

**Verfahren zur Bestimmung von
aerosolgetragendem Sr-89/Sr-90
in der bodennahen Luft**

A-Sr-89/Sr-90-AEROS-01

Bearbeiter:

W. Kiesewetter

H. Diedrich

W. Dyck

T. Steinkopff

H. Ulbricht

Leitstelle für Luft und Niederschlag

9 Verfahren zur Bestimmung von Aerosolgetragendem Strontium-89 und Strontium-90 in der bodennahen Luft

1 Anwendbarkeit

Das hier beschriebene Verfahren eignet sich zur Bestimmung von aerosolgetragendem Sr-89/Sr-90 gemäß den Vorgaben der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Integrierten Meß- und Informationssystem nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (AVV-IMIS) vom 27. September 1995 (1).

2 Probeentnahme

Die Probeentnahme erfolgt wie in dem Verfahren A- γ -SPEKT-AEROS-01 beschrieben.

3 Analytik

3.1 Prinzip der Methode

Das Trennverfahren für Strontium nutzt die Löslichkeit des $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ in Ethanol zur Calciumabtrennung. Eventuell vorhandenes Barium und Radium werden durch eine Chromatfällung abgetrennt. Aus dem Strontium-90 nachgebildetes Yttrium-90 wird durch eine Yttriumhydroxid-Scavengerfällung entfernt (Schema des Trennungsganges siehe A-Sr-89/Sr-90-NIEDE-01).

Am Ende des Trennungsganges erhält man zwei Präparate:

- Strontium-89/90-Präparat: Die Summenzählrate von Strontium-89- und Strontium-90 wird gemessen. Die Messung erfolgt spätestens 100 Minuten nach der Ausfällung. Die Nachbildung des Strontium-90-Tochterrädonuklides Yttrium-90 wird vernachlässigt.
- Yttrium-90-Präparat: Die Aktivität von Strontium-90 wird über das Tochterrädonuklid Yttrium-90 bestimmt.

3.2 Probenvorbereitung

Die beaufschlagten Filter werden gepreßt, in Streifen geschnitten und in eine Porzellanschale gegeben. Das Filtermaterial wird in einem Muffelofen in zwei Schritten zunächst 2 Stunden bei ca. 300 °C und anschließend 5 Stunden bei ca. 450 °C verascht. Verluste durch Flugasche sind unbedingt zu vermeiden. Am Ende des Veraschungsvorgangs ist die Asche weiß bis hellgrau gefärbt.

3.3 Radiochemische Trennung

3.3.1 Die Asche wird in einem Becherglas mit 1 ml Strontium-Trägerlösung, 50 ml dest. Wasser und 50 ml Salpetersäure ($14 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$) versetzt. Die Lösung wird unter Rühren 1 Stunde erhitzt. Nach dem Abkühlen wird über einen Weißbandfilter abgesaugt.

3.3.2 Das Filtrat wird anschließend nach Verfahren A-Sr-89/Sr-90-NIEDE-01, Punkt 3.3.3 bis 3.3.18, weiterverarbeitet.

3.4 Bestimmung der chemischen Ausbeute

Die Bestimmung der chemischen Ausbeute erfolgt wie im Verfahren A-Sr-89/Sr-90-NIEDE-01 beschrieben.

4 Messung der Aktivität

Die Messung der Aktivität erfolgt wie im Verfahren A-Sr-89/Sr-90-NIEDE-01 beschrieben.

5 Berechnung des Analysenergebnisses

Die Berechnung des Analysenergebnisses erfolgt nach dem im Verfahren A-Sr-89/Sr-90-NIEDE-01 angegebenen Schema. Anstelle des Niederschlagvolumens in l wird für V das Volumen der durchgesetzten Luft in m^3 eingesetzt. Die Aktivitätskonzentration ist somit in der Einheit $\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ anzugeben.

