



**Arbeitskreis „Analytik mit Radionukliden
und Hochleistungsstrahlenquellen (ARH)“**

ARH-Newsletter XXII - 2019

Liebe Mitglieder des ARH,

leider hat sich unser Newsletter diesmal etwas verspätet. Wir bitten um Entschuldigung!

Unsere Nachwuchstagung SAAGAS27 fand erfolgreich Ende Februar statt (s. Bericht unten).

Gemeinsam mit anderen Berichten stellt dies einen Ausschnitt aus dem Leben unseres Arbeitskreises dar. Wir freuen uns auch über die Berichte von anderen Mitgliedern des Arbeitskreises. Wir können schließlich unsere Augen und Ohren nicht überall haben!

Wir wünschen allen Mitgliedern und Freunden unseres Arbeitskreises eine erholsame Ferienszeit!

iii

SAAGAS 27

(U.W. Scherer)

Das 27. Seminar Aktivierungsanalyse und Gamaspektrometrie (SAAGAS 27) fand in Garching vom 24. bis 27.2.2019 statt. Mehr als 70 Teilnehmer aus über zehn Ländern nutzten die Plattform für interessante Präsentationen und anregende Fachdiskussionen. Auf dem Programm standen 48 Beiträge, davon 37 Vorträge.

Das Seminar wurde eröffnet mit Beiträgen von R. Henkelmann zur Produktion von Radioisotopen am FRM II und von Zs. Révay zur Analytik mit Neutronen am Heinz Maier-Leibnitz-Zentrum. In den folgenden Sitzungen wurden Beiträge zur Instrumentierung und zur Gamaspektrometrie dargeboten. Einen Höhepunkt bildete am Nachmittag die Präsentation von G. Korschinek „Supernova footprint on the doorstep“. Die Mischung aus Beiträgen in deutscher oder englischer Sprache war sehr ab-

wechslungsreich, ebenso die Auftritte des wissenschaftlichen Nachwuchses mit den etablierten Wissenschaftlern. An dieser Stelle dürfen wir der Fachgruppe Analytische Chemie der GDCh danken für die Reisetipendien, mit denen die Anreise von jungen Nachwuchskräften unterstützt wurde.



Gruppenbild der Teilnehmer in der TUM.
(Foto: © Wenzel Schürmann, TUM)

Der wissenschaftliche Teil klang aus mit der Postersitzung, bei der 11 Beiträge präsentiert wurden. Im Abendprogramm wurde im nahe gelegenen ESO-Planetarium Supernova eine spannende Reise durch das Universum gezeigt. Am zweiten Tag gab es ein spannendes Programm mit vielen Beispielen der Neutronenaktivierungsanalyse und der Gamaspektrometrie zu Themen aus der Radioökologie, der nuklearen Forensik, der Charakterisierung radioaktiver Abfälle bis hin zu Simulationsprogrammen. Ein weiterer Höhepunkt war das Conference Dinner im Franziskaner. Es wurde gekrönt von einem sehr kurzweiligen Abendvortrag von Herrn von Philipsborn, der in sehr lebhafter Weise radioaktive Alltagsgegenstände mit Anekdoten geschmückt präsentierte. Der letzte Seminartag stand ganz im Zeichen der Neutronenaktivierungsanalyse und ihren vielfältigen Anwendungen.

iii

Ionen für Analytik und Materialmodifikation

(S. Merchel)



Vereinfachter und kostenfreier Zugang zu Europas Ionenstrahlzentren.

Das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) koordiniert von 2019 bis 2023 das EU-Projekt RADIATE, in dem 18 europäische Partner ihre Ionenstrahl-Anlagen für Messgäste aus Wissenschaft und Industrie kostenfrei zur Verfügung stellen. Softwareentwicklung und Nachwuchsförderung stehen ebenfalls auf dem Programm des Projekts, das von der EU mit rund zehn Millionen Euro gefördert wird. Die Auftaktveranstaltung fand am 22. und 23. Januar 2019 in Dresden statt.

