

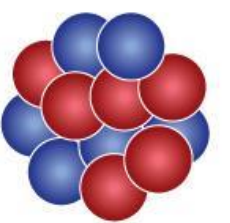
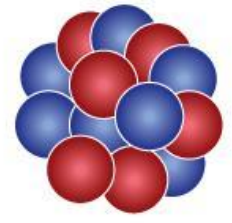
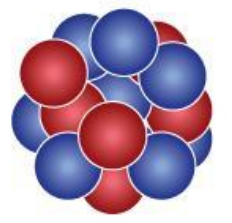
C14-Methode

-ein sicherer Nachweis zur Datierung von archäologischen Funden?

Wir feiern den 200sten Geburtstag von Heinrich Schliemann. Er war bekannt für die Ausgrabung Trojas im Jahr 1873. Jedoch ist ihm ein Fehler unterlaufen, und er grub den Schatz des Priamos aus, den er nach dem trojanischen König benannte. Was er nicht wusste: der Schatz stammt nicht aus der Zeit Trojas, sondern aus den Jahr 2450 v. Chr. Diese falsche Altersbestimmung wäre ihm nicht unterlaufen, wenn es zu seiner Zeit die C14-Methode gäbe, oder?

Grundwissen

- C-14 ist ein schwach radioaktives, instabiles Isotop des Kohlenstoffs.
- Isotop:** Atom mit selber Anzahl von Proton und Elektronen, aber mit einer untersch. Anzahl von Neutronen
- Radioaktivität:** Eigenschaft instabiler Atomkerne bestimmter chem. Elementen, welche zerfallen und dabei Energie in Form von Strahlung freisetzen
- Halbwertszeit:** Die Halbwertszeit gibt an, in welcher Zeit sich jeweils die Hälfte der ursprünglich vorhandenen Atomkerne in andere Atomkerne umwandelt

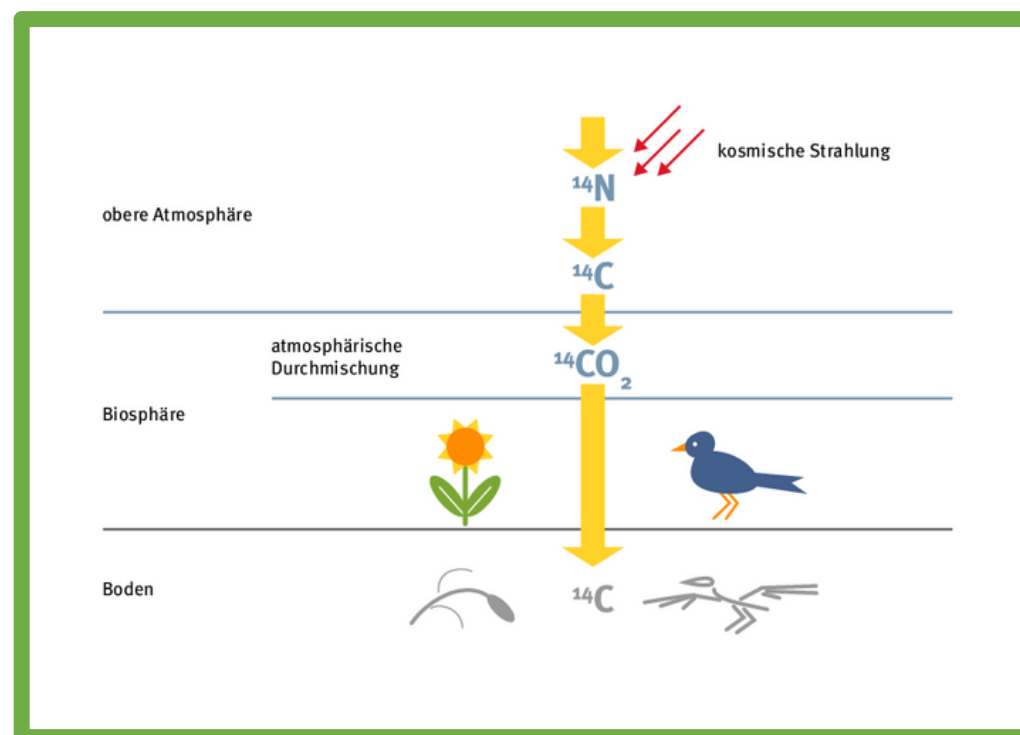
		
carbon-12 98.9% 6 protons 6 neutrons	carbon-13 1.1% 6 protons 7 neutrons	carbon-14 <0.1% 6 protons 8 neutrons

1.

