

8-01 Eiskernchronologische Methode – Übersichtsblatt

Sinngleiche und verwandte Begriffe

Zählung von Jahresschichten in Eiskernen bzw. Eisbohrkernen (Eisschichtenzählung); Eiskerndatierung.

Ziel

Versuch, an einem Eisbohrkern (Abb. 1) jährliche Schneezuwächse zu identifizieren und auszugliedern und dadurch eine absolute Chronologie von der Oberfläche einer Eisdecke (Gegenwart) in die Tiefe (Vergangenheit) rückwärts aufzubauen.

Grundlagen

Beobachtung saisonaler Schwankungen (Eisoberfläche) sowie laminarer Gefüge und Stoffperiodizitäten (Eiskern).

Vorgehensweise

Ausführung von Kernbohrungen (ggf. bis zur Basis); stratigraphische Aufnahme der Eiskerne, visuell, sowie Durchführung physikalischer und chemischer Reihenmessungen (u. a. Säuregrad (Acidität), Staubgehalt, $\delta^{18}\text{O}$, Ca^{2+} , NH_4^+ , Mikropartikel, Nitrat). Einsatz aller Mittel zu einer (Multi-Parameter-) Identifizierung von jährlich gebildeten Eisschichten.

Basisannahme(n)

1. Die Identifizierung bzw. Abgrenzung eines jährlichen Schneezuwachses ist kontinuierlich über das gesamte Profil möglich.
2. Die ermittelten Stoffperiodizitäten repräsentieren Jahreslagen und demzufolge Kalenderjahre.
3. Der heute zu beobachtende Prozess der Sauerstoffisotopenfraktionierung ist uneingeschränkt auf die Vergangenheit übertragbar.
4. Eisfluss- und Diagenesemodelle bilden die Vergangenheit korrekt ab.

Historie (grönländischer Eisschild)

DANSGAARD et al. (1969), HAMMER et al. (1986), RASMUSSEN et al. (2006), WALKER et al. (2009).

Anwendung

Quartärgeologie, (Paläo)klimatologie.

Angabe/Größenordnung der Ergebnisse

Längste Chronologien:

- Grönland: > 120.000 [Eiskern-] Jahre.
- Antarktis: ~ 800.000 [Eiskern-] Jahre.



Abb. 1 Bohrkopf mit Eiskern. Foto: Sepp KIPFSTUHL; NEEM ice core drilling project, <http://www.neem.ku.dk>.

Bekannte Einschränkungen/Probleme

U. a. problematische Zone spröden Eises, Diffusion, Nachlassen/Ersterben der $\delta^{18}\text{O}$ -Feinoszillationen.

Eichung

Radiometrisch (→ 4.01, 6.01), indirekt (s. u.).

Altersbestimmungsverfahren

Anspruch: Unabhängig und absolut (HAMMER et al. 1986).

Verifizierung

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

Gültigkeit (der Ergebnisse)

a) Relative Altersbestimmung

Gegeben. Eisbohrkerne können untereinander und in Teilbereichen mit marinen und terrestrischen Abfolgen korreliert werden.

b) Absolute Altersbestimmung

- Skalenbereich ~ 1000 bis 0 Eiskernjahre b2k¹: Sehr wahrscheinlich gegeben. Punktuell kann der jüngste Teil der Grönland-Eiskernchronologie-2005 (RASMUSSEN et al. 2006) durch unabhängige, zeitlich bekannte Ereignisse (vulkanische Aschenlagen bzw. -partikel) verifiziert werden (KOTULLA 2019).

- Skalenbereich > 1000 Eiskernjahre b2k: Nicht gegeben. Eine Verifizierung mit unabhängigen, zeitlich bekannten Ereignissen ist nicht gegeben.

Die Basisannahmen sind bisher nicht oder in einem sehr eingeschränkten Maße nachgewiesen worden. Vielmehr erfolgt die Datierung von Eiskernen hierarchisch (Beispiel grönländischer Eisschild, KOTULLA 2019): 1.

¹ Before 2k (2000); Bezugsjahr ist das Jahr 2000.

Stratigraphische Korrelation; 2. Übernahme von zwei radiometrisch geeichten Altersfixpunkten der quartär-geologischen Zeitskala und Übertragung auf konkrete Ereignispunkte der Eissäule, Konstruktion (Approximation) einer meter- bzw. „jahr“genauen Alters-zu-Tiefen-Beziehung durch Kalkulation unter Anwendung physikalischer Eisflussmodelle; 3. „Jahresschichtenzählung“: Die Anzahl auszuweisender Einzel-„Jahre“ ist durch die radiometrische Eichung im Wesentlichen vorbestimmt. Durch Fixierung der notwendigen Skalen- bzw. „Jahres“einheiten über entsprechende Auflösungen stratigraphischer und/oder physikochemischer Signale wird eine „jahrgenaue“ Zeitskala konstruiert (Eiskernchronologie). Die Signale werden mit „Jahren“ und „Jahresschichten“ assoziiert bzw. als solche interpretiert (kein Nachweis).

Kritik und Handlungsbedarf

Die eiskernchronologische Methode (Eiskern-datierung) in ihrer Gesamtheit ist weder ein unabhängiges noch ein absolutes Altersbestimmungsverfahren (s. o.).

Der breiten Öffentlichkeit werden die Eiskernalter fast ausnahmslos als reale Alter, nämlich abgezahlter (echter) Jahre („Jahresschichtenzählung“), dargestellt und kommuniziert. Dies ist irreführend; sie sind hauptsächlich radiometrisch begründet. Darüber sollte die breite Öffentlichkeit vollumfänglich aufgeklärt werden; die Eiskernalter sollten entsprechend gekennzeichnet werden, u. a. durch Ausweis der zugrundeliegenden Datierungsmethoden und ihrer substanziellen Annahmen.

Literatur

- DANSGAARD W, JOHNSON SJ, MOLLER J & LANGWAY CC JR (1969) One thousand centuries of climate record from Camp Century on the Greenland ice sheet. *Science* 166, 377-381.
- HAMMER CU, CLAUSEN HB & TAUBER H (1986) Ice-core dating of the Pleistocene/Holocene boundary applied to a calibration of the ¹⁴C timescale. *Radiocarbon* 28, 284-291.
- KOTULLA M (2019) Grönländische Eisbohrkerne und ihre Interpretation: Absolute Datierung durch Zählung von Jahresschichten? W+W Special Paper G-19-2, Baiersbronn; https://www.wort-und-wissen.org/wp-content/uploads/g-19-2_eisbohrkern.pdf
- RASMUSSEN SO, ANDERSEN KK, SVENSSON AM, STEFFENSEN JP, VINTHER BM, CLAUSEN HB, SIGGAARD-ANDERSEN M-L, JOHNSEN SJ,

LARSEN LB, DAHL-JENSEN D, BIGLER M, RÖTHLISBERGER R, FISCHER H, GOTO-AZUMA K, HANSSON M-E & RUTH U (2006) A new Greenland ice core chronology for the last glacial termination. *J. Geophys. Res.* 111, D06102, doi:10.1029/2005JD006079.

WALKER M, JOHNSEN S, RASMUSSEN SO, STEFFENSEN JP, POPP T, GIBBARD P, HOEK W, LOWE J, ANDREWS J, BJORCK S, Cwynar L, HUGHEN K, KERSHAW P, KROMER B, LITT T, LOWE DJ, NAKAGAWA T, NEWNHAM R & SCHWANDE J (2008) The Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base of the Holocene Series/Epoch (Quaternary System/Period) in the NGRIP ice core. *Episodes* 31, 264-267.