

# Anhang

Objektyp: **Appendix**

Zeitschrift: **Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen**

Band (Jahr): **66 (2014)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*  
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, [www.library.ethz.ch](http://www.library.ethz.ch)

<http://www.e-periodica.ch>

## Anhang

### Datierung von Fossilien und geologischen Schichten

Niklaus Steno (1638 – 1687), ein dänischer Arzt, erkannte aufgrund seiner Beobachtung von Fossilien im italienischen Apennin eine Ordnung in der Lagerung der Gesteine: Jüngere Schichten lagern über älteren. Diese Beobachtung erscheint heute banal; doch damals war sie revolutionär, da erstmals in den Gesteinen eine Zeitdimension erkannt wurde.

William Smith (1769 – 1839) war Kanalbauer in England und Schottland. Seine Arbeit erforderte eine genaue Analyse des geologischen Untergrundes. Er erkannte, dass Gesteinsabfolgen als «kartierbare Formationen» zusammengefasst werden können, die eine charakteristische Abfolge zeigen. Er erkannte zudem, dass sich die Formationen in ihrem Fossilinhalt unterscheiden. Er gilt damit als «Begründer der Biostratigraphie», die es erlaubt, Gesteine überregional in Bezug auf ihr Alter zu vergleichen: Schichten, welche dieselben Fossilien aufweisen, sind gleich alt, die oberen jünger und die unteren älter. Das ermöglichte eine relative Datierung. Die Biostratigraphie liess aber die Frage nach dem Alter der Erde und damit auch nach der Vereinigung von geologischen Beobachtungen mit der biblischen Schöpfungsgeschichte offen.

Es gab eine ganze Reihe von Versuchen, das absolute Alter von Gesteinen oder gar der Erde zu bestimmen. Der anglikanische Bischof James Ussher (1581 – 1656) berechnete 1650 den Schöpfungszeitpunkt der Erde aufgrund der biblischen Überlieferung auf den 23. Oktober 4004 vor Christus. Der charismatische Geologe Charles Lyell (1797 – 1875) vertrat die Auffassung, dass die Erde weder einen Anfang hatte, noch je ein Ende haben wird. Charles Darwin schätzte, dass die Erde 100 Millionen Jahre alt war. Der berühmte Physiker Lord Kelvin (1824 – 1907) errechnete das Alter aufgrund der Abkühlungsgeschichte der Erde auf 20 bis 40 Millionen Jahre. Erst an der Wende zum 20. Jahrhundert wurde erkannt, dass gewisse Atome nach strengen physikalischen Gesetzmässigkeiten zerfallen: der **radioaktive Zerfall**. Bereits kurze Zeit später wurde diese Erkenntnis genutzt, um das Alter der Gesteine und schliesslich gar das Alter der Erde zu berechnen.

Auch das Alter von Lebewesen oder organischen Materialien kann mit der Methode des radioaktiven Zerfalles bestimmt werden. Sehr bekannt ist die **C<sup>14</sup>-Methode**, die für biologische Funde eingesetzt werden kann. Da die Halbwertszeit von C<sup>14</sup> nur 5760 Jahre beträgt, kann diese Methode nur für junge Funde, wie zum Beispiel den «Ötzi», gebraucht werden. Sie reicht maximal 60'000 Jahre zurück.

Andere Atome haben andere, auch längere Halbwertszeiten. Diese Isotope können aber nur dann vernünftig angewendet werden, wenn in der Nähe des Fundortes vulkanische Ablagerungen vorkommen.

Eine weitere wohlbekanntere Methode dürfte die **Dendrochronologie** sein, welche die Anordnung und Dicke der Jahrringe von Bäumen benutzt. Je nach Klima bilden die Bäume engere oder weitere Jahrringe aus, die miteinander zur Deckung gebracht werden können. Diese Methode reicht aber höchstens ein paar Jahrtausende zurück, sagt aber gleichzeitig etwas aus über den Klimaverlauf, in dem der Baum gewachsen war.

Eine andere Zeitbestimmungsmethode ist möglich, indem die Mutationen desselben **Genes** in verschiedenen heute existierenden Lebewesen verfolgt werden. Die Mutationsrate eines Genes kann so ermittelt und extrapoliert werden.

Ganz neu ist die Technik der biochemischen Bestimmung der **Mutationsrate der DNS**. Das ist nicht dasselbe wie die Mutationsrate der Gene, denn sie untersucht das DNS-Molekül und ist deshalb genauer als die vorhergehende Methode. Sie ist im Moment im Aufbau. Viele Lebewesen werden jetzt auf diese Weise miteinander verglichen und man findet DNS-Sequenzen, die sehr alt sind und die z.B. nicht nur in den Säugetieren, sondern auch in älteren Organismen wie Würmern, Bakterien oder auch Viren vorhanden sind.

Heute ist die Wissenschaft bemüht, diese verschiedenen Altersbestimmungsarten gegen einander zu eichen.

Aus verschiedenen Gründen ist hier kein Raum, um die aufgezählten Methoden genauer zu beschreiben. Sie sind hier genannt um zu zeigen, dass immer mehr Zweige der Wissenschaft ihren Beitrag zur Altersbestimmung von Gesteinen und Fossilien leisten und dass diese darum immer genauer wird.



## Pflanzen in Stein

Wer schon einmal das Glück hatte, beim Auseinanderbrechen einer Gesteinsplatte feingliedrige Reste einer versteinerten Pflanze zu finden, wird sich vermutlich staunend gefragt haben, wie ein derart zerbrechliches Objekt die Zeitreise durch Jahrtausende überstehen konnte.

