

Radioaktivität und Strahlung

- Grenzwerte und Richtwerte -

Diese Zusammenstellung wurde erarbeitet von einer Arbeitsgruppe des „Arbeitskreises Umweltüberwachung“ (AKU) im Fachverband für Strahlenschutz.

Bearbeiter: die Herren:

Dr. K. Burkart, ehemals Forschungszentrum Karlsruhe,
Dr. Th. Haug, Isotopenlabor Universität Tübingen,
Dr. A. Hefner, ARC Seibersdorf research GmbH
Dr. S.-G. Jahn, Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, Schweiz
Dr. H. Korn, ehemals Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter
A. Neu, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
Roland Otto, LUFA-ITL-GmbH, Kiel

unter fachlicher Zuarbeit des Arbeitskreises Beförderung (FS-AKB, Frau Dr. Weitzenfelder)
und des Arbeitskreises Natürliche Radioaktivität (FS-AKNAT) und
Herrn Dr. H.-R. Völkle, Bundesamt für Gesundheit, Fribourg, Schweiz und
Herrn Dipl.-Ing. K. Fink, Amt der Steiermärkischen Landesregierung,
Landesbaudirektion, Österreich

Trotz großer Sorgfalt bei der Erstellung der Zusammenstellung könnten sich unbeabsichtigt Fehler eingeschlichen haben. Bei Feststellung solcher Auffälligkeiten wären die Autoren dankbar, wenn sich der aufmerksame Leser damit an den Sekretär des AKU wenden würde.

Radioaktivität und Strahlung

- Grenzwerte und Richtwerte -

Gliederung

1	<i>Einführung</i>	4
2	<i>Begriffsbestimmungen und Definitionen</i>	5
2.1	Aktivitäts- und Dosisbegriffe	5
2.2	Sonstige Definitionen und Begriffsbestimmungen	7
3	<i>Strahlendosisgrenzwerte für Tätigkeiten</i>	13
3.1	ICRP-Dosisgrenzwerte	13
3.2	Basic Safety Standards	14
3.3	Euratom-Dosisgrenzwerte	15
3.4	Nationale Dosisgrenzwerte für den bestimmungsgemäßen Betrieb kerntechnischer Anlagen und den Umgang mit radioaktiven Stoffen	18
3.5	Nationale Dosiswerte für die Auslegung gegen Störfälle (Richt- bzw. Grenzwerte).....	21
4	<i>Dosisrichtwerte Notfallschutz</i>	22
4.1	ICRP-Empfehlungen für Eingreifrichtwerte	22
4.2	Basic Safety Standards (FAO, IAEA, ILO, OECD/NEA, PAHO, WHO) WHO-update zur Iodblockade	23
4.3	Nationale Dosisrichtwerte für den Notfallschutz	24
4.3.1	Dosis-Maßnahmen-Konzept von Österreich	24
4.3.2	Dosis-Massnahmen-Konzept der Schweiz	24
4.3.3	Deutsche Dosisrichtwerte:.....	25
4.3.4	Nationale Dosisgrenzwerte für besondere Einsätze und Einsätze nach Störfällen	27
5	<i>Abgeleitete Grenzwerte und Richtwerte</i>	29
5.1	Internationale Werte	29
5.1.1	EU-Grenzwerte für Inkorporation (künstliche und natürliche Radionuklide)	29
5.1.2	FAO/WHO-Richtwerte für Radionuklide in Lebensmitteln	30
5.1.3	EU-Höchstwerte an Radioaktivität in Nahrungs- und Futtermittel in radiologischen Notstandssituationen	31
5.1.4	EU-Grenzwerte für Trinkwasser	33
5.1.5	EU-Höchstwerte beim Import landwirtschaftlicher Erzeugnisse in Mitgliedsländer.....	34
5.2	Nationale Werte.....	34
5.2.1	Nationale Werte für Emission, Immission und Kontamination	34
5.2.2	Nationale Werte für Lebensmittel und Futtermittel	42
5.2.3	Freigaben.....	44
5.3	Nationale Werte beim Notfallschutz – Maßnahmenkataloge.....	46
5.4	Genehmigungsfreiheit und Genehmigungs- oder Anzeigerfordernis	50

