Geologische Altersbestimmung mittels Radiocarbon

Autor(en): **Bitterli, Peter**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure**

Band (Jahr): **20 (1953)**

Heft 59

PDF erstellt am: **19.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-186782

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Bull. Ver. Schweizer. Petrol.-Geol. u. Ing., Vol. 20, Nr. 59, S. 61–64, 31. Dezember 1953

Geologische Altersbestimmung mittels Radiocarbon

von PETER BITTERLI, Den Haag
N. V. De Bataafsche Petroleum Maatschappij (Koninklijke/Shell Groep).

Der Begriff «radiocarbon», womit der radioaktive Kohlenstoff ^{14}C bezeichnet wird, hat sich allgemein in der englischen Sprache und neuerdings auch im Deutschen eingebürgert und soll hier der Kürze wegen beibehalten werden.

Wie im Bull. V.S.P., Vol. 20, Nr. 58, p. 12 bereits erwähnt wurde, ist mit einer erst in den letzten Jahren ausgearbeiteten Methode (LIBBY 1952) unter Verwendung der Radioaktivität dieses Kohlenstoffisotops das Alter von ölhaltigen Meeressedimenten bestimmt worden. SMITH (1952) glaubt damit zum erstenmal beweisen zu können — im Gegensatz zu TRASK (1932) — daß sich Erdöl tatsächlich schon in relativ jungen Ablagerungen (10 000—16 000 Jahre alt) zu bilden beginnt.

Ein weiteres Beispiel der praktischen Anwendung dieser Methode in der Geologie wurde kürzlich durch ARRHENIUS (1952) bekannt gegeben, der in dem Bericht über die Schwedische Tiefsee Expedition 1947—48 Altersbestimmungen von Meeressedimenten erwähnt, die größere Bedeutung erlangen könnten. Ebenfalls mit der Radiocarbonmethode wurde nämlich die absolute Geschwindigkeit der Anhäufung von Titan in Meeresablagerungen während der letzten 14 000 Jahre bestimmt. Unter der Annahme, daß diese Titananhäufung in früheren Zeiten regelmäßig verlief, gelangt dieser Forscher mittels Extrapolation zur Altersbestimmung von tiefer liegenden Schichten durch Bestimmung des Gesamtgehaltes an Titan der darüberliegenden Sedimente. Auf diese Art und Weise gelang es verschiedene Stadien zu unterscheiden, die bis auf 1,7 Millionen Jahre zurück datieren. ARRHENIUS scheint es gelungen zu sein, eine lückenlose Aufzeichnung der vergangenen Klimaschwankungen bis ins Pliozän zusammengestellt zu haben. Es erscheint nun möglich, eine Korrelation der Pleistozän-Geologie mit den aus Analysen von Tiefsee-Kernen ermittelten Daten herzuleiten.

Diese Anwendung der über Titan extrapolierten Altersbestimmung wird allerdings noch weiter untersucht werden müssen, denn neuerdings hat C. W. CORRENS (1953) in einem Vortrag anläßlich der Versammlung der «Joint Commission on Oceanography» zu Liverpool (1.—2. Sept. 1953) dies insofern angezweifelt, indem er das Titan in Tiefsee-Ablagerungen als ungeeignet beurteilt, um Schätzungen über die Geschwindigkeit der Anhäufung von Meeressedimenten auszuführen.

Die Radiocarbonmethode ist auch nach neueren Verbesserungen ein immer noch ziemlich kompliziertes Verfahren, das sich nur in gut ausgerüsteten Laboratorien durchführen läßt. Zum besseren Verständnis sollen im folgenden einige Grundlagen dieser neuen Altersbestimmungsmethode gegeben werden, wie wir sie aus der Literatur zusammenstellen konnten.

Allgemein bekannt ist, daß es für geologische Zwecke möglich ist, aus den radio-

aktiven Erscheinungen auf das Alter der Uranmineralien und damit der sie beherbergenden Gesteine zu schließen. Die beste Methode ist diejenige der Uranbleibestimmung, da Uranblei durch radioaktiven Zerfall entsteht (NIGGLI 1948). Andere radioaktive Elemente von geologischer Bedeutung sind Thorium und Kalium (Isotop 40). Da die Halbwertzeiten des Zerfalls dieser Elemente auch vom geologischen Standpunkt aus groß sind (Uran I : $4{,}5 \cdot 10^9$ Jahre, Thorium: $1{,}65 \cdot 10^{10}$ J. Kaliumisotop 40: ca. 10^9 J.), ist natürlich die absolute Genauigkeit solcher Altersbestimmungen eingeschränkt, abgesehen von verschiedenen anderen nicht immer eindeutig feststellbaren Faktoren.