Methode der Radiokarbon-Datierung

Durch den Effekt der kosmischen Neutronenstrahlung auf die Nitrogen 14 Atome wird kontinuierlich C-14 in der oberen Atmosphäre geformt. Es oxidiert schnell in der Luft und bildet Kohlendioxid. Danach tritt es in den globalen Kohlenstoffkreislauf ein.

Pflanzen und Tiere nehmen ihr ganzes Leben lang C-14 über das Kohlendioxid auf. Wenn sie sterben, stellen sie den Kohlenstoffaustausch mit der Biosphäre ein und ihr C-14 Anteil beginnt mit einer Geschwindigkeit zu zerfallen, die durch das Gesetz des radioaktiven Zerfalls bestimmt wird.



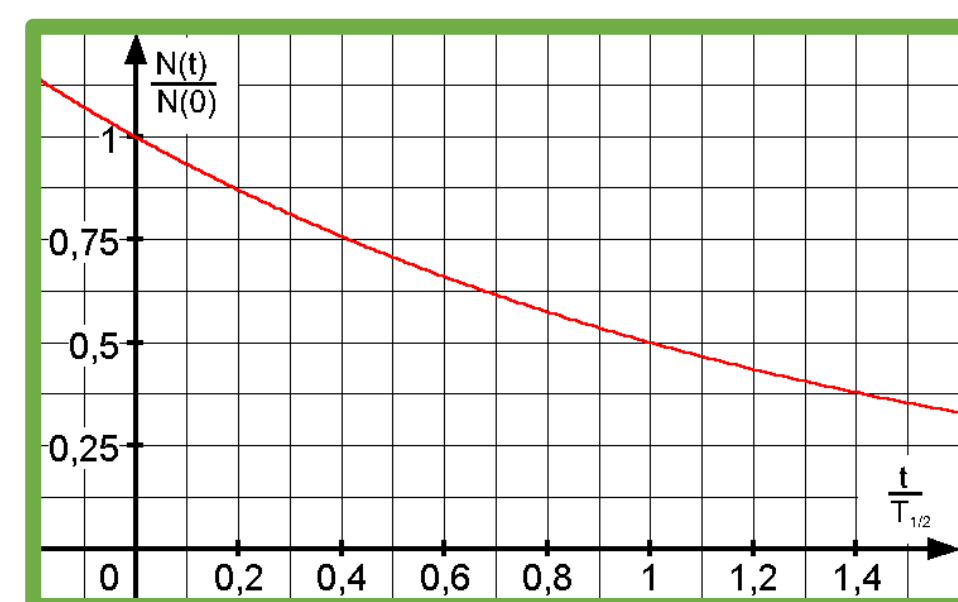
2.

Zerfall des C-14-Isotops in toten Organismen

Stirbt ein Lebewesen, so kann im organischen Stoff kein neuer radioaktiver Kohlenstoff mehr aufgenommen werden. Der Radioaktive C14-Kohlenstoff baut sich mit einer Halbwertszeit von $T = 5730a$ (Jahre) ab. Die stabilen nicht radioaktiven Kohlenstoffisotope bleiben hingegen erhalten.

Zur Datierung von archäologischen Funden misst man also wie groß der Anteil der C14-Isotope am gesamten Kohlestoff des Objekts noch ist. Je kleiner der Anteil ist, desto älter ist das Objekt.

Aus dem Verhältnis der Anzahl der zum jetzigen Zeitpunkt noch verbleibenden C14-Atomen zur Ursprünglichen Anzahl der C14-Atome, kann das Alter des Gegenstands, bzw. der Zeitpunkt des Absterbens bestimmt werden.



