

Erster internationaler Aluminium-26-Ringversuch: Teil II - Zähllaboratorien

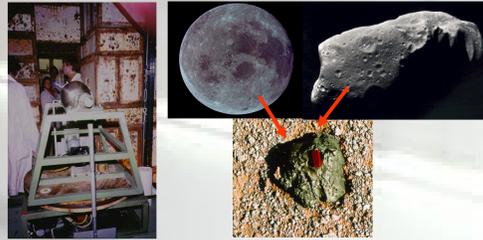
Silke Merchel* und Wolfram Bremser

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), 12200 Berlin, merchel@o2online.de

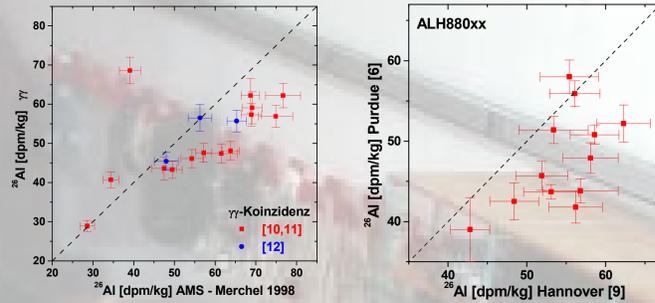
*ab 1.9. @ CEREGE CEREGE (Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement), UMR 6635, Europôle Méditerranéen de l'Arbois - BP 80, F-13545 AIX EN PROVENCE cedex 04

Warum ²⁶Al-Messungen ?

- Seit der ersten Messung von Aluminium-26 von Ehmann und Kohman in 1958 (in Meteoriten nach radiochemischer Trennung) [1], wurden weltweit einige tausend Proben unterschiedlichster Herkunft untersucht. Insbesondere die Entwicklung der hochsensitiven Beschleunigermassenspektrometrie (AMS) [2] ermöglichte die Expansion der Anwendung von ²⁶Al-Daten über die Grundlagenforschung hinaus. Typische Forschungsgebiete sind heute: Kernreaktionen, Kosmochemie, Strahlenschutz, Biomedizin, Geologie, Umwelt- und Klimaforschung. Es ist daher verwunderlich, dass – im Gegensatz zu z.B. ¹⁴C – weder Ringversuche durchgeführt wurden, noch zertifizierte Standardreferenzmaterialien erhältlich sind.
- Die bisher spärlich praktizierten Laborvergleiche zeigen Diskrepanzen von bis zu 15 % bei "(fast) identischen Probenmessungen" zwischen verschiedenen AMS-Laboratorien, aber auch zwischen AMS- und Zähllaboratorien [3-7]. Aus diesem Grunde initiierten wir den ersten internationalen ²⁶Al-Ringversuch. Das Ziel des ersten Teils [8] war die Identifikation von Diskrepanzen zwischen AMS-Laboratorien anhand von Messungen synthetischer Al₂O₃-Proben mit unterschiedlichen ²⁶Al/²⁷Al-Verhältnissen. In Teil II, über den wir hier berichten, fokussieren wir auf mögliche Diskrepanzen zwischen verschiedenen Zähllaboratorien.

