

**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:** - (1994)

**Rubrik:** Allgemeines

### **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:** 18.03.2025

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

## 1. ALLGEMEINES

### 1.1. DIE ÜBERWACHUNG DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT GEMÄSS DER NEUEN STRAHLENSCHUTZGESETZGEBUNG

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

#### 1.1.1. Einleitung

Seit dem 1. Oktober 1994 ist in der Schweiz eine neue Strahlenschutzgesetzgebung in Kraft: Das **Strahlenschutzgesetz** (StSG) vom 22. März 1991 und die **Strahlenschutzverordnung** (StSV) vom 22. Juni 1994. Sie basieren im wesentlichen auf der neuesten Publikation der Internationalen Strahlenschutzkommission ICRP <sup>1)</sup>. Diese Empfehlungen wurden bereits im Bericht 1992 des BAG zur Umweltradioaktivität (Kap. B.1.1.) ausführlich erläutert und kommentiert. Im folgenden werden jene Abschnitte der neuen Strahlenschutzverordnung besprochen, die sich mit dem Schutz von Bevölkerung und Umwelt befassen. Mit der praktischen Umsetzung der neuesten ICRP-Empfehlungen verfügt die Schweiz über eine der modernsten Gesetzgebungen auf dem Gebiet des Strahlenschutzes.

#### 1.1.2. Die Grundsätze des Strahlenschutzgesetzes

Im Strahlenschutzgesetz (StSG) werden u.a. Grundsätze in folgenden Punkten festgelegt:

- Rechtfertigung der Anwendung von Strahlung und Radioaktivität (Art. 8),
- Notwendigkeit einer Begrenzung der Strahlendosen (Art. 9, 10),
- Überwachung der Umwelt auf Radioaktivität (Art. 17),
- Grenz- und Toleranzwerte für Radionuklide in Lebensmitteln (Art. 18),
- Bewilligungspflicht für den Umgang mit radioaktiven Stoffen (Art. 28),
- Überwachung solcher Betriebe durch die Behörden (Art. 37),
- Notfall- und Katastrophenschutz (Art. 19-22).

#### 1.1.3. Begrenzung der Strahlendosen

Bei der Begrenzung der Strahlendosen werden zwei Personenkategorien definiert (StSV Art. 33-37): Die beruflich strahlenexponierten Personen bzw. die übrige Bevölkerung. Bei den ersteren darf die zusätzliche Strahlendosis durch die berufliche Tätigkeit 20 mSv pro Jahr nicht übersteigen. Spezielle Regelungen gelten für die Augenlinsen (150 mSv/Jahr), Haut, Hände sowie Füsse (500 mSv/Jahr), für Mitarbeiter zwischen 16 und 18 Jahren (5 mSv/Jahr) und für schwangere Frauen (2 mSv an der Abdomenoberfläche ab Kenntnis einer Schwangeren).

schaft bis zu deren Ende). Für die übrige Bevölkerung gilt als Schutzziel für die Strahlendosen aus künstlichen Quellen - ohne medizinische Anwendungen, sowie ohne den Beitrag durch Radon - eine Limite von 1 mSv/Jahr.

Diese Dosisgrenzwerte lassen sich mittels der ICRP-Risikofaktoren in ein jährliches **Gesamt-Strahlenrisiko**, durch strahlenbedingte Erkrankungen - von der ICRP «Detriment» genannt - oder genetische Auswirkungen in Form von schweren Missbildungen bei den Nachkommen bestrahlter Eltern umrechnen. Die 20 mSv-Limite für Berufstätige führt zu einem jährlichen Gesamtrisiko von 1 ‰, was etwa dem Berufsrisiko eines Waldarbeiters entspricht. Die tatsächlichen Dosen der beruflich strahlenexponierten Personen in der Schweiz sind im Mittel jedoch etwa hundert mal kleiner und entsprechen eher dem Berufsrisiko eines Angestellten in der Uhrenindustrie. Die Limite für die Bevölkerung von 1 mSv/Jahr ergibt gemäss ICRP ein Gesamtrisiko von 0.07 ‰, d.h. ein Fall auf 14'000, was etwa dem Sterberisiko der Bevölkerung durch Skiunfälle entspricht. Die tatsächlichen Strahlendosen der Bevölkerung durch künstliche Strahlenquellen sind jedoch mindestens 5mal geringer, entsprechend dem durchschnittlichen Sterberisiko der Bevölkerung durch Tod infolge Ertrinken.