6	<i>Begrenzung der Exposition durch natürliche Strahlenquellen</i>	54
6.1	ICRP-Empfehlungen und International Basic Safety Standards (BSS)	54
6.1.1	Strahlenexposition durch Radon und Radonzerfallsprodukte	54
6.1.2	Strahlenexpositionen durch Uran, Thorium und ihre Zerfallsprodukte - ohne Radon - und Strahlenexposition durch die kosmische Strahlung.....	55
6.2	Richtlinien der Europäischen Gemeinschaft	56
6.2.1	Begrenzung der Strahlenexposition an Arbeitsplätzen	56
6.2.2	Empfehlung zum Schutz der Bevölkerung vor Radonexpositionen.....	56
6.3	Nationale Standards zur Begrenzung der Strahlenexposition durch natürliche Strahlenquellen.....	56
6.3.1	Begrenzung der Strahlenexpositionen für Beschäftigte (Grenzwerte).....	56
6.3.2	Begrenzung der Strahlenexposition für Personen der Bevölkerung durch Radon und seine Zerfallsprodukte und durch natürliche Strahlenquellen	58
6.3.3	Natürliche Strahlenquellen außer Radon.....	59
7	<i>Grenzwerte bei der Beförderung radioaktiver Stoffe</i>	61
7.1	IAEA-Empfehlungen als Grundlage für internationale Rechtsvorschriften.....	61
7.2	Rechtsvorschriften für verschiedene Verkehrsträger	61
7.3	Schutzziele und Umsetzung	62
7.4	Grenzwerte für Oberflächenkontaminationen	64
7.5	Dosisbegrenzung an Versandstücken und Fahrzeugen	65
7.6	Strahlenschutzprogramm.....	65
8	<i>Literatur</i>	66
9	<i>Anhang</i>	70
9.1	Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen.....	70
9.2	Radiologische Größen und Einheiten.....	71
9.3	Umrechnungsfaktoren für die Einheiten der Aktivität und der potenziellen Alphaenergie bei Radon und Radonzerfallsprodukten.....	71
9.4	Umrechnungsfaktoren der bisherigen Messgröße auf die Messgrößen H*(10) bzw. H'(0,07).....	73
9.5	Beispiele für radionuklidspezifische Grenz- und Richtwerte ausgewählter Radionuklide	74

1 Einführung

Diese Arbeitsunterlage soll verschiedenen Zielen dienen: Zum einen soll sie ein Wegweiser für diejenigen Leser bieten, die an Hand eines radiologischen Messwertes eine Entscheidung bei einer Handhabung oder Situation zu treffen haben und folglich einen bestimmten Grenz- oder Richtwert suchen. Zum anderen soll sie einen Überblick ermöglichen, wie sich die einzelnen nationalen Grenz- und Richtwerte aus internationalen Empfehlungen entwickelt haben und wie sie in den deutschsprachigen Ländern gehandhabt werden.

Das nationale und internationale Strahlenschutzrecht nennt zum Schutz des Menschen bei der Verwendung radioaktiver Stoffe und anderer Strahlenquellen Grenzwerte für Strahlendosen. Dabei wird zwischen beruflich strahlenexponierten Personen und der Bevölkerung unterschieden. Die Betonung liegt auf der Anwendung von ionisierender Strahlung oder radioaktiven Stoffen, demzufolge gibt es keine Grenzwerte für Komponenten der natürlichen, vom Menschen unbeeinflussten Strahlenexposition, allenfalls für die Strahlenexposition Einzelner beim Umgang mit natürlichen radioaktiven Stoffen oder dann, wenn sie natürlichen Strahlenexpositionen besonders ausgesetzt sind (z.B. Flugpersonal, Beschäftigte, Bewohner in radonbelasteten Gebäuden). Im Rahmen der Vorschriften für den beruflichen Bereich sind auch Dosisgrenzwerte für das in der Diagnostik und Therapie arbeitende medizinische Personal sowie - über die schwangere Frau - für den im Mutterleib heranreifenden Embryo bzw. Fötus festgelegt.