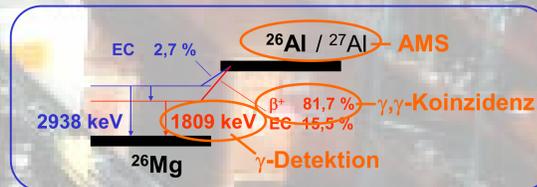


Kernreaktionen
E⁻ - Al & Si
E⁺ - Ca & schwere Elemente



Experimentelles

- Für den Ringversuch wurden vier homogenisierte Meteoritenproben hergestellt. Diese wurden nacheinander von den Ringversuchslaboratorien untersucht. Die Bestimmung langlebiger Radionuklide in natürlichen Materialien ist aufgrund der geringen Konzentration und der langen Halbwertszeit und der daraus resultierenden geringen spezifischen Aktivität mittels konventioneller Aktivitätsmessverfahren äußerst aufwendig.
- Aluminium-26 ($t_{1/2} = 0,705$ Ma) kann prinzipiell entweder über die durch den β^+ -Zerfall verursachte 511 keV-Vernichtungsstrahlung mittels $\gamma\gamma$ -Koinzidenztechniken oder aber über die nuklidspezifische γ -Strahlung ($E_\gamma = 1809$ keV) detektiert werden. Bei beiden Methoden ist die Kalibrierung (Geometriefaktor, Selbstabsorption etc.) aufgrund der großen Probenmenge und die Untergrundkorrektur von besonderer Wichtigkeit für die Qualität der Ergebnisse. In der Regel werden Messunsicherheiten im Bereich von 5 % erreicht.



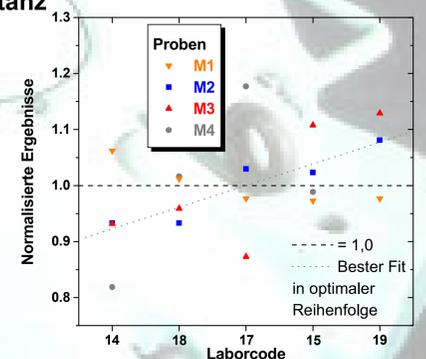
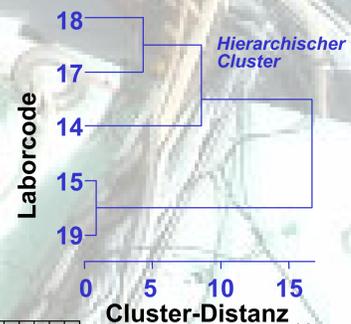
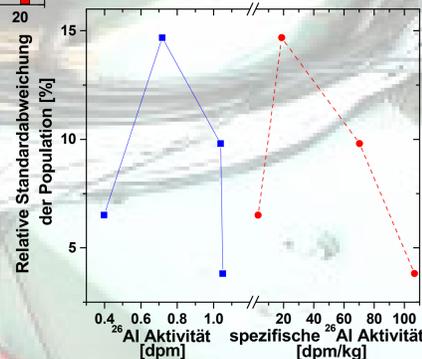
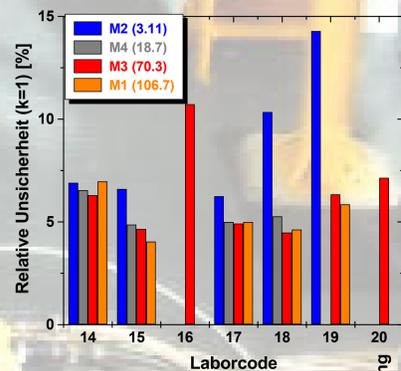
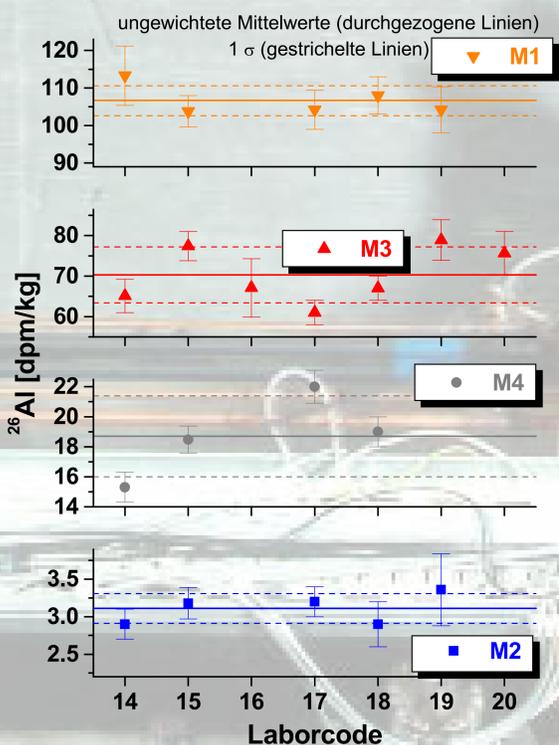
Übliche Konzentrationen
3,6 E+9 ²⁶Al-Atome
1,5 E-13 g (0,15 pg) → 1 ppt