Die Radiocarbonmethode benützt nun das radioaktive Isotop ^{14}C des normalen Kohlenstoffes ^{12}C, mit einer Halbwertzeit von 5568 ± 30 Jahre*). Dieses Isotop entsteht in der oberen Atmosphäre durch die Bombardierung des atmosphärischen Stickstoffes mit Neutronen der kosmischen Strahlung. Dieser Kohlenstoff verbindet sich mit dem vorhandenen Sauerstoff der Luft rasch zu radioaktivem Kohlendioxyd und geht als solches in alle organischen Substanzen ein, zusammen mit normalem Kohlendioxyd.

Die Konzentration des Radiocarbons in der Atmosphäre ist äußerst gering; verglichen mit der des gewöhnlichen Kohlenstoffs steht sie in einem Verhältnis von 1:1 Billion. Unter der Annahme, daß die Intensität der kosmischen Strahlung während der letzten paar zehntausend Jahre konstant war, wird hergeleitet, daß das Verhältnis von Radiocarbon zu gewöhnlichem Kohlenstoff auch in den lebenden Organismen konstant ist. Beim Tode hört nun dieses Ausgleichsverhältnis zu existieren auf, da der Organismus keinen Kohlenstoff atmosphärischer Herkunft mehr aufnimmt, andererseits hingegen geht die Zersetzung des Radiocarbons mit der oben angegebenen Zerfallgeschwindigkeit weiter. Dementsprechend ist in jeder toten Substanz das Verhältnis von Radiocarbon zu normalem Kohlenstoff eine direkte Funktion der Zeit seit dem Tode dieses Organismus und erlaubt so die «Altersbestimmung», d. h. den Zeitpunkt des Todes.

Als günstiges Ausgangsmaterial hat sich z. B. Kohle erwiesen, ferner verbrannte Knochen von einem prähistorischen Herd, Torf eines nacheiszeitlichen Moores oder Holz in junge Sedimente eingebettet. Weniger zuverlässig sind Muschel- und andere Schalen, da chemische Veränderungen in ihrer Zusammensetzung (durch Grundwasser etc.) stattgefunden haben könnten, die dann zu Fehlergebnissen führen.

Die direkte Altersbestimmung mittels Radiocarbon ist praktisch auf ca. 20 000, höchstens auf 30 000 Jahre beschränkt. Dies ist bedingt einerseits durch die äußerst geringen Mengen von Radiocarbon in allen lebenden Organismen und andererseits in der geologisch kurzen Halbwertzeit, wodurch jede ursprünglich vorhandene Menge von radioaktivem Kohlenstoff innert ca. 25 000 Jahren auf einen Sechzehntel reduziert wird.

Zum Nachweis und zur Messung solch radioaktiver Substanzen wird ein modifizierter Geiger-Zähler verwendet; auf dessen Bau und auf den eigentlichen Untersuchungsvorgang soll hier nicht eingegangen werden (s. LIBBY 1952, TAYLOR 1951 u. a.). Es sei einzig erwähnt, daß größte Vorsicht gegen «Verunreinigung» durch andere schwach radioaktive Substanzen notwendig ist. So muß der Zähler gegen kosmische Strahlen, die meist stärker sind als diejenigen, die von der Probe abgegeben werden, aufs sorgfältigste abgeschirmt sein.

---

*) Nach anderen Quellen: 5589 Jahre. Ein anderes Kohlenstoffisotop mit der Massenzahl 11 besitzt eine Halbwertzeit von 20,35 Minuten.

