



LOSEBLATTSAMMLUNG FS-78-15-AKU

**EMPFEHLUNGEN ZUR ÜBERWACHUNG
DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT**

Blatt: 3.4.7

Seite: 1 von 27

Stand: Juli 2007

**Ausgewählte Verfahren zur Überwachung der bodennahen oder höheren
Atmosphäre auf gammastrahlende, aerosolgebundene Radionuklide
und gasförmiges Iod im Routinebetrieb sowie im Störfall**

Bearbeiter: R. Aures, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz
Baden-Württemberg (LUBW), Karlsruhe
J. Bieringer, Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Freiburg
E. Frenzel, FCI, Frenzel Consulting & Instruments, Straubenhardt
A. Neu, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz
Baden-Württemberg (LUBW), Karlsruhe
Th. Steinkopff, Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach
H. Völkle, Bundesamt für Gesundheit, Sektion Überwachung der
Radioaktivität (BAG/SueR), Fribourg, Schweiz
H. Wershofen, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig



Inhaltsverzeichnis

1	Zweck der Messungen	3
2	Grundsätzliches	3
3	Zusammenstellung von Messverfahren zur Überwachung der Radioaktivität in der Atmosphäre	5
4	Luftmonitorgeräte für kontinuierliche Sammlung und simultane Messung	6
4.1	Gamma-Schrittfilteranlage des Typs FHT59N1/2 an den Messstellen des Deutschen Wetterdienstes	6
4.1.1	Beschreibung	6
4.1.2	Parameter	7
4.2	Online-betriebene Radioaerosolmessstationen der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (RAM-Radioaerosol)	9
4.2.1	Beschreibung	9
4.2.2	Parameter	10
4.3	Mobile Radioaerosol-Messeinrichtung (MORAM) der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg	11
4.3.1	Beschreibung	11
4.3.2	Parameter	12
4.4	Filterbandanlage des Typs RASA (Radionuclide Aerosol Sampler and Analyzer) beim Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)	14
4.4.1	Beschreibung	14
4.4.2	Parameter	16
4.5	Überwachung des gasförmigen Iods (I-131) in der bodennahen Luft am Beispiel des Iodmonitors FHT 1700 an den Messstellen des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) und des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS)	17
4.5.1	Beschreibung	17
4.5.2	Parameter	18
5	Spurenmessung nach Anreicherung der Aerosolpartikel durch Hochvolumensammler	20
5.1	Grundsätzliches	20
5.2	Probenentnahme und Filtertechnik	20
5.3	Messtechnik	21
5.4	Beispiel für einen Probensammler zur Spurenanalyse: Die Aerosolsammelstation ASS-1000 der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB)	21
6	Flugzeuggestützte Messungen in der Luft der oberen Troposphäre und der unteren Stratosphäre am Beispiel des Schweizer Verfahrens (Höhenluft-Filter)	23
6.1	Beschreibung	23
6.2	Parameter	23
7	Berichterstattung	25
8	Abkürzungsverzeichnis	26
9	Literatur	26
10	Anlage: Zusammenstellung von Filtermaterialien und deren Eigenschaften	27

1 Zweck der Messungen

Das vorliegende Papier beschreibt ausschließlich Probeentnahme- und Messverfahren zur schnellen gammaspektrometrischen Analyse von Luftproben ohne deren vorherige radiochemische Aufarbeitung. Es werden die zurzeit eingesetzten und in der Praxis bewährten Verfahren zur Überwachung der Radioaktivität in der Luft beschrieben. Diese lassen sich in unterschiedlicher Kombination einsetzen, um einerseits den Grundpegel der Radioaktivität und andererseits Veränderungen sowohl im Spurenbereich als auch bei signifikanten Erhöhungen schnell zu erfassen.

2 Grundsätzliches

Die Radioaktivität in der bodennahen Luft wird im Wesentlichen von dem natürlich vorkommenden Edelgas Radon-222 und seinen radioaktiven Folgeprodukten bestimmt. Dabei spielen geologische und zusätzlich sowohl großräumige als auch lokale meteorologische Bedingungen eine große Rolle. So lässt sich bei austauscharmen Wetterlagen eine stetige Zunahme der Aktivitätskonzentration dieser natürlichen Radionuklide in der Luft verzeichnen. Die radioaktiven Folgeprodukte des Radons sind dabei an Aerosole gebunden. Diese und eventuell vorhandene künstliche Radionuklide werden für deren Nachweis auf Filtern gesammelt.

Mittels nuklidspezifischer Messungen (Gammaskpektrometrie, Alphaskpektrometrie) lassen sich die einzelnen Folgeprodukte des Radon-222, des Radon-220 sowie künstliche Radionuklide direkt erfassen. Die über einen längeren Beobachtungszeitraum vorhandene Radioaktivität natürlichen und auch künstlichen Ursprungs (z. B. globaler Fallout, Tschernobyl-Fallout) vor Ort stellt den ortsspezifischen Grundpegel dar. Die Überwachung der kurz- und längerfristigen Veränderung dieses Untergrunds ist Ziel der unterschiedlichen Überwachungsprogramme, insbesondere um den Beitrag der künstlich erzeugten Radionuklide zu erfassen. Die weite Spanne von Größenordnungen, in denen die Aktivitätskonzentrationen der unterschiedlichen natürlichen und künstlichen Radionuklide in der bodennahen Luft liegen, zeigt Abbildung 1.

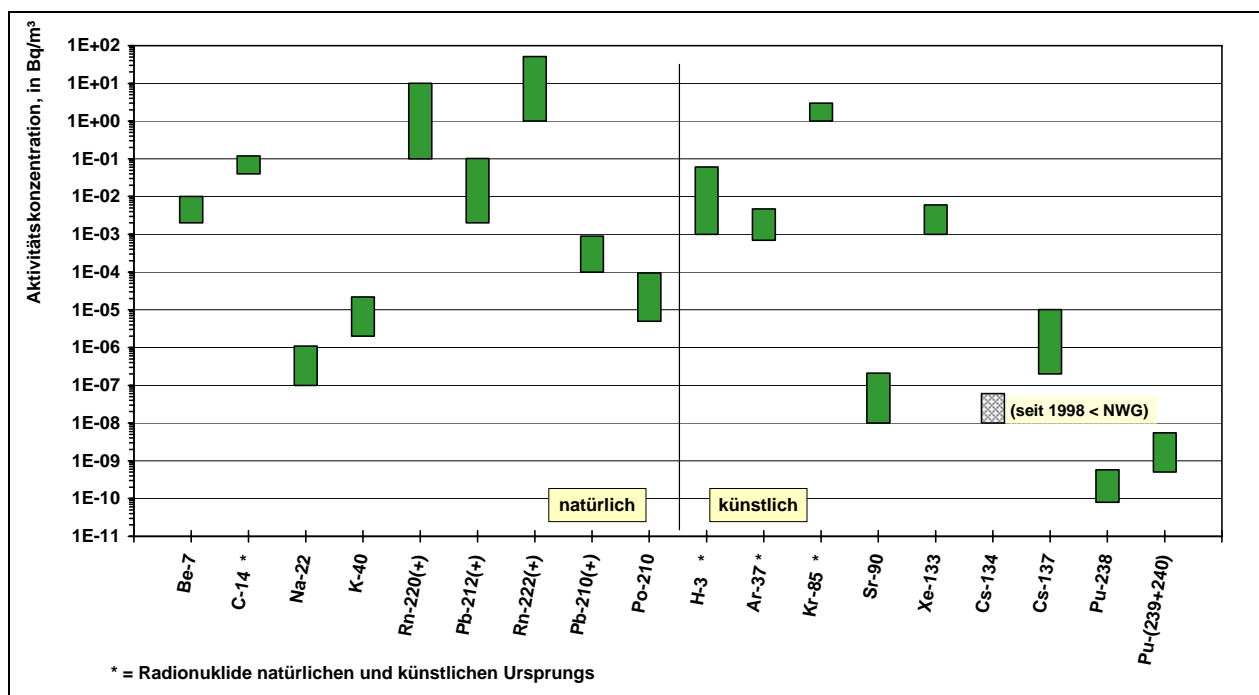


Abbildung 1: Größenordnungen der Aktivitätskonzentrationen natürlicher und künstlicher Radionuklide in der bodennahen Luft



LOSEBLATTSAMMLUNG FS-78-15-AKU

EMPFEHLUNGEN ZUR ÜBERWACHUNG DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT

Blatt: 3.4.7

Seite: 4 von 27

Stand: Juli 2007

Bereits seit 1955 hat der Deutsche Wetterdienst (DWD) den gesetzlichen Auftrag, die Atmosphäre auf „radioaktive Beimengungen“ hin zu überwachen. Im Gesetz über den Deutschen Wetterdienst von 1998 wurde dies erneut festgeschrieben [1]. Diese „radioaktiven Beimengungen“ stammten damals aus den oberirdischen Kernwaffentests der Kernwaffenmächte. Auch in der Schweiz wurden in diesen Jahren in gleichem Zusammenhang Messprogramme aufgelegt [2]. Als Folge des Tschernobyl-Unfalls von 1986 wurde die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt durch die Verabschiedung des Strahlenschutzvorsorgegesetzes (StrVG) [3] erneut in den Mittelpunkt des Interesses gestellt. Danach werden sowohl der Grundpegel der künstlichen Radioaktivität als auch jegliche Veränderung der Radioaktivität in der Umwelt erfasst. Dazu bedarf es Messverfahren, die in der Lage sind, schnell eine signifikante Aktivitätserhöhung nachzuweisen und möglichst schnell Angaben über die Art und Konzentration der Radionuklide in der bodennahen Luft zu machen. Darüber hinaus sind besondere Probeentnahme- und Messeinrichtungen notwendig, um in der Atmosphäre sowohl geringe als auch hohe Aktivitätskonzentrationen zuverlässig bestimmen zu können [4]. Durch die Möglichkeit, auch geringe Aktivitätskonzentrationen nachzuweisen, sollen Rückschlüsse auch auf entfernte Emittenten gestattet werden.

Gemäß der deutschen und der schweizerischen Strahlenschutzverordnung (StrlSchV bzw. StSV) sollen relevante radioaktive Immissionen, die von kerntechnischen Anlagen stammen, jederzeit erfasst werden können. Dies regelt für deutsche Anlagen die „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen“ (REI) [5]. Hier sind unter anderem auch die Messaufgaben zur Überwachung der Atmosphäre im bestimmungsgemäßen Betrieb einer Anlage und für einen eventuellen Störfall festgelegt. Sowohl in der Schweiz als auch in Deutschland orientieren sich die Messverfahren und die Auslegung der Messgeräte an den in der jeweiligen Strahlenschutzverordnung vorgegebenen Dosisgrenzwerten [2, 6].