Das genannte **1 mSv-Schutzziel** kann jedoch aus naheliegenden Gründen nicht dauernd und lückenlos überwacht werden. Der Gesetzgeber legt daher zusätzlich **Immissionsgrenzwerte** für die Strahlendosen in der Umwelt sowie die Radioaktivität in Luft, Wasser und Lebensmittel so fest, dass das Schutzziel eingehalten wird (StSV Art. 102). Wo es sich um kontrollierbare Quellen handelt, d.h. um Betriebe die radioaktive Stoffe unter kontrollierten Bedingungen an die Umwelt abgeben, werden die **Abgabelimiten** so festgelegt, dass die Immissionsgrenzwerte nicht überschritten werden (StSV Art. 79-81). Um dem Umstand Rechnung zu tragen, dass in einer Region mehrere Betriebe die Umwelt durch Abgaben belasten können und auch in Anwendung des Optimierungsgrundsatzes der ICRP, lässt die Bewilligungsbehörde keine Anlage dieses eine mSv bzw. die darauf basierenden Immissionsgrenzwerte voll ausschöpfen. Jedem Betrieb wird daher, entsprechend dessen Grössen sowie unter Berücksichtigung des Standes der Technik nur ein Bruchteil des 1 mSv-Schutzzieles "zugeteilt". Man nennt diesen Bruchteil den «Quellenbezogenen Dosisrichtwert» (StSV Art. 7). Er beträgt für Kernkraftwerke beispielsweise 20 ‰, d.h. eine solche Anlage darf durch Radioaktivitätsabgaben an die Umwelt bei der Umgebungsbevölkerung höchstens 0.2 mSv/Jahr verursachen. Bei andern Betrieben ist der Werte entsprechend kleiner z.B. 2 ‰ entsprechend 0.02 mSv/Jahr.

#### 1.1.4. Begrenzung radioaktiver Immissionen in der Umwelt

Betriebe, die radioaktive Stoffe erzeugen oder verarbeiten, dürfen radioaktive Abfälle nur kontrolliert als Gase, Aerosole oder Abwässer an die Umwelt abgeben; sie müssen die ihnen von der Bewilligungsbehörde auferlegten **Abgabelimiten** einhalten und ihre Abgaben laufend zuhanden der Behörde bilanzieren. In der StSV wird auch die Beseitigung bzw. Verbrennung oder Endlagerung von festen Abfällen geregelt (StSV Art. 94ff). Die Verordnung verlangt weiter (Art. 94), dass Betriebe so ausgelegt sind, dass der quellenbezogene Dosisrichtwert für die Umgebungsbevölkerung auch bei Störfällen eingehalten wird, die einmal oder häufiger in 10 Jahren (die sogenannten Auslegungstörfälle), eintreten können.

Die Abgaben aus Betrieben über die Abluft an die Umwelt dürfen bei Normalbetrieb an keinem öffentlich zugänglichen Ort im Jahresmittel zu Konzentrationen in der Luft führen, die

1/300 der Richtwerte für den Arbeitsplatz (CA gemäss Anhang 3, Kolonne 11 der StSV) übersteigen. Die Abgaben über das Abwasser dürfen in öffentlich zugänglichen Gewässern im Wochenmittel zu Konzentrationen von höchstens 1/50 der Freigrenze (LE gemäss Anhang 3, Kolonne 9 der StSV) führen. Diese **Immissionsgrenzwerte** (siehe Tab. 1) von CA/300 in der Atemluft bzw. LE/50 im Trinkwasser würden bei der Bevölkerung bei Dauerexposition zu einer zusätzlichen Strahlenexposition von je 0.2 mSv/Jahr führen (StSV Art. 102). Die **Direktstrahlung** aus einem Betrieb darf ausserhalb des Betriebsareals in Wohn-, Aufenthalts- und Arbeitsräumen zu einer zusätzlichen Ortsdosis von höchstens 1 mSv, an den übrigen Orten höchstens 5 mSv/Jahr führen (StSV Art. 102-3). Für die tatsächlichen Strahlendosen von Personen ist die Aufenthaltszeit in diesem Strahlenfeld zu berücksichtigen.