Die Genauigkeit der Radiocarbonmethode hängt von verschiedenen Faktoren ab. Auf eine grundsätzliche, mögliche Fehlerquelle ist bereits hingewiesen worden, nämlich auf die Annahme der Konstanz der kosmischen Strahlung in der Vergangenheit. Was die zu untersuchenden Muster anbetrifft, so ist es eine wichtige Voraussetzung, daß unveränderte Proben zur Verfügung stehen, d. h. das Material sollte die ursprüngliche, zur Zeit des Todes vorhandene Menge Kohlenstoffatome enthalten. Dies läßt sich nicht direkt beweisen. Es muß deshalb immer in Betracht gezogen werden, daß chemische Umwandlungen in anorganischen und organischen Substanzen möglich sind, indem Kohlenstoffatome durch Grundwasser- oder Fäulnisreaktionen ausgetauscht werden konnten. Eine andere Verunreinigungsmöglichkeit besteht beim Einpacken, Bearbeiten, etc. der Muster. Während sich das Alter von archäologischen Proben in manchen Fällen durch andere Methoden kontrollieren läßt, so trifft dies in der Regel für geologische Muster nicht zu. (Eine Liste von untersuchten archäologischen und geologischen Proben ist in LIBBY 1952 abgedruckt.)

Trotz dieser Einschränkungen und Schwierigkeiten verspricht die Altersbestimmungsmethode mittels Radiocarbon ein nützliches Werkzeug nicht nur für die Archäologie, sondern auch zur Datierung von jungquartären geologischen Ablagerungen zu werden. Durch Extrapolation ist auch ein wichtiger Weg angezeigt, ältere Sedimente zu datieren und zu korrelieren (ARRHENIUS 1952).

Literatur

Arrhenius, G. (1952): Sediment cores from the East Pacific (Reports of the Swedish Deep-Sea Expedition 1947—1948, vol. 5. fasc. 1). Eleanders, Göteborg.

Blifford, I. H. et al (1952): On the natural radioactivity in the air. J. Geophys. Res., vol. 57, pp. 499—509.

Burling, R. L. 1952): Determination of geologic time. Nucleonics, vol. 10, no. 5, May, pp. 30—35.

Deevey, E. S. (1952): Radiocarbon dating. Scient. American, vol. 186, no. 2, Febr., pp. 24—28.

Douglas, D. L. (1952): Measuring low-level radioactivity. General Electric Rew., vol. 55, no. 5, Sept., pp. 16—20.

Ewald, H. & Hintenberger, H. (1953): Methoden und Anwendungen der Massenspektroskopie. Verlag Chemie GmbH., Weinheim.

Flint, R. F. (1951a): Radiocarbon dating of late-Pleistocene events. Amer. J. Science, vol, 249, pp. 257—300.
(1951b): Dating late-Pleistocene events by means of radiocarbon. Nature, May 26, vol. 167, no. 4256, pp. 833—836.

Götte, H. (1951): Der radioaktive Kohlenstoff in der Forschung. Umschau, Vol. 51, pp. 513—515.

Kulp, J. L. (1952): The Carbon 14 method of age determination. The Scient. Monthley, vol. 75, no. 5, Nov., pp. 259—67.

Kulp, J. L. et al (1952): Carbon 14 measurements on geological samples (abstract). Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 63, no. 12, p. 2, p. 1273.

Libby, W. F. (1952): Radiocarbon dating. 124 pp., 11 figs. The University of Chicago Press.

Monicard, R. & Dumas, H. (1952): Radioaktivität der Sedimentgesteine, des Rohöles und der Lagerstättenwasser. Erdöl-Z., 68. J., H. 10, Okt., S. 11—114.

Niggli, P. (1948): Gesteine und Minerallagerstätten; 1. Bd., Verlag Birkhäuser, Basel.

Taylor, D. (1951): The measurement of radio isotopes. 118 pp. John Wiley & Sons, Inc., New York; Methuen & Co., Ltd., London.

Trask, P. D. (1932): Origin and environment of source sediments of petroleum. Amer. Petrol. Inst., Houston, Texas.

Vries, H. de & Barendsen, G. W. (1952): A new technique for the measurement of age by radiocarbon. Physica, vol. 18, no. 8–9, p. 652.

Zeuner, F. E. (1952): Dating the past: An introduction to geochronology. 495 pp., 103 figs., 24 pls. Methuen & Co. Ltd., London.

Zimen, K. E. (1952): Angewandte Radioaktivität. 124 pp., 45 figs., 1 t., Springer-Verlag, Berlin.

Manuskript eingegangen am 8. Okt. 1953