Der Vertrag über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen (Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty, CTBT) wurde 1996 zur Unterzeichnung vorgelegt. Er verbietet nukleare Versuchsexplosionen und soll die Weiterentwicklung und Verbreitung dieser Waffen verhindern. Zur Kontrolle der Einhaltung dieses Abkommens baut die Vertragsorganisation (Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty Organisation, CTBTO) in Wien zur Zeit mit Hilfe der unterzeichnenden Staaten ein weltweites Überwachungssystem (International Monitoring System, IMS) auf, das in der Lage sein wird, eine nukleare Explosion von einer Kilotonne TNT-Äquivalent an jedem Ort der Erde mit hoher Wahrscheinlichkeit zu entdecken, zu identifizieren und auch zu lokalisieren. Das IMS nutzt verschiedene Messtechniken, von denen eine die empfindliche Messung von Radionukliden in der bodennahen Luft (an exponierten Standorten) ist. Dabei werden sowohl Messsysteme zur Erfassung der aerosolpartikelgebundenen Radioaktivität (an weltweit 80 Stationen) als auch der radioaktiven Isotope des Edelgases Xenon (an weltweit 40 Stationen) eingesetzt. Die Radioaktivitätsmessstation für Mitteleuropa wird durch das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) auf dem Schauinsland bei Freiburg betrieben.

Grundsätzlich wird für die Bestimmung aerosolpartikelgebundener Radionuklide in Luft ein Filtersystem zur Radionuklid-Anreicherung benötigt. Zur kontinuierlichen Überwachung lassen sich Filter verwenden, die in regelmäßigen Zeitschritten gewechselt (Standfilter) oder automatisch weitertransportiert (Filterband) werden. Die auf dem Filter abgeschiedenen Radionuklide lassen sich gammaspektrometrisch entweder direkt während der Bestäubung oder im Anschluss daran messen.

Da Aerosolmonitore primär zur schnellen Erfassung radiologisch relevanter Radionuklidkonzentrationen eingesetzt werden, sind ihre Messintervalle kurz und die Nachweisgrenzen daher entsprechend hoch. Zum Nachweis geringster Aktivitätskonzentrationen im Rahmen der Spurenanalyse sind niedrigere Nachweisgrenzen erforderlich, die durch einen wesentlich höheren Luftdurchsatz, längere Expositionszeiten der Filter und längere Messzeiten erreicht werden.



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

Blatt: 3.4.7
Seite: 5 von 27
Stand: Juli 2007

Zum Nachweis des gasförmigen Radioiods (I_2 , CH_3I) ist ein spezielles Adsorbens, z. B. Aktivkohle, erforderlich. Dort darf die Kontaktdauer des Radioiods mit der Aktivkohle eine Zeit von 0,2 s [7] nicht unterschreiten, da sonst eine vollständige Adsorption nicht mehr garantiert ist.

3 Zusammenstellung von Messverfahren zur Überwachung der Radioaktivität in der Atmosphäre

Die folgende Tabelle 1 stellt die gegenwärtig eingesetzten Messmethoden zur Überwachung der Konzentration aerosolpartikelgebundener Radionuklide und von gasförmigem Radioiod in der Luft zusammen und gibt die vom jeweiligen Betreiber genannten Nachweisgrenzen an.

Tabelle 1: Messverfahren zur Überwachung der Radioaktivität in der Atmosphäre

Betreiber *)	Einsatzzweck	Modus **), Sammelzeit, Messzeit	Nachweisgrenze (Bezugsnuclid Co-60)	Beschreibung in Kapitel
Messung der aerosolpartikelgebundenen Radionuklide				
Filterbandmessung				
BAG, DWD	Umweltüberwachung	Simultan 4 h, 4 h 4 h, 24 h	25 mBq/m ³ 10 mBq/m ³	4.1
BfS	Überwachung des Kernwaffenteststopp- Abkommens	Nach Sammlung, 24 h, 24 h	0,01 mBq/m ³ (Ba-140)	4.4
Festfiltermessung				
LUBW	Anlagenbezogen und Umweltüberwachung	Simultan, 2 h, 2 h 24 h, 24 h	500 mBq/m ³ 3,6 mBq/m ³	4.2
LUBW	Störfallüberwachung	Simultan, 2 h, 2 h 2 h, 24 h	320 Bq/m ³ 0,6 Bq/m ³	4.3
BfS, DWD, PTB, BAG	Spurenanalyse	Nach Sammlung 7 d, 24 h	0,001 mBq/m ³	5
BAG	Spurenmessung in der Troposphäre	Messung nach Sammlung	0,1 mBq/m ³	6
Messung des gasförmigen Iods (Bezugsnuclid I-131)				
BAG, BfS, DWD, LUBW	Umweltüberwachung	Simultan 2 h, 2 h	1000 mBq/m ³	4.5
BfS, DWD	Umweltüberwachung	Messung nach Sammlung, 7 d (BfS, DWD), 24 h (DWD)	5 mBq/m ³	

*) vgl. Abkürzungsverzeichnis, Kap. 8

**) Sammlung und Messung erfolgen entweder simultan oder zeitversetzt, dann mit unterschiedlichen Zeiten

4 Luftmonitorgeräte für kontinuierliche Sammlung und simultane Messung

4.1 Gamma-Schrittfilteranlage des Typs FHT59N1/2 an den Messstellen des Deutschen Wetterdienstes

4.1.1 Beschreibung

Die Sammlung der Aerosolpartikel und die Messung der Aktivität auf dem Filter erfolgen gleichzeitig [8]. Die Probeentnahmeverrichtung besteht aus einer Ansaugleitung mit einem beheizten Ansaugkopf, einer Filterbandtransporteinrichtung, einer Bestäubungseinheit, einer Pumpe sowie einem Glasfaserfilterband. Der üblicherweise eingestellte Luftvolumenstrom beträgt ca. $10 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

Die Abscheidung der Aerosolpartikel erfolgt auf einem Glasfaserfilterband, Klasse H 12 gemäß DIN EN 1822 [9]. Die Bestäubungsfläche hat einen Durchmesser von 5 cm. Nach Ablauf der wählbaren Bestäubungs- und Messdauer erfolgt der Weitertransport des Filterbands, so dass der bestäubte Filterfleck nicht mehr im Erfassungsbereich des Detektors liegt.

Die Messung der Aktivität der Radionuklide erfolgt während der Probeentnahme mittels hochauflösender Gammaskpektrometrie. Grundlagen und Hinweise dazu finden sich zum Beispiel in [10]. Die nuklid-spezifische Auswertung kann während der Messung erfolgen, wird im Allgemeinen jedoch am Ende der vorgegebenen Messdauer durchgeführt. Abbildung 2 zeigt das Prinzip der Filteranordnung der nuklid-spezifisch messenden Schrittfilteranlage. Es wird ein Reinstgermanium-Detektor (p-type) mit einer relativen Ansprechwahrscheinlichkeit von 15 %, bezogen auf einen $3'' \times 3''$ NaI(Tl)-Kristall, eingesetzt. Der Detektor ist mit einer Bleiabschirmung von 50 mm Dicke umgeben.

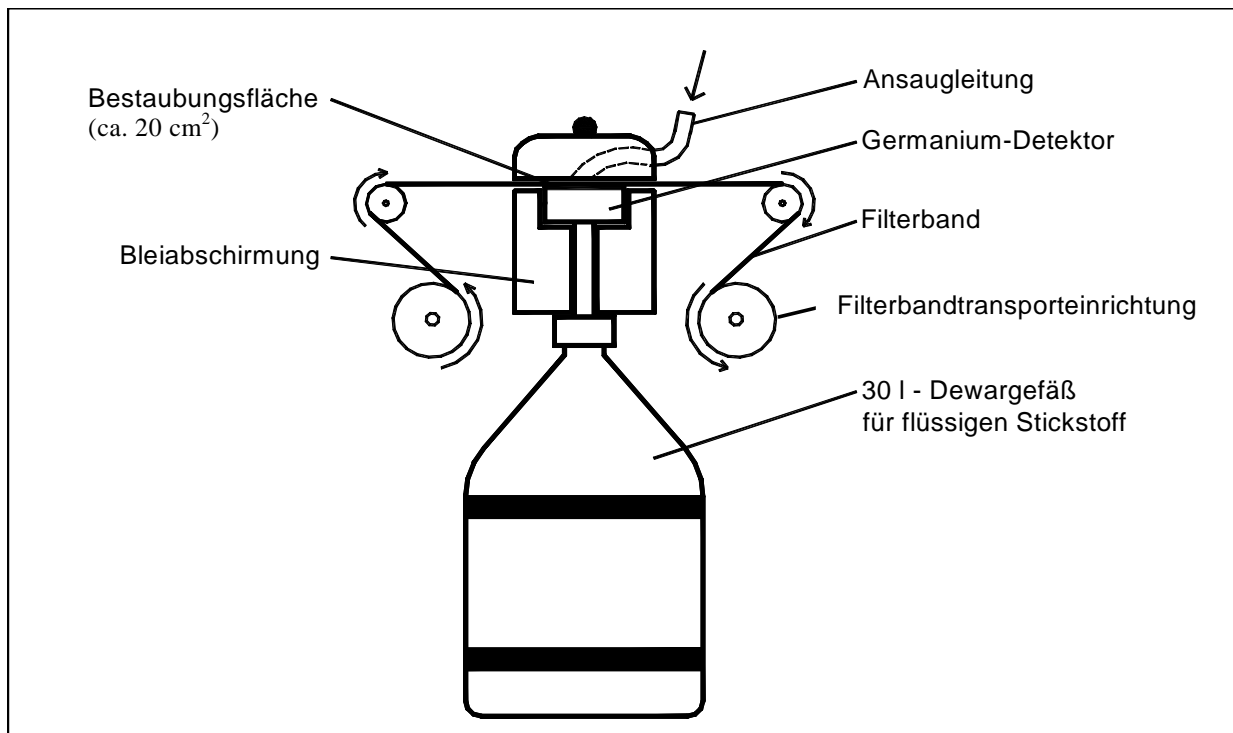


Abbildung 2: Prinzip der Probeentnahme bei der nuklidspezifischen Schrittfilteranlage



Die Kalibrierung der hier beschriebenen Filterbandanlage wird in einem zweistufigen Verfahren vorgenommen. In einem ersten Schritt wird mittels eines Aktivitätsnormal-Mischpräparats aus Ba-133, Eu-152 und Cs-137 (je 15 kBq) in einem Abstand von 20 cm bis 30 cm die energieabhängige Nachweiswahrscheinlichkeit bestimmt. In dieser Messgeometrie können Summationskorrekturen für die Zerfälle von Eu-152 und Ba-133 vernachlässigt werden. Mit dieser Messung wird auch die Energiekalibrierung durchgeführt. In einem zweiten Schritt wird mit einem Cs-137-Flächenpräparat (3 kBq) in der Größe des Filterflecks die Nachweiswahrscheinlichkeit für Cs-137 bei der gegebenen Messgeometrie bestimmt. Das Verhältnis der Nachweiswahrscheinlichkeiten für Cs-137 aus dem zweiten und dem ersten Schritt ergibt einen Umrechnungsfaktor. Mit Hilfe dieses Umrechnungsfaktors werden die Werte der energieabhängigen Nachweiswahrscheinlichkeit für die Messgeometrie berechnet.