**Tab. 1: Beispiele für Immissionsgrenzwerte für ausgewählte Radionuklide in Luft und Wasser gemäss der Strahlenschutzverordnung (1994)**

Radionuklid-Gruppe Einheit	Beispiele Nuklide	Immissionsgrenzwert Luft (CA/300) Bq/m <sup>3</sup>	Immissionsgrenzwert Wasser (LE/50) Bq/Liter
Tritium	H-3	1'700	12'000
Kohlenstoff-14	C-14	3'300	400
Strontium	Sr-90	0.07	6
	Sr-89	2.3	60
Jod	I-129	0.3	1.6
	I-131	2	8
	I-133	10	40
künstliche Alphastrahler	Pu-239	0.0003	0.4
	Am-241	0.0003	0.4
natürliche Alphastrahler	Po-210	0.017	1
	Ra-226	0.013	0.8
	U-234	0.0007	8
	U-238	0.001	8
	Th-228	0.0003	0.8
	Th-232	0.00013	0.12
übrige Radionuklide	Co-60	0.3	20
	Zn-65	6.7	60
	Sb-125	6.7	200
	Cs-134	2.3	10
	Cs-137	3.3	14

Für die Konzentration von Radionukliden in **Lebensmitteln** werden Toleranz- und Grenzwerte definiert (StSV Art. 108). Die entsprechenden Zahlenwerte sind in der *Verordnung über Fremd- und Inhaltsstoffe* (FIV) festgelegt (Vergl. Tab. 2). Dabei ist der Toleranzwert ein reines Qualitätskriterium und dessen Überschreitung bedeutet noch keine radiologische Gefährdung. Die für den Strahlenschutz relevante Limite ist der Grenzwert; bei dessen Überschreiten **muss** ein Lebensmittel aus dem Verkehr gezogen werden. Ein Lebensmittel, das den Toleranzwert für ein bestimmtes Radionuklid übersteigt, muss zwar vom zuständigen Kantonalen Laboratorium beanstandet werden, kann aber unter gewissen Voraussetzungen im Handel bleiben. Die jährliche Strahlendosis durch Radionuklide in Lebensmitteln ergibt sich aus dem Produkt der gemessenen Aktivitätskonzentration und der jährlich konsumierten

Menge des betreffenden Lebensmittel, multipliziert mit dem Dosisfaktor für das jeweilige Radionuklid. Die entsprechenden Ingestions-Dosisfaktoren, angegeben in Anzahl Sv pro aufgenommenes Bq, für ein- und zehnjährige Kinder und Erwachsene, finden sich ebenfalls im Anhang der StSV.

**Tab. 2: Toleranz- und Grenzwerte für Radionuklide in Lebensmitteln gemäss der Verordnung über Fremd- und Inhaltsstoffe (FIV)**

Radionuklide	Toleranzwert für alle Lebensmittel	Grenzwert für Säuglingsnahrung	Grenzwert für Milch, Rahm	Grenzwert für andere Lebensmittel (*)	Grenzwert für flüssige Lebensmittel
Einheit	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg
Tritium	1'000	3'000	10'000	10'000	10'000
Kohlenstoff-14	200	1'000	10'000	10'000	10'000
Strontium (z.B. Sr-90)	1	75	125	750	125
Jod (z.B. I-131)	10	150	500	2'000	500
künstliche Alphastrahler (z.B. Pu-239, Am-241)	0.1	1	20	80	20
natürliche Alphastrahler (z.B. U, Ra, Th)	---	1	1	10	1
übrige Radionuklide (z.B. Cs-134, Cs-137), jedoch ohne K-40	10 (Cs-134/-137 Wildpilze & Wildfleisch: 100 +)	400	1'000	1'250	1'000

(\*) Grenzwert für Lebensmittel geringer Bedeutung: Zehn mal höhere Werte als "andere Lebensmittel".

+) ab 1. Juli 95 gilt für Caesium-134 und -137, in Anlehnung an die Vorschriften der EU, ein Toleranzwert von 600 Bq/kg.

### 1.1.5. Überwachung der Radioaktivität in Umwelt und Lebensmitteln

Die Zuständigkeit für die Überwachung der Umweltradioaktivität liegt beim Bundesamt für Gesundheitswesen, Sektion Überwachung der Radioaktivität in Fribourg [SUER], die bei der Umgebungsüberwachung von Betrieben mit den entsprechenden Bewilligungs- oder Aufsichtsbehörden zusammenarbeitet. Dies sind für die Kernanlagen die *Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen* (HSK) in Villigen bzw. für Industrie- und Gewerbebetriebe die *Schweizerische Unfallversicherungsanstalt* (SUVA) in Luzern. Die Überwachung der Radioaktivität in den Lebensmittel erfolgt zusammen mit den Kantonalen Laboratorien (StSG Art. 17-18 und StSV Art. 104-109). An den Messungen sind auch das *Paul-Scherrer-Institut* in Villigen/AG (PSI), die *Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz* in Dübendorf/ZH (EAWAG) und das *AC-Laboratorium der Armee* in Spiez/BE,

