

Zeitschrift: Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz = Radioactivité de l'environnement et doses de rayonnements en Suisse = Radioattività dell'ambiente e dosi d'irradiazione in Svizzera

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit, Abteilung Strahlenschutz

Band: - (2002)

Rubrik: Die Überwachung der Umweltradioaktivität in der Schweiz

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

1. DIE ÜBERWACHUNG DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT IN DER SCHWEIZ

H. Völkle

Sektion Überwachung der Radioaktivität (SUER)
Bundesamt für Gesundheit, Ch. du Musée 3, 1700 FRIBOURG

Zusammenfassung

Das Überwachungsprogramm, dessen Grundsätze und Zielsetzungen, die Kriterien für die Auswahl von geeigneten Probenahmestellen und – Verfahren sowie der Messmethoden werden dargelegt, sowie der Bezug zu den entsprechenden Schweizer Gesetzen, Verordnungen, Grenzwerten und internationalen Empfehlungen. Die Koordination des Messprogrammes erfolgt durch das Bundesamt für Gesundheit, das auch für die Sammlung, Auswertung und die jährliche Veröffentlichung der Resultate zuständig ist. Diese langjährige Zusammenarbeit nutzt Synergien und gemeinsame Interessen aus und ist in Absprachen und Verträgen geregelt. Zertifizierung und Akkreditierung sind als QM-Massnahme vorgesehen.

1.1 Veranlassung und Ziel der Überwachung

Die regelmässige Überwachung der Umweltradioaktivität begann in der Schweiz 1956, als der Bundesrat die Eidgenössische Kommission zur Überwachung der Radioaktivität ernannte. Überwacht werden sollte vorerst der seit Ende der 50er-Jahre deutlich angestiegene radioaktive Ausfall der atmosphärischen Kernwaffenversuche. Der Schwerpunkt des laufend den Bedürfnissen angepassten Überwachungsnetzes verlagerte sich mit der Zeit immer mehr auf die Kernanlagen, sowie auf Betriebe und Spitäler, die Radionuklide verwenden. Dabei wird auch die natürliche Radioaktivität, insbesondere das Radon erfasst, vor allem dort wo diese zu nennenswerten Strahlendosen führen kann. Die Messergebnisse werden in den jährlichen Berichtes des Bundesamtes für Gesundheit BAG [1] veröffentlicht.

1.2 Gesetzliche Vorgaben

Gesetzliche Basis ist die Schweizer Strahlenschutzverordnung (StSV: [2]), die vorschreibt, dass das BAG ionisierende Strahlung und Radioaktivität in der Umwelt überwacht, die Daten

sammelt und veröffentlicht (Art. 104 bis 106). Immissionsgrenzwerte für Luft und Wasser sind in Art. 102 bzw. im Anhang 3 definiert, nämlich CA/300 für die Luft (CA = Arbeitsplatz-Richtgrenze) und LE/50 für das Wasser (LE = Freigrenze). Diese Werte führen bei Dauerexposition zu je 0.2 mSv/Jahr. Für die Lebensmittel gelten die Toleranz- und Grenzwerte gemäss FIV (Fremd- und Inhaltsstoffverordnung [3]). Diese sind in der nachfolgenden Tabelle 1 enthalten. Für die Bevölkerung ("nichtberuflich strahlenexponierte Personen") darf die effektive Dosis den Grenzwert von 1 mSv pro Jahr nicht übersteigen (Art. 37). Dieser Dosisgrenzwert betrifft radioaktive Immissionen, jedoch nicht die Dosisbeiträge durch die natürliche Strahlung oder aus medizinischen Anwendungen.

