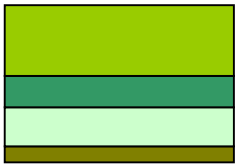
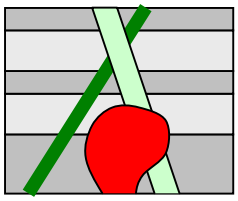
Geologische Altersbestimmung

Es gibt zwei Möglichkeiten zur Altersbestimmung, die relative und die absolute. Bei der relativen Altersbestimmung wird definiert, ob ein Gestein älter oder jünger (oder gleich alt) ist als das andere. Nur bei der absoluten Altersdatierung wird das Alter in Zahlen, meist in Millionen Jahren, bestimmt.

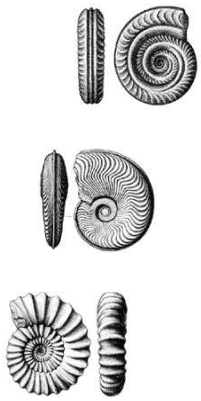
Relative Altersbestimmung



Prinzip der Überlagerung (Superposition): Ältere Gesteine liegen unten, jüngere darüber. Dieses Prinzip ist nur bei Sedimentabfolgen anwendbar, die keine tektonischen Prozesse wie Faltung und Überschiebung erlebt haben.



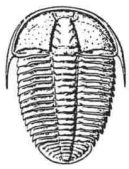
Prinzip der gegenseitigen Schnittverhältnisse: Ein Intrusivgestein oder ein Bruch ist jünger als das Gestein, das sie durchschneiden. Relative Altersabfolge in der Abbildung (von alt nach jung): 1. Blaue Sedimente, 2. Dunkelgrüner Gang, 3. Hellgrüner Gang, 4. Rote Intrusion



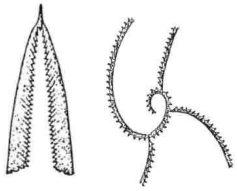
Leitfossilien / Biostratigrafie: Ideale Leitfossilien haben nur über kurze Zeit existiert, sich geografisch weit verbreitet und möglichst unterschiedliche Lebensräume bewohnt, damit sie in möglichst vielen verschiedenen Gesteinsschichten auftreten. Auch müssen sie in hoher Anzahl vorkommen und eindeutig bestimmbar sein. Findet man dasselbe Leitfossil an unterschiedlichen Orten auf der Erde in unterschiedlichen Gesteinschichten, kann gesagt werden, dass diese Schichten etwa gleich alt sind. Diese Art der Altersbestimmung wird als Biostratigrafie bezeichnet.
Anhand von Abfolgen rasch evoluierender Lebewesen kann das relative Alter von Schichten bestimmt werden.

Quelle Abbildungen: A. Morard, ppt

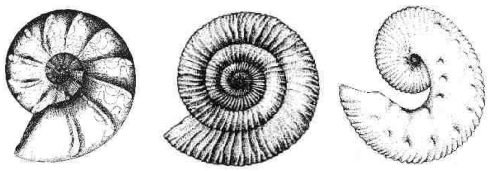
Einige wichtige Leitfossilien:



Trilobite existierten fast während des gesamten Paläozoikums (2.Serie des Kambriums bis Ende Perm) und gehören zu den wichtigsten Leitfossilien des Kambrium, Ordovizium und Silur, in der Zeit vor 521 bis 416 Mio Jahren. Sie sind entfernt mit den Krebsen verwandte Gliederfüssler mit verkalktem Rückenpanzer und einer Dreiteilung ihres Körpers in Längs- und Querrichtung.



Graptolithe sind Hauptleitfossilien im Ordovizium und Silur. Die Kiemenlochtiere (Hemichordata) bildeten Kolonien und lebten planktonisch (= im Wasser, schwimmen nur in Strömungsrichtung). Ordovizische Formen zeigen noch kompliziert aufgebaute Kolonien (Abb. links). Die einfacher gebauten Kolonien des Silur weisen meist lange Einzeläste vor (Abb. rechts).



