



**Gammastrahlenspektrometrische Messung radioaktiver Schwebstoffe aus Aerosolen,
abgelagert auf vaselinebestrichenen Plexiglasplatten**

Bearbeiter: J. Eikenberg, Abteilung für Strahlenschutz und Sicherheit, Paul Scherrer Institut,
Villigen, Schweiz

Inhaltsverzeichnis

1	Zweck der Überwachungsmaßnahme	1
2	Messgröße und Maßeinheit.....	1
3	Messverfahren.....	1
3.1	Probenentnahme und Behandlung der Plexiglasplatte	1
3.2	Probenvorbereitung (Herstellung der Messpräparate)	1
3.3	Gammastrahlenspektrometrische Messung und Auswertung	2
3.4	Messunsicherheiten und erreichbare Nachweisgrenzen.....	2
4	Beurteilung des Verfahrens	2
5	Dokumentation	2
6	Besonderheiten, Bemerkungen	2
7	Literatur	3

1 Zweck der Überwachungsmaßnahme

Ziel der Überwachung ist es, relativ rasch und messtechnisch einfach eine semiquantitative Aussage über die Radioaktivität abgelagerter Schwebstoffpartikel aus Aerosolen im Nahbereich einer kerntechnischen Anlage und somit über die Kontamination des Bodens treffen zu können.

2 Messgröße und Maßeinheit

Messgröße ist die pro Flächeneinheit abgelagerte Radioaktivität der Schwebstoffpartikel.

Maßeinheit: Bq· m⁻²

3 Messverfahren

3.1 Probenentnahme und Behandlung der Plexiglasplatte

Die Probenentnahme erfolgt auf einer 0,1 m² großen Plexiglasplatte, die etwa 2 m über dem Boden frei aufgestellt wird. Vorgängig wird auf die Platte eine ca. 0,1 mm dünne, gleichmäßig verteilte Schicht reiner Vaseline aufgetragen. Zum Aufbringen dieser dünnen Schicht wird die Vaseline zunächst im Vorratsbehälter unter einer IR-Lampe erwärmt, bis die obere Schicht flüssig geworden ist. Anschließend wird die flüssige Vaseline mit einem ca. 8 cm breiten Pinsel gleichmäßig aufgestrichen. Gemäß dieser Prozedur ergibt sich ein Gewicht von etwa 1 bis 2 g Vaseline pro Plexiglasplatte (d. h. 0,1 m²). Die bestrichenen Platten sollen immer auf eine Weise befördert werden, die ein Abstreichen der Vaseline verhindert (z. B. durch Verwendung eines Spezialbehälters mit Einzelregalen zum vertikalen Einschieben der Platten für den Transport).

3.2 Probenvorbereitung (Herstellung der Messpräparate)

Nach einer üblicherweise 14-tägigen Expositionsdauer wird die Vaseline möglichst vollständig mit einem breiten Malerspachtel von der Platte abgestoßen und in ein Plastik- oder Stahlschälchen (Durchmesser ca. 5 cm) überführt. Durch leichtes Erwärmen verteilt sich die Vaseline gleichmäßig über den Boden des Behälters und entspricht so einer kalibrierten Standard-Messgeometrie für eine quantitative Gamma-Messung.



3.3 Gammaskopmetrische Messung und Auswertung

Aufgrund der potentiell komplexen Radionuklidzusammensetzungen (U-Th-Zerfallsreihen, anthropogene Radionuklide) in Schwebstoffpartikeln ist als Messtechnik die hochauflösende Gamma-Spektrometrie zu wählen. Zum Erreichen einer Nachweisgrenze von $1 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-2}$ für die Leitnuklide ^{137}Cs bzw. ^{131}I ist bei Verwendung eines Gammaskopmeters mit 30 % relativer Detektor-Effizienz eine Messung über Nacht (15 Stunden) ausreichend. Nach Ablauf der Messung erfolgt die Spektrenauswertung vollautomatisch unter Verwendung einer Auswerte-Software, d. h. mit automatischem Peak-Fit, Abzug charakteristischer Photopeaks, resultierend aus Untergrundmessungen, Zerfalls-Korrekturen für Sammel- und Messzeit, sowie die Berechnung der nuklidspezifischen Aktivitäten, Messunsicherheiten und Nachweisgrenzen.

Um einen größeren Probendurchsatz zu ermöglichen (Bsp.: in der Umgebung des PSI sind 15 Vaselineplatten aufgestellt), ist es sinnvoll, mehrere Proben simultan zu messen (z. B. am PSI Aufteilung in drei Gruppen à 5 Proben, vollständige Dokumentation über Standorte, Probenpräparation und Messung in [1, 2, 3]). Sollte bei der Simultanmessung die Aktivität anthropogener Radionuklide die jeweilige Nachweisgrenze überschreiten, müssen zur Quantifizierung Einzelmessungen erfolgen.

3.4 Messunsicherheiten und erreichbare Nachweisgrenzen

Die Berechnung der Messunsicherheiten und Nachweisgrenzen erfolgt gemäß DIN ISO 11929 [4].