Der Projektname RADIATE steht für Research And Development with Ion Beams – Advancing Technology in Europe. Ionenstrahlen – also schnelle geladene Teilchen – werden in diesem EU-Projekt als Werkzeug eingesetzt, um Materialoberflächen gezielt zu verändern oder zu analysieren. „Ziel des Projektes ist es nicht nur, Wissenschaftlern den Zugang zu wissenschaftlichen Großgeräten zu ermöglichen sondern auch zur Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie beizutragen“, so der Koordinator Prof. Jürgen Fassbender, Direktor des HZDR-Instituts für Ionenstrahlphysik und Materialforschung.

Ionenstrahltechnologien sind aus vielen Bereichen nicht wegzudenken. So gäbe es ohne die Implantation von Fremdatomen in Halbleiter-Materialien keine Prozessor- und Speicherchips für Computer, Handys oder Digitalkameras. Mit Ionenstrahlen lassen sich z.B. die elektronischen, optischen magnetischen oder mechanischen Eigenschaften von Materialien maßschneidern.

Für die orts aufgelöste chemische Analyse von Feststoffoberflächen und zur tiefenaufgelösten Schichtanalyse setzen die RADIATE-Partner die Ionenstrahlanalyse (ion beam analysis; IBA) ein. Der GDCh-Arbeitskreis Analytik mit Radionukliden und Hochleistungsstrahlenquellen (ARH) ist in Deutschland kompetenter Ansprechpartner für die IBA. Da die IBA in der Re-

gel als zerstörungsfreie Analysemethode durchgeführt werden kann, wird sie gerne für archäometrische Fragestellungen im Bereich Kunst- und Kulturgut oder in der angewandten Forschung, bei der unikale Proben zu untersuchen sind, eingesetzt. Ein weiterer Vorteil der IBA ist die Möglichkeit sie standardfrei als primäre Methode durchzuführen. Ein typisches Einsatzgebiet ist somit die Analyse von Kalibrationsproben für andere analytische Verfahren, die dadurch die Rückführbarkeit ihrer Analysen gewährleisten können. Prinzipiell kann so das komplette Periodensystem (H - Aktiniden) in diversen Matrices analysiert werden.

Die Beschleunigermassenspektrometrie (accelerator mass spectrometry; AMS) wird innerhalb von RADIATE ebenfalls Nutzern kostenfrei über Partner (Universität Wien, MLL München, ETH Zürich) und ab 2020 auch am HZDR selbst zur Verfügung gestellt. Die interdisziplinären Anwendungsgebiete des AMS spannen einen weiten Bogen von Astrophysik über Kosmochemie und Geomorphologie bis hin zur Klima- und Umweltforschung.

Weitere Informationen zu RADIATE, insbesondere zur Antragstellung für kostenfreien Zugang zu den Ionenstrahleinrichtungen der Partner, unter www.ionbeamcenters.eu.



iii

Die empfindlichste Bestimmung von ^{99}Tc in Umwelt Proben: AMS mit GAMS an dem MLL der TUM.

(Francesca Quinto)

Unter den für hochradioaktiven Abfälle relevanten Radionukliden (englische Abkürzung HLW) gilt ^{99}Tc besondere Aufmerksamkeit. Das langlebige Spaltprodukt ($t_{1/2} = 2.111 \times 10^5$ Jahre, reiner β -Emitter) kommt in der Umwelt häufig als Pertechnetat (TcO_4^-) vor, was eine hohe Mobilität zeigt. Dadurch ist die Erforschung des Umweltverhaltens von ^{99}Tc für die Sicherheit der Endlagerung der HLW erheblich.

Im Untertagelabor Grimsel Test Site (Grimsel Passhöhe, Schweiz) wurde im Rahmen eines In-situ Radionuklidtracer-Tests die Mobilität von ^{99}Tc in Grundwasser durch Bentonit-Zylinder (die eine Bentonitbarriere eines geologischen Endlagers simulierten) und das kristalline Wirtsgestein erforscht [<http://grimsel.com>].

