

## 20

## Evolution als historisches Ereignis

20.1 Spuren aus der Vergangenheit zeigen den Fußabdruck der Evolution 

Fossilien sind Zeugnisse vergangenen Lebens. Das können Organismen oder ihre Spuren sein. Ein **Fossil** ist eine Momentaufnahme der Evolution, die die Paläontologie zu deuten sucht. Um das Alter eines Fossils zu bestimmen, werden relative und absolute Datierungsmethoden eingesetzt. Die absolute Datierung erfolgt oft über den radioaktiven Zerfall von Atomen. Dabei wird das Atom ( $^{14}\text{C}$ ,  $^{40}\text{K}$ ) gemessen, dessen Halbwertszeit zur Eingrenzung des gewünschten Zeitraums geeignet ist.

Markl Biologie Arbeitsbuch → S. 100 „Isotope ermöglichen Datierungen“

20.2 Vor fast 4 Milliarden Jahren begann das Leben auf einer noch jungen Erde 

Bevor Leben auf der Erde entstand, liefen Entwicklungsprozesse ab, die man als **chemische Evolution** bezeichnet. MILLER und UREY wiesen nach, dass in einer künstlichen Uratmosphäre Biomoleküle entstehen können. An der chemischen Evolution spielten auch katalytische Oberflächen und vor allem das Wasser als Lösungsmittel eine Rolle. Über selbstreplizierende RNA-Moleküle, autokatalytische **Hyperzyklen** und die Bildung von Protozellen aus Lipiddoppelschichten ging vermutlich der Weg zur biologischen Evolution erster Prokaryoten, wie den Cyanobakterien.

20.3 Die Fotosynthese der Prokaryoten veränderte die Erdatmosphäre 

Die drei **Domänen** der lebendigen Welt, Bacteria, Eukarya und Archaea, sind nicht so einfach zu trennen, wie vereinfachte Stammbäume vermuten lassen. Sie sind durch den häufigen Gentransfer bei Prokaryoten verbunden. Prokaryoten beherrschten das Präkambrium (vor 4 Milliarden bis 550 Millionen Jahren), in dem das Leben entstand. Die Entstehung der Fotosynthese bei den Cyanobakterien vor 2,7 Milliarden Jahre lieferte Sauerstoff, was die Erdatmosphäre stark veränderte und die Entstehung des aeroben Stoffwechsels und der Eukaryoten einleitete.

20.4 Die eukaryotische Zelle entstand aus einer Gemeinschaft von Prokaryoten 

Mehrere Endocytoseereignisse führten nach der **Endosymbiontenhypothese** zur den eukaryotischen Zellen. Durch Einstülpungen der Zellmembran bildeten sich bei Prokaryoten abgegrenzte Räume und die Kernhülle. Durch Endocytose anderer Prokaryoten entstanden Mitochondrien und Chloroplasten als Organellen mit Doppelmembran. Vorfahre der Eukaryoten war vermutlich ein Archaea. Die erste Fauna aus eukaryotischen Einzellern und Vielzellern ist fossil kaum erhalten.

Markl Biologie Arbeitsbuch → S. 101 „Die Eucyte entstand durch Symbiose“

20.5 Vielzelligkeit bietet neue Optionen durch Arbeitsteilung 

Die Evolution der Vielzelligkeit war mit dem Schutz vor Umweltbedingungen und Feinden und den Möglichkeiten einer Spezialisierung von Zellen verbunden. Zelluläre Aufgaben wie Homöostase, Energieaustausch, Stoffaustausch und Kommunikation erfordern beim Vielzeller andere Lösungen als auf der zellulären Ebene. Zu Beginn des Kambriums (vor 550 bis 490 Millionen Jahren) entstanden die ersten mineralischen Strukturen, Schalen, Zähne, Skelette, was zu mehr fossilen Nachweisen führte. Hier entstanden Vertreter fast aller heute bekannten Tierstämme. Manche, wie die Trilobiten, sind allerdings seit langem ausgestorben.

## 20

## Konsequenzen der Evolution

20.6 Fossilien liefern starke Belege für das Evolutionsgeschehen 

Für viele wichtige Schritte der Evolution sind heute die Übergänge fast lückenlos durch Fossilien dokumentiert. Die Evolution bis zum Landgang der Wirbeltiere lief in einem langen Zeitraum (mehr als 100 Millionen Jahre) ab. Die Rückkehr der Landsäuger ins Wasser erforderte geringere Veränderungen und lief in kürzerer Zeit ab (etwa 15 Millionen Jahre).

Markl Biologie Arbeitsbuch → S. 102 „Neufunde füllen Lücken im Fossilbestand“

20.7 Die Stammesgeschichte lässt sich durch Merkmalsvergleiche rekonstruieren 

Die Abfolge von Artaufspaltungen stellen Evolutionsbiologen als Stammbäume dar. Ermittelt werden diese durch Merkmalsvergleiche. Dabei ist die Auswahl der betrachteten Merkmale wichtig, denn gemeinsame ursprüngliche Merkmale führen nicht zur Begründung der Verzweigungen eines Stammbaums. Man vergleicht die Merkmale, die sich aus einer Vorläuferstruktur beim letzten gemeinsamen Vorfahren ableiten lassen. Solche Merkmale mit gemeinsamer genetischer Grundlage bezeichnet man als **homolog**. Je nach Fall lässt sich eines der drei Homologiekriterien (Lage, spezifische Qualität, Kontinuität) besonders überzeugend anwenden. Ähnliche äußere Formen können auch auf **Analogie** beruhen. Nicht verwandte Organismen können sich unter ähnlichen Selektionsdrücken **konvergent** entwickeln. Analoge Strukturen weisen nicht auf Verwandtschaft hin. Die Stammbaumforschung analysiert heute molekulare Merkmale und erstellt Verwandtschaftsanalysen mithilfe von DNA-Sequenzen.

Markl Biologie Arbeitsbuch → S. 103 „Molekulare Strukturen verraten Verwandtschaftsverhältnisse“