Bsp. PSI: Als Nachweisgrenze wird für die Leitnuklide ^{137}Cs bzw. ^{131}I eine Aktivität von $1 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-2}$ bei Messung von 5 Probenpräparaten simultan über 15 Stunden erreicht.

4 Beurteilung des Verfahrens

Das vorgeschlagene Verfahren erlaubt es, radioaktive Partikel, die aus der Atmosphäre abgelagert werden, in repräsentativer Weise zu sammeln. Partikel, die einmal auf der Vaseline fixiert sind, werden durch natürliche Vorgänge nicht mehr davon entfernt. Vaselineplatten sammeln bei trockenem Wetter ausfallende an Schwebstoffe gebundene radioaktive Partikel praktisch so gut wie eine Wasserfläche, also nahezu quantitativ [5]. Bei Nassdeposition infolge Niederschlags werden immer noch zwischen 25 und 33 % der Aktivität auf der Vaseline fixiert [5]. Der Zeitbedarf vom Start der Einsammelaktion bis zur Übermittlung der Ergebnisse ist je nach Größe des Überwachungsnetzes verschieden; er ergibt sich im Wesentlichen aus der Fahrzeit für den Plattenwechsel im Gelände (Bsp.: in der Umgebung PSI, KKW-Beznau zwei bis drei Stunden) und aus der Vorbereitung sowie der Messung der Proben (ca. 1 Tag).

5 Dokumentation

Wie üblich sollten Probenentnahmeort, Datum von Sammelbeginn und -ende, Messzeit, das Gamma-Spektrum und das Analysenprotokoll sowie besondere Beobachtungen (z. B. Niederschlagsereignisse) protokollarisch festgehalten werden.

Zur Berichterstattung müssen der Aufstellungsort der Vaselineplatte, Beginn und Ende ihrer Expositionszeit sowie das Messergebnis (mit Angabe der Messunsicherheit) notiert werden. Am PSI werden die Daten vierteljährlich in Quartalsberichten [6] publiziert.

6 Besonderheiten, Bemerkungen

Das Verfahren wird seit 1959 zur Bestimmung der auf dem Boden abgelagerten Beta-Aktivität im Eidgenössischen Institut für Reaktorforschung (seit 1988 Paul Scherrer Institut) in Würenlingen (Schweiz) angewendet. Während die Probenentnahme und die Probenvorbereitung weitgehend unverändert blieben, wurde das Messverfahren entsprechend der technischen Entwicklung (Messung via Gammaskopmetrie) verbessert. Diese Überwachungsmethode ist ferner von sämtlichen Kernkraftwerken in der Schweiz übernommen worden.

Ein Überwachungsnetz mit Vaselineplatten richtet sich nach den Hauptausbreitungsrichtungen des Windes. In jeder Hauptausbreitungsrichtung wird ein Nahbereich (je nach der Höhe des Emittenten in einem Abstand von



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

Blatt: 3.4.4

Seite: 3 von 3

Stand: März 2014

einigen hundert Metern bis 1 km) und ein entfernterer Bereich (ca. 2 bis 5 km) mit je ein bis zwei Platten belegt.

Bei Kernkraftwerken beträgt die Expositionszeit der Platten grundsätzlich vier Wochen, bei anderen Anlagen (Forschungszentren, Verbrennungsanlagen schwachaktiver Abfälle etc.) im Nahbereich nur zwei Wochen.

7 Literatur

- [1] Eikenberg, J, Hitz, J und Wernli, C. Erstellung eines Konzeptes zur Radionuklid-Überwachung des PSI/KKB. PSI Aktennotiz, AN-23-95-01, 1995.
- [2] PSI- Qualitätsmanagement-Verfahrensanweisung VARA03: Radioanalytische Untersuchungen für die Immissionsüberwachung Umgebung PSI, KKB und Zwiilag, Abteilung für Strahlenschutz und Sicherheit, Paul Scherrer Institut CH-5232 Villigen
- [3] PSI Qualitätsmanagement-Arbeitsanweisung AARA08: Gamma- und ^3H -Messung der Luft und Wasserpfade PSI/KKB/Zwiilag, Abteilung für Strahlenschutz und Sicherheit, Paul Scherrer Institut CH-5232 Villigen
- [4] DIN ISO 11929 Bestimmung der charakteristischen Grenzen (Erkennungsgrenze, Nachweisgrenze und Grenzen des Vertrauensbereichs) bei Messungen ionisierender Strahlung – Grundlagen und Anwendungen“ (ISO 18589-6:2009), Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin, 2010
- [5] Courvoisier, P., und Nagel, E., Überwachung des Radioaktivitätsgehaltes der Luft mit Vaseline-Platten, PSI Technische Mitteilung, TM-SU-82, 1967, Paul Scherrer Institut CH-5232 Villigen
- [6] PSI Quartalsberichte über die Immissionen des PSI, des KKB und der Zwiilag, Abteilung für Strahlenschutz und Sicherheit, Paul Scherrer Institut CH-5232 Villigen

Bitte beachten Sie den Hinweis im Losen Blatt 1.3 „Erläuterungen zur Loseblattsammlung“.