

Archaea

Die Archaeen oder Archaeobakterien bilden neben den Bakterien (*Bacteria*) und den Eukaryoten (*Eukaryota*) eine der drei „Domänen des Lebens“. Sie gehören dabei wie die Bakterien zu den Prokaryoten.

Archaeen sind einzellige Lebewesen, die nahezu überall auf der Erde angefounden werden können. Sie besitzen keinen festen Zellkern, ihr Erbgut schwimmt dagegen frei als in sich geschlossenes Kernäquivalent in der Zelle umher. Archaeen treten in vielen verschiedenen Formen auf, ihre Größe variiert von 0,4 µm bis zu 0,1 mm. Archaeen nutzen so gut wie alle Stoffwechselarten, so gibt es photo- und chemotrophe, organo- und lithotrophe, auto- und heterotrophe, aerobe und anaerobe Archaeobakterien. Des Weiteren können einige Archaeen Methanogenese durchführen, bei der sie ihre Energie durch die Bildung von Methan gewinnen (dies ist bisher nur von Archaeen bekannt, sie werden deshalb oft in Biogasanlagen genutzt).

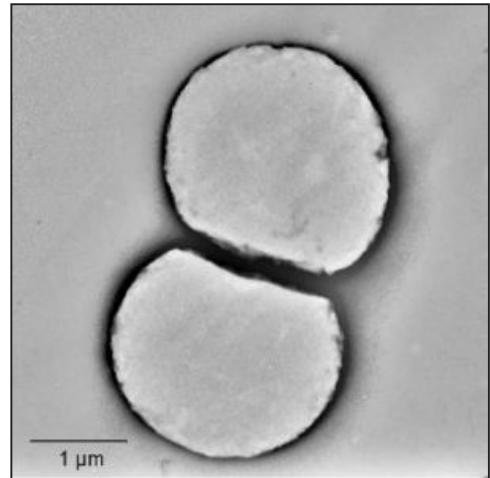
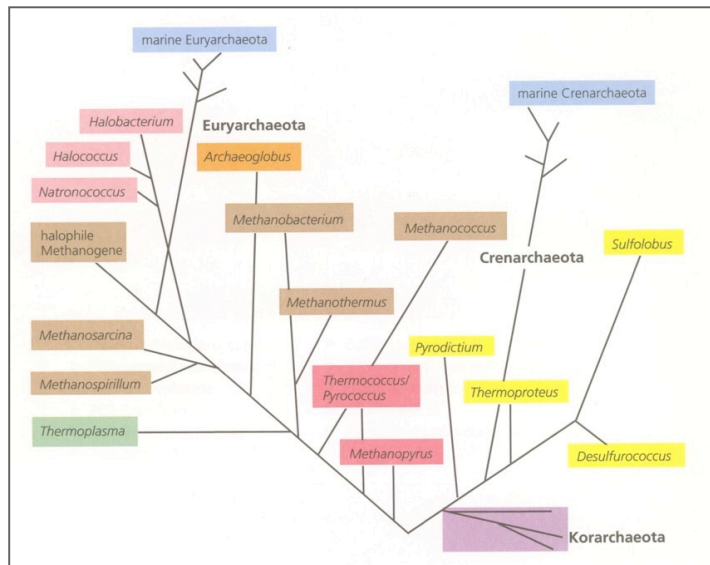


Abb. 1: *Picrophilus torridus* – ein Archae-bakterium, das bei einem pH-Wert von bis zu 0,06 überleben kann.

Im Allgemeinen gibt es sehr viele Parallelen im Aufbau und Aussehen von Archaeen und Bakterien, sie unterscheiden sich jedoch grundsätzlich in ihren Stoffwechselvorgängen und in Aufbau und Struktur ihrer Zellwände und -membranen sowie ihrer Eiweiße synthetisierenden Ribosomen. Erst durch Forschungsergebnisse auf letzterem Gebiet wurden die Archaeen überhaupt als eigene Domäne erkannt. Im Stoffwechsel und im molekularen Aufbau ihrer Zellbestandteile ähneln die Archaeen häufig eher Eukaryoten als Bakterien. Daher wird viel über die evolutionären Zusammenhänge zwischen den drei Domänen spekuliert – einige sehen in den Archaeen das Bindeglied zwischen Bakterien und Eukaryoten, andere halten die Archaeobakterien für die Urwesen, aus denen sich später Bakterien und Eukaryoten entwickelten. Es steht fest, dass Archaeen auf jeden Fall vor den Eukaryoten die Erde besiedelten, da in ca. 2,7 Mio. Jahre altem fossilem Gestein auf Grönland Spuren von nur im archaeobakteriellen Stoffwechsel vorkommenden chemischen Bestandteilen nachgewiesen wurden. Aufgrund anderer, jedoch umstrittener Beweise wird ihr Alter teils sogar auf ca. 3,5 Mio. Jahre datiert - zu diesem Zeitpunkt soll das erste Leben auf der Erde entstanden sein. Dies ist aber noch nicht eindeutig belegt. Unabhängig davon ist das wissenschaftliche Interesse an Archaeen aufgrund ihres Alters natürlich groß. Aus ihrer Erforschung erhoffen sich Wissenschaftler genauere Erkenntnisse über die Geschichte unseres Planeten und die Entstehung des Lebens vor Millionen von Jahren, als die Erde für die meisten anderen Lebewesen noch unwirtlich war. Es war damals wesentlich heißer und die Atmosphäre enthielt keinen Sauerstoff. Die Organismen überlebten dennoch, indem sie sich den äußeren Umständen anpassten und einen Weg fanden, das ihnen zur Verfügung Stehende bestmöglich zu nutzen. Die daraus entsprungene Fähigkeiten existieren noch heute bei vielen Arten. Dies fiel auch den ersten Erforschern der Archaeobakterien auf: Viele Arten kommen in extremsten Lebensräumen vor und schaffen es dort zu überleben, wo eigentlich kein Leben vorstellbar ist. So gibt es beispielsweise thermophile Organismen, die