5.1 Rechenbeispiel

In einem Rechenbeispiel werden folgende Werte eingesetzt:

$R_{Y-90} = 0,02 \text{ s}^{-1}$	$t_A = 3\,520\,800 \text{ s}$
$R_C = 0,16 \text{ s}^{-1}$	$t_1 = 517\,500 \text{ s}$
$\varphi_{Sr-89} = 2,597 \text{ Bq} \cdot \text{s}$	$t_2 = 9\,300 \text{ s}$
$\varphi_{Sr-90} = 3,906 \text{ Bq} \cdot \text{s}$	$t_3 = 6\,000 \text{ s}$
$\varphi_{Y-90} = 2,7 \text{ Bq} \cdot \text{s}$	$f(t_A) = 1,750$
$\eta_{Sr} = 0,87$	$f(t_1) = 1,269$
$\eta_Y = 0,96$	$f(t_2) = 1,028$
$V = 52\,000 \text{ m}^3$	$f(t_3) = 1,009$
$\lambda_{Y-90} = 3,00 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$	
$\lambda_{Sr-89} = 1,59 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$	

$$c_{Sr-90} = \frac{1,269 \cdot 1,028 \cdot 1,009 \cdot 2,700 \cdot 0,020}{0,96 \cdot 0,87 \cdot 52000} = 1,64 \cdot 10^{-6} \quad \text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$c_{Sr-90} = \left[\frac{0,16}{0,87 \cdot 52000} - \frac{1,64 \cdot 10^{-6}}{3,906} \right] \cdot 2,597 \cdot 1,750 = 1,42 \cdot 10^{-5} \quad \text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$s(R_C) = 5,32 \cdot 10^{-3} \quad s^{-1}$$

$$s(R_{Y-90}) = 2,24 \cdot 10^{-3} \quad s^{-1}$$

$$\omega_1 = \frac{2,700 \cdot 1,269 \cdot 1,028 \cdot 1,009}{0,960 \cdot 3,906} = 0,948$$

$$s_{Sr-90} = \frac{1,269 \cdot 1,028 \cdot 1,009 \cdot 2,700 \cdot 2,24 \cdot 10^{-3}}{0,87 \cdot 0,96 \cdot 52\,000} = 1,8 \cdot 10^{-7} \quad Bq \cdot m^{-3}$$

$$s_{Sr-89} = \frac{1,750 \cdot 2,597}{0,87 \cdot 52\,000} \cdot \sqrt{(5,32 \cdot 10^{-3})^2 + [0,948 \cdot 2,24 \cdot 10^{-3}]^2} = 5,8 \cdot 10^{-7} \quad Bq \cdot m^{-3}$$

Als Ergebnis für die Aktivitätskonzentrationen ist nach diesem Beispiel also anzugeben:

$$c_{Sr-90} = (1,6 \pm 0,2) \cdot 10^{-6} \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$c_{Sr-89} = (14,2 \pm 0,6) \cdot 10^{-6} \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$$

5.2 Fehlerbetrachtung

Unsicherheiten treten bei der Probeentnahme, der radiochemischen Aufarbeitung und bei der Messung auf. Bei den oben angeführten Berechnungen werden nur die Zählfehler berücksichtigt.

6 Nachweisgrenzen des Verfahrens

Die Berechnung der Nachweisgrenzen wird im Verfahren A-Sr-89/Sr-90-NIEDE-01 bzw. in Kapitel IV.5 dieser Meßanleitungen dargestellt. Für die in Kapitel 5.1 dieser Anleitung angegebenen Beispielwerte ergeben sich bei einer Nulleffektszählrate von $0,005 \text{ s}^{-1}$ folgende Nachweisgrenzen (für $52\,000 \text{ m}^3$ Luftdurchsatz):

$$g_{Sr-90} = 6,4 \cdot 10^{-7} \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$g_{Sr-89} = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$$

7 Verzeichnis der erforderlichen Geräte und Chemikalien

7.1 Chemikalien

Die erforderlichen Chemikalien sind im Verfahren A-Sr-89/Sr-90-NIEDE-01 aufgeführt.

7.2 Geräte

Die erforderlichen Geräte sind im Verfahren A-Sr-89/Sr-90-NIEDE-01 aufgeführt. Zusätzlich wird noch ein Muffelofen zur Veraschung der Filter benötigt.

8 Literatur

- (1) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Integrierten Meß- und Informationssystem nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (AVV-IMIS). Bundesanzeiger 47, Nummer 200a vom 24. Oktober 1995