

6-01 Radiokarbonmethode – Übersichtsblatt

Sinngleiche und verwandte Begriffe

Radiokohlenstoff, ^{14}C , Kohlenstoffmethode, ^{14}C -Methode, Radiokarbonuhr.

Ziel

Versuch, den radioaktiven Zerfall von ^{14}C zur Altersbestimmung archäo- und geologischer Objekte zu nutzen; z. B. Bestimmung der verfloßenen Zeit seit Ausschluss vom Kohlenstoffkreislauf (Tod).

Grundlagen

^{14}C ist ein Radioisotop, welches sich permanent (gegenwärtig) in der Stratosphäre (neu) bildet und als CO_2 in den Kohlenstoffkreislauf der Natur eingebunden wird. Halbwertszeit: 5730 ± 40 Jahre.

Vorgehensweise

Ermittlung der Kohlenstoff-Isotopenmengen und -Isotopenverhältnisse sowie Auswertung. Mit Kenntnis der mittleren (aktuellen) Zerfallsrate Berechnung des ^{14}C -Alters.

Basisannahmen

1. Unveränderlichkeit der ^{14}C -Zerfallsrate für den gesamten Bildungszeitraum in der Vergangenheit und in jeder Umgebung
2. Konstante ^{14}C Produktionsrate für den gesamten Bildungszeitraum in der Vergangenheit
3. Im Verhältnis zur Zerfallsrate schneller Kohlenstoffaustausch zwischen den Reservoiren (Atmosphäre, Biosphäre, Hydrosphäre, Geosphäre)
4. Keine Fraktionierung der Kohlenstoffisotope im Kohlenstoffkreislauf
5. Einstellung des Kohlenstoffaustauschs mit der Umgebung nach dem Tod des Organismus oder der Sedimentation von Karbonaten

Historie

Idee (LIBBY 1946), Methode (LIBBY 1952, 1969), Nachweis Altersdiskrepanzen (DE VRIES 1958), erste Eichkurve (SUSS 1965), systematische Kalibrationskurven (u. a. STUIVER et al. 1986, 1998; REIMER et al. 2004, 2009, 2013).

Anwendung

Archäologie, Quartärgeologie, Paläobotanik; sehr verbreitet.

Angabe/Größenordnung der Ergebnisse

Die ermittelten Isotopenalter liegen im Bereich von bis zu 50.000 ^{14}C -Jahren; technisch sind auch höhere Werte möglich.

- Konventionelle ^{14}C -Alter: z.B. $2070 \pm 30 \text{ BP}^1$
- Dendrokalibrierte ^{14}C -Alter: z.B. 1949-2121 cal BP (2 σ), zusätzlich Angabe der Kalibrierungskurve

Bekannte Einschränkungen/Probleme

Die ^{14}C -Produktion unterliegt beträchtlichen zeitlichen und breitenabhängigen Schwankungen; da-

rüber hinaus sind Einflüsse der Industrialisierung sowie des Kernwaffengebrauchs und sogenannte Reservoir- und Hartwassereffekte bekannt, Einflüsse durch vulkanisches CO_2 werden vermutet.

Altersbestimmungsmethode

Anspruch: absolut (mit Einschränkungen).

Eichung

Die Methode bedarf einer unabhängigen Verifizierung durch Objekte/Ereignisse bekannten (historischen) Alters.

Dendrochronologisch (\rightarrow 5.01) kalibriert für das terrestrische Milieu bis 12.550 Baumringjahre, für das marine Milieu radiometrisch kalibriert für den Bereich von etwa 12.400 bis 50.000 U/Th-Isotopenjahren. Mit der Kalibrierung sollen alle möglichen Einflüsse (s. o.) Berücksichtigung finden.

Gültigkeit (der Ergebnisse)

Die Erfüllung der Voraussetzungen (insbesondere die Basisannahmen 1 und 2) sind bisher nicht nachgewiesen.

a) Absolute Altersbestimmung

- Bis etwa 5.000 Jahre BP.

Im Wesentlichen durch Objekte bekannten historischen Alters im terrestrischen Bereich verifiziert; „präzise“ Datierungen im Rahmen von ± 15 -200 Jahren. Unter Ausschluss der bereits bekannten Einschränkungen gibt es nach wie vor einen großen Anteil nicht „passender“ Ergebnisse.

- Größer etwa 5.000 Jahre BP.

Nicht bekannt.

Eine unabhängige Verifizierung durch Objekte/Ereignisse bekannten (historischen) Alters war bisher nicht möglich. Es ist nicht bekannt, in welchem Verhältnis diese ^{14}C -Alter zum realen Alter stehen.

b) Relative Altersbestimmung

Eingeschränkt gegeben.

Unter strenger Beachtung der Probenentnahme und ihrer stratigraphischen Stellung scheint eine Relation Zunahme des relativen Alters zu Zunahme des Isotopenalters nur für eine Mehrzahl der Datierungen gegeben.

Kritik und Handlungsbedarf

^{14}C -Datierungsergebnisse etwa >5.000 ^{14}C -Jahre werden von den Bearbeitern gegenüber der Öffentlichkeit fast ausnahmslos als reale Alter dargestellt und kommuniziert; dies ist in Anbetracht der unsicheren Erkenntnisse (keine unabhängige Bestätigung, s. o.) eine deutliche Grenzüberschreitung. Entscheidungsträger und Öffentlichkeit sind aktiv und vollumfänglich über die Gültigkeit und Grenzen von ^{14}C -Datierungsergebnissen aufzuklären.

¹ BP = before present, Basis 1950