



**Moderne Routine- und Schnellmethoden zur Bestimmung
von Sr-89 und Sr-90 bei der Umweltüberwachung**

Bearbeiter: F. Bruchertseifer, ehemals Bundesamt für Strahlenschutz (BfS/ISH), Oberschleißheim
J. Eikenberg, Paul Scherrer Institut, Villigen-PSI, Schweiz
E. Frenzel, Fa. Frenzel Consulting Instruments (FCI), Straubenhardt
S. Frenzel, Fa. Radiochem-Consult, Neu-Isenburg
J.-J. Geering, ehemals Institut de Radiophysique Appliquée (IRA), Lausanne, Schweiz
U. Gerstmann, Helmholtz-Zentrum München (Institut für Strahlenschutz), Neuherberg
S. Happel, Fa. TRISKEM, Bruz, Frankreich
W.-J. Krause, ehemals Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Koblenz
W. Speer, Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Koblenz
Th. Steinkopff, Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach
D. Tait, Max Rubner-Institut (MRI),
Institut für Sicherheit und Qualität bei Milch und Fisch, Kiel
A. Vetter, Landesanstalt für Arbeitsschutz NRW (LafA), Düsseldorf
H. Wershofen, Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig

Vom AKU wurde im Oktober 2000 beschlossen, das im Dezember 1992 erschienene Lose Blatt Nr. 3.3.5 mit dem Titel „Eine Schnellmethode zur Bestimmung von Sr-90 in Umweltproben“ zu aktualisieren. Die Arbeiten der dazu eingesetzten Ad-hoc-Arbeitsgruppe unter Leitung des Obmanns Dr. Walter J. Krause führten jedoch zu einer umfangreichen Broschüre [1], die den aktuellen Stand der radiochemischen Analytik und Messtechnik für die Bestimmung radioaktiver Strontium-Isotope in Umweltproben wiedergibt. Besondere Berücksichtigung fanden Schnellmethoden, die für Stör- und Unfall-Situationen vorgesehen sind, aber auch im normalen Routinebetrieb eingesetzt werden können. Da der Umfang dieses Berichtes den für ein Loses Blatt zur Verfügung stehenden Platz wesentlich überschreitet, wird an dieser Stelle nur eine Kurzbeschreibung des Inhaltes dieser Broschüre als "Platzhalter" aufgenommen.

Der Inhalt der Broschüre deckt die analytische und messtechnische Entwicklung der letzten 15 Jahre bis 2007 für die Bestimmung radioaktiver Strontium-Isotope in verschiedenen Medien ab, z. B. die Anwendung der neueren Extraktions-Chromatographie-Verfahren für Umweltmessungen oder den Einsatz der *Low-Level*-Flüssigszintillationspektrometrie als Alternative zur Proportionalzählung. Der Text wurde in sog. Module für die einzelnen Teilschritte gegliedert, die ein Anwender zu einem eigenen Verfahren kombinieren kann. Deshalb wurden die matrix-spezifischen Verfahren zur Probenentnahme und zur Probenvorbehandlung aus den BMU-Messanleitungen mit freundlicher Genehmigung des BMU übernommen [2]. So findet auch der Einsteiger in dieses Arbeitsgebiet einen umfassenden Überblick. Die Broschüre kann jedoch keine Patentrezepte anbieten, sondern schlägt bewährte und von den Autoren stichprobenartig validierte Analyse- und Messverfahren vor. In den meisten Fällen wird es aber erforderlich sein, einen aus den Modulen neu zusammengestellten Trennungsgang den eigenen Anforderungen anzupassen.

Zielgruppe sind insbesondere Laboratorien, die mit der Überwachung kerntechnischer Anlagen gemäß der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung oder mit der Überwachung der Umweltradioaktivität nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz beauftragt sind.

Kapitel 1 der Broschüre enthält die matrix-spezifischen Verfahren zur Probenentnahme.

Kapitel 2 zeigt matrix-spezifische Verfahren zur Probenvorbehandlung und zur radiochemischen Abtrennung auf, die analog zum Kap. 1 gegliedert sind. Es folgen Varianten zur Reinigung und zur Ermittlung der radiochemischen Ausbeute. Nach Bearbeitung der spezifischen Verfahrensteilschritte (Module) liegt eine „klare Probenlösung“ vor, aus der anschließend die Messpräparate hergestellt werden.



Kapitel 3 beschreibt die Herstellung der Messpräparate und die Aktivitätsbestimmung durch Messung mit einem Flüssigszintillationsspektrometer (LSC-Messung) oder mit einem Proportionalzählrohr, die in den meisten radiochemischen Labors verfügbar sind.

Für Situationen, in denen eine schnelle Bestimmung von Sr-90 und Sr-89 bei unterschiedlichem oder nicht bekanntem Sr-90/Y-90-Gleichgewichtszustand erforderlich ist, enthält Kap. 3 eine Tabelle 3-3, mit deren Hilfe eine passende Analyse- und Messstrategie ausgewählt werden kann. Sie ist auf Seite 3 angefügt.