Aus Dosiswerten können unter Verwendung von Annahmen (z.B. Lebensgewohnheiten) und Modellen (z.B. der Expositionspfade) abgeleitete Werte (z.B. der spezifischen Aktivität) berechnet werden. Die meisten abgeleiteten Werte betreffen die Aufnahme radioaktiver Stoffe in den menschlichen Körper mit der Atemluft und mit Nahrungsmitteln und Wasser, international als Inhalation und Ingestion bezeichnet.

In den Vorschriften findet man relativ wenige Grenz- oder Richtwerte der Dosisleistung, da die Dosisleistung eine Kenngröße des Strahlungsfeldes ist (Ortsdosisleistung), die Strahlenexposition des Menschen aber noch von weiteren Bedingungen wie Aufenthaltsdauer, persönliche Schutzmaßnahmen etc. abhängt.

Auf der Grundlage der Prinzipien der Rechtfertigung, Optimierung und Begrenzung einer Strahlenexposition haben internationale Organisationen wie

- die Weltgesundheitsorganisation (WHO),
- die Landwirtschafts- und Nahrungsmittel-Organisation der UNO (FAO),
- die Internationale Atomenergieorganisation (IAEA) und
- die Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP)

primäre und abgeleitete Grenz- und Richtwerte empfohlen. Die Europäische Union (EU) sowie die Schweiz orientieren sich bei ihren Verordnungen, Richtlinien und Empfehlungen im Allgemeinen an den Empfehlungen der ICRP. Die genannten Verordnungen sind in den EU-Mitgliedstaaten direkt geltendes Recht, die Richtlinien müssen innerhalb einer vorgegebenen Frist in nationales Recht umgesetzt werden. Empfehlungen sind nicht verbindlich.

Das vorliegende Dokument ist grundsätzlich nach den Kriterien "primär vor abgeleitet", "Grenzwert vor Richtwert" und "international vor national" gegliedert. Der Bedeutung der durch natürliche Radionuklide verursachten Strahlenexposition und kosmischer Strahlenquellen wird in der nachfolgenden Zusammenstellung dadurch Rechnung getragen, dass sie in einem Kapitel gesondert behandelt werden. Die beträchtliche Anzahl von Beförderungen radioaktiver Stoffe erfordern grenzüberschreitende Regelungen, denen ebenfalls ein gesondertes, zusammenfassendes Kapitel gewidmet ist.

Vorangestellt sind jedoch zwei Unterkapitel zur Definition von verwendeten Begriffen, die selbst in

den Stammländern des Fachverbands für Strahlenschutz nicht einheitlich angewandt werden.

Im [Anhang](#) sind viele der verwendeten Abkürzungen alphabetisch zusammengestellt, Umrechnungsfaktoren für die Messgrößen bei Radon und Radonfolgeprodukten genannt und in einer gesonderten Tabelle die gesetzlich vorgeschriebenen, international normierten Maßeinheiten für die jeweiligen physikalischen Messgrößen aufgeführt. Darüber hinaus werden zu denjenigen Regelungen, für die nuklidspezifische Grenz- bzw. Richtwerte existieren, beispielhaft Werte für einige ausgewählte Radionuklide genannt.

Einer von mehreren möglichen Konventionen folgend, wird bei der Schreibweise von Radionukliden ein Bindestrich verwendet, Zahlen mit Angaben höherer Potenzen werden in der Exponentialschreibweise (z.B. 10^7) geschrieben.

2 Begriffsbestimmungen und Definitionen

2.1 Aktivitäts- und Dosisbegriffe

Aktivität:

Unter Aktivität wird die spontane Umwandlungsrate eines Radionuklids, - auch radioaktiver Zerfall genannt - verstanden. Die Einheit der Aktivität ist das Becquerel (Bq). 1 Becquerel = 1 Zerfall oder Umwandlung pro Sekunde. Gelegentlich wird die Aktivität auch für ein Radionuklidgemisch angegeben. Sie kann auf eine Masse, ein Volumen oder eine Fläche bezogen sein (siehe hierzu Kap. 2.2.).