3.

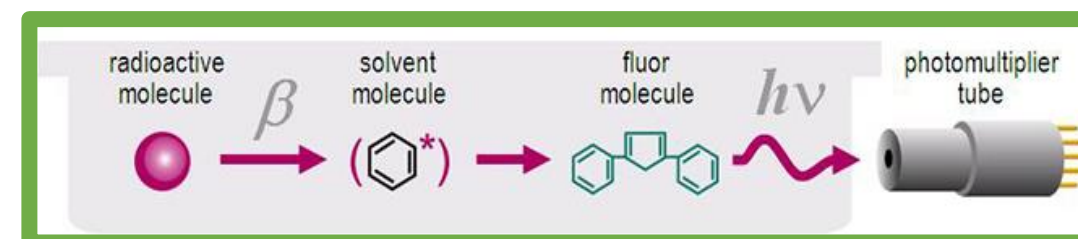
Messmethoden

1. Gasproportionalzählung

- Konventionelle radiometrische Datierungstechnik
- Zählt die abgestrahlten Beta-Partikel einer Probe
- Beta-Partikel sind ein Produkt des radioaktiven Zerfalls des C14-Atoms

2. Flüssig-Scintillation-Zählung

- Die Probe ist flüssig und wird in einem Szintillator gegeben.
- Werden Beta-Partikel ausgestrahlt, produziert der Szintillator einen Lichtblitz



4.

3. Beschleuniger-Massenspektrometrie (AMS)

- Modernste C14 Datierungsmethode
- Sie ist Schneller und genauer als andere Methoden
- Es wird der Anteil der C14-Atome im Vergleich zum C12 und C13 Atom gemessen
- Dieses Verfahren zählt nicht die Beta-Partikel sondern die Anzahl der Kohlenstoffatome, die in der Probe enthalten sind und die Proportion der Isotope



5.

Grenzen des Messverfahrens

Gehalt des Isotops in Atmosphäre nicht immer gleich Abhängig von:

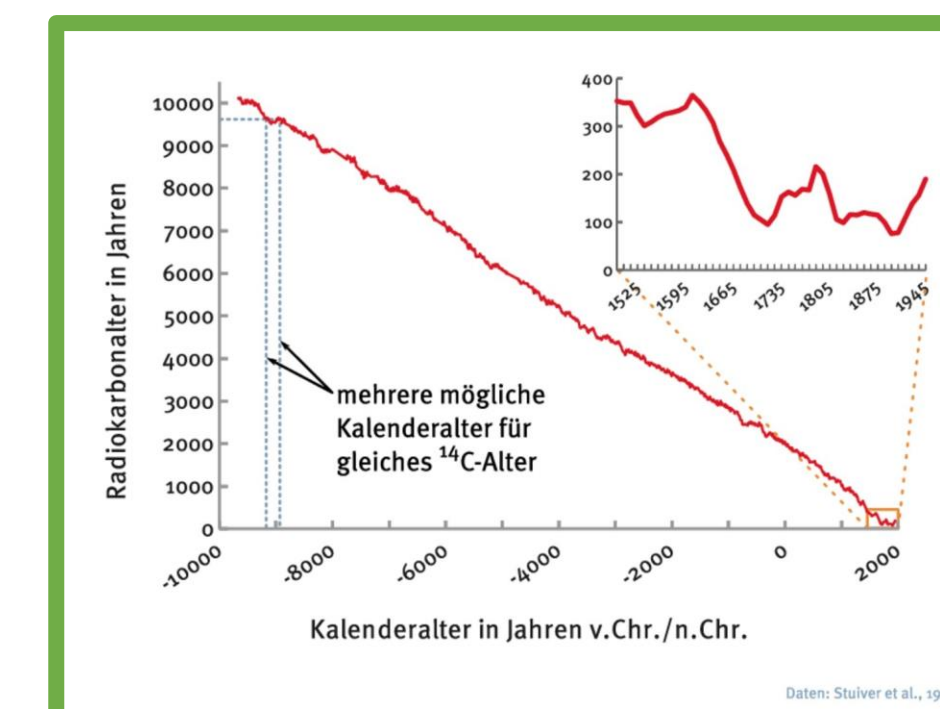
1. Stärke der kosmischen Strahlung

- Sonnenaktivität zyklisch zu- und abnimmt, variiert damit auch Intensität der Strahlung (bspw. kosmische Phänomene wie Supernova können Veränderungen in kosmischer Strahlung erzeugen)
- Erdmagnetfeld schirmt vor Strahlung ab (Magnetfeld variiert, bspw. in Zeiten mit stärkerem Erdmagnetfeld stoßen weniger Neutronen bis in die obere Atmosphäre vor)