1.3 Grundsätze der Überwachung

Entsprechend den Vorgaben für ein Messprogramm ergeben sich unterschiedliche Anforderungen bezüglich Probenahme und die Messempfindlichkeit. Bei einem **Monitoringprogramm** geht es darum, festzustellen ob vorgegebene Immissionsgrenzwerte eingehalten sind, also um eine "JA-NEIN"-Antwort. In diesem Fall erfolgt die Stichprobenerhebung "verdachtsorientiert", d.h. man wird eher dort Proben erheben, wo mit den grössten Immissionen gerechnet wird, bzw. wo diese die grösste radiologische Auswirkung haben können. Die Messempfindlichkeit soll um ein ausreichend grosses Intervall tiefer sein als der zu überprüfenden Grenzwert. Bei einem eigentlichen **Umweltmessprogramm** möchte man für ein bestimmtes Gebiet, ein bestimmtes Zeitintervall und bestimmte Messgrössen die tatsächlichen Werte und deren örtliche und zeitliche Variationen bestimmen. Hier wird man die Probenahmen nach statistischen Kriterien vornehmen und mit möglichst grosser Empfindlichkeit messen, damit aus den Ergebnissen die tatsächliche Belastung sowie die daraus resultierenden Strahlendosen hergeleitet werden können. Bei **wissenschaftlichen Messprogrammen** steht die Über-

prüfung radioökologischer Modelle bzw. die experimentellen Bestimmung der entsprechenden Modellparameter im Vordergrund. Hier hat die Probenahme ebenfalls nach statistischen Gesichtspunkten zu erfolgen und die Messempfind-

lichkeit soll so gewählt werden, dass die dem Modell zugrundegelegten Hypothesen verifiziert bzw. die Modellparameter mit der gewünschten Genauigkeit bestimmt werden können.

Tab. 1: Toleranz- und Grenzwerte für Radionuklide in Lebensmitteln gemäss Verordnung über Fremd- und Inhaltsstoffe (FIV) in Bq/kg [3]

Radionuklid bzw. Radionuklidgruppe	Toleranzwert Bq/kg	Grenzwert Bq/kg			
	alle Lebensmittel	Lebensmittel allgemein	flüssige Lebensmittel	Säuglingsanfangsnahrung	Lebensmittel von geringer Bedeutung
Tritium	1'000	10'000	10'000	3'000	100'000
Kohlenstoff-14	200	10'000	10'000	1'000	100'000
Strontiumisotope	1	750	125	75	7'500
Iodisotope	10	2'000	500	150	20'000
künstliche Alphastrahler (z.B. ²³⁹ Pu, ²⁴¹ Am)	0.1	80	20	1	800
Radionuklide der Uran- und Thoriumreihen: • Gruppe I: ²²⁴ Ra, ²²⁸ Th, ²³⁴ U, ²³⁵ U, ²³⁸ U	—	50	10	10	500
• Gruppe II: ²¹⁰ Pb, ²¹⁰ Po, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²³⁰ Th, ²³² Th, ²³¹ Pa	—	5 (**)	1	1	50
Übrige Radionuklide (z.B. ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, jedoch ohne ⁴⁰ K)	10 (*)	1'250	1'000	400	12'500

(*) Toleranzwert für Cäsiumisotope in Wildfleisch und Wildpilzen: 600 Bq/kg (¹³⁴Cs und ¹³⁷Cs zusammen)

(**) Grenzwert für Meerestiere: 150 Bq/kg (gilt insbesondere für ²¹⁰Po)