Dosis:

Bei der Kernumwandlung kommt es zur Aussendung von Teilchen (Alpha- oder Beta- Strahlung) und von Photonen (Gamma-Strahlung), die bei der Wechselwirkung mit Materie oder Körpergewebe einzelne Atome oder Moleküle ionisieren oder anregen können. Weitere Quellen für ionisierende Strahlung bilden z.B. Röntgenröhren, Störstrahler, und Teilchen-Beschleuniger oder auch die spontane Kernspaltung, wo z.B. auch Neutronenstrahlung auftreten kann. Jede Strahlendosis stellt ein Maß für die absorbierte Energie ionisierender Strahlung dar.

<p>Zu Wichtungsfaktoren und Dosisbegriffen:</p> <p>Energiedosis,</p> <p>Strahlungswichtungsfaktor,</p> <p>Äquivalentdosis,</p> <p>Teilkörperdosis / Organdosis,</p>	<p>Die an die Masseneinheit des Körpergewebes abgegebene Strahlungsenergie wird als Energiedosis bezeichnet. Sie wird in Joule/kg - hier bezeichnet als Gray (Gy) - gemessen. Für die verschiedenen Arten der ionisierenden Strahlung kann bei gleicher Energiedosis die biologische Wirkung unterschiedlich sein. Dies wird durch einen dimensionslosen Strahlungswichtungsfaktor, der die relative biologische Wirksamkeit (RBW) berücksichtigt, ausgedrückt. Das Produkt aus Energiedosis und Strahlungswichtungsfaktor ergibt die Äquivalentdosis als Maß für die biologische Wirkung. Ihre Maßeinheit ist ebenfalls Joule/kg - jedoch jetzt bezeichnet mit Sievert (Sv). Wenn es sich bei der Strahlenexposition ausschließlich um Beta- und Gammastrahlung handelt, deren Strahlungswichtungsfaktoren gleich 1 sind, sind die Zahlenwerte von Energiedosis und Äquivalentdosis gleich. Liegen demgegenüber Strahlenexpositionen durch Alpha-Strahlung oder Neutronen vor, so kann der Strahlungswichtungsfaktor Werte bis zu 20 annehmen. Die Energie- und Äquivalentdosen in den einzelnen Organen und Geweben des Körpers werden Organdosen genannt.</p> <p>Die Wirkung ionisierender Strahlung hängt nicht nur von der Strahlungsart,</p>
--	--

<p>Organ- und Gewebewichtungsfaktoren,</p> <p>Effektive Dosis,</p> <p>Körperdosen, Personendosis,</p> <p>Folgeäquivalentdosis,</p> <p>Kollektivdosis,</p>	<p>sondern auch von der Art des bestrahlten Organs oder Gewebes ab. Dies gibt Anlass zur Definition von dimensionslosen Organ- und Gewebewichtungsfaktoren auf der Grundlage des Risikos stochastischer Wirkungen.</p> <p>Die Summe der gewichteten Organ- und Gewebedosen wird effektive Dosis genannt. Sie stellt ein Maß für das Strahlenrisiko dar und ist deshalb eine geeignete Grundlage für Grenz- und Richtwerte der Dosis - auch beim Vorliegen einer inhomogenen Strahlenexposition und einem Gemisch von verschiedenen Strahlungsarten. Die Organ- und Gewebewichtungsfaktoren sind so festgelegt (normiert), dass bei homogener Strahlenexposition - d.h. bei im ganzen Körper gleicher Äquivalentdosis - die effektive Dosis gleich der Äquivalentdosis ist. Die Einheit der effektiven Dosis ist ebenfalls das Sievert (Sv). Die effektive Dosis und die Organdosen werden unter dem Begriff Körperdosen zusammengefasst. Der Begriff der Personendosis (Maßeinheit Sv) wird bei der Überwachung strahlenexponierter Personen verwendet und ist die an einer repräsentativen Stelle - d.h. meist in Brusthöhe - gemessene Äquivalentdosis.</p> <p>Da bei inkorporierten radioaktiven Stoffen die Strahlenexposition nicht nur von der physikalischen Halbwertszeit, sondern auch vom biologischen Verhalten der Stoffe im Körper abhängt, wurde der Begriff der Folgeäquivalentdosis (Maßeinheit Sv) eingeführt. Diese beschreibt üblicherweise die innerhalb eines Zeitraums von (meist) 50 Jahren auftretende Dosis nach einmaliger Zufuhr des entsprechenden Radionuklids. Meistens wird dieser Begriff zur Bezeichnung der effektiven Folgeäquivalentdosis (in der Schweiz effektive Folgedosis E_{50} genannt) verwendet.</p> <p>Die Kollektivdosis (Maßeinheit Personen-Sv) als Maß für die Gesamtexposition der Bevölkerung, einer Personengruppe oder eines bestimmten Bevölkerungs-Kollektivs ist die Summe der Dosen aller Mitglieder des betrachteten Kollektivs. Für die Kollektivdosis gibt es Empfehlungen und Anwendungsvorschriften, jedoch keine Grenzwerte.</p> <p>Im Folgenden werden die relevanten Legaldefinitionen für Dosisbegriffe gegeben, wie sie in der EU-Grundnorm von 1996, der österreichischen, der schweizerischen oder der deutschen Strahlenschutzverordnung verwendet werden.</p>
<p>Ortsdosis</p>	<p>Im Strahlenschutz verwendete Bezeichnung für eine einem Ort zugeordnete Messgröße. Man unterscheidet die Umgebungs-Äquivalentdosis ($H^*(10)$) für durchdringende Strahlung und die Richtungs-Äquivalentdosis ($H'(0.07)$) für Strahlung geringer Eindringtiefe.</p>
<p>Dosisleistung</p>	<p>Hierunter versteht man die auf eine Zeitspanne bezogene Dosis, z. B. Sv/h. Bei längeren Bezugszeiträumen - z.B. mSv pro Kalenderjahr - ist es unüblich, von Dosisleistung zu sprechen.</p>