2. Änderung im Kohlenstoffkreislauf

- Kohlenstoffkreislauf von Erdklima beeinflusst (bspw. bei letzten Eiszeit Flora und Fauna komplett verändert)
- Ozeanzirkulation variiert (CO2 der Atmosphäre wird von Ozeanen aufgenommen, durch Zirkulation ins Tiefenwasser der Weltmeere transportiert, wenn verlangsamt sich die Zirkulation, bleibt mehr C14 in der Atmosphäre —> C14-Methode auch für Untersuchung des globale Kohlenstoffkreislauf)
- Industrialisierung führt zur Verbrennung große Mengen an fossilen Kraftstoffen, CO2 aus industriellen Prozessen fast kein C14, Verbrennung senkt C14-Gehalt in Atmosphäre —> In Zukunft könnte wegen des Suess-Effekts der C14-Gehalt sogar so stark sinken, dass in Proben irgendwann nicht mehr genug C14 für Datierung vorhanden ist

3. Nur organisches Material kann untersucht werden



6.

Zusammenfassung

- durch kosmische Strahlung entsteht C14
- C14-Konzentration in der Atmosphäre konstant Pflanzen, Tiere und Menschen nehmen C14 auf
- Solange diese leben, ist der C14-Gehalt im Lebewesen ebenfalls konstant
- ab dem Tod sinkt der C14-Gehalt durch Zerfall
- Alter kann anhand des jetzigen C14-Gehalts, der Halbwertszeit und des C14-Gehalts eines lebendigen Lebewesens der gleichen Art gemessen werden

Quellen

Bildquellen:

- https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fweb.whoi.edu%2Fcoastal-group%2Fabout%2Fhow-we-work%2Flab-methods%2F14-dating-techniques%2F&psig=AOvVaw3rN3OocImOefCCAHVjHuZ_&ust=1641545677689000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjRxfwoTCKjmwqzgnPUCFQAAAAAdAAAAABAD
- https://www.weltderphysik.de/typo3temp/assets/_processed_/1/2/c/sm_20210215_C14Methode_01_629f870609.png
- https://www.leifiphysik.de/sites/default/files/images/8a7666b496fb05ed71becdce3c056d0/0Radiocarbonmethode_Zerfallsdiagramm.gif
- https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Ffigure%2Ffigure-1-3-Basic-composition-of-a-gas-filled-proportional-counter-taken-from-Knoll_fig1_265094172&psig=AOvVaw1v2VdFm5oPKsIRbG4Izba&ust=1641546605546000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjRxfwoTCNjq7PTjnPUCFQAAAAAdAAAAABAU
- <https://www.radiocarbon.com/deutsch/radiokohlenstoff-labor.htm>
- <https://www.weltderphysik.de/thema/hinter-den-dingen/c-14-methode/>

Textquellen:

- <https://www.posterpresentations.com/free-poster-templates.html>
- <https://www.radiocarbon.com/accelerator-mass-spectrometry.htm>
- <https://www.radiocarbon.com/about-carbon-dating.htm>
- <https://www.weltderphysik.de/thema/hinter-den-dingen/c-14-methode/>
- <https://www.leifiphysik.de/kern-teilchenphysik/anwendungen-der-kernphysik/grundwissen/altersbestimmung-mit-der-radiocarbonmethode>
- <https://www.radiocarbon.com/deutsch/radiokohlenstoff-labor.htm>
- <https://www.weltderphysik.de/thema/hinter-den-dingen/c-14-methode/>