Während der Messungen wird kontinuierlich die Energiekalibrierung durch Vergleich mit der Gammastrahlung von K-40 eines systemintegrierten Kaliumchlorid-Präparats überprüft.

4.1.2 Parameter

- *Probeentnahme und Filtertechnik*

Modus:	Kontinuierlich, automatisch
Abscheidemedium:	Filterband, automatischer Filtervorschub
Material:	Glasfaserfilter
Rückhaltegrad:	>99 %
Sammelintervall:	4 h (beliebig einstellbar)
Luftvolumenstrom:	10 m ³ /h
Messprinzip:	Differenzdruckmessung
Luftvorwärmung:	nein
Pumpe:	Seitenkanalverdichter

- *Angaben zur Probenbehandlung*

Abklingzeit:	keine
Pressen, Veraschung:	nein
Wägung:	nicht erforderlich
Rückstellprobe:	Filterband

- *Messtechnik*

Detektor:	HPGe, p-type, koaxial
Kühlung:	elektrisch oder mit flüssigen Stickstoff (LN ₂)
Messwertverarbeitung:	Analog
Untergrundunterdrückung:	Bleiabschirmung 5 cm



LOSEBLATTSAMMLUNG FS-78-15-AKU

EMPFEHLUNGEN ZUR ÜBERWACHUNG DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT

Blatt: 3.4.7

Seite: 8 von 27

Stand: Juli 2007

- *Messung und Auswertung*

Messmethode:	Sammlung und simultane gammaspektrometrische Messung
Bezugszeitpunkt:	Mitte des Sammelzeitraums
Messzeit:	240 min (wählbar)
Nachweisgrenze:	bezogen auf ein 4 h-Intervall ca. 25 mBq/m ³ ; 10 mBq/m ³ (Co-60) nach Aufsummierung der Spektren zu einem 24 h-Spektrum; Berechnung nach DIN 25482 für ($k=1$)
Verfügbare Daten vor Ort:	Rohspektren und Aktivitätskonzentrationen sowie Betriebsparameter
Verfügbare Daten in Zentrale:	Aktivitätskonzentrationen automatisch direkt nach Messung (wählbar)
Alarmierungskriterium:	Aktivitätskonzentration für z.B. 200 mBq/m ³ in einem Messintervall von 2 Stunden; gleichzeitig 5-minütlich Überprüfung des umgerechneten Alarmlevels (beliebig einstellbar)
Fernsteuerung:	Ja
Fernverfügbare Betriebsparameter:	Hochspannung, Volumendurchsatz, Temperatur, Filterstatus, Ausfallanzeige und Meldung auf Drucker; aktive Meldungen einstellbar

- *Wartung und qualitätssichernde Maßnahmen*

Wartung:	Wartungsplan, (-intervalle)
Qualitätssicherung:	Kalibrierung halbjährlich (Energie und Efficiency)
Stabilitätskontrolle:	automatische Energiekalibrierung über die Gammalinien natürlicher Radionuklide; kontinuierliche Prüfung des K-40-Peaks auf Energie-/Kanallage und Halbwertsbreite

- *Betrieb*

Technische Verfügbarkeit:	95 % bei z. B. Standzeit 10 Jahre
USV:	Ja, mind. 2 kVA, für die gesamte Anlage
Stromversorgung:	400 V Drehstrom, 1,3 kW
Betreuungsaufwand:	tägliche Kontrolle vor Ort, LN ₂ nachfüllen ein- bis zweimal in der Woche, Filterband wechseln ca. 8 mal jährlich, tägliche Datenprüfung (gemäß Vorgaben), angelernte Kräfte, Techniker für die Anlagenbetreuung, wiss. Personal für die Datenprüfung
Qualifikation:	Unterstützung durch das System über die Abfrage von Betriebsparametern, interner Systemspezialist erforderlich
Fehlerdiagnose:	z.B. von 4 h-Auswertung auf Tageswerte
Datenverdichtung:	Messwertprotokolle:
Datenhaltung:	Spektren auf Festplatte vor Ort und Messergebnisse in der Zentrale auf Festplatte

- *Besonderheiten im Ereignisfall, die ggf. zu beachten sind.*
- Verdichtung der Sammelintervalle,
- Verkürzung von Messzeiten,



LOSEBLATTSAMMLUNG FS-78-15-AKU

EMPFEHLUNGEN ZUR ÜBERWACHUNG DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT

Blatt: 3.4.7

Seite: 9 von 27

Stand: Juli 2007

- Dokumentation der geänderten Parameter,
- Kontamination der Luftzufuhrkanäle und der Bestäubungseinheit ,
- qualitätssichernde Maßnahmen

4.2 Online-betriebene Radioaerosolmessstationen der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (RAM-Radioaerosol)

4.2.1 Beschreibung

Die Radioaerosolmessstationen werden in Baden-Württemberg zur Überwachung der aerosolpartikelgebundenen Gammastrahler in der bodennahen Luft eingesetzt, wobei die Probeentnahme der aerosolpartikelgebundenen Radionuklide und die Messung der Aktivität auf dem Filter gleichzeitig erfolgen. Die Probeentnahmeverrichtung besteht aus einer Ansaugleitung mit einer handelsüblichen P-3-Reaktor-Filterpatrone (Glasfaserfilter und Aktivkohlebett) und einer elektrischen Pumpe (Seitenkanalgebläse). Die Abscheidung der Aerosolpartikel erfolgt auf dem Aerosolfilter, während gasförmige Radionuklide, insbesondere Radioiod in der Aktivkohle festgehalten werden.

Im Regelbetrieb findet im monatlichen Turnus ein Filterwechsel statt, aber kürzere Wechselzyklen sind bei Bedarf ohne weiteres möglich. Eine automatische Filterwechseleinrichtung ist derzeit in Erprobung und soll nachgerüstet werden. Die elektrisch betriebene Pumpe ist elektronisch durchsatzgeregelt, so dass trotz zunehmenden Ansaugwiderstands im Filter, hervorgerufen durch die Staubbelegung, der Luftdurchsatz konstant gehalten werden kann. Die Saugleistung beträgt 20 m³/h. Dieser Luftdurchsatz ermöglicht das Erreichen der angegebenen Nachweisgrenze für die aerosolpartikelgebundenen Radionuklide. Bei Radioiod wird die benötigte Kontaktzeit von 0,2 s (hierfür sind < 6 m³/h bei der Reaktorfilterpatrone P3 erforderlich [7]) deutlich unterschritten, so dass gasförmiges Iod nur teilweise erfasst werden kann.

Direkt unterhalb der Filterpatrone befindet sich ein mit flüssigem Stickstoff gekühlter Reinstgermanium-Detektor (HPGe). Dieser ist in der Lage, gammastrahlende Radionuklide ab einer Energie von ca. 60 keV bis zu einer Energie von ca. 2000 keV zu messen. Filterpatrone und Detektor befinden sich innerhalb einer 5 cm dicken Bleiabschirmung. Der Vorratsbehälter für den flüssigen Stickstoff ist so dimensioniert, dass eine Standzeit von mindestens fünf Wochen gegeben ist. Der angeschlossene Vielkanalanalysator (AIM, Aquisition Module Interface) erfasst online das Gammaspektrum während der Filterbestäubung. Die Messung startet um 00:01 Uhr und endet um 24:00 Uhr desselben Tages. Das Gammaspektrum wird dabei im 2-Stunden-Takt als Zwischenspektrum zu einem Auswerterechner in der Messnetzzentrale in Karlsruhe übertragen und dort abgespeichert bis das Tagessummenspektrum mit 24 Stunden Messzeit dort vorliegt. Danach wird das aktuelle Tagessummenspektrum in der Messstation gelöscht und die Messung für den neuen Tag gestartet. Die Messzyklen sind variabel einstellbar (z.B. Ein-Stunden-Takt, der ab dem Jahr 2007 generell vorgewählt wird).

Die Signalrechner in den Radioaerosolmessstationen sind mit einer Alarmierungsfunktion ausgestattet, die beim Auftreten vorgegebener Radionuklide anspricht. Hierzu werden im Gammaspektrum so genannte „Regions of Interest“ eingerichtet. Dies sind Energiebereiche, in denen der Photopeak eines bestimmten künstlichen Radionuklids (z.B. bei I-131 die 364-keV-Gammalinie) auftreten kann. Sobald nun in einem Alarmkanal („Region of Interest“) ein Peak erscheint und eine bestimmte Nettoimpulszahl erreicht, so dass die Alarmierungsschwelle überschritten wird, alarmiert der Signalrechner die Messnetzzentrale in Karlsruhe unter Angabe des Alarmzeitpunkts, der betroffenen Messstation und des alarmauslösenden Nuklids. Folgende Radionuklide können derzeit zu einer Alarmierung führen: Ru-103, Sb-125, I-131, I-135, Cs-134, Cs-137. Es ist möglich, max. zehn Energiebereiche zur Alarmierung einzurichten. Des Weiteren können bis zu 99 Radionuklide ausgewertet werden. Ausgewertet werden neben den o. g. Nukliden: Be-7, Bi-214, Ce-144, Co-60, Pb-214 und Ru-106.



