

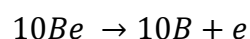
BERYLLIUM-10

Beryllium, mit dem Elementsymbol Be und der Ordnungszahl 4, steht in der 2. Hauptgruppe des Periodensystems und gehört damit zu den Erdalkalimetallen. Es besitzt mit ${}^9\text{Be}$ lediglich ein einziges stabiles Isotop und ist daher eines von insgesamt 22 Reinelementen. Darüber hinaus sind derzeit elf radioaktive Isotope des Berylliums bekannt – ${}^5\text{Be}$ bis ${}^8\text{Be}$ und ${}^{10}\text{Be}$ bis ${}^{16}\text{Be}$.

Gegen Ende des 18. Jahrhunderts isolierte *LOIS-NICOLAS VAUQUELIN*¹ das Beryllium in Form von Berylliumoxid, BeO , aus den Edelsteinen Beryll und Smaragd. Er bezeichnete das zugrundeliegende Element zunächst als *Glucinium*, wegen des süßlichen Geschmacks seiner Verbindungen. Unabhängig davon machte *MARTIN HEINRICH KLAPROTH*² bei der Untersuchung des Berylls die gleichen Entdeckungen wie sein französischer Kollege. *KLAPROTH* jedoch benannte das Element als Beryllium –wegen seiner Gewinnung aus dem Beryll [1]. Der Name Beryllium konnte sich schließlich durchsetzen – was die Franzosen trotzdem nicht daran hinderte, das Element noch bis 1957 als *Glucinium* (mit dem Symbol Gl) zu bezeichnen³. Die Darstellung des reinen Metalls sollte noch gut drei Jahrzehnte dauern; mit dem von *FRIEDRICH WÖHLER*⁴ im Jahr 1827 entwickelten und nach ihm benannten „*Wöhler-Prozess*“ [2], einer Reduktionsmethode zur Herstellung von reinem Aluminium, gelang dies erstmals 1828. Auch *ANTOINE BUSSY*⁵ isolierte 1828, wiederum unabhängig von *WÖHLER*, das Beryllium durch die Reduzierung von Berylliumchlorid mit Kalium [3].

Beryllium-10 ist – wie eingangs erwähnt – ein radioaktives Isotop und zerfällt unter Betazerfall (β^-) mit einer Halbwertszeit von 1.39×10^6 Jahren [4] in das stabile Bor-10 (*Anmerkung: Isotop des Monats April 2019*).

Der Zerfall wird durch die chemische Reaktion:



GL 1

beschrieben.

Interessant ist Beryllium-10 aufgrund seiner relativ langen Halbwertszeit – die übrigen Be-Isotope haben nur Halbwertszeiten von Tagen bzw. Sekunden - und vor allem als ubiquitärer Umwelttracer sowie durch seiner Anwendungsmöglichkeiten in der Geologie, Archäologie,

¹ französischer Apotheker und Chemiker (1763–1829); Entdecker des chemischen Elements Chrom

² deutscher Chemiker (1743–1817)

³ Neben Beryllium gibt es eine Reihe weiterer chemischer Elemente, die etwa zeitgleich und unabhängig voneinander sowohl von deutschen als auch französischen Chemikern entdeckt wurden – wobei jeder für sich die Rechte an der jeweiligen Benennung beanspruchte

⁴ deutscher Chemiker (1800–1882)

⁵ französischer Apotheker und Chemiker (1794–1882)

Glaziologie und Ozeanographie [5].

In der Erdatmosphäre wird ^{10}Be hauptsächlich durch Trennprozesse infolge kosmischer Strahlung aus Stickstoff und Sauerstoff gebildet [6]. Von dort gelangt es über den Niederschlag auf die Erdoberfläche und in die Gewässer. Die Verweildauer von ^{10}Be in Meerwasser beträgt nach [7] einige 100 Jahre, ehe es infolge Adsorption und Einbau in organische und anorganische Partikel in die Sedimente am Meeresboden gelangt und schließlich mit seiner Halbwertszeit in das stabile ^{10}B zerfällt [8]. Sein Vorkommen in jungen marinen Sedimenten kann zu deren Altersabschätzung verwendet oder aber auch die zeitliche und örtliche Variation der Produktionsrate des ^{10}Be selbst bestimmt werden [8].

Theoretische Überlegungen führten bereits Mitte der 1950er-Jahre dazu, dass in der Natur vorkommendes ^{10}Be zur Altersdatierung von marinen Sedimenten – wie oben beschrieben – möglich sein müsste [8] [9] [10]. Versuche folgten 1957 [11].