Proben: 4 Meteorite
10 - 130 g:
²⁶Al: 2 - 110 dpm/kg 0,5 - 1 dpm
0,03 - 1,8 mBq/g 8 - 17 mBq
für Zählung (Komplettproben) & AMS (Aliquots)

Ergebnisse

- Die Evaluierung der Ringversuchsergebnisse der sieben Teilnehmer (an vier Proben) zeigte eine gute grundsätzliche Übereinstimmung zwischen den Laboratorien, d.h. es ließen sich bei Probe-zu-Probe-Betrachtung keine statistisch relevanten Unterschiede feststellen. Jedoch konnte bei einer detaillierteren statistischen Analyse mit multivariaten Ansätzen eine systematische Messabweichung identifiziert werden.

- alle Datensätze normalverteilt (Kolmogorov-Smirnov-Test)
- kein Dixon oder Grubbs Ausreißer (@ Signifikanzniveau $\alpha = 0,01$)
- Nalimov Ausreißer (@ $\alpha = 0,05$): Lab 14 für Probe M1
- Mittelwerte sind gute Schätzwerte für den „wahren Wert“



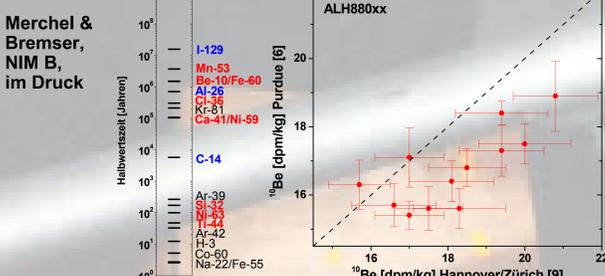
nur 2 Werte nicht kompatibel innerhalb der angegebenen Unsicherheit mit dem Konsenswert:

- Lab 14 für Probe M1
- Lab 17 für Probe M3

- die meisten Unsicherheiten liegen im Mittel bei 5-6 %
- relative Unsicherheit der Probe mit geringster spezifischer Aktivität - wie erwartet - signifikant größer
- die Unsicherheit für Probe M2 von Lab 19 signifikant größer als alle anderen
- ungünstige Probengeometrie von M4 wahrscheinlich Grund für höhere Unsicherheit



Ausblick



Merchel & Bremser, NIM B, im Druck

Literatur

- W.D. Ehmann, T.P. Kohman, GCA 14 (1958) 364.
- G.M. Raisbeck et al., J. Phys. Lettr. 40 (1979) L.241.
- D. Aylmer, et al., EPSL 88 (1988) 107.
- S. Merchel, Dissertation, Uni zu Köln, (1998) 91-103.
- A.J.T. Jull et al., LPS 30 (1999) #1004.
- J.L. Mocos et al., MAPS 35 (2000) 713.
- A. Wallner et al., NIM B172 (2000) 382.
- S. Merchel, W. Bremser, NIM B223-224 (2004) 393.
- M. Knauer et al., in: LPI Tech. Rpt. 95-02, Lunar and Planetary Institute, Houston (1995) 38.
- M.J.B. Altmair, Diplomarbeit Uni zu Köln (1996).
- M.J.B. Altmair, persönliche Mitteilung (1998).
- B. Meltzow et al., Radiochim. Acta 72 (1996) 27.

Danksagungen

Ohne den Einsatz der Mitarbeiter der beteiligten Laboratorien, wäre dieser Ringversuch nicht möglich gewesen. Deshalb geht unserer besonderer Dank an: M. Hult (IRMM, Geel/B), G. Heusser (MPI Heidelberg/D), J. F. Wacker (PNNL, Richland/WA/USA), D. Arnold (PTB Braunschweig/D), U. Herpers (Uni Köln/D), G. Bonino & D. Cane (Uni Torino/I), M. Köhler (VKTA Rossendorf Inc/D). Das Probenmaterial wurde freundlicherweise vom MPI für Chemie, Mainz (J. Zipfel), dem Zentrum für Strahlenschutz und Radioökologie, Uni Hannover (R. Michel, U. Neupert) und der Universität zu Köln (U. Herpers) zur Verfügung gestellt.