Da extrem niedrige Konzentrationen von ^{99}Tc im Grundwasser (unterhalb 10^9 Atome/mL) von diesem Experiment erwartet wurden, wurde Beschleuniger Massenspektrometrie (AMS) als empfindlichste analytische Technik gewählt. Insbesondere ist der 14 MV Tandem des Maier-Leibnitz-Laboratorium (MLL) an der Technischen Universität München (TUM) für die Ultraspuren-Analyse mittels AMS von ^{53}Mn , ^{59}Ni , ^{60}Fe , ^{97}Se , ^{93}Zr , ^{97}Tc , ^{99}Tc und anderer Radionuklide geeignet. Die Bestimmung solcher Radionuklide mittels Massenspektrometrie ist auf niedrigstem Niveau durch den Untergrund der entsprechenden stabilen atomaren Isobaren begrenzt, im Fall von ^{99}Tc von seiner Tochter ^{99}Ru . Das einzigartige Setup der AMS am MLL besitzt zusammen mit dem 14 MV Tandem-Beschleuniger ein „Gas-filled Analysing Magnet System“ gefolgt von einem „5-fold segmented ionization chamber Detektor“ (GAMS), das sehr effektiv den Untergrund von ^{99}Ru reduziert.

Dieses besondere Setup erlaubte eine Nachweisgrenze für ^{99}Tc bis zu $\sim 3 \times 10^6$ Atome/mL. Dadurch konnten Konzentrationen in Grundwasserproben aus der Grimsel Test Site von $\sim 1.2 \times 10^9$ Atome/mL bis $\sim 8 \times 10^6$ Atome/mL bestimmt werden.

Die Ergebnisse dieses Experimentes bieten für das erste Mal die Möglichkeit, das Verhalten von ^{99}Tc unter realen In-situ-Bedingungen für ein

Endlager in kristallinem Gestein zu erforschen. Weiterhin erlaubt eine solch empfindliche Methode die Messung von „global fallout“ ^{99}Tc für die Untersuchung seiner Migration in der Umwelt.

Anal. Chem. 2019, 91, 4585–4591, DOI: 10.1021/acs.analchem.8b05765.



Ein „kleiner“ Anteil der AMS Anlage an dem MLL-TUM: der orange 14 MV Tandem Beschleuniger und der blaue 90° Magnet.

iii

Fifteen Years of Radionuclide Research at the KIT Synchrotron Source in the Context of the Nuclear Waste Disposal Safety Case

For more than 120 years, systematic studies of X-ray interaction with matter have been the basis for our understanding of materials—both of natural or man-made origin—and their structure-function relationships. Beginning with simple radiographic imaging at the end of the 19th century, X-ray based analytical tools such as X-ray diffraction, X-ray fluorescence and photoemission or X-ray absorption techniques are indispensable in almost any field of chemical and material sciences—including basic and applied actinide and radionuclide studies. The advent of dedicated synchrotron radiation (SR) sources in the second half of the last century has revolutionized the analytical power of X-ray probes, while—with increasing number of SR facilities—beamline instrumentation followed a trend towards increasing specialization and adaptation to a major research topic. The INE-Beamline and ACT station at the KIT synchrotron source belong to the exclusive club of a few synchrotron

beamline facilities—mostly located in Europe—dedicated to the investigation of highly radioactive materials. Since commissioning of the INE-Beamline in 2005, capabilities for synchrotron-based radionuclide and actinide sciences at KIT have been continuously expanded, driven by in-house research programs and external user needs.

Die Publikation kann vollständig nachgelesen werden bei Geosciences 2019, 9, 91;
doi:10.3390/geosciences9020091

...im Juli 2019

U.W. Scherer, F. Quinto, G. Steinhauser,
R. Steudtner, Ch. Stieghorst.

Ausblick auf fachnahe Veranstaltungen:

Migration 2019. 17th International Conference on the Chemistry and Migration Behavior of Actinides and Fission Products in the Geosphere. Kihada Hall, Kyoto University, Kyoto, Japan. September 15 - 20, 2019.

15th International Conference on Modern trends in Activation Analysis (MTAA-15), DAE Convention Centre, Anushaktinagar, Mumbai, Indien, 17. – 22.11.2019. <http://barc.gov.in/mtaa-15/>

9. RCA Workshop, Dresden-Rossendorf, 15. – 17.6. 2020. www.vkta.de

15th International Conference on Accelerator Mass Spectrometry AMS-15, John Niland Scientia Conference Centre, Sydney, Australien, 6. – 11.9.2020. www.ams15.sydney .