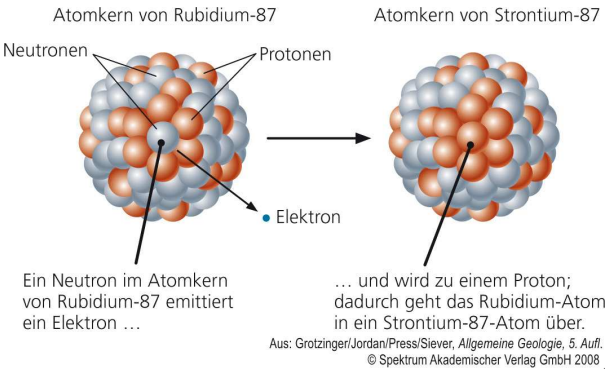
Ammonoideen sind die wichtigsten Leitfossilien von Devon bis Kreide. Dazu gehören auch die eigentlichen Ammoniten des Juras und der Kreide. Je nach Zeit zeigen Ammonoideen unterscheidliche Sättel, Lobenlinien, Aussenskulpturen/Rippen und Aufrollungen. Abb. : links Ceratit (Trias), mitte Ammonit (Jura), rechts Scaphit (Kreide).

Wichtige Leitfossilien im Tertiär und Quartär sind **Schnecken und Muscheln**.

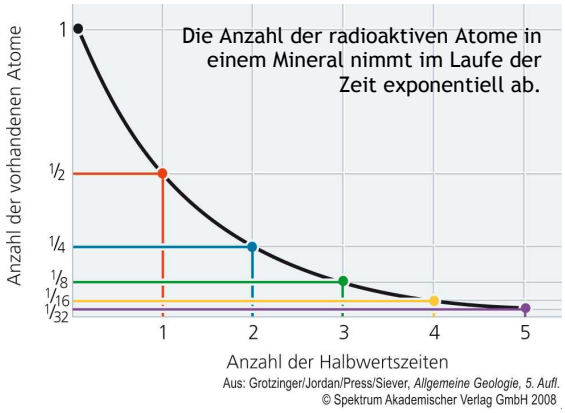
Quelle: www.geophysik.uni-kiel.de

Absolute Altersbestimmung

Radiometrische Altersbestimmung: Absolute Alter können mit Hilfe des radioaktiven Zerfalls von natürlichen radioaktiven Elementen (z.B. Uran, Kalium, Rubidium, Kohlenstoff) erhalten werden. Dabei wird das Verhältnis der Anzahl Mutterisotope (ursprünglich vorhanden im Mineral) zur Anzahl Tochterisotope (neu gebildet) gemessen.



Der radioaktive Zerfall von Rubidium zu Strontium.



Die Anzahl der radioaktiven Atome (Mutterisotope) in einem Mineral nimmt im Laufe der Zeit exponentiell ab. Die Zerfallsrate wird durch die Halbwertszeit eines Isotopes bestimmt. Die Halbwertszeit ist die Zeit, in der die Hälfte der Atome in einer Probe zerfallen (= sich in ein anderes Atom umwandeln).

Beispiel zur Altersdatierung : Das Verhältnis $^{235}U/^{207}Pb$ wird in einem Zirkon eines Granites gemessen. Die Halbwertszeit von ^{235}U beträgt 700 Mio. Jahre.
Ist dass Ergebnis 1 :1, d. h. die Hälfte der ^{235}U Mutterisotope haben sich in ^{207}Pb Tochterisotope umgewandelt, ist genau eine Halbwertszeit vergangen. Der Granit ist also 700 Mio. Jahre alt.
Wäre das Ergebnis 1 :3, d.h nur noch ¼ der Mutterisotope sind vorhanden, so sind zwei Halbwertszeiten vergangen. Der Granit wäre somit 1400 Mio. Jahre alt.

Mutterisotop	→	Tochterisotop	Halbwertszeit	möglicher Bereich für Altersdatierung	für die Datierung nutzbare Minerale/Materialien
^{235}U (Uran)	→	^{207}Pb (Blei)	700 Mio. Jahre	10 Mio. - 4.6 Mrd Jahre	Zirkon (magmatische Gesteine), Apatit
^{87}Rb (Rubidium)	→	^{87}Sr (Strontium)	47 Mrd. Jahre	10 Mio. - 4.6 Mrd Jahre	Muskovit, Biotit, Kaliumfeldspat
^{14}C (Kohlenstoff)	→	^{14}N (Stickstoff)	5730 Jahre	100 - 70'000 Jahre	Fossiles Holz, Holzkohle, Torf, Knochen, Muschelschalen, Wasser und Gletschereis mit darin gelöstem Kohlenstoffdioxid

Tabelle einiger der wichtigsten Isotope für die Altersdatierung.
Angaben aus: Press/Siever/Grotzinger/Jordan, Understanding Earth, 4th edition

Eine andere radiometrische Datierungsmethode ist die **Spaltspurendatierung.** Beim radioaktiven Zerfall von Uran entstehen Defektlinien (Spaltspuren) in der Kristallstruktur von Mineralien. Die Analyse ihrer Länge und Dichte eignet sich zur Datierung der Abkühlungsgeschichte eines Gesteins.