Tab. 2: Überwachungsbereiche und Kompetenzzentren

Bereich:	überwacht wird:	Kompetenzzentren:
Atmosphäre	- Aerosole, Niederschläge - ¹⁴ C, Edelgase	- SUER ¹⁾ inkl. RADAIR ²⁾ - Uni Bern ³⁾
Deposition	- Boden, Bewuchs, in-situ-Spektrometrie - ⁹⁰ Sr- und Alpha-Messung	- SUER ¹⁾ , IRA ⁵⁾ , Spiez ⁶⁾ , PSI ¹¹⁾
Aquatisches Milieu	- Gewässer, Fische, Sedimente - Grund- und Quellwasser, Deponien	- EAWAG ⁷⁾ , Institut Forel ⁸⁾ , Labor Spiez ⁶⁾ - CHYN ⁹⁾
Lebensmittel	- Milch, Getreide, Gemüse, Wild, Pilze, etc.	- Kantonale Laboratorien ¹⁰⁾
Dosis	- γ- und n-Dosen - automatische Dosiswarnnetze (MADUK ¹⁵⁾ , NADAM ¹³⁾)	- PSI ¹¹⁾ , IRA ⁵⁾ - NAZ ¹²⁾ , HSK ¹⁴⁾
menschlicher Körper	- Ganzkörpermessungen - ⁹⁰ Sr in Knochen und Zähnen	- PSI ¹¹⁾ , Kantonsspitaler Basel ¹⁶⁾ , Genf ¹⁷⁾ IRA ⁵⁾
Kernanlagen	- Emissionen, Umgebung	- HSK ¹⁴⁾ , SUER ¹⁾
Betriebe	- Emissionen, Umgebung	- Suva ¹⁸⁾ , SUER ¹⁾
Spitäler	- Emissionen	- BAG-SAB ¹⁹⁾
Radon	- Radon in Häusern und im Boden	- BAG-FRA ²⁰⁾ , SUER ¹⁾

1) - 19) Liste der Abkürzungen siehe Schluss des Beitrages

Die Radioaktivitätsüberwachung in der Schweiz hat drei Ziele:

- Verfolgen der grossräumig verbreiteten, natürlichen und künstlichen Radioaktivität um Veränderungen, Akkumulationen und Trends frühzeitig zu erkennen;
- die Überwachung der Umgebung von Kernanlagen und Betrieben, die radioaktive Stoffe verwenden;
- die Ermittlung der Strahlendosen der Bevölkerung und deren zeitlichen und räumlichen Variationen.

Bei der Auswahl der geeigneten Messstellen sind die folgenden Aspekte massgebend:

- Menge und Zusammensetzung der Emissionen bei Normalbetrieb und Störfällen;
- Ausbreitungsbedingungen in Luft und Wasser, Transportvorgänge in der Umwelt;
- Geländestruktur,
- Bevölkerungsverteilung,
- erzeugte landwirtschaftliche Produkte.

Bei der Auswahl der Probenahme- und Messverfahren sind die folgenden Kriterien zu berücksichtigen:

- **Empfindlichkeit** des Verfahrens; daraus leiten sich die erforderlichen Nachweisgrenzen ab;
- **Spezifität** des Verfahren bezüglich bestimmter Nuklide oder Emissionspfade;
- **Unterscheidbarkeit** zwischen Immissionen eines Betriebes und einer Vorbelastung aus einer anderen Immissionsquelle, bzw. durch den natürlichen Untergrund;
- das **räumliche** oder **zeitliche** Auflösungsvermögen (etwa Stunden-, Tages-, Monats- oder Jahreswerte; z.B.: Milch einer Kuh, eines Hofes, eines Dorfes oder einer Region);
- der **Aufwand**: Kosten, erforderliche Qualifikation der Mitarbeiter;
- **ortsfeste** oder **mobile** Probenahme- oder Messstellen (erstere zur Erfassung langfristiger Veränderungen und Einflüsse an einer Stelle, letztere bei Stör- und Unfällen entsprechend den momentanen Ausbreitungsbedingungen);
- **Schnelligkeit** einer Probenahme- oder Messmethode;
- Bedarf an **vor-Ort-Messungen** (z.B. durch automatische Überwachungsnetze mit Datenfernübertragung wie NADAM, MADUK oder RADAIR).