4.2.2 Parameter

- *Probeentnahme und Filtertechnik*

Modus:	Kontinuierliches Monitoring
Abscheidemedium:	P-3-Reaktor-Filterpatrone
Material:	Aerosolfilter und Aktivkohle
Rückhaltegrad:	>99 %
Sammelintervall:	monatlich (beliebig einstellbar)
Max. Aktivitätsbelegung:	ca. 10^6 Bq
Luftvolumenstrom:	20 m ³ /h
Messprinzip:	Massenstrombestimmung über Temperaturdifferenzmessung
Luftvorwärmung:	nein
Pumpe:	Seitenkanalgebläse

- *Angaben zur Probenbehandlung*

Abklingzeit:	nicht erforderlich
Veraschung:	nicht erforderlich, aber möglich
Wägung:	nicht erforderlich
Rückstellprobe:	Filterpatrone, kontaminationsfrei
Aufbewahrungszeit:	gemäß Vorgaben

- *Messtechnik*

Detektor:	HPGe
Kühlung:	LN ₂
Messwertverarbeitung:	Analog
Untergrundunterdrückung:	Bleiabschirmung 5 cm

- *Messung und Auswertung*

Messmethode:	online während der Beaufschlagung
Bezugszeitpunkt:	Ende der Messung
Messzeit:	24 h
Nachweisgrenze:	0,5 Bq/m ³ (Co-60) bezogen auf ein 2h-Intervall; 3,6 mBq/m ³ (Co-60) nach Aufsummierung der Spektren zu einem 24 h-Spektrum; Berechnung nach DIN 25482
Verfügbare Daten vor Ort:	Rohspektren sowie Betriebsparameter

Verfügbare Daten in
Zentrale: ausgewertete Aktivitätskonzentrationen
sowie Ergebnisse der Peaksuche

Alarmierungskriterium: Die Messunsicherheit beim Auswerten des Photopeaks
muss < 20 % sein (relativ). Als Alarmierungskriterium
wird der Reziprokwert der relativen Messunsicherheit
herangezogen, d.h. $1/F > 5$. Die Alarmierung erfolgt
über folgende Radionuklide:

Cs-134, Cs-137, I-131, I-135, Ru-103, Sb-125

Fernsteuerung: Ja

Fernverfügb. LN₂-Füllstand, Unterdruck bei Filterbeladung,
Messhaustemperatur, Abfrage des Zustands der
Betriebsparameter: Stromversorgung, Prozessparameter.



- *Wartung und qualitätssichernde Maßnahmen*

Wartung: einmal pro Jahr; einfache vorkonfektionierte Mess-, Hard- und Software-Komponenten.
Qualitätssicherung: Kalibrierung nach Erfordernis (Energie und Efficiency), immer nach Detektorausbau.
Stabilitätskontrolle: während der Messung über die Lage des 352 keV-Peaks (Pb-214) und des 1460 keV-Peaks (K-40).

- *Betrieb*

Technische Verfügbarkeit: seit 1990
USV: nur für die Stromversorgung der Elektronik
Stromversorgung: Drehstrom, 1,5 kW
Betreuungsaufwand: tägliche Kontrolle der Erreichbarkeit aller Messstationen sowie der Qualität der Gamma-Spektren; flüssigen Stickstoff nachfüllen alle 4 Wochen, Filterpatrone wechseln monatlich; tägliche Datenvalidierung,
Qualifikation: angeleitete Kräfte, Techniker für die Anlagenbetreuung, wiss. Personal für die Datenprüfung
Fehlerdiagnose: Unterstützung durch das System über die Abfrage von Betriebsparametern, Hilfspersonal kann vor Ort mit Hilfe einer Videokamera geleitet werden.
Datenverdichtung: 1 h- oder 2 h-Auswertung auf Tagesmittelwerte.
Datenhaltung: Spektren auf Festplatte vor Ort sowie Messergebnisse in der Messnetzzentrale auf Festplatte

- *Besonderheiten im Ereignisfall, die ggf. zu beachten sind*

Eine Filterwechseinrichtung ist zurzeit in Erprobung und soll in allen RAM- Radioaerosolmessstationen in Baden-Württemberg eingebaut werden. Dies ist ein wichtiger Schritt zur Erhöhung der Störfalltauglichkeit.

4.3 Mobile Radioaerosol-Messeinrichtung (MORAM) der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

4.3.1 Beschreibung

Die mobilen Radioaerosol-Messeinrichtungen (MORAM) werden in Baden-Württemberg in einem Ereignisfall oder in einem zu erwartenden Ereignisfall zur Überwachung der aerosolpartikelgebundenen Gammastrahler in der bodennahen Luft eingesetzt, wobei die Probeentnahme der Aerosolpartikel und die Messung der Aktivität auf dem Filter gleichzeitig erfolgen. Die Probeentnahmevorrichtung besteht aus einer Ansaugleitung mit einer handelsüblichen P-3-Reaktor-Filterpatrone (Glasfaserfilter und Aktivkohlebett) und einer elektrischen Pumpe. Die Abscheidung der Aerosolpartikel erfolgt auf dem Aerosolfilter, während bestimmte gasförmige Radionuklide, insbesondere Radioiod in der Aktivkohle festgehalten werden. Diese Messeinrichtungen wurden speziell für den Störfall konzipiert.

Im Regelbetrieb findet im monatlichen Turnus ein Filterwechsel statt, aber kürzere Wechselzyklen sind bei Bedarf ohne weiteres möglich. Eine automatische Filterwechseinrichtung ist derzeit in Erprobung und soll bei Eignung nachgerüstet werden. Die elektrisch betriebene Pumpe ist elektronisch durchsatz-geregelt, so dass trotz zunehmenden Ansaugwiderstands im Filter, hervorgerufen durch inaktive Staub-belegung, der Luftdurchsatz konstant gehalten werden kann.

Direkt neben der Filterpatrone befindet sich ein mit flüssigem Stickstoff gekühlter In-situ-Reinstgermanium-Detektor. Dieser ist in der Lage, gammastrahlende Radionuklide ab einer Energie von ca.



LOSEBLATTSAMMLUNG FS-78-15-AKU

EMPFEHLUNGEN ZUR ÜBERWACHUNG DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT

Blatt: 3.4.7

Seite: 12 von 27

Stand: Juli 2007

60 keV bis zu einer Energie von ca. 2000 keV zu messen. Filterpatrone und Detektor befinden sich innerhalb einer Bleiabschirmung. Der Vorratsbehälter für den flüssigen Stickstoff ist so dimensioniert, dass eine Standzeit von mindestens vier Tagen gegeben ist. Der angeschlossene Vielkanalanalysator (AIM) erfasst online das Gammaskpektrum während der Filterbestäubung. Die Messung startet um 00:01 Uhr und endet um 24:00 Uhr desselben Tages. Das Gammaskpektrum wird dabei normalerweise im 2-Stunden-Takt als Zwischenspektrum in die Messnetzzentrale nach Karlsruhe übertragen und dort abgespeichert bis das Tagessummenspektrum mit 24 Stunden Messzeit dort vorliegt. Danach wird das aktuelle Tagesspektrum im Vielkanalanalysator der Vorortstation gelöscht und die Messung für den neuen Tag gestartet. Die Messzyklen sind variabel einstellbar (z.B. Ein-Stunden-Takt).

Die Signalrechner in den mobilen Radioaerosol-Messeinrichtungen sind mit einer Alarmierungsfunktion ausgestattet, die beim Auftreten vorgegebener Radionuklide anspricht. Hierzu werden im Gammaskpektrum so genannte „Regions of Interest“ eingerichtet. Dies sind Energiebereiche, in denen der Photopeak eines bestimmten künstlichen Radionuklids (z.B. bei I-131 die 364-keV-Gammalinie) auftreten kann. Sobald nun in einem Alarmkanal („Region of Interest“) ein Peak erscheint und eine bestimmte Nettoimpulszahl erreicht ist, so dass die Alarmierungsschwelle überschritten wird, alarmiert der Signalrechner die Messnetzzentrale in Karlsruhe unter Angabe des Alarmzeitpunkts der betroffenen Messstation und des Alarm auslösenden Nuklids. Folgende Radionuklide führen derzeit zu einer Alarmierung: Ru-103, Sb-125, I-131, I-135, Cs-134, Cs-137. Es ist möglich, max. zehn Energiebereiche zur Alarmierung einzurichten. Des Weiteren können bis zu 99 Radionuklide ausgewertet werden. Ausgewertet werden neben den o. g. Nukliden: Be-7, Bi-214, Ce-144, Co-60, Pb-214 und Ru-106.

Die MORAM ist auf einem handelsüblichen, einachsigen Kfz-Anhänger montiert. Als Stromversorgung ist entweder Akku-Betrieb (Dauer ca. 2 bis 3 Tage) oder 220 V Netzbetrieb möglich, abhängig von den Gegebenheiten am Einsatzort. Hinzu kommen meteorologische Messinstrumente, welche auf einem Fünf-Meter-Mast montiert sind, und eine ODL-Sonde zur Messung der Gamma-Dosisleistung. Baden-Württemberg besitzt drei MORAM'en, davon sind immer mindestens zwei Systeme einsatzbereit. Die Daten (Rohspektren sowie ODL- und Meteorologiedaten) werden per Funk (GSM) an die Messnetzzentrale in Karlsruhe übertragen.

4.3.2 Parameter

- *Probeentnahme und Filtertechnik*

Modus:	Kontinuierliches Monitoring
Abscheidemedium:	P-3-Reaktor-Filterpatrone
Material:	Aerosolfilter und Aktivkohle
Rückhaltegrad:	>99 %
Sammelintervall:	monatlich (beliebig einstellbar)
Max. Aktivitätsbelegung:	ca. 10^9 Bq
Luftvolumenstrom:	0,5 m ³ /h bis 3,0 m ³ /h
Messprinzip:	Massenstrombestimmung über Temperaturdifferenzmessung
Luftvorwärmung:	nein
Pumpe:	elektrisch, handelsüblich

- *Angaben zur Probenbehandlung*

Abklingzeit:	nicht erforderlich
Pressen, Veraschung:	nicht erforderlich, Veraschung möglich
Wägung:	nicht erforderlich
Rückstellprobe:	Filterpatrone, kontaminationsfrei
Aufbewahrungszeit:	gemäß Vorgaben



- *Messtechnik*
Detektor: HPGe (10 %)
Kühlung: LN₂
Messwertverarbeitung: Analog
Untergrundunterdrückung: Bleiabschirmung 5 cm
- *Messung und Auswertung*
Messmethode: online während der Beaufschlagung
Bezugszeitpunkt: Ende der Messung
Messzeit: 24 h, zuvor aber 2-stündige Intervalle mit
Zwischenauswertung.
Nachweisgrenze: 320 Bq/m³ (Co-60) bezogen auf ein 2h-Intervall;
0,6 Bq/m³ (Co-60) nach Aufsummierung der Spektren
zu einem 24 h-Spektrum; Berechnung nach DIN 25482
Verfügbare Daten vor Ort: Rohspektren sowie Betriebsparameter
Verfügbare Daten in
Zentrale: ausgewertete Aktivitätskonzentrationen
sowie Ergebnisse der Peaksuche
Alarmierungskriterium: Die Messunsicherheit beim Auswerten des Photopeaks
muss < 20 % sein (relativ). Als Alarmierungskriterium
wird der Reziprokwert der relativen Messunsicherheit
herangezogen, d.h. 1/F > 5. Die Alarmierung erfolgt
über folgende Radionuklide:
Cs-134, Cs-137, I-131, I-135, Ru-103, Sb-125
Fernsteuerung: Ja
Fernverfügbar:
Betriebsparameter: LN₂-Füllstand, Unterdruck bei Filterbeladung,
Messhaustemperatur, Prozessparameter, Abfrage des
Zustands der Stromversorgung.
- *Wartung und qualitätssichernde Maßnahmen*
Wartung: vierwöchiger Probetrieb, zweimal pro Jahr
Qualitätssicherung: Kalibrierung während des Probetriebs,
Stabilitätskontrolle: während der Messung über die Lage des 352 keV-Peak
(Pb-214) und des 1460 keV-Peaks (K-40).



