

**Verfahren zur gammaspektrometrischen
Bestimmung von Radionukliden
in Schalentieren (Miesmuscheln)**

G- γ -SPEKT-SCHAL-02

Bearbeiter:

G. Kanisch
A. Krüger

Leitstelle für Fisch und Fischereierzeugnisse, Krustentiere,
Schalentiere, Meereswasserpflanzen

ISSN 1865-8725

Version September 1992

Messanleitungen für die „Überwachung radioaktiver Stoffe in der Umwelt und externer Strahlung“

2 Verfahren zur gammaspektrometrischen Bestimmung von Radionukliden in Schalentieren (Miesmuscheln)

1 Anwendbarkeit

Das nachstehend beschriebene Verfahren kann zur Untersuchung von Schalentieren verwendet werden. Nach dieser Meßanleitung ist das Fleisch der Miesmuscheln (*Mytilus edulis*) von der Nordseeküste, welches nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (IMIS-Routineprogramm) zu überwachen ist, zu messen. Darüber hinaus ist dieses Verfahren vor allem im Falle erhöhter Kontaminationen nach Kernwaffenversuchen oder nach Unfällen in kerntechnischen Anlagen einzusetzen, um schnell einen Überblick über Art und Ausmaß der Kontamination zu bekommen. Diese Methode erlaubt auch die quantitative Bestimmung von Iod-Isotopen, die nach dem Verfahren G- γ -SPEKT-SCHAL-01 (mit Veraschung) nicht quantitativ gemessen werden können.

2 Probeentnahme

Zu Grundsätzen der Probeentnahme von Miesmuscheln wird auf die Meßanleitung G- γ -SPEKT-SCHAL-01 verwiesen.

Die Probenmenge muß so bemessen sein, daß zur Messung mindestens 1 kg des zu analysierenden feuchten Materials zur Verfügung stehen. Es ist etwa die 5fache Masse an Miesmuscheln (mit Schale) erforderlich.

3 Analytik

3.1 Prinzip der Methode

Die aus den Miesmuscheln entfernten Weichkörper (vereinfacht als Fleisch bezeichnet) werden gesammelt. Die erhaltene Feuchtmasse wird zerkleinert, homogenisiert und dann, ohne weitere Probenvorbereitung wie Trocknung und Veraschung, zur direkten Gammamessung mit einem Germaniumdetektor in eine 1-Liter-Ringschale gefüllt.

3.2 Probenvorbereitung

Die Probenvorbereitung bis zur Gewinnung der Feuchtmasse erfolgt wie bei G- γ -SPEKT-SCHAL-01 beschrieben.

Das erhaltene Fleisch wird unter Verwendung z. B. eines Haushaltsmixers zerkleinert und homogenisiert. Damit erhält man eine für die Messung in einer Ringschale geeignete Probe.

Bei Vorliegen höherer Kontaminationen ist von der Verwendung des Mixers wegen möglicher Verschleppung von Aktivitäten abzuraten, da eine mit hohem Aufwand zu

beseitigende Kontamination des verwendeten Mixers unbedingt vermieden werden muß. Es wird empfohlen, zur groben Zerkleinerung ein Messer zu verwenden.

Zur sorgfältigen Reinigung der benutzten Geräte und gegebenenfalls der Ringschalen ist eine 2%ige RBS-50-Lösung zu verwenden.

Zu Vorsichtsmaßnahmen bei der Abfüllung des frischen Materials in das Meßgefäß sowie der Haltbarkeit dieser Probe wird auf die Meßanleitung G- γ -SPEKT-FISCH-02 verwiesen.

3.3 Radiochemische Trennung

Eine radiochemische Aufarbeitung ist nicht erforderlich.

4 Messung der Aktivität

4.1 Allgemeines

Zur Messung der Proben wird ein Reinst-Germanium-Detektor eingesetzt (von 20 bis 25% relativer Nachweiswahrscheinlichkeit verglichen mit einem 3" x 3"-NaI(Tl)-Detektor für die 1332,5-keV-Linie von Co-60; die Halbwertsbreite h bei 1332,5 keV sollte nicht größer als etwa 2,2 keV sein). Die für die Abschirmung verwendete Bleiburg sollte eine allseitige Wandstärke von 10 cm besitzen.

Zur Messung der Proben sollen 1-Liter-Ringschalen verwendet werden.

Zur Frage des Kontaminationsschutzes des Innenraums der Bleiabschirmung inklusive Detektorkappe und Vorverstärker wird auf die Meßanleitung G- γ -SPEKT-FISCH-02 verwiesen.

Zu grundlegenden Ausführungen zur Gammaskopimetrie wird auf die Kapitel IV.1.1 bis IV.1.3 dieser Meßanleitungen verwiesen.

Die Durchführung der Kalibrierung mit wäßriger Lösung erfolgt wie in G- γ -SPEKT-FISCH-02 beschrieben, ebenso die Ermittlung des Nulleffektes.