1.4 Organisation und Zusammenarbeit

Die Organisation und die nationale Zusammenarbeit erfolgt nach folgenden Grundsätzen:

- die vorhandene fachliche Kompetenz und Messkapazität nutzen (s. Tab. 2);
- gemeinsame Interessen und Synergien ausnutzen;
- eine Zusammenarbeit mit allen Stellen beim Bund, den Hochschulen, Forschungsinstituten und Kantonen anstreben, die in diesem Bereich tätig sind und Erfahrung haben;
- diese Zusammenarbeit in Verträgen, Übereinkommen und Abmachungen regeln;
- Koordination des Messprogrammes durch das Bundesamt für Gesundheit (Sektion Überwachung der Radioaktivität): Festlegen des Überwachungsprogrammes, Sammeln, Auswerten und Veröffentlichen der Daten [1];
- halbjährliche Meldung der Daten der Laboratorien an das BAG;
- sofortige Meldung von erhöhten Messwerten, Überschreitung von Immissions-, Toleranz- oder Grenzwerten;
- Veranlassen von Massnahmen im Bedarfsfall;
- Aufbau einer nationalen, elektronischen Datenbank zur Erfassung aller Daten;
- Anwendung von Zertifizierung und Akkreditierung als QM-Massnahmen (s. Kap. 1.5);
- Im Falle einer Erhöhung der Radioaktivität, die Massnahmen zum Schutze der Bevölkerung erfordern würde, kommen die Nationale Alarmzentrale (NAZ) und die Einsatzorganisation für erhöhte Radioaktivität zum Zuge, die über die für solche Fälle nötigen logistischen und personellen Mittel verfügen.

Für die wichtigsten Überwachungsbereiche wurden Kompetenzzentren (ähnlich wie die Leitstellen in Deutschland) definiert, die über das fachliche Know-how im jeweiligen Gebiet verfügen und die andere Laboratorien beraten können (s. Tab. 2).

1.5 QM-Massnahmen

QM-Massnahmen wie Akkreditierung, Zertifizierung und Notifizierung dienen der Kompetenzfeststellung eines Laboratoriums um dessen Zuverlässigkeit, die Qualität und Richtigkeit der Analyseergebnisse und der daraus gewonnenen Informationen sicherzustellen. Ergänzende Massnahmen sind die Vereinheitlichung von Probenahme- und Messverfahren (s. [4] bis [7]) sowie die regelmässige Teilnahme der Laboratorien an Ringversuchen und Vergleichsmessungen.

Bei der **Zertifizierung** nach ISO 9001 wird geprüft und in einem Zertifikat bestätigt, dass ein Unternehmen oder einzelne Bereiche desselben, konform ist zu bestimmten (international anerkannten) Anforderungen oder Normen. Schliesslich werden die im QM-System definierten Prozesse regelmässig überprüft (Verifizierung, Validierung). Der Prozess «Umweltüberwachung» der Abteilung Strahlenschutz des Bundesamtes für Gesundheit wurde im Sommer 2001 entsprechend zertifiziert. Die Ziele dieses Prozesses sind:

- Die «Produkte» d.h. die Berichte, Publikationen, Auskunftsmöglichkeiten sind bekannt,
- die «Kunden» wissen, dass eine umfassende Überwachung durch kompetente und neutrale Stellen durchgeführt wird und wo sie Auskünfte über Radioaktivität und Strahlung erhalten;
- die beteiligten Laboratorien sind akkreditiert und liefern glaubwürdige Resultate;
- die Daten werden fristgerecht gesammelt, verarbeitet, interpretiert und veröffentlicht;
- bei erhöhten Messwerten oder Ereignissen mit Radioaktivität wird rasch gehandelt.

Bei der Bewertung der Überwachung (Erfolgskenngrössen) werden folgende Kriterien angewendet:

- Einhaltung des Überwachungsprogrammes,
- fristgerechte Erfassung und Veröffentlichung der Daten,
- Brauchbarkeit und Glaubwürdigkeit der Daten,
- Öffentlichkeit und Medien nutzen die Auskunftsmöglichkeiten beim BAG und den Zugang zu den Information auf dem Internet.