- *Betrieb*

Technische Verfügbarkeit:	seit 1995
USV:	Batteriebetrieb für zwei Tage
Stromversorgung:	500 W, 220 V bei Netzanschluss
Betreuungsaufwand:	Bei Einsatz: Alle drei Tage Kontrolle vor Ort, flüssigen Stickstoff nachfüllen zweimal in der Woche, Filter wechseln bei Bedarf. Tägliche Datenprüfung (gem. Vorgaben),
Qualifikation:	angelernete Kräfte, Techniker für die Anlagenbetreuung, wiss. Personal für die Datenprüfung
Fehlerdiagnose:	Unterstützung durch das System über die Abfrage von Betriebsparametern, interner Systemspezialist erforderlich
Datenverdichtung:	2 h-Auswertung auf Tagesmittelwerte. Bei Bedarf ist auch 0,5 h- oder 1 h-Auswertung möglich.
Datenhaltung:	Spektren auf Festplatte vor Ort sowie Messergebnisse in der Messnetzzentrale auf Festplatte

- *Besonderheiten im Ereignisfall, die ggf. zu beachten sind*

Mit Hilfe eines zusätzlichen Kollimators, der zwischen Detektor und Filter geschoben werden kann, kann bei Bedarf der Messbereich für die Aktivitätskonzentration definiert erhöht werden. Wegen der besonderen Störfalltauglichkeit hinsichtlich der Verträglichkeit hoher Aktivitäten bei der Filterbeladung ist eine Verwendung zur allgemeinen Umweltüberwachung nur eingeschränkt möglich (Vgl. Nachweisgrenzen).

Als geeigneter Standort sollte ein Standort mit der Möglichkeit eines 220 V Netzanschlusses bevorzugt werden. Die Standortbestimmung wird mit dem eingebauten GPS automatisch durchgeführt.

4.4 Filterbandanlage des Typs RASA (Radionuclide Aerosol Sampler and Analyzer) beim Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)

4.4.1 Beschreibung

Das beschriebene System wird z. B. im Internationalen Messsystem (IMS) zur Überwachung der Einhaltung des Kernwaffenteststoppabkommens (CTBT) eingesetzt. Die Radioaktivitätsmessstation des IMS für Mitteleuropa wird vom BfS betrieben. Für den Nachweis aerosolpartikelgebundener Radionuklide ist hierbei eine automatisch arbeitende Filterbandanlage des Typs RASA im Einsatz. Die für diesen Einsatzzweck geforderte Nachweisgrenze liegt für automatisch arbeitende Systeme bei $10 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$, bezogen auf Ba-140. Den vertraglichen Regelungen entsprechend werden die erhobenen Rohdaten (Spektren, meteorologische Daten, Betriebsparameter) direkt nach Vorliegen über Satellit an das internationale Datenzentrum in Wien übermittelt. Davon unabhängig können auch Auswertungen in der eigenen Zentrale vorgenommen werden.

Die Probeentnahme erfolgt im Regelfall im Tageszyklus, kann bei Bedarf aber auch verändert werden. Die Aerosolpartikel werden auf 6 Polypropylenfilterbändern abgeschieden, die gleichzeitig bestaubt werden (Abb. 3). Die Verwendung der 6 Filterbänder dient der Vergrößerung der Filterfläche; diese wird zum Erreichen der geforderten Nachweisgrenze benötigt. Nach Beendigung der Bestäubung werden die 6 Filterbänder gemeinsam weitertransportiert, dabei gebündelt und das Bündel in PE-Folie verklebt. Die obere Folie ist mit einem Strichcode versehen, der automatisch vom System gelesen wird und die eindeutige Zuordnung zwischen erzeugten Spektren und bestaubtem Filter ermöglicht. Zur Reduzierung der natürlichen Radioaktivität auf dem Filter bleibt das Filterbündel für 24 Stunden in der Abklingposition bevor es zur Messung zum Detektor gelangt. Bei der Messung ist das Filterbündel um den Detektorkristall „gewickelt“. Im Anschluss an die Messung verbleibt das Filterbündel aus konstruktionstechnischen Gründen einen



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

Blatt: 3.4.7
Seite: 16 von 27
Stand: Juli 2007

4.4.2 Parameter

- *Probeentnahme und Filtertechnik*

Modus: täglich (einstellbar), automatisch
Abscheidemedium: 6 Filterbänder, automatischer Filterwechsel
Material: Polypropylen
Rückhaltegrad: ca. 98 %
Sammelintervall: 24 h (beliebig einstellbar)
Max. Aktivitätsbelegung: entfällt
Luftvolumenstrom: ca. 1000 m³/h (regelbar)
Messprinzip: Masseflussmessung
Luftvorwärmung: nein
Pumpe: Seitenkanalverdichter

- *Angaben zur Probenbehandlung*

Abklingzeit: 24 h (abhängig von der Bestäubungs- bzw. Messzeit)
Pressen, Veraschung: nicht erforderlich, Filter werden zusammengeführt und gemeinsam in PE-Folie verklebt
Wägung: nicht erforderlich
Rückstellprobe: Filterband
Aufbewahrungszeit: gemäß Vorgaben

- *Messtechnik*

Detektor: HPGe, p-type, koaxial, Pop-Top
Kühlung: elektrisch gekühlt
Messwertverarbeitung: digital
Untergrundunterdrückung: Bleiabschirmung 89 mm, 1,6 mm Cu, 1 mm Sn
Messgeometrie: Filter um Detektorkristall „gewickelt“

- *Messung und Auswertung*

Messmethode: automatisch, nach 24 Stunden Abklingzeit ab Probenahmeende
Bezugszeitpunkt: entfällt, da keine Auswertung vor Ort
Messzeit: ca. 23:40 h (wählbar), zusätzlich Speicherung alle 2 h
Nachweisgrenze: 10 µBq/m³ (Ba-140) im Tagesspektrum
Verfügbare Daten vor Ort: Rohdaten (Spektren, meteorologische Daten und Betriebsparameter) werden automatisch zur weiteren Auswertung versandt
Verfügbare Daten in Zentrale: Rohdaten (Spektren, meteorologische Daten und Betriebsparameter), ausgewertete Aktivitätskonzentrationen (wenn separates Auswerteprogramm vorhanden)
Alarmierungskriterium: Betriebsstörungen im System und bei der Datenübermittlung, Absetzen der Warnmeldungen per E-Mail.
Fernsteuerung: Ja
Fernverfügbare Betriebsparameter: On-line Kontrolle von ca. 30 Parametern, graphische Darstellung möglich



- *Wartung und qualitätssichernde Maßnahmen*

Wartung: Wartungsplan (-intervalle)
Qualitätssicherung: Automatisch: Tägliche Messung einer Punktquelle (Kontrolle der Halbwertsbreiten, Peakflächen u. Lage), Kalibrierung mit Filterquelle bei Bedarf; On-line Kontrolle der Betriebsparameter durch graphische Darstellung möglich

- *Betrieb*

Technische Verfügbarkeit: System seit 2003 im Routinebetrieb, Ende 2004 zertifiziert für CTBT
USV: Ja, aber ohne Pumpe
Stromversorgung: 400 V Drehstrom (4 kW), 120 V / 60 Hz für das System
Betreuungsaufwand: ggf. tägliche Kontrolle vor Ort (Filter abschneiden, kann aber auch in größeren Abständen erfolgen), Filterband wechseln 1/2-jährlich
Datenprüfung (gem. Vorgaben),
Qualifikation: angeleitete Kräfte, Techniker für die Anlagenbetreuung, wiss. Personal für die Datenprüfung
Fehlerdiagnose: Unterstützung durch das System über die Abfrage von Betriebsparametern, interner Systemspezialist erforderlich
Datenverdichtung: entfällt
Datenhaltung: Betriebsparameter, Protokollierung von Betriebszustands- und Statusänderungen, Spektren und meteorologische Daten auf Festplatte vor Ort
Betriebsparameter, Spektren und meteorologische Daten, (Auswertungen) in der Zentrale auf Festplatte, Archivierung auf CD

- *Besonderheiten im Ereignisfall, die ggf. zu beachten sind*

Verdichtung der Sammelintervalle, Verkürzung von Abkling- und Messzeiten, Dokumentation der geänderten Parameter, Kontamination der Luftzufuhr möglich

4.5 Überwachung des gasförmigen Iods (I-131) in der bodennahen Luft am Beispiel des Iodmonitors FHT 1700 an den Messstellen des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) und des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS)

4.5.1 Beschreibung

Die Probeentnahme des gasförmigen Iods und die Messung der Aktivität von I-131 auf dem Abscheidemedium erfolgen gleichzeitig. Der Luftvolumenstrom beträgt ca. $5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

- Die Luft wird durch zwei Glasfaserfilter zur Abscheidung des an Aerosolpartikel gebundenen Iods und eine mit Iod-Adsorbens gefüllte Adsorberpatrone zur Abscheidung des elementaren und organisch gebundenen Iods gesaugt. Ein NaI-Detektor (3,81 cm x 6,99 cm), der von der Filterpatrone umgeben ist, misst kontinuierlich die gesammelte I-131 Aktivität. Der Detektor ist von einer Bleiabschirmung von 50 mm Dicke umgeben. Die Berechnung der Aktivitätsbeladung und der Aktivitätskonzentration aus den Zählimpulsen erfolgt rechnergestützt (Messkanal FHT 8000). Mit Hilfe von einstellbaren Alarmierungsschwellen kann die Aktivitätskonzentration von I-131 in der Luft z. B. hinsichtlich der Einhaltung von Grenzwerten überwacht werden. Zusätzlich ist eine Ratemeterfunktion implementiert, die eine Registrierung schneller Änderungen in der Iodaktivitätskonzentration ermöglicht.