5 Berechnung des Analyseergebnisses

Für die Auswertung von Gammaskopimetrien stehen kommerzielle Auswerteprogramme für Personal Computer zur Verfügung. Auf die dabei im einzelnen durchzuführenden Berechnungen wird in Kap. IV.1.1 dieser Meßanleitungen ausführlicher eingegangen.

Ist vom Nuklid r eine Gammalinie mit der Netto-Zählrate R_r nachgewiesen worden, errechnet sich die spezifische Aktivität a_r des Nuklids r , bezogen auf die Feuchtmasse (FM) und den Zeitpunkt der Probeentnahme, nach der Gleichung 1:

$$a_r = \frac{R_r}{\varepsilon \cdot p_\gamma \cdot m_F \cdot f(t_A, t_m, \lambda_r)} \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ FM} \quad (1)$$

Darin bedeuten:

ε = von der Energie abhängige Nachweiswahrscheinlichkeit für Wasser

p_γ = Gamma-Emissionswahrscheinlichkeit

m_F = zur Messung eingesetzte Feuchtmasse in kg
 t_A = Zeitdifferenz zwischen Probeentnahme und Beginn der Messung in s
 t_m = Meßzeit in s
 λ_r = Zerfallskonstante des Nuklids r ($\lambda_r = \ln 2/t_r$) in s^{-1}
 t_r = Halbwertszeit des Nuklids r in s

Abklingfaktor:

$$f(t_A, t_m, \lambda_r) = (e^{-\lambda_r \cdot t_A}) \cdot (1 - e^{-\lambda_r \cdot t_m}) / (\lambda_r \cdot t_m) .$$

Die Standardabweichung $s(a_r)$ der spezifischen Aktivität a_r lautet:

$$s(a_r) = s(R_r) \cdot a_r / R_r \quad \text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ FM} \quad (2)$$

wobei die Standardabweichung der Nettozählrate $s(R_r)$ nach dem im Kapitel IV.5.4 vorgestellten Verfahren zu berechnen ist, beziehungsweise vom Auswerteprogramm zu übernehmen ist.

Für ein Rechenbeispiel zu Gl. 1 wird auf die Meßanleitung G- γ -SPEKT-FISCH-02 verwiesen.

5.2 Fehlerbetrachtung

Die nach Gl. 2 zu errechnende Standardabweichung berücksichtigt nur den zählstatistischen Anteil. Hinzu kommt eine Unsicherheit aus der Bestimmung der Nachweiswahrscheinlichkeit, die im allgemeinen nicht unter 5% und vor allem bei größeren Summationskorrekturen insgesamt bis zu 7% betragen kann. Bei der Direktmessung kommt vor allem eine durch Inhomogenität der Meßprobe bedingte Unsicherheit dazu, die 10 bis 15% betragen kann. Wegen ebenfalls hinzukommender geringer, schlecht kontrollierbarer Radionuklidverluste durch die Probenvorbereitung wird die gesamte Unsicherheit etwa bei 20% liegen.

6 Nachweisgrenzen des Verfahrens

Die Berechnung der Nachweisgrenzen erfolgt nach Gleichung 4.32a oder 4.39a in den Abschnitten 4.5 und 4.6 des Kapitels IV.5 dieser Meßanleitungen; Rechenbeispiele dafür finden sich auch in den Abschnitten 6.4 bis 6.7 des Kapitels IV.5. Von dem verwendeten

Tabelle 1: Nachweisgrenzen für Direktmessung von Miesmuschelfleisch in 1-Liter-Ringschale
 Abschirmung: 10 cm Blei; Ge-Detektoren mit etwa 24% relativer NWW
 NWG in $\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ FM, bezogen auf Meßdatum, Meßzeit 20 Stunden

Nuklid	E (keV)	NWG $\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$
Co-60	1332,5	0,15
Ru-103	497,1	0,10
Ru-106	621,8	0,97
I-131	364,5	0,10
Cs-134	604,7	0,12
Cs-137	661,7	0,16

Auswerteprogramm erhaltene Nachweisgrenzen müssen gegebenenfalls nachträglich korrigiert oder umgerechnet werden, wenn nicht alle Parameter – wie hier in Gl. 1 beschrieben – verwendet werden können. Dies gilt vor allem auch für eine zum Abschnitt 4.5 des Kapitels IV.5 abweichende Definition der Nachweisgrenze im verwendeten Programm.

In Tabelle 1 sind für einige Radionuklide typische Nachweisgrenzen für eine Probenmenge von 1 kg Feuchtmasse zusammengestellt.

7 Verzeichnis der erforderlichen Chemikalien und Geräte

7.1 Chemikalien

RBS-50-Super-Flüssigkonzentrat: 2% (Fa. Roth, Karlsruhe). Weitere Chemikalien werden nicht benötigt, da keine radiochemischen Trennungen durchzuführen sind.

7.2 Geräte

Probenvorbereitung

- Haushaltsmixer
- Weitere Geräte sind der Meßanleitung G- γ -SPEKT-SCHAL-01 zu entnehmen.

Messung

- 1-Liter-Ringschalen, nach Möglichkeit Einweggefäße
- Weitere Geräte sind der Meßanleitung G- γ -SPEKT-SCHAL-01 zu entnehmen.