meisten Prokaryoten lassen sich drei Formen zuordnen: Kokken, Bazillen und Spirillen/Spirochäten. Manche sind miteinander verbunden und bilden Assoziationen, aber nur sehr wenige sind wirklich vielzellig.

[Siehe Abbildung 27.3](#)

- Prokaryoten besitzen keinen Zellkern, keine membranumhüllten Organellen und kein Cytoskelett. Ihr Chromosom ist ringförmig, und oft enthalten sie Plasmide. Manche Prokaryoten weisen auch innere Membransysteme auf, die sich durch Einstülpung der Plasmamembran bilden.
- Viele Prokaryoten können sich durch Flagellen, Gasvesikel oder Gleitmechanismen fortbewegen. Prokaryotische Flagellen (Geißeln) schlagen nicht, sondern rotieren.

[Siehe Abbildung 27.4](#) und [Abbildung 27.5](#)

- Die Zellwände von Prokaryoten unterscheiden sich von denen bei Eukaryoten. Bakterienzellwände enthalten im Allgemeinen Peptidoglykan. Durch Unterschiede im Peptidoglykangehalt ergeben sich differenzierte Reaktionen auf Gram-Färbung.

[Siehe Abbildung 27.6](#) und [Aktivität 27.1](#)

- Prokaryoten pflanzen sich asexuell durch Spaltung (Zweiteilung) fort, es erfolgt aber dennoch ein Austausch von genetischer Information.
- Innerhalb der Prokaryoten finden sich verschiedene Stoffwechselwege und Ernährungsweisen. Es gibt obligate Anaerobier, fakultative Anaerobier und obligate Aerobier. Die wichtigsten Ernährungsformen sind Photoautotrophe, Photoheterotrophe, Chemoautotrophe und Chemoheterotrophe. Bei einigen Prokaryoten beruht der Energiestoffwechsel auch auf stickstoffhaltigen oder schwefelhaltigen Ionen.

[Siehe Abbildung 27.7](#) und [Tabelle 27.2](#)

Prokaryoten in ihren Lebensräumen

- Manche Prokaryoten haben wichtige Funktionen im globalen Stickstoff- und Schwefelkreislauf. Entscheidende ökologische Rollen spielen die Stickstoff-Fixierer, die Nitrifizierer und die Denitrifizierer.

- Die von Cyanobakterien betriebene Photosynthese erzeugte den molekularen Sauerstoff der Erdatmosphäre, der die Evolution der aeroben Atmung und die Entwicklung der heutigen Eukaryoten ermöglichte.
- Unterhalb des Meeresbodens lebende Archaea verhindern, dass sich in den Meeren und in der Atmosphäre große Mengen des Treibhausgases Methan ansammeln.
- Viele Prokaryoten leben in oder auf anderen Organismen und wirken sich neutral, vorteilhaft oder schädigend auf diese aus.
- Nur eine kleine Minderheit von Bakterien ist pathogen. Bei den Pathogenen (Krankheitserregern) gibt es große Unterschiede bezüglich ihrer Invasivität und Toxigenizität. Manche produzieren Endotoxine, die aber selten tödlich für ihre Wirte sind; andere synthetisieren Exotoxine mit zumeist extrem giftiger Wirkung.
- Prokaryoten und einige einzellige Eukaryoten bilden widerstandsfähige Biofilme, welche die Medizin und Technik immer wieder vor Probleme stellen.

Phylogenie und Diversität der Prokaryoten

- Die phylogenetische Klassifizierung der Prokaryoten beruht heute auf rRNA-Sequenzen und anderen molekularen Belegen.
- Während der gesamten Entwicklung der Prokaryoten hat horizontaler Gentransfer stattgefunden; dieser macht es schwierig, eine Phylogenie der Prokaryoten abzuleiten.
- Weil Prokaryoten haploid sind und sich schnell vermehren können, kann die Evolution, angetrieben durch Mutation, natürliche Selektion und genetische Drift, bei ihnen rasch voranschreiten.

Die Bacteria

- Es sind mehr Bacteria bekannt als Archaea. Bei einer phylogenetischen Klassifizierung der Domäne Bacteria werden diese in mehr als ein Dutzend Monophyla unterteilt.
[Siehe Abbildung 27.8](#)
- Die Vertreter der drei monophyletischen Gruppen, die wohl die ältesten Bacteria umfassen, sind wie die meisten ursprünglichen Archaea thermophil; das legt nahe, dass das Leben in einer heißen Umgebung entstand.
- In der größten Gruppe der Bacteria, bei den Proteobakterien, finden sich alle vier Ernährungsformen. Die Evolution des Stoffwechsels nahm in den verschiedenen Gruppen der Proteobakterien einen jeweils anderen Verlauf.
[Siehe Abbildung 27.9](#)
- Cyanobakterien betreiben im Gegensatz zu anderen Bacteria Photosynthese; diese verläuft über die gleichen Wege wie bei Pflanzen. Viele Cyanobakterien fixieren auch Stickstoff.
- Spirochäten bewegen sich mithilfe von Axialfilamenten fort.
- Chlamydien sind winzige Parasiten, die im Inneren der Zellen anderer Organismen leben.
- Die Firmicutes sind durch eine große Vielfalt gekennzeichnet; einige produzieren Endosporen als Dauerstrukturen, mit denen sie unwirtliche Umweltbedingungen überstehen. Actinomyceten wachsen als verzweigte Fäden; einige von ihnen sind Produzenten wichtiger Antibiotika.
- Mycoplasmen sind die kleinsten Lebewesen und besitzen keine herkömmlichen Zellwände. Auch ihr Genom ist ungewöhnlich klein.

Die Archaea

- Den Zellwänden der Archaea fehlt Peptidoglykan. Auch ihre Membranlipide unterscheiden sich von denen der Bacteria und Eukarya, denn sie enthalten verzweigte, langkettige Kohlenwasserstoffe, die über Etherbindungen mit Glycerin verbunden sind.

[Siehe Abbildung 27.18](#)

- Die Domäne Archaea kann in die beiden Hauptgruppen Crenarchaeota und Euryarchaeota unterteilt werden.
- Bei den meisten Crenarchaeota handelt es sich um Hitze liebende (thermophile), oft auch Säure liebende (acidophile) Archaea.
- Methanogene produzieren durch Reduktion von Kohlendioxid Methan. Manche Methanogene leben im Pansen von Wiederkäuern, andere bewohnen durch hohe Temperaturen gekennzeichnete Lebensräume am Meeresboden.
- Extrem Halophile lieben stark salzhaltige Lebensräume und verleihen diesen oft ein rötliches Aussehen; einige Halophile wachsen auch in extrem alkalischen Habitaten.
- Archaea der Gattung *Thermoplasma* besitzen keine Zellwände, sind thermophil und acidophil und haben ein sehr kleines Genom (1100000 Basenpaare).
- Auch in gemäßigten Lebensräumen gibt es viele Archaea beider Hauptgruppen.