4.5.2 Parameter

- *Probeentnahme und Filtertechnik*

Modus:	Automatisch, kontinuierlich
Abscheidemedium:	Adsorberpatrone
Material:	2 Glasfaserfilter (aerosolpartikelgebundenes Iod) Handschuhbox-Filter Typ DKB, DIN 24184 Klasse S, Fa. DELBAG 300 cm ³ Adsorbergranulat AC 6120 oder Aktivkohle in Marinelligeometrie (St35, vernickelt) (organisch gebundenes und elementares Iod)
Rückhaltegrad:	Glasfaserfilter: 99 % Adsorbergranulat: abhängig von der Beladung
Sammelintervall:	kontinuierliche Sammlung bis zum Adsorberwechsel
Max. Aktivitätsbelegung:	(Messbereichsendwert) : Beladung: 10 ⁵ Bq I-131 Konzentration 10 ⁴ Bq/m ³ I-131
Luftvolumenstrom:	ca. 5 m ³ /h
Messprinzip:	Durchsatzmessung mittels Messblende mit Wirkdruck- verfahren (Differenzdruckmessung unter Berücksichtigung von Umgebungsluftdruck und – temperatur)
Luftvorwärmung:	Heizschlauch Typ H 100 (Fa. Hillesheim), Temperaturregelgerät Typ TH 100 Fe (Fa. Hillesheim) Temperatur: (+50 ± 5) °C
Pumpe:	ELMO Gasring Vakuumpumpe (Typ 2BH7, Fa. Siemens, mit Spannungszwischenkreisumrichter SIMOVERT Micro Master MM55/2, Fa. Siemens)

- *Angaben zur Probenbehandlung*

Abklingzeit:	nicht erforderlich
Pressen, Veraschung:	nicht erforderlich
Wägung:	nicht erforderlich
Rückstellprobe:	Filterpatrone (Halbwertszeit beachten)
Aufbewahrungszeit:	gemäß Vorgaben

- *Messtechnik*

Detektor:	Szintillationszähler mit NaI(Tl)-Kristall 3,81 cm x 6,99 cm, Kristall im Inneren der Adsorberpatrone (Marinelli- Geometrie), Grundsonde mit Vorverstärker: FHT 670 C
Efficiency:	4 % ± 1% im I-131 Fenster Energiebereich
Kühlung:	nicht erforderlich
Messwertverarbeitung:	analog
Datenaufnahme:	Messkanal FHT 8000
Untergrundunterdrückung:	5 cm Pb (5 % Sb)



• *Messung und Auswertung:*

Messmethode:	On-line, Messung während der Besaugung, Energiebereich auf Gamma-Linie von I-131, Zwei Energiebereiche zur Untergrundbestimmung (Trapezmethode)
Bezugszeitpunkt:	
Messzeit:	120 min (einstellbar), Bestimmung der Aktivitätskonzentration (Bq/m^3), im 30 Minuten-Rhythmus verfügbar (gleitender 120 min-Wert) Bestimmung der absoluten Filterbelastung (Bq) zusätzlich 3 min-Messungen mit Alarmierungsfunktion
Nachweisgrenze:	I-131 $0,5 \text{ Bq}/\text{m}^3$ im 120 min-Intervall Berechnung nach DIN 25482,
Irrtumswahrscheinlichkeit für Fehler 1. Art:	0,05
Irrtumswahrscheinlichkeit für Fehler 2. Art:	0,05
Verfügbare Daten vor Ort:	Betriebsparameter und -stati, Zählraten, Aktivitätskonzentrationen und Aktivitäten
Verfügbare Daten in der Zentrale:	Betriebsparameter und -stati, Zählraten, Aktivitätskonzentrationen und Aktivitäten
Alarmierungskriterium:	einstellbar (aktueller Wert: $1 \text{ Bq}/\text{m}^3$ I-131)
Fernsteuerung:	ja
Fernverfügbar:	Automatische Statusüberwachung: Detektorfunktion,
Betriebsparameter:	Durchsatz, Temperatur, Alarmierungsschwellen

• *Wartung und qualitätssichernde Maßnahmen*

Wartung:	Fachkundige Wartung 1mal jährlich durch Hersteller, Wechsel der Adsorberpatrone ca. 2mal jährlich (abhängig von der Reinheit der Luft)
Qualitätssicherung:	Kontrollmessungen mit Ba-133; Wiederkehrende Prüfroutine (WKP-Routine) implementiert.

• *Betrieb*

Technische Verfügbarkeit:	System läuft stabil ohne Eingriffe. Manueller Wechsel der Filterpatrone je nach Standort 1- oder 2mal jährlich.
USV:	für den Datenaufnahmerechner
Stromversorgung:	240 V / 50 Hz (Pumpeinheit)
Betreuungsaufwand:	gering, Wechsel der Adsorberpatrone ca. 2mal jährlich, Datenprüfung täglich (oder nach Vorgabe) ca. 10 Minuten
Fehlerdiagnose:	Unterstützung durch das System durch Fehlerbeschreibung im Klartext (z. B. Durchsatz zu klein); Erklärung ungewöhnlicher Messwerte erfordern fachlich ausgebildetes Personal
Datenverdichtung:	z. B. 120 Minutenwerte auf Tageswerte
Datenhaltung:	auf Festplatte vor Ort und in der Zentrale, lokale Datenbank in der Zentrale



LOSEBLATTSAMMLUNG FS-78-15-AKU

**EMPFEHLUNGEN ZUR ÜBERWACHUNG
DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT**

Blatt: 3.4.7
Seite: 20 von 27
Stand: Juli 2007

- *Besonderheiten im Ereignisfall, die ggf. zu beachten sind*

Vorgefilterte Luft (z. B. durch vorgeschalteten Aerosolmonitor) verlängern die Standzeiten der Adsorberpatronen. Im Ereignisfall ist bei hoher Iodaktivitätskonzentration zu beachten, dass die Patrone häufiger ausgetauscht werden muss.

5 Spurenmessung nach Anreicherung der Aerosolpartikel durch Hochvolumensammler

5.1 Grundsätzliches

Einsatzbereich der Hoch-Volumen-Luftstaubsammler (high-volume aerosol sampler) ist die Spurenanalyse natürlicher und künstlicher Radionuklide in der bodennahen Luft im Rahmen nationaler Umwelt- und Notfallmessprogramme. Zusätzlich berichten repräsentativ ausgewählte Messstationen aus vorgegebenen Regionen eines EU-Mitgliedslandes für das so genannte weitmaschige EU-Messnetz („EU Sparse Net“) auch an die EU-Kommission. Messgröße ist die mittlere Aktivitätskonzentration eines Radionuklids im betrachteten Sammelzeitraum in $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$.

Hoch-Volumen-Luftstaubsammler kommerzieller Anbieter, aber auch Eigenbauten der Messstellen sind im Einsatz, die Volumenströme zwischen $150 \text{ m}^3/\text{h}$ und $1000 \text{ m}^3/\text{h}$ leisten. Die Entnahme der Aerosole erfolgt in ca. 1,5 m bis 1,8 m Höhe über dem Erdboden, was in etwa der Entnahmehöhe der Atemluft entspricht. Zur Volumenmessung gibt es Messgeräte auf der Basis von Prandl'schen Staurohrsonden, Flügelradzählern, Stau-Blenden, Schwingkörpern oder auch Turbulenzsensoren, die jedoch nicht alle in den weiter unten beispielhaft vorgestellten Aerosolsammlern im Einsatz sind. Tabelle 2 gibt eine Zusammenfassung der zur Spurenmessung von Radionukliden in der bodennahen Luft eingesetzten Geräte und Verfahren.

Tabelle 2: Auswahl von zur Spurenanalyse von Radionukliden in der bodennahen Luft eingesetzten Luftstaub-Sammlern

Sammlertyp	Filtertyp/ Fläche	Nutzer	Volumen- Strom (m^3/h)	Leistungs- Aufnahme	Geräusch- emission, Abstand
ASS-1000 (ASS-500) Festfilter	G-3 (Polypropylen), 2970 cm^2 (1720 cm^2)	DWD, PTB (BAG, CLOR)	1000 (500)	3 kW	max. 55 dB(A) max. 36 dB(A) (ca. 25 m)
DIGITEL DHA-80 Seitenkanalverdichte r, Festfilter	Ederol von Munk- tell; Glasfaserfilter MG227/1/60	BAG	max. 60	1,7 kW	49 dB(A) (ca. 10 m)
JL 900 Snow White, Festfilter	Whatman GF/A oder MN 85/90, 2620 cm^2	STUK CTBT	800	6-9 kW	45 dB(A)
Aerzener Drehkolbengebläse, Festfilter	Luwa gelb, (80% Cellulose, 20% Glasfaser), 1596 cm^2	DWD	240	7 kW	keine Daten
Radialventilator, Festfilter	G-3 (Polypropylen) + Glasfaser, ca. 3600 cm^2	BfS	ca. 650	3 kW	nicht gemessen

5.2 Probenentnahme und Filtertechnik

Jedes Filtermaterial ist im Prinzip auf jedem der beschriebenen Aerosolsammler einsetzbar, wodurch sich entsprechend viele Kombinationsmöglichkeiten ergeben, die nicht alle im Detail beschrieben werden



können. Die in Anlage 1 genannten Kombinationen sind als Beispiele für den derzeitigen Einsatz bei den Anwendern zu verstehen.

Es gibt Filtermaterialien aus Kunstfasern, die praktisch keine Ascheanteile aufweisen, was den Untergrundbeitrag der natürlichen radioaktiven Nuklide im Spektrum bei der Spurenmessung senkt und zudem von Vorteil ist, wenn nach den im vorliegenden Beitrag betrachteten gammaspektrometrischen Messungen noch Aktivitätskonzentrationen von Alpha- oder Beta-Teilchen emittierenden Radionukliden bestimmt werden müssen. Für die alleinige Messung der Gammastrahlen emittierenden Radionuklide sind Filtermedien auf der Basis von Glasfasern oder als Mischgewebe aus Glasfaser und Cellulose geeignet.

