

Aktuelle Projekte zur Neutronenaktivierung am Forschungsreaktor TRIGA Mark II der Johannes Gutenberg - Universität Mainz

Norbert Wiehl *, Klaus Eberhardt, Christopher Geppert, Christoph Mokry

Johannes Gutenberg – Universität Mainz, Institut für Kernchemie, Fritz-Strassmann-Weg 2, 55128 Mainz; * Korrespondenz: norbert.wiehl@uni-mainz.de

Der Forschungsreaktor TRIGA Mark II der Johannes Gutenberg – Universität Mainz [1], der im Jahr 2015 das 50 jährige Jubiläum der Inbetriebnahme feiern konnte, wird in vielfältiger Weise in der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung genutzt. Dabei handelt es sich sowohl um eigene Forschungsprojekte des Instituts für Kernchemie in Mainz als auch um Forschungsprojekte externer Forschungseinrichtungen. Für die Neutronenaktivierung stehen dazu verschiedene Bestrahlungseinrichtungen zur Verfügung. Im Probenkarussell können maximal 80 Probenkapseln bei einem Neutronen Fluss von $0,7 \cdot 10^{12}$ n/cm²s bestrahlt werden. In der Rohrpostanlage für kurze Bestrahlungszeiten beträgt der Neutronenfluss $1,7 \cdot 10^{12}$ n/cm²s und im zentralen Bestrahlungsrohr steht ein Neutronenfluss von $4,2 \cdot 10^{12}$ n/cm²s zur Verfügung. Die Flussangaben beziehen sich dabei auf den Dauerbetrieb bei einer Leistung von 100 kW. Für die Erzeugung sehr kurzlebiger Radionuklide kann auch der Pulsbetrieb des Reaktors von Vorteil sein, bei dem eine Spitzenleistung von 250 MW erreicht wird. Die Halbwertsbreite des Pulses beträgt dabei 30 ms. Im Vortrag werden einige aktuelle Projekte vorgestellt, bei denen die verschiedenen Bestrahlungspositionen und Betriebsmodi des Reaktors genutzt wurden.

Teilnahme an Ringversuchen zur Zertifizierung von Standard Referenzmaterialien für die BAM

Seit mehr als 10 Jahren ist das Institut für Kernchemie mit der NAA an der Zertifizierung von Standard Referenzmaterialien der BAM beteiligt. Derzeit wird ein Reinkupfer Referenzmaterial untersucht. Der Reinheitsgrad des Kupfers liegt bei 99,9%. Mit der NAA konnten die Gehalte der Elemente Ag, Co, Zn und Sb bestimmt werden. Die Konzentrationswerte dieser Materialien liegen bei wenigen mg/kg. Aus den Ergebnissen der beteiligten Labore, die unterschiedliche analytische Verfahren einsetzen, werden Zertifikate der Referenzmaterialien erstellt, siehe z.B.[2].

Aluminium Gettern zur Herstellung von reinem Silicium für Solarzellen [3]

Der überwiegende Teil von Solarzellen wird aktuell aus multikristallinem Silicium hergestellt. Dazu wird das Ausgangsmaterial in einem Tiegel aufgeschmolzen und anschließend von unten nach oben auskristallisiert. Verunreinigungen, die den Wirkungsgrad der Solarzellen beeinträchtigen würden, werden dabei in der Schmelze angereichert und sammeln sich am oberen Ende des Siliciumblocks. Während der Abkühlphase können diese Verunreinigungen in den Block zurück diffundieren und so größere Bereiche unbrauchbar machen. In

Kristallisationsversuchen am Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg wurde nun untersucht, inwieweit diese Rückdiffusion durch Zugabe von Aluminium in die Restschmelze kurz vor Abschluss der Kristallisation unterdrückt werden kann. Proben der Kristallisationsversuche wurden im Rahmen eines gemeinsamen von der DFG geförderten Projekts (HA 5471/4-1) am TRIGA Mainz mit der INAA analysiert.

INAA als Referenzmethode zur Validierung anderer analytischer Verfahren [4]

Ziel dieses Projekts des Helmholtz Institut for Resource Technology in Freiberg war die Etablierung eines Standard Verfahrens zur schnellen Analyse von Kupferschiefer. Große Lagerstätten dieses Gesteins werden insbesondere in Polen zur Kupfergewinnung abgebaut. Im Projekt wurden verschiedene analytische Verfahren wie RFA, TXRF und ICP-OES verglichen. Die an den gleichen Proben am TRIGA in Mainz gewonnen INAA Ergebnisse dienten dabei als Referenz.

Bestimmung des Neutronen-Einfangquerschnitts von Be-10

Bei diesen Experimenten der Gruppe Experimentelle Astrophysik des Instituts für Angewandte Physik der Universität Frankfurt erwies sich die Pulsbarkeit des TRIGA Reaktors als besonders hilfreich. Das durch Neutroneneinfang gebildete Be-11 hat eine Halbwertszeit von nur 13,81 s. Bei so kurzlebigen Nukliden ist die erzeugte Aktivität im Pulsbetrieb etwa um den Faktor 4 höher als die Sättigungsaktivität im 100kW Betrieb. Die Bestrahlungen des Be-10, das am Paul Scherrer Institut, Villigen (Schweiz), aus mit Protonen bestrahlten Kohlenstoff Targets separiert wurde [5], erfolgte in der Rohrpostanlage des TRIGA Mainz mit und ohne Cd Umhüllung.

-
- [1] G. Hampel, K. Eberhardt, N. Trautmann, Int. J. for Nuclear Power, atw 5, ISSN 1431-5254, **2006**.
 - [2] http://www.rm-certificates.bam.de/de/certificates/non_ferrous_and_alloys/copper/index.htm (Januar **2017**)
 - [3] J. Schön, P. Krenckel, B. Karches, F. Schindler, J. Giesecke, C. Stieghorst, N. Wiehl, M. C. Schubert, S. Riepe, Physica Status Solidi RRL **10**, **2016**, 10, 721 – 724.
 - [4] A. Rahfeld, N. Wiehl, S. Dreßler, R. Möckel, J. Gutzmer, *Major and Trace Element Geochemistry of the European Kupferschiefer – A Critical Evaluation of Analytical Techniques*, eingereicht zur Publikation bei Geostandards and Geochemical Research, **2016**.
 - [5] D. Schumann, J. Neuhausen, S.Horn, P. W. Kubik2, I. Günther-Leopold, Radiochimica Acta **96**, **2008**, 31-34