Bei der **Akkreditierung** nach ISO 17'025 wird geprüft, ob ein Laboratorium die fachliche Kompetenz hat, bestimmte Untersuchungen (gemäss Geltungsbereich) nach gegebenen Kriterien durchzuführen und ob die Produkte (Messergebnisse) vorgegebenen Qualitätsanforderungen genügen. Sie wird durch eine staatliche Stelle erteilt, in der Schweiz beispielsweise durch das Bundesamt für Messwesen und Akkreditierung METAS (<http://www.metas.ch>).

- Sie ermöglicht eine verbesserte, gegenseitige Akzeptanz der Untersuchungsbefunde, insbesondere privater Auftragnehmer gegenüber dem nationalen und internationalen Bereich, da sie die Eignung des Labors zur Durchführung solcher Analysen dokumentiert;
- Sie gibt klare Regelungen im Bezug auf die Zuständigkeit, Rechte und Pflichten der Mitarbeiter;
- Alle Verfahren und Abläufe (Prozesse) sind eindeutig festgelegt;

- Aufgrund der geregelten Dokumentation können Daten und Informationen schneller aufgefunden werden;
- Diese erhöhte Transparenz erleichtert die Einarbeitung neuer Mitarbeiter im allgemeinen Arbeitsablauf und in den Analysemethoden, die einfache Vertretung der Mitarbeiter untereinander;
- Erleichtert den Wiedereinstieg in länger nicht verwendete Methoden;
- gibt mehr Sicherheit und Vertrauen in die eigene Arbeit bei den Mitarbeitern;
- Sie ermöglicht durch Optimierung der Abläufe einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess;
- Sie ermöglicht eine bessere Kompatibilität mit Regelwerken und Normen;
- Sie fördert die Glaubwürdigkeit der Ergebnisse, die internationale Anerkennung und Vergleichbarkeit der Verfahren und Resultate sowie die juristische Belastbarkeit der Befunde;
- Sie kann Voraussetzung sein für behördliche Genehmigungen.

Mit wenigen Ausnahmen sind in der Schweiz alle an der Überwachung der Umweltradioaktivität beteiligten Laboratorien akkreditiert.

1.6 Liste der beteiligten Stellen und der verwendeten Abkürzungen

- 1) **SUER**: Sektion Überwachung der Radioaktivität, Bundesamt für Gesundheit, Chemin du Musée 3, CH-1700 Fribourg
- 2) **RADAIR**: Automatisches Netz zur Überwachung der Radioaktivität der Luft: 11 Alpha-Beta-Monitore, 2 Jod-Monitore, 1 nuklidspezifischer Monitor
- 3) **Uni BE**: Physikalisches Institut, Abteilung Klima- und Umweltphysik Universität Bern
- 4) **ETHZ**: Forschungsgruppe Geothermik und Radiometrie, Institut für Geophysik der Eidg. Technischen Hochschule Zürich
- 5) **IRA**: Institut Universitaire de Radiophysique Appliquée, Lausanne
- 6) **Labor Spiez**: Fachsektion Physik, Bundesamt für Bevölkerungsschutz, VBS, Spiez
- 7) **EAWAG**: Gruppe Radioaktive Tracer, Abt. SURF der Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz, Dübendorf
- 8) **Institut Forel**; Universität Genf, Versoix
- 9) **CHYN**: Centre d'Hydrogéologie der Universität Neuenburg
- 10) **Kantonale Laboratorien**: Kantonale Lebensmittelkontrolle