Die meisten Filtermedien aus Kunstfasern sind dreilagig aufgebaut. Sie bestehen aus einem Unterstützungsvlies, auf dem die eigentliche Filtervlieschicht liegt und einem weitmaschigeren Deckvlies. Bei der Probennahme liegen sie meistens auf einem Edelstahlnetz und werden von Infrarot-Strahlern leicht erwärmt. Dadurch wird eine übermäßige Kondensation von Luftfeuchtigkeit verhindert, als deren Folge lösliche Radionuklide als Tropfenaerosole durch das Filter gesaugt würden.

5.3 Messtechnik

Die gepressten oder veraschten Filter werden gammaspektrometrisch gemessen. In der Regel werden p-Typ Reinstgermanium-Detektoren mit einem Nachweisvermögen zwischen 25 % und 70 % eingesetzt. Detektoren des n-Typs lassen auch Messungen im niederenergetischen Bereich z. B. Analysen des Pb-210 zu. Typische Nachweisgrenzen für aerosolpartikelgebundenes I-131 liegen bei gepressten Filtern zwischen $3 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ und $5 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ Luft und für Cs-137 zwischen $0,5 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ und $2 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ Luft. Die ermittelte Aktivitätskonzentration wird stets auf die Mitte des Sammelzeitraums bezogen, der bis zu max. 7 Tage beträgt.

5.4 Beispiel für einen Probensammler zur Spurenanalyse: Die Aerosolsammelstation ASS-1000 der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB)

- *Probeentnahme*
Modus: Kontinuierlich, manueller Filterwechsel
Abscheidemedium: G-3 (Polypropylen)
Effektive Filterfläche: 54,5 cm x 54,5 cm
Sammelintervall: eine Woche (bei Bedarf kürzer)
Luftvolumenstrom: 900 m³/h bis 1100 m³/h; geregelt
Messprinzip: DPFM95 (Prandl'sches Staurohr)
Luftvorwärmung: Heizlampen, 1 kW
Pumpe: Radialgebläse (Drehstrom)
- *Angaben zur Probenbehandlung*
Abklingzeit: nicht erforderlich
(evtl. Trocknung vor Messung!)
Pressen des Filters: nein, Messung in 1-L Marinellischale
Veraschung: 450°C, Dauer ca. 24 h
Pressen der Luftstaubasche: Tabletten (Durchmesser 7 mm,
Masse 0,3 g bis 2 g/Woche; Mess-Probenhöhe je nach
Staubgehalt der Luft 5 mm bis 50 mm)
Wägung: Bestimmung der Aschemassen
Rückstellprobe: Filter bzw. Asche (für weitere Analysen, z. B. U, Sr,
Pu)
Aufbewahrungszeit: gemäß Vorgaben des Messprogramms



LOSEBLATTSAMMLUNG FS-78-15-AKU

EMPFEHLUNGEN ZUR ÜBERWACHUNG DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT

Blatt: 3.4.7

Seite: 22 von 27

Stand: Juli 2007

- *Messtechnik*

Detektor: z.B. HPGe, p-type, coaxial
Kühlung: LN₂-Kühlung
Messwertverarbeitung: Analog
Untergrundunterdrückung: Bleiabschirmung (Pb-210 < 20 Bq/kg), mind. 10 cm
Detektor : diverse Low-level Einzelanfertigungen, alle mit LN₂-Kühlung und Rn-Verdrängung mit ausgasendem Kühl-N₂

- *Messung und Auswertung*

Messmethode: Labormessung
Bezugszeitpunkt: Mitte des Sammelzeitraums
Messzeit: Luftstaub-Filter
Sofortmessung (nach Filterwechsel) 2 bis 3 h
Low-level Messung ca. 1,5 d
Luftstaub-Asche (Start am 4. Tag nach Filterwechsel), ca. 5 d bis 7 d.
Nachweisgrenze: Luftstaub-Filter: für Cs-137 ca. 0,5 µBq/m³
(Low-level Messung, Wochenprobe)
Luftstaub-Filter: für Cs-137 ca. 15 µBq/m³
(Sofortmessung, Tagesprobe)
Luftstaub-Asche: für Cs-137 ca. 0,03 µBq/m³
(Low-level Messung, Wochenprobe)
Verfügbare Daten: Betriebsparameter, Probenparameter
Rohspektren und ausgewertete Spektren
Aktivitätskonzentrationen, Messunsicherheiten
und Nachweisgrenzen
Alarmierungskriterium: keine automatischen Alarmschwellen im System,
Alarmierung über das IMIS-IT-System oder durch
Mitteilung auffälliger Messergebnisse durch andere
Spurenmessstellen
Fernsteuerung ja
Fernverfüg. ja
Betriebsparameter: ja, stündliche Übermittlung von Datum, Uhrzeit,
Luftvolumenstrom (1-h-Mittelwert), Luftvolumen der
Probe, automatische Dokumentation auf PC

- *Wartung und qualitätssichernde Maßnahmen*

Wartung: jährliche Kontrolle und Wartung
Qualitätssicherung: jährliche Kontrolle

- *Betrieb*

Technische Verfügbarkeit: mind. 10 Jahre
USV: nein
Stromversorgung: Drehstrom
Betreuungsaufwand: wöchentliche Sichtkontrolle vor Ort durch den
Anlagenbetreuer beim Filterwechsel
Fehlerdiagnose: durch Anlagenbetreuer
Datenverdichtung: keine
Datenhaltung: Betriebsdaten, Probandaten
Spektren auf Festplatte/Datenbank im Labor



- *Besonderheiten im Ereignisfall, die ggf. zu beachten sind.*

Verdichtung der Sammelintervalle, Verkürzung von Messzeiten, Dokumentation der geänderten Parameter, Kontamination der Luftzufuhrkanäle möglich, Filterhalter und Kanäle periodisch reinigen.

6 Flugzeuggestützte Messungen in der Luft der oberen Troposphäre und der unteren Stratosphäre am Beispiel des Schweizer Verfahrens (Höhenluft-Filter)

6.1 Beschreibung

Die Probeentnahme der aerosolpartikelgebundenen Radionuklide erfolgt in der Schweiz mit von den Eidgenössischen Flugzeugwerken in Emmen entwickelten Sammelaggregaten, die unter dem Flügel eines Düsenflugzeuges der Schweizer Luftwaffe (Heute Tiger F-5F/E, früher Mirage, Hunter, Venome, Vampire etc.) befestigt werden. Die Geräte können vom Piloten ferngesteuert werden, was eine Probenahme unter vorgewählten Bedingungen (bzgl. Flughöhe, Flugroute, Dauer, Geschwindigkeit) ermöglicht. Eine Anzeige außen am Gerät meldet dem Piloten während des Fluges, ob das Gerät geöffnet oder geschlossen ist. Die Sammelgeräte wurden im Windkanal der Flugzeugwerke Emmen kalibriert, so dass bei bekannter Flughöhe, Geschwindigkeit und Flugdauer die Anzahl gesammelter Kubikmeter Luft ermittelt werden kann. Die Flughöhe kann vom Auftraggeber gewählt werden und liegt üblicherweise zwischen 8.000 m und 12.000 m. Die Fluggeschwindigkeit beträgt normalerweise etwa 850 km/h in 10.000 m Höhe; die Flugdauer 20 min bis 30 min; die gesammelte Luftmenge liegt zwischen 1000 m³ und 2000 m³. Normalerweise wird mit beiden Geräten geflogen, was die Möglichkeit gibt, zwei Proben auf unterschiedlicher Höhe zu erheben. Als Filter wird ein Zellulosefilter von Schleicher & Schuell Typ 0048 (0,7 mm; 130 g/m², gekreppt) mit den Dimensionen 555 mm x 526 mm verwendet. Für die Messungen wird der Filter halbiert und eine Hälfte mit einer hydraulischen Presse (12 Tonnen bis 15 Tonnen während 15 min) zu einer Tablette von 63 mm Durchmesser und ca. 10 mm Dicke gepresst. Das entspricht einem Druck von 37,8 MPa bis 47,3 MPa bezogen auf eine Fläche von 31,17 cm². Die andere Hälfte dient als Rückstellprobe. Die Messung erfolgt im Labor mit hochauflösender Gammaskpektrometrie (anschließend können an den Filtern weitere Untersuchungen, z.B. radiochemischer oder massenspektrometrischer Art durchgeführt werden); die Kalibrierung erfolgt durch zertifizierte Standards in derselben Messgeometrie. Der Vorteil dieser Methode ist der erhebliche Zeitgewinn im Falle eines Ereignisses mit einer Radioaktivitätsfreisetzung, indem der Nuklidvektor bereits bestimmt werden kann, bevor sich die Radioaktivität aus der Luft auf Boden und Pflanzen abgesetzt hat. Gemäß Absprache mit der Luftwaffe werden Sammelflüge im Ereignisfall auf Anforderung durchgeführt, im Normalfall sind 6 Sammelflüge pro Jahr vorgesehen.

6.2 Parameter

- *Probeentnahme und Filtertechnik*

Modus:	diskontinuierlich, manueller Filterwechsel bei konstante Flughöhe gemäss Vorgabe
Abscheidemedium:	Zellulose-Filter Schleicher & Schuell
Material:	Zellulose, Schleicher & Schuell Nr. 0048, 0,7 mm 130 g/m ² ; gekreppt
Rückhaltegrad:	< 99%
Sammelintervall:	Standard 20 min bis 30 min.
Luftvolumenstrom:	1000 m ³ bis 2000 m ³ pro Flug
Messprinzip:	keine direkte Messung
Luftvorwärmung:	nein
Pumpe:	keine



- *Angaben zur Probenbehandlung*

Abklingzeit: nicht erforderlich
Pressen: ja, 12 bis 15 Tonnen Tablette 63 mm x 6 mm
37,8 MPa bis 47,3 MPa
Wägung: nicht erforderlich
Rückstellprobe: eine Filterhälfte
Aufbewahrungszeit: gemäß Vorgaben des Messprogrammes

- *Messtechnik*

Detektor: z.B.: HPGe, p-type, koaxial
Kühlung: elektrisch gekühlt oder LN2-gekühlt
Messwertverarbeitung: Analog oder digital
Untergrundunterdrückung: Bleiabschirmung mind. 5 cm
und Nulleffektspektrum

- *Messung und Auswertung*

Messmethode: Off line Labormessung
Bezugszeitpunkt: Ende des Sammelzeitraums
Messzeit: 12 h bis 24 h
Nachweisgrenze: bezogen auf Cs-137 ca. 0,1 mBq/m³
Verfügbare Daten in
Zentrale: Rohspektren und ausgewertete Spektren
Aktivitätskonzentrationen sowie Betriebsparameter
Alarmierungskriterium: keine
Fernsteuerung: keine; außer Öffnen und Schließen während des
Fluges durch den Piloten
Fernverfügbare
Betriebsparameter: keine

- *Wartung und qualitätssichernde Maßnahmen*

Wartung: Wartung durch Personal des Flugplatzes gemäß
Instandhaltungs-Anweisung Stufe C, IHA-9001042
der Schweizer Luftwaffe.
Qualitätssicherung: ...dito...