2.2 Sonstige Definitionen und Begriffsbestimmungen

Abwendbare Dosis	Dosis oder Teildosis, die durch Maßnahmen des Katastrophenschutzes oder der Strahlenschutzvorsorge vermieden werden kann.
Action-level	Dosisleistung oder spezifische Aktivität, oberhalb derer Notfallschutzmaßnahmen durchgeführt werden sollten.
Aktivitätskonzentration	Quotient aus der Aktivität eines Stoffes und dem Volumen dieses Stoffes, z.B. Bq/m ³ .
Aktivität, spezifische	Quotient aus der Aktivität eines Stoffes und der Masse dieses Stoffes einschließlich seiner nichtradioaktiven Beimengungen, z.B. Bq/g. (Hinweis: Dieser Begriff kann in den einzelnen Rechtsvorschriften oder Veröffentlichungen unterschiedlich definiert sein.)
ALI-Wert	Grenzwert der Jahresaktivitätszufuhr: <u>annual limit of intake</u> .
Arbeiten	DE: Arbeiten sind Handlungen, die bei natürlich vorkommender Radioaktivität die Strahlenexposition oder Kontamination erhöhen können. Sie brauchen keine Tätigkeiten i.S. der Strahlenschutzverordnung zu sein, stehen jedoch im Zusammenhang mit dem Umgang von Materialien, die natürliche radioaktive Stoffe enthalten, mit der Anwesenheit von Radon oder der Berufsausübung des Luftfahrtpersonals in Flugzeugen. Nicht darunter fällt allerdings die land- oder forstwirtschaftliche Bearbeitung der nahen Erdoberfläche.
Auszubildende	Personen, die innerhalb eines Unternehmens im Hinblick auf die Ausübung eines bestimmten Berufes ausgebildet oder unterrichtet werden.
Becquerel	Seit 1986 gesetzliche Einheit der Aktivität im internationalen Einheitensystem (SI-Einheit); 1 Bq entspricht einer Atomkernumwandlung (Zerfall) je Sekunde; alte Einheit: Curie (Ci); 1 Becquerel = $2,7 \cdot 10^{-11}$ Curie - 1 Bq = $2,7 \cdot 10^{-11}$ Ci 1 Curie = $3,7 \cdot 10^{10}$ Becquerel - 1 Ci = $3,7 \cdot 10^{10}$ Bq
Bewilligungsgrenze	CH: Radionuklidspezifischer abgeleiteter Wert für den täglichen Umgang mit offener Radioaktivität. Da beim Umgang im Labor die Inhalationsgefahr dominiert, wurde die Bewilligungsgrenze derjenigen Aktivität gleichgesetzt, welche bei einmaliger Inhalation zu einer effektiven Folgedosis von 5 mSv führt, Tätigkeiten mit radioaktiven Stoffen, deren gehandhabte oder täglich umgesetzte Aktivität die Bewilligungsgrenze nach Anhang 3 Spalte 10 der StSV 6[CH StSV] nicht überschreitet, sind von der Bewilligungspflicht ausgenommen. DE: siehe Freigrenze. (Ausnahme: Konsumgüter, Genehmigung nach §§ 106 und 108 StrlSchV).
Clearance (lung clearance)	Elimination von inhalierten Aerosolen aus der Lunge; In der Empfehlung ICRP 30 wurde ein „Inhalationsklassifizierungs-Schema für die Atemwege“ („respiratory tract inhalation classification scheme“) für inhaliertes Material entwickelt, das gemäß seiner „Eliminierungsrate“ (clearance rate) im pulmonaren Bereich der Atemwege unterschiedlich lang verweilt. Die Materialien werden in Gruppen mit der Bezeichnung D (days), W (weeks), oder Y (years) klassifiziert, je nachdem, wie schnell sie wieder aus der Lunge ausgeschieden werden. Diese drei Inhalationsklassen D (clearance half-time less than 10 days), W (10 to 100 days), Y (greater than 100 days) werden im neuen „Atemwegemodell für den Menschen“ („Human Respiratory Tract Model“) der Empfehlungen ICRP 66 ersetzt durch Lungenabsorptionsklassen (absorption type): Klasse (type) F (fast solubilization),