- 11) **PSI**: Abteilung für Strahlenschutz und Sicherheit, Paul Scherrer Institut, Villigen-PSI
- 12) **NAZ**: Nationale Alarmzentrale, Bundesamt für Bevölkerungsschutz, VBS, Zürich
- 13) **NADAM**: Automatisches nationales Dosiswarnnetz bestehend aus 58 Stationen
- 14) **HSK**: Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, Villigen-PSI
- 15) **MADUK**: Automatisches Dosiswarnnetz für die Umgebung der Kernanlagen, bestehend aus je 12 bis 18 Stationen pro Kernkraftwerk
- 16) **Kantonsspital BS**, Abteilung für Radiologische Physik, Kantonsspital Basel-Stadt
- 17) **Kantonsspital GE**, Division den médecine nucléaire, Hôpital Universitaire Cantonal Genève
- 18) **Suva**: Bereich Physik, Abteilung Arbeitssicherheit, Suva, Luzern
- 19) **BAG-SAB**: Sektion Aufsicht und Bewilligungen, Bundesamt für Gesundheit, Bern
- 20) **BAG-FRA**: Fachstelle Radon und Abfälle, Bundesamt für Gesundheit, Bern

1.7 Quellenangaben

- [1] Jahresberichte des BAG: Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz:
http://www.bag.admin.ch/strahlen/ionisant/radio_env/documentation/d/document2001.php
- [2] Schweizerisches Strahlenschutzgesetz (StSG) vom 22. März 1991:
http://www.admin.ch/ch/d/sr/c814_50.html und Strahlenschutzverordnung (StSV) vom 22. Juni 1994:
http://www.admin.ch/ch/d/sr/c814_501.html
- [3] Verordnung über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln (Fremd- und Inhaltsstoffverordnung, FIV):
http://www.admin.ch/ch/d/sr/c817_021_23.html
- [4] Messanleitung für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt; BMU Bonn, Gustav Fischer-Verlag
- [5] Environmental Measurement Laboratory (EML) Procedures Manual, US Dep. of Energy, New York, Ausgabe Nov. 1990-92
- [5a] Environmental Measurement Laboratory (EML) Procedures Manual, US Dep. of Energy, New York, Ausgabe Februar 1997:
<http://www.eml.doe.gov/publications/procman>
- [6] Fachverband für Strahlenschutz: Empfehlungen zur Überwachung der Umweltradioaktivität; Lose-Blatt-Sammlung: Grundsätze, Messprogramme, Empfehlungen zur Probenahme und Messung; Nachweisgrenzen, Berichterstattung etc.:
<http://www.fs-ev.de/fs-ev/deutsch/index.html>
- [7] Empfehlungen der EU zur Überwachung der Umweltradioaktivität: COMMISSION RECOMMENDATION of 8 June 2000 on the application of Article 36 of the Euratom Treaty concerning the Monitoring of the levels of radioactivity in the environment for the purpose of assessing the exposure of the population as a whole (Document C(2000) 1299, 2000/473/Euratom).
- [8] H. Völkle: Die Radioaktivität der Atmosphäre, StrahlenschutzPRAXIS 4/2001, pp. 74-78.