- *Betrieb*

Technische Verfügbarkeit: > 20 Jahre
USV: nein
Stromversorgung: 28 V Bordstromnetz
Betreuungsaufwand: Ein- /Ausbau Filter gemäß Anweisung (s. oben)
Fehlerdiagnose: durch Betreuer bzw. Piloten
Datenverdichtung: keine
Datenhaltung: Messwertprotokolle:
Spektren auf Festplatte vor Ort
Messergebnisse auf Festplatte

- *Besonderheiten im Ereignisfall, die ggf. zu beachten sind:*

Die Flughöhe für die Sammlung hängt vom Ereignis ab; bei Ereignissen, bei denen die radioaktive Wolke bis in die Stratosphäre aufsteigt, sind auch Proben über der Tropopause zu erheben, ansonsten nur darunter. Beim Flug durch eine stark kontaminierte Wolke sind in erster Linie im Vorfeld Maßnahmen zur Dosisbegrenzung des fliegenden Personals zu treffen; weiterhin ist Vorsicht beim Vorbereiten des Filters für



die Messung (z.B. Pressen) geboten zur Vermeidung einer Kontamination von Arbeitsflächen und Messgeräten. Unter Umständen ist eine Dekontamination des Sammelgerätes zu beachten. Nach der (zerstörungsfreien) Gammaskpektrometrie können an den Filtern weitere, z.B. radiochemische Analysen vorgenommen werden.

7 Berichterstattung

Angesichts der unterschiedlichen Zweckbestimmungen der vorgestellten Messsysteme mit gamma-spektrometrischen Messungen kann keine umfassende und allgemein gültige Vorgabe für die Berichterstattung gegeben werden. Art und Umfang der Berichterstattung sind abhängig von den Vorgaben durch nationale und internationale Messprogramme.

So bestehen z. B. internationale Verpflichtungen zur Berichterstattung gegenüber der Europäischen Union und der Internationalen Atomenergieagentur (IAEO), die nach einem vorgegebenen Melde-formular und Meldeverfahren regelmäßig - und bei Störfällen sofort - erfolgen muss.

Bei der Überwachung des Kernwaffenteststopp-Abkommens erfolgt die Auswertung der Rohdaten zentral im IDC (International Data Center) in Wien. Den vertraglichen Regelungen entsprechend werden die erhobenen Rohdaten (Spektren, meteorologische Daten, Betriebsparameter) direkt nach Vorliegen an der Station über Satellit und/oder email an das IDC übermittelt. Davon unabhängig können auch Auswertungen im nationalen Datencenter und – für eigene Zwecke - auch an der Station vorgenommen werden. Die Berichterstattung erfolgt durch die CTBTO nach Auswertung der Rohdaten und deren Validierung an die zuständigen Stellen.

Bei Störfallmessungen sind bevorzugt die an einem bestimmten Ort in einem Zeitintervall vorherrschenden Atemluftkonzentrationen (Bq/m^3) von Interesse, ebenso wie das Aktivitätskonzentrationszeitintegral ($\text{Bq} \times \text{h}/\text{m}^3$) über einen längeren Zeitraum. Diese Informationen sind ausschließlich für die Aufsichtsbehörde / Einsatzleitstelle bestimmt und dienen zur Abschätzung der störfallbedingten (ggf. nuklidspezifischen) Inhalationsdosis und der Entscheidungsfindung zur Störfallbewältigung.

Demzufolge lassen sich folgende übergreifenden Grundsätze zur Berichterstattung hinsichtlich der Atemluftüberwachung formulieren:

- Unter Angabe der Messinstitution sind mindestens die Konzentrationen dosisrelevanter Radionuklide in Bq/m^3 zu nennen, bezogen auf die Mitte des gewählten Sammelzeitraums.
- Als Zusatzinformation sind Angaben zum Messort, zum Zeitpunkt und zum Zeitintervall zu machen.
- Die Messunsicherheit sollte mit einem Vertrauensintervall von 68% ($k=1$) mitgeteilt werden.

Weitere mögliche Angaben - in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung - sind z. B. vorherrschende Wetterverhältnisse, Angabe des Luftdurchsatzes, Mitteilung des organisch gebundenen Radioiodanteils.

Auf dem Gebiet der Spurenmessung erfolgt in Deutschland, Österreich und der Schweiz die Auswertung der gammaspektrometrischen Messungen nach einer Konvention, die auch zur Berichterstattung für das Sparse Network der EU angewendet wird:

- Bezugszeitpunkt für Messergebnisse ist die Mitte des jeweiligen Sammelzeitraumes.
- Messunsicherheiten werden als Standard-Messunsicherheiten angegeben ($k=1$). Darin sollen die systematischen Unsicherheitsbeiträge (Probenvolumen, Aerosolabscheide-Effektivität und ggf. Ausbeuteverluste bei einer aufwändigeren Probenvorbehandlung) enthalten sein, sowie die Beiträge, die das Gammaskpektrometrieauswerteprogramm „automatisch“ berücksichtigt, wie z. B. Peak-Statistik, Untergrundabzug, Nulleffektabzug, Efficiencykurve, Nukliddaten und - falls angewendet - Peakfit.
- Die Angabe der Probenvolumina erfolgt aus Gründen der Dosisabschätzung als sogenanntes "Betriebsvolumen", d. h. unter Probenentnahmebedingungen, weil es dem Atemvolumen eines



Menschen am besten entspricht. Ergänzend wird ein Umrechnungsfaktor mitgeteilt, mit dem das Betriebsvolumen auf Normbedingungen (1013 hPa und 273,15 K) umgerechnet werden kann. Dadurch besteht die Möglichkeit, Messwerte von Stationen zu vergleichen, die in deutlich verschiedenen geografischen Höhen liegen.

Darüber hinaus informiert bei auffälligen Messwerten der Spurenmessungen die betreffende Messstelle unverzüglich die anderen telefonisch.

8 Abkürzungsverzeichnis

BAG	Bundesamt für Gesundheit, Schweiz
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz, Deutschland
CLOR	Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej (Zentrallabor für Strahlenschutz) Warschau, Polen
CTBT	Comprehensive Test Ban Treaty
CTBTO	Comprehensive Test Ban Treaty Organisation
DWD	Deutscher Wetterdienst
GSM	Global System for Mobile Communications (GSM), volldigitaler Mobilfunknetz-Standard
GPS	Global Positioning System
IAEA	International Atomic Energy Agency
IMIS	Integriertes Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität
IMS	International Monitoring System
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
MORAM	Mobile Radioaerosol-Messeinrichtung
NWG	Nachweisgrenze
ODL	Ortsdosisleistung
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
RAM	Radioaktivitätsmessnetz
RASA	Radionuclide Aerosol Sampler and Analyzer
REI	Richtlinie zur Emissions- und Immissionsmessung
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung (Deutschland)
StSV	Strahlenschutzverordnung (Schweiz)
StrVG	Strahlenschutzvorsorgegesetz
STUK	Säteilyturvakeskus (Amt für Strahlenschutz und Nukleare Sicherheit, Helsinki, Finnland)
USV	Unabhängige Stromversorgung

9 Literatur

- [1] Gesetz über den Deutschen Wetterdienst (DWD-Gesetz) vom 10. September 1998 (BGBl. I, S. 2871 zuletzt geändert durch Artikel 5 des Gesetzes zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes vom 3. Mai 2005 (BGBl. I, S. 1224))
- [2] Schweizerische Strahlenschutzverordnung (StSV) vom 22. 6. 1994.
- [3] Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG), § 11; BGBl. I, S. 2610 vom 19. 12. 1986
- [4] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Integrierten Mess- und Informationssystem nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (AVV-IMIS), Bundesanzeiger 47, Nummer 200a vom 24. Oktober 1995
- [5] Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen: Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, GMBI. Nr. 14-17 vom 23. 3. 2006, S. 253ff
- [6] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714, 2002 I S. 1459), zuletzt geändert durch 2. Verordnung vom 18. Juni 2002 (BGBl. I S. 1869)



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

Blatt: 3.4.7
Seite: 27 von 27
Stand: Juli 2007

- [7] Empfehlungen zur Überwachung der Umweltradioaktivität. Loseblattsammlung des Arbeitskreises Umweltüberwachung des Fachverband für Strahlenschutz e.V., FS-78-15-AKU; ISSN 1013-4506, LB 3.1.5 „Überwachung der Radioaktivität von gasförmig vorliegenden, gammastrahlenden Iodisotopen in der Luft“, LB 3.2.4 „Überwachung der Iod-131- und Aerosolaktivität der Luft“
- [8] Messanleitungen für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt und zur Erfassung radioaktiver Emissionen aus kerntechnischen Anlagen. Hrsg.: Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn; Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York
- [9] Norm DIN EN 1822-1, Schwebstofffilter (HEPA und ULPA), Berlin, 1998-07
- [10] Klaus Debertin and Richard G. Helmer: Gamma- and x-ray spectrometry with semiconductor detectors. North-Holland, Amsterdam, 1998, ISBN 0-444-87107-1

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

10 Anlage: Zusammenstellung von Filtermaterialien und deren Eigenschaften

Filtermaterial	Abscheidegrad	Dicke	Textur	ΔP	Aschegehalt
G-3 Polypropylen	93 bis 98 %	0,6 mm, incl. Untervlies	Fest	ca. 40 hPa	< 0,1 %
P-414 (Polypropylen)	93 bis 98 %	0,8 mm, incl Deck- und Untervlies	Fest	80 hPa, nicht geeignet für Radialgebläse	<0,1 %
DW7301L (Polycarbonat)	92 bis 97 %	2,5 mm, incl. Deck- und Untervlies	Locker	30 hPa	< 0,1 %
FPP-15-1.5 (Chloriertes Polyvinylchlorid)	93 bis 99 %	0,7 mm, incl. Deck und Untervlies	Locker	40 hPa	< 0,5 % (*)
Luwa gelb (Glasfaser/Cellulose)	ca. 95 %	1 mm	Fest		**

* Bei Veraschung HCl-Freisetzung, daher erhöhte Korrosionsgefahr für Laborgeräte und -einrichtung
** relativ hohe Uran-Eigenaktivität im Vergleich zu Kunstfaser-Filtern