sowie weitere spezialisierte Stellen des Bundes und der Hochschulen beteiligt. Die an den Messungen beteiligten Laboratorien und Stellen können den Seiten III und IV am Anfang dieses Berichtes entnommen werden. Zusammen mit diesen Laboratorien und der *Nationalen Alarmzentrale* (NAZ) erstellt das BAG den Probenahme- und Messplan und berichtet jährlich über das Ergebnis der Überwachung und die sich daraus ergebenden Strahlendosen der Bevölkerung. Bei dieser Überwachung werden die Bundesinstanzen *durch die Eidgenössische Kommission zur Überwachung der Radioaktivität* (KUER) beraten (StSV Art. 107).

Die Radioaktivitätsüberwachung verfolgt drei **Hauptziele**:

- **Überwachung der grossräumig verbreiteten künstlichen Umweltradioaktivität.**
- **Überwachung radioaktiver Immissionen** in der Umgebung von Kernanlagen, sowie Radioisotope-verarbeitenden Industriebetrieben, Forschungsinstituten und Spitälern.
- Die Bestimmung der **Strahlendosen der Bevölkerung** aus künstlichen und natürlichen Quellen.

Das **Überwachungsprogramm** umfasst die folgenden Messungen:

**a) Automatische Mess- und Frühwarnnetze**

- Das aus 58 Stationen bestehende NADAM-Netz registriert kontinuierliche die Ortsdosen in der ganzen Schweiz.
- Das MADUK-System überwacht die Ortsdosen in der Nahumgebung der Kernkraftwerk an je 12 bis 18 Messstationen.
- Das RADAIR-Netz überwacht die Radioaktivität der Luft an 10 Stationen in der Schweiz und einer im Fürstentum Liechtenstein; dieses Netz befindet sich gegenwärtig noch im Aufbau.

**b) Weitere Routinemessungen:**

Kontinuierlich an mehreren Stellen im ganzen Lande gesammelt und durch Laboranalysen untersucht werden die Niederschläge, die Aerosole der Luft, die Flüsse, und die Abwasser der Kläranlagen der Agglomerationen Zürich, Basel, Bern und Lausanne. Stichprobenweise analysiert werden Proben von Erdboden, Gras, Milch, Getreide, weitere Lebensmittel, Grundwasser, Fische, Wasserpflanzen und Sedimente. Zur Endkontrolle der Radioaktivität im menschlichen Körper werden Ganzkörpermessungen zur Bestimmung von Cäsium und Analysen an Milchzähnen und Wirbelknochen Verstorbener zur Bestimmung von Strontium-90 durchgeführt. Für die Umgebung der Kernanlagen bestehen Spezialprogramm.

Die verwendeten **Probenahme- und Messverfahren** entsprechen dem aktuellen Stand der Wissenschaft. Im Rahmen der *Deutsch-Schweizerischen Kommission für die Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen* (DSK), und mit den Strahlenschutzfachgesellschaften von Deutschland und Frankreich besteht hier ein regelmässiger Informations- und Erfahrungsaustausch.

#### 1.1.6. Massnahmen gegen erhöhte Radonkonzentrationen (s.a. Kap. 2)

Da die Strahlendosen durch Radon und seine Folgeprodukte im Hausinnern den grössten Beitrag zur Strahlendosis ausmachen und auch, mit mehr als zwei Zehnerpotenzen, einen grossen Variationsbereich aufweisen wurden in die neue StSV entsprechende gesetzliche Regelungen über Radon aufgenommen. Unter anderem wird für Wohn- und Aufenthaltsräume eine maximale, über ein Jahr gemittelte, Radon-Gas-Konzentration von  $1000 \text{ Bq/m}^3$  festgelegt, für Arbeitsräume eine solche von  $3000 \text{ Bq/m}^3$ . Dies führt, unter Berücksichtigung der jeweiligen Aufenthaltszeiten (und des Radon-Dosisfaktors gemäss ICRP-Publikation Nr. 65) zu einer jährlichen Strahlenexposition von je 20 mSv. Bei Neu- und Umbauten gilt ein Richtwert von  $400 \text{ Bq/m}^3$ . Die Verordnung regelt auch die Zuständigkeiten bezüglich der Radon-Messtechnik, der Durchführung von regionalen und nationalen Radon-Erhebungen, sowie der Sanierungspflicht beim Überschreiten der Radon-Grenzwerte in Gebäuden. Der Vollzug ist den Kantonen übertragen. Das Bundesamt für Gesundheitswesen betreibt eine **Fach- und Informationsstelle Radon** bei der Abteilung Strahlenschutz (StSV Art. 110-118).