In vereinfachter Form lassen sich Sedimentationsraten mit der ^{10}Be -Methode, analog zur Ionium-Methode (Methode zur Altersdatierung), wie folgt bestimmen [8]:

$$\ln {}^{10}\text{Be} = \ln {}^{10}\text{Be}_0 - \frac{\lambda h}{a} \quad \left| \text{GL 2} \right.$$

mit: $a = h/t =$ Sedimentationsrate
 $h =$ Tiefe des Sediments unter dem Meeresboden

Niedrige ^{10}Be -Konzentrationen führten allerdings dazu, dass die Methode nur selten angewendet wird und sich die Verwendung auf Materialien mit hohen ^{10}Be -Konzentrationen beschränkt [8], wie das im Mineral Quarz der Fall ist.

Ende der 1970er-Jahre wurde die Beschleuniger-Massenspektrometrie (accelerator mass spectrometry – AMS) entwickelt [12]. Mit der AMS können noch Anzahlen von 10^6 ^{10}Be -Atomen bei Konzentrationen von $^{10}\text{Be}/^9\text{Be} \approx 10^{-14}$ bestimmt werden.

Mit der AMS wurden seit Beginn der 1980er-Jahre Untersuchungen von Sedimenten und Magmatiten intensiviert. In Tiefseesedimenten konnten mittlere ^{10}Be -Konzentrationen von $(5.7 \pm 3.2) \times 10^9$ Atomen pro Gramm Gestein bestimmt werden [13]. Das entspricht etwa einer Zehnerpotenz mehr, als für fluviatile Sedimente und Böden bestimmt wurde und auf die langsame Sedimentationsgeschwindigkeit in der Tiefsee – und somit der Möglichkeit, ^{10}Be aus dem Meerwasser zu gewinnen – zurückgeführt wird [8].

LITERATUR

- [1] M. Hosenfeld u.a., 26. Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. Beryllium, Berlin: Verlag Chemie, 1930.
- [2] M. J. Huber, *Struktur, Stabilität und Funktionalisierung metalloider Aluminiumcluster*, Cuvillier Verlag, 2008.
- [3] F. W. Schweigger-Seidel, „Über Glycium (Beryllium) und Magnium,“ *Journal für Chemie und Physik (Jahrbuch Chemie und Physik)*, Bd. 54, p. 241–243, 1828.
- [4] J. Chmeleff, F. von Blanckenburg, K. Kossert und D. Jakob, „Determination of the ^{10}Be half-life by multicollector ICP-MS and liquid scintillation counting,“ *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, pp. 192-199, 2010.
- [5] L. McHargue und P. Damon, „The global beryllium 10 cycle,“ *Reviews of Geophysics*, p. 141–158, 1991.
- [6] G. Kovaltsov und I. Usoskin, „A new 3D numerical model of cosmogenic nuclide ^{10}Be production in the atmosphere,“ *Earth and Planetary Science Letters*, pp. 182-199, 2010.
- [7] G. M. Raisbeck et al., „ ^{10}Be concentrations and residence time in the deep ocean,“ *Earth and Planetary Science Letters*, pp. 275-278, 1980.
- [8] H. G. Stosch, „Einführung in die Isotopengeochemie,“ Institut für Mineralogie und Geochemie der Universität Karlsruhe, Karlsruhe, 2004.
- [9] B. Peters, „Radioactive beryllium in the atmosphere and on the earth,“ *Proceedings of the Indian Academic of Sciences*, pp. 67 - 71, 1950.
- [10] J. R. Arnold, „Beryllium-10 produced by cosmic rays,“ *Science*, 124, pp. 584-585, 1956.
- [11] P. S. Goel, D. P. Kharkar, D. Lal, N. Narasappaya, B. Peters und V. Yatirajam, „Beryllium-10 concentrations in deep sea sediment,“ *Deep-Sea Research*, 4, pp. 202-210, 1957.
- [12] A. E. Litherland, „Ultra-sensitive mass spectrometry with accelerators,“ *Annual Review of Nuclear and Particle Science*, 30, pp. 437-473, 1980.
- [13] L. Brown, I. S. Sacks, F. Tera, J. Klein und R. Middleton, „Beryllium-10 in continental sediments,“ *Earth Planet Sciene Letters*, 55, pp. 370-376, 1981.
- [14] B. Bourdon, S. J. Goldstein, D. Bourlès, M. T. Murrell und C. H. Langmuir, „Evidence from ^{10}Be and U series disequilibria on the possible contamination of mid-ocean ridge basalt glasses by sedimentary material,“ *G3 Geochemistry Geophysics Geosystems*, p. Paper number 2000GC000047, 2000.