Die Wahl der Strategie ist selbstverständlich von den zur Verfügung stehenden Messgeräten abhängig. Die Alternative 2 in der Tabelle ist für alle zu erwartenden Probenarten nützlich, erfordert jedoch ein gut kalibriertes *Low-Level*-LSC-Gerät.

Kapitel 4 gibt Hinweise zur Dokumentation der Analysenergebnisse und zur Qualitätssicherung. Es werden die zur Validierung der vorgestellten Module durchgeführten Arbeiten beschrieben und die im Verlauf der Validierung aufgetretenen Störungen und Probleme genannt. Auf deren Basis wurden Empfehlungen und Hinweise zur Bewertung der Verfahren abgeleitet.

Der **Anhang** der Broschüre enthält weiterführende, sehr detaillierte Informationen zu einzelnen Modulen, insbesondere auch zum Hintergrund der einzelnen Auswerteverfahren.

Literatur

- [1] Moderne Routine- und Schnellmethoden zur Bestimmung von Sr-89 und Sr-90 bei der Umweltüberwachung, Bericht einer Ad-hoc-Arbeitsgruppe des Arbeitskreises Umweltüberwachung (AKU), ersch. in der Publikationsreihe „Fortschritte im Strahlenschutz“ des Fachverbandes für Strahlenschutz e. V. (Hrsg.), ISSN 1013-4506, FS-08-147-AKU, TÜV Media GmbH (Februar 2008), 203 Seiten, zu finden auf: <http://www.fs-ev.de>
- [2] Messanleitungen für die Überwachung radioaktiver Stoffe in der Umwelt und externer Strahlung, Herausgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; online verfügbar unter http://www.bmu.de/strahlenschutz/ueberwachung_der_umweltradioaktivitaet/messanleitungen/doc/42042.php, Einsichtnahme: 12.03.2010



LOSEBLATTSAMMLUNG FS-78-15-AKU
EMPFEHLUNGEN ZUR ÜBERWACHUNG
DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT

Blatt: 3.3.5

Seite: 3 von 3

Stand: Oktober 2009

Tabelle 3-3 aus [1]

Gleichgewichtszustand	Strategie (Vorschläge)
Fast vollständig	<p>Y-90 abtrennen und bestimmen ($A_{Y-90} = A_{Sr-90}$). Strontium abtrennen und R_n des Sr-89 durch LSC-Messung im Sr-90-freien Energie-Fenster oder Čerenkov-Messung bestimmen.</p> <p>Alternativ, wenn nur Proportionalzählrohr verfügbar: Sr-89 und Sr-90 vor signifikanter Yttrium-Nachbildung messen; bei bekannter A_{Sr-90} gilt:</p> $A_{Sr-89} = (R_{n, Sr-89 + Sr-90, PZR} - [A_{Sr-90} \cdot \epsilon_{Sr-90, PZR}]) / \epsilon_{Sr-89, PZR}$
unvollständig/ unbekannt	<p>Strontium abtrennen.</p> <p>Alternative 1, vor signifikanter Y-90-Nachbildung: R_n des Sr-89 durch LSC-Messung im Sr-90-freien Fenster oder Čerenkov-Messung bestimmen</p> $A_{Sr-89} = R_{n, Sr-89, Szintillation\ oder\ Čerenkov} / \epsilon_{Sr-89, Szintillation\ oder\ Čerenkov}$ <p>R_n des Sr-89 und Sr-90 im Sr-89+Sr-90 Energie-Fenster im LSC messen.</p> $A_{Sr-90} = \frac{R_{n, Sr-89 + Sr-90\ LSC-Fenster} - [A_{Sr-89} \cdot \epsilon_{Sr-89\ im\ Sr-89 + Sr-90\ LSC-Fenster}]}{\epsilon_{Sr-90\ im\ Sr-89 + Sr-90\ LSC-Fenster}}$ <p>oder Alternative 2, unabhängig von der Y-90-Nachbildung: Messung des Szintillationsspektrums in drei Energie-Fenstern A, B und C, dabei gilt</p> <p>A = R_n von Sr-90 und Sr-89 und Y-90; B = R_n von Sr-89 und Y-90; C = R_n nur von Y-90</p> <p>R_n des Y-90 im Fenster C ermitteln. Beiträge des Y-90 zur R_n in B und A berechnen und subtrahieren. Es verbleibt die $R_{n, Sr-89}$ im Fenster B, daraus folgt</p> $A_{Sr-89} = R_{n, Sr-89, Fenster\ B} / \epsilon_{Sr-89, Fenster\ B}$ <p>Beiträge des Sr-89 zur R_n im Fenster A berechnen und subtrahieren. Es verbleibt die $R_{n, Sr-90}$ im Fenster A, daraus folgt</p> $A_{Sr-90} = R_{n, Sr-90, Fenster\ A} / \epsilon_{Sr-90, Fenster\ A}$