#### 1.1.7. Schutz der Bevölkerung bei erhöhter Radioaktivität

Gemäss StSG bildet der Bundesrat eine **Einsatzorganisation** (EOR) für Ereignisse mit einer Gefährdung der Bevölkerung durch erhöhte Radioaktivität; sie soll Prognosen über die Gefährdung erstellen, Ausmass und Auswirkungen auf Mensch und Umwelt verfolgen und im Bedarfsfall Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung, zur Sicherstellung der Landesversorgung und zur Aufrechterhaltung der unerlässlichen öffentlichen Dienste durchführen (StSG Art. 19-22 und StSV Art. 119-124). Deren Zusammensetzung, Mittel und Ausrüstung, Kompetenzen, Aufgaben und Pflichten, sowie Versicherungsschutz und Entschädigungen sind in der StSV sowie in der *Verordnung über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität* (VEOR vom 26. Juni 1991) festgelegt. Diese EOR umfasst die ständig einsatzbereite **Nationale Alarmzentrale** (NAZ), die im Bedarfsfall durch weitere Fachleute verstärkt wird, den **Leitenden Ausschuss Radioaktivität** (LAR), der die Lage laufend beurteilt und den Bundesrat beim Anordnen von Massnahmen berät und eine **Probenahme- und Messorganisation**, bestehend aus den automatischen Messnetzen und den Laboratorien zur ständigen Erfassung der radiologischen Lage im ganzen Lande. Beim Anordnen von Schutzmassnahmen mit dem Ziel, das gesundheitliche Risiko der Bevölkerung nach einem Ereignis mit erhöhter Radioaktivität klein zu halten, stützt man sich auf das schweizerische **Dosis-Massnahmen-Konzept** (DMK), das im Anhang zur VEOR veröffentlicht ist.

Für die **Störfallvorsorge** (StSV Art. 94ff), insbesondere bei Kernanlagen, verlangt die StSV dass Betriebe so ausgelegt sind, dass der quellenbezogene Dosisrichtwert auch bei Betriebsstörungen und Störfällen eingehalten wird, die mit einer Häufigkeit von 10% pro Jahr oder mehr eintreten können. Bei solchen, deren Eintretenswahrscheinlichkeit zwischen 1 und 10%

pro Jahr liegt, muss die Anlage so ausgelegt sein, dass eine zusätzliche Dosis bei der Umgebungsbevölkerung von höchstens dem Betrag des Quellenbezogenen Dosisrichtwertes verursacht wird. Bei Störfällen mit Häufigkeit von 0.01% bis 1% pro Jahr soll die zusätzliche Dosis bei der Umgebungsbevölkerung 1 mSv pro Ereignis nicht übersteigen. Bei Unfällen, die mit einer Wahrscheinlichkeit von weniger als 0.01 % eintreten und bei denen die Auswirkungen auf Umwelt und Bevölkerung aber gross sein können, verlangt die Aufsichtsbehörde die erforderlichen vorsorglichen Massnahmen. Hierfür sei auch die von der HSK herausgegebene Broschüre «*Notfallschutzplanung für die Umgebung von Kernanlagen*» verwiesen, sowie auf den Tagungsband des Fachverbands-Seminar «*Stand des Notfallschutzes in Deutschland und in der Schweiz*» vom 19.-21. Oktober 1994 in München<sup>2)</sup>.

### **Verdankungen**

Allen an der Durchführung dieses Überwachungsprogrammes beteiligten Stellen und Laboratorien und insbesondere auch den zahlreichen Betreuern der Probenahmestationen, Regensammler, Luftüberwachungsanlagen etc. danken wir für die hervorragende Zusammenarbeit. Ohne das Mitwirken und die fachliche Kompetenz dieser Stellen wäre eine umfassende Überwachung kaum möglich. Bestens gedankt sei auch Frau **M. Gobet** für die Schreibarbeiten und Herrn **A. Gurtner** für die graphische Gestaltung.

-----

- 1) «*1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*», Annals of the ICRP. Vol. 21, No.1-3, 1991, Pergamon Press Oxford.
- 2) Herausgeber: M. Baggenstoss & A. Bayer, Verlag TÜV-Rheinland, ISBN 3-8249-0248-6; 2994.