Tab. 3: Routine-Überwachungsprogramm für die Umweltradioaktivität

Probe Messung	Region	Anzahl Stellen	Messung	Häuf.	Probe	Messung	Beschreibung	Nachweisgrenzen Alarmschwellen
Luft	Schweiz	58	kDm	kM	EGDI	EGDI	NADAM: Automatisches Dosiswarnnetz, Betrieb durch die Nationale Alarmzentrale (NAZ) in Zürich	1 micro-Sv/h
	Umg. KKW	12 - 18	kDm	kM	EGDI	EHDI	MADUK: Automatisches Dosiswarnnetz in der Umgebung der Kernkraftwerke, Betrieb durch die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK)	0.05 micro-Sv/h
	Umg. KKW	20 - 30	kS+pM	M	EGD	EGD	TLD und Neutronen-Dosimeter in der Umgebung der KKW	—
	Schweiz	11+1*)	kDm	kS	Aerosole	GA, GB, kB	RADAIR: Automatische Warnnetz für die Radioaktivität der Aerosole: 11 α/β-Monitore (FHT-59S), Betrieb durch die SUER	Alarme (kB): 1, 5 und 30 Bq/m ³
	Schweiz	3	kDm	kS	Gasförmiges Jod	GeR	RADAIR: Automatische Warnnetz für das gasförmige: radioaktives Jod 3 Jod-Monitore (FHT-1700); Betrieb durch die SUER	—
	Schweiz + Umg. KKW	12	kS+pM	M	Aerosole	GeR	Aerosolsammler (= 40 m ³ /h), Messung der Filter mittels Gamma-Spektrometrie im Labor	¹³⁷ Cs: 1 µBq/m ³
	Schweiz	5	kS+pM	2W	Aerosole	GeR	Hochvolumen-Aerosolsammler (= 600 m ³ /h), Messung der Filter mittels Gamma-Spektrometrie im Labor	¹³⁷ Cs: 0.1 µBq/m ³ Pu/Am: 0.5 nBq/m ³
	BE+Alpen*)	2	kS+pM	M	Luft	⁸⁵ Kr	durch Beta-Messung	—
Regen	Schweiz + Umg. KKW	12	kS+pM	W	Regenwasser	GeR, T	Regensammler mit 1 m ² Fläche; GeR mittels Ge-Gamma-Spektrometrie der eingedampften Proben	¹³⁷ Cs: 5 mBq/l**M ⁹⁰ Sr: 0.0003 Bq/l
	Umg. Ind.	8	kS+pM	W	Regenwasser	T	kleine Regensammler	0.5 Bq/l
in-situ Messung	Schweiz + Umg. KKW	10 - 20	St+pM	J	Feld-Spektrometrie	γ-Spektrum	mehrere Stellen in der Umgebung jedes KKW sowie weitere Stellen in der ganzen Schweiz zur Bestimmung der Aktivität im oder auf dem Erdboden	—
¹⁴ C	Schweiz + Umg. KKW	20 - 30	St+pM	J	¹⁴ C in Baumblättern		Beta-Messung (Universität Bern) oder AMS (ETHZ)	—

Legende: Ind = Industrien; kS = kontinuierliche Sammlung; kM = kontinuierliche Messung; St = Stichproben; pM = periodische Messung; kDm = kontinuierliche Direktmessung; EGDI = Externe Gamma Dosisleistung mit GM-Zählrohr; EGD = Externe Gamma Dosis mittels TLD; GeR = Gamma emittierende Radionuklide mittels Ge-Gammaspektrometrie; Sr = ⁹⁰Sr mit radiochemischer Analyse; AeR = Alpha emittierende Radionuklide mittels radiochemischer Analyse; GA = Gesamt-Alpha Aktivität; GB = Gesamt-Beta Aktivität; kB = künstliche Beta Aktivität mit dem Alpha Beta Pseudo-Koinzidenz-Difference-Verfahren; T = Tritium durch Liquid Szintillations-Messung; W = Wöchentlich; M = Monatlich; HJ = Halb-Jährlich; J = Jährlich; *) eine im Fürstentum Liechtenstein; **) In der Hochalpine Forschungsstation Junfraujoch auf 3400 m; *) weitere Lebensmittel (Wild, Pilze, Importwaren, etc.) nach Bedarf um speziellem Programm; **) bei Bedarf auch tiefere Schichten.

Tab. 3: Routine-Überwachungsprogramm für die Umweltradioaktivität (Fortsetzung)

