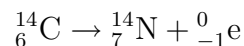


Die Radiokohlenstoffdatierung

Entwickelt wurde die Radiokohlenstoffdatierung („Radiocarbon-Methode“) von Willard Frank Libby (1908 – 1980), der für diese Leistung 1960 mit dem Nobelpreis für Chemie ausgezeichnet wurde. Die Methode eignet sich für die Altersbestimmung von 300 – 50.000 Jahre alten organischen Materialien und wurde so immens wichtig für die Archäologie.

I) Zuerst muss man wissen, dass Kohlenstoff in der Natur nur drei Isotope besitzt; die stabilen C-12 und C-13 und das instabile C-14 (β -Zerfall; $T_{1/2} = 5730$ Jahre). Dabei wird der Radiokohlenstoff C-14 ständig erneuert, ansonsten würde er ja irgendwann verbraucht. Die Neubildung von C-14 geschieht in großen Höhen. Die dort herrschende Höhenstrahlung induziert dazu notwendige Kernreaktionen. Das C-14 zerfällt zu Stickstoff:



II) Es herrscht ein Gleichgewicht zwischen dem Entstehen und Vergehen des Radiokohlenstoffs und so stehen die drei Isotope in einem festen Gleichgewicht zueinander. Der Anteil des C-14 ist zwar sehr klein, aber messbar und beträgt etwa $1 \cdot 10^{-10}$ % des gesamten Kohlenstoffs; von einer Billion C-Teilchen ist eines ein C-14. Durch Winde etc. gelangt der in den großen Höhen entstandene Radiokohlenstoff auch in untere Atmosphärenschichten und erreicht so auch die Pflanzen und Tiere, die dort leben.

III) Solange wir leben, stehen wir in immerwährenden Austausch mit der Umwelt, denn lebende Organismen stoffwechseln; insbesondere essen wir Pflanzen, die mit Hilfe des vorhandenen Kohlenstoffdioxids ihre Biomasse aufgebaut haben (Fleischfresse verputzen natürlich wiederum Tiere, die die Pflanzen gefressen haben).

IV) Ein gestorbenes Lebewesen steht nicht mehr im Austausch mit seiner Umwelt, der Stoffwechsel kam ja zum Erliegen und so wird auch der Kohlenstoff im Körper nicht mehr erneuert. Die drei Kohlenstoffisotope, die sich im Körper angesammelt haben, verbleiben dort. Der Radiokohlenstoff zerfällt über die Jahre und sein relativer Anteil wird immer geringer.

Nun die Idee: Wir finden eine Eismumie und nennen sie den Ötzi. Wir messen den relativen C-14-Gehalt im Schädel und stellen fest, dass er nur noch $0.5 \cdot 10^{-10}$ % beträgt. Der relative Anteil ist auf die Hälfte abgefallen. Das heißt, dass das C-14 seit fast einer Halbwertszeit nicht mehr erneuert wurde. Solange das Wesen lebte, wurde der Kohlenstoff erneuert. Also muss es seit dieser Zeit tot sein. So lässt sich das Alter des Schädels zu 5730 Jahren bestimmen!

Aufgabe: Genauere Messungen ergaben einen relativen C-14-Anteil von $0.53 \cdot 10^{-10}$ % in einer Gewebeprobe des Ötzi. Wie alt wäre die Eismumie danach?

Zusatz: Die Methode hat ihre Grenzen. Zum einen gibt es Schwankungen der relativen Anteile der Kohlenstoffisotope, denn ändert sich die Intensität der Höhenstrahlung, wird entsprechend mehr oder weniger C-14 erzeugt. Und ein relativer Anteil von einem Billionstel ist nun auch nicht sonderlich groß! Deshalb wird die Methode bei über 50.000 Jahre altem Material sehr sehr ungenau, denn diese Zeit entspricht ca. 9 Halbwertszeiten und dann ist der relative Anteil nochmal um einen Faktor 500 geschrumpft, was irgendwann nicht mehr messbar ist.