an sehr heißen Orten existieren, halophile, d.h. salzliebende oder auch psychro- oder cryophile, also kälteliebende Arten. Davon abgesehen kommen Archaeen aber auch so gut wie überall auf der Erde vor. Sie existieren beispielsweise in großen Massen als Plankton im Meer, aber auch im Verdauungstrakt von Termiten oder Wiederkäuern. Archaeen sind sogar im menschlichen Darm enthalten, jedoch erst ab einem Alter von etwa zwei Jahren. Oft treten einzelne Arten nicht alleine auf, sondern leben in symbiontischer Gemeinschaft mit anderen Archaeen, Bakterien oder Eukaryoten. Dabei kommt ihnen oft ihre Flexibilität in der Energieerzeugung zugute. Bei alledem ist erstaunlicherweise noch keine krankheitserregende Archaeenart bekannt.

Die Klassifizierung der Archaeen als eigene Domäne besteht aufgrund etwa 20-30 Jahre junger Erkenntnisse, die deutliche Unterschiede zwischen den Archaeobakterien und den Bakterien, als deren Untergruppe sie zuvor eingeordnet waren, offenbarten. Da der Zellaufbau und das Erscheinungsbild einzelner Archaeen stark variieren, ist eine Einteilung aufgrund dieser Kriterien so gut wie unmöglich. Gleichzeitig erschwert der andauernde Austausch von Erbgut zwischen den



einzelnen Einzellern, sogar unter verschiedenen Arten, und die daraus resultierende Mutation und ständige Entwicklung die klare Einordnung. Daher beruht die derzeitige theoretische systematische Einteilung der Archaeen auf Parallelen in der Art der Energiegewinnung und den dazu verwendeten Stoffen. Nach aktueller Vorstellung werden die Archaeen in zwei Stämme eingeteilt: Den Stamm *Crenarchaeota* bilden dabei die hyperthermophilen, teils auch acidophilen, Schwefel-verwertenden Archaeobakterien (i. d. Abb. gelb). Den anderen, größeren Teil der Archaeen bilden die *Euryarchaeota*. Letztere lassen sich in verschiedene Klassen aufteilen, sortiert nach methanogenen (braun) und halophilen (rosa) Archaeen, sowie *Archaeoglobi* (orange), *Thermococci* und *Methanopyri* (rot) und die extremst acidophilen *Thermoplasmata* (grün). Außerdem werden die im Meer lebenden Archaeobakterien in beiden Stämmen gesondert aufgeführt.

Alle Einordnungen sind allerdings nicht zwangsläufig vollständig richtig, da die meisten Organismen nur aufgrund einzelner Eigenschaften einsortiert wurden. Viele sind zum Beispiel zu verschiedenen Arten von Energiestoffwechsel fähig.

In jüngsten Forschungen konnten außerdem weitere Archaeenarten kultiviert werden, die in keine vorhandene Klasse einsortiert werden können. In einigen neueren Theorien werden diese in eigenen Stämmen aufgeführt: *Thaumarchaeota* und *Nanoarchaeota*. Des Weiteren werden seit längerem schon die *Korarchaeota* (i. d. Abb. lila) separat einsortiert, jedoch konnte noch keine Kultur von Archaeen von einem dieser drei Stämme allein im Labor kultiviert und untersucht werden, sodass keine eindeutigen Belege und damit keine Grundlage für ihren Einschluss in den Stammbaum der *Archaea* vorliegen.

Quellen:

Abb. 1 (Archaeobakterium *Picrophilus*): <http://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Picrophilus>
(Bild erstellt von Wolfgang Liebl, Uni Göttingen)

Abb. 2 (systematische Darstellung der Archaeen): aus M.T. Madigan et al.: Brock
Mikrobiologie, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg-Berlin, 2003

M.T. Madigan et al.: Brock Mikrobiologie, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg-Berlin,
2003, S. 614-625

Gerhard Gottschalk: Welt der Bakterien, WILEY-VCH Verlag, Weinheim, 2009, S. 24-38

Suchbegriff „Archaeen“/„Achaea“ unter:

- <http://www.wikipedia.org> – Wikipedia Online Enzyklopädie (engl. /dt.)

- <http://www.wissenschaft-online.de> – Lexikon der Biologie

- <http://microbio1.biologie.uni-greifswald.de> – Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald,
Mikrobiologie

- <http://microbewiki.kenyon.edu> – microbes and microbiology, Kenyon College, Gambier,
Ohio, USA