Probe Messung	Region	Anzahl Stellen	Messung	Häuf.	Probe	Messung	Beschreibung	Nachweisgrenzen ¹ Alarmschwellen
Aquatisches Milieu	Schweiz + Umg. KKW	16	kS+pM	W	Oberflächenwasser	GeR, T	GER mittels Ge-Gamma-Spektrometrie der eingedampften Proben	¹³⁷ Cs: 5 mBq/l T: 0.5 Bq/l Pu/Am: 0.3 mBq/l ⁹⁰ Sr: 5 mBq/l
	Umgebung KKW	4	kS+pM	HJ	Grundwasser, Sedi-mente, Fische, Wasserpflanzen	GeR, T	verschiedene Messverfahren	¹³⁷ Cs: 20 µBq/l T: 0.5 Bq/l
Trinkwasser	Schweiz	50	kS+pM	HJ	Trinkwasser	GeR, NR, T	Zusammenarbeit mit dem Centre d'Hydrogéologie der Universität Neuenburg (CHYN) und weiteren Stellen	¹³⁷ Cs: 5 mBq/l T: 0.5 Bq/l
Erdboden	Schweiz + Umg. KKW	30	St+pM	J	Erdboden (Schicht 0 – 5 cm) ^{**)}	GeR, K, Sr, AeR	Bodenschicht 0-5 cm; GeR mittels Ge-Gamma-Spektrometrie; Sr-Bestimmung mittels radiochemischer Analyse, AeR mittels radiochemischer Analyse	¹³⁷ Cs: 0.5 Bq/kg ⁹⁰ Sr: 0.4 Bq/kg Pu/Am: 1 mBq/kg
Pflanzen	Schweiz + Umg. KKW	33	St+pM	HJ	Gras	GeR, Sr	gleiche Stellen wie Erdproben, GeR mittels Ge-Gamma-Spektrometrie, ; Sr-Bestimmung mittels radiochemischer Analyse	¹³⁷ Cs: 0.5 Bq/kg
Baumblätter	Schweiz + Umg. KKW	30	St+pM	J	Baumblätter	¹⁴ C	¹⁴ C-Bestimmung mit Beta-Counter (Uni Bern) oder mittels AMS (ETHZ)	—
Lebensmittel ^{*)}	Schweiz + Umg. KKW	26	St+pM	HJ	Milch	GeR, K, Sr	gleiche Stellen wie Erdproben, GeR mittels Ge-Gamma-Spektrometrie; Sr-Bestimmung mittels radiochemischer Analyse	¹³⁷ Cs: 1 Bq/kg ⁹⁰ Sr: 0.005 Bq/l
	Schweiz + Umg. KKW	10	St+pM	J	Getreide	GeR, Sr	GeR mittels Ge-Gamma-Spektrometrie; Sr mittels radiochemischer Analyse	¹³⁷ Cs: 1 Bq/kg ⁹⁰ Sr: 0.05 Bq/g Ca
menschl. Körper	Schweiz	20-40	St+pM	J	menschlicher Körper Wirbelknochen und Milchzähne	Cs, K, Sr	Ganzkörpermessungen mit Antropospektrometer (Kantonsspital BS und GE) Sr-Bestimmung mittels radiochemischer Analyse	—

Legende: Ind = Industrien; kS = kontinuierliche Sammlung; kM = kontinuierliche Messung; St = Stichproben; pM = periodische Messung; KdM = kontinuierliche Direktmessung; EGDI = Externe Gamma Dosisleistung mit GM-Zählrohr; EGD = Externe Gamma Dosis mittels TLD; GeR = Gamma emittierende Radionuklide mittels Ge-Gammaspektrometrie; Sr = ⁹⁰Sr mit radiochemischer Analyse; AeR = Alpha emittierende Radionuklide mittels radiochemischer Analyse; GA = Gesamt-Alpha Aktivität; GB = Gesamt-Beta Aktivität; kB = künstliche Beta Aktivität mit dem Alpha Beta Pseudo-Koinzidenz-Difference-Verfahren; T = Tritium durch Liquid Szintillations-Messung; W = Wöchentlich; M = Monatlich; HJ = Halb-Jährlich; J = Jährlich; *) eine im Fürstentum Liechtenstein; **) In der Hochalpine Forschungsstation Junfrauojoch auf 3400 m; *) weitere Lebensmittel (Wild, Pilze, Importwaren, etc.) nach Bedarf um speziellem Programm; **) bei Bedarf auch tiefere Schichten.