Tatsächlich ist jedes Fossil ein unglaublicher Glücksfall. Nur wenn viele günstige Faktoren zusammenspielen, kann die Zeitreise gelingen. So werden sich vom Löwenanteil aller Lebewesen, die je die Erde bevölkert haben, nie irgendwelche Reste finden lassen. Die Fauna und Flora, die wir heute aus den Fossilien für einzelne Zeitabschnitte rekonstruieren, ist immer nur ein lückenhaftes Bild der tatsächlichen Lebewelt. Die Reste des toten Organismus müssen rasch eingebettet werden, bevor sie vom Heer der Pilze, Bakterien und anderen vollständig zersetzt wurden. Doch auch nach der Einbettung nagen die Mikroorganismen weiter an dem toten Körper. Das Einbetten muss in einem Sediment erfolgen, das fein genug ist, um die Strukturen zu erhalten. Das zu Beginn weiche Sediment muss so weit eingegraben werden, dass es in ein festes Gestein umgewandelt wird. Dabei dürfen sich die Bedingungen chemisch und physikalisch nur in einem bestimmten Bereich bewegen, sonst wird der tote Körper weiter bis zur Unkenntlichkeit zerstört. Zu hohe Druck- oder Temperaturbedingungen (Metamorphose), zirkulierende Flüssigkeiten, biochemische Aktivitäten und vieles anderes: All das kann dazu führen, dass von dem Organismus nichts Erkennbares übrig bleibt. Und schliesslich muss das Gestein durch geologische Prozesse nicht nur wieder den Weg an die Erdoberfläche zurückfinden, sondern es muss auch das seltene Glück haben, in unsere Hände zu fallen.

Wer das Archiv der Fossilien liest, muss sich dieses «erdwissenschaftlichen Filters» bewusst sein. Pflanzen und Tiere, die in Gebirgen leben, haben beispielsweise kaum eine Chance, je in das Archiv der Fossilien einzugehen. Im Gebirge wird erodiert, nicht abgelagert. Tiere und Pflanzen, die am Ufer von Seen oder Meeren lebten, oder im Wasser selbst, sind hingegen in diesem Archiv viel besser repräsentiert. Organismen ohne Hartteile, also ohne Skelett, ohne Zähne oder ähnlichem haben nur in Ausnahmefällen die Chance, sich dem zerstörerischen Zahn der Zeit zu widersetzen. Jede Rekonstruktion fossiler Ökosysteme bleibt daher ein lückenhaftes und oft auch verzerrtes Abbild. Dies muss bei der Interpretation berücksichtigt werden.

Dazu ist ein Verständnis der Prozesse der Fossilbildung, der Fossilisation erforderlich. Die Fossilisation von Pflanzenfossilien kann sich von derjenigen von tierischen Fossilien unterscheiden.

Man kann Pflanzenfossilien aufgrund ihrer Entstehung grob in drei Gruppen unterteilen:

Pflanzenreste können vor allem im Meer, in Seen, Flüssen, Sümpfen, Lagunen und anderen vom Wasser dominierten Bereichen in Schichten von Ton-, Silt- oder Sandablagerungen gelangen. Mit der zunehmenden Überlagerung von jüngeren Schichten wird das Wasser aus Sediment und Pflanzenresten ausgepresst, das Sediment wird kompakter, und die Pflanzenreste werden zusammengepresst. Oft wird der Pflanzenrest selbst durch (bio-)chemische Prozesse aufgelöst: Zurück bleibt ein Abdruck. In anderen Fällen wird der Pflanzenrest in Kohle umgewandelt («inkohlt»); es bleibt ein oft dünner Film von Kohle zurück, der durchaus noch gewisse chemische Signaturen der Ursprungspflanze enthalten kann. Manchmal, vor allem wenn Sauerstoff bei dem ganzen Prozess fehlte, kann dabei die robuste «Schutzschicht» der Pflanze, die Cuticula, strukturell erhalten bleiben. Gerade in diesen Fällen können oft auch mikroskopische Details erkennbar sein.

Wenn das abgestorbene Pflanzenmaterial von Wasser, reich an gelösten Mineralien, durchtränkt wird, können sich in den feinsten Poren und Hohlräumen Mineralien ausscheiden, so dass das pflanzliche Gewebe schrittweise aushärtet und in ein Gestein umgewandelt wird. Je schneller und vollständiger dieser Prozess, desto besser die oft dreidimensionale Erhaltung von Strukturen, manchmal gar bis auf die Ebene einzelner Zellen. Je nach ausgeschie-



**Nur in Ausnahmefällen wird der Recycling-Kreislauf durchbrochen, und Pflanzenmaterial wird als Fossil konserviert.**



**Verkieseltes Holz: die feinsten Strukturen blieben erhalten (Wyoming, Kreide; Breite: 2 mm)**



denen Mineralien (z.B. Kalk, Limonit, Pyrit oder Kieselsäure) unterscheidet sich dann natürlich die Qualität der Erhaltung.

Die letzte Form der Erhaltung schliesslich ist die chemisch vollständigste Erhaltung: Wenn das Pflanzenmaterial durch irgend einen Umstand umfassend von mikrobiellen Abbauprozessen geschützt wird, kann sich ursprüngliches Material erhalten. Hier können sich Farbstoffe, Fettmoleküle, ja selbst Fragmente der DNS erhalten! Solche aussergewöhnliche Bedingungen kennt man aus gewissen Seesedimenten, aus Bernstein und – kurioserweise – aus «fossilen Toiletten» von Säugetieren unter wüstenartigen Bedingungen. Hier blieben Pflanzen in kristallisiertem Urin bis 40'000 Jahre fast unverändert erhalten.