	<p>M (moderate rate of solubilization), S (slow solubilization).</p> <p>Das Modell beschreibt die relative Geschwindigkeit der Auflösung und den Weitertransport des Materials aus den Atemwegen ins Blut. Die Rate, mit der in der Lunge abgelagerte Radionuklide ins Blut aufgenommen werden (Absorptionsrate), hängt von der chemischen Form des inhalierten Materials ab.</p>
Dekontamination	Beseitigung oder Verminderung einer Kontamination.
Detriment, stochastisches Gesamtdetriment	Bei stochastischen Wirkungen verwendetes Maß für durch Strahlung verursachten und zu erwartenden gesamten Gesundheitsschaden des Einzelnen oder einer Gruppe (ICRP 60).
Dosisbeschränkung	AT: Dosisbeschränkung ist eine Beschränkung der voraussichtlichen Dosen für Einzelpersonen, die aus bestimmten natürlichen oder künstlichen Strahlenquellen resultieren können und die im Planungsstadium im Zusammenhang mit der Optimierung des Strahlenschutzes angewendet wird.
Dosiskoeffizient	Resultierende Strahlenexposition aus der in den Körper aufgenommenen Aktivität von 1 Bq; Einheit: Sievert pro Becquerel (Sv/Bq).
Dosisgrenzwert	Dosis, die nicht überschritten werden darf.
Dosisrichtwert	<p>CH: Um den Dosisgrenzwert für die Bevölkerung auch bei Vorliegen mehrerer Quellen, hier im Sinne emittierender Betriebe, sicher einzuhalten, werden von der Bewilligungsbehörde sogenannte quellenbezogene Dosisrichtwerte nach dem Prinzip der Optimierung festgelegt.</p> <p>DE: Im Notfallschutz verwendete Körperdosis, die an den Einzelfall angepasst werden kann.</p>
Emission	Abgabe bzw. Ableitung von (Schad-)Stoffen an die Umwelt, z. B. in die Atmosphäre oder in Gewässer.
Eingreifrichtwert	Im Rahmen der Notfallschutzplanung festgelegter Eingreifwert der Dosis oder Aktivität, der im Ereignisfall an die dann herrschenden Bedingungen angepasst werden kann.
Eingreifwert	Wert der Dosis oder Aktivität, bei dem eine Maßnahme des Notfallschutzes auszulösen ist.
Expositionspfad	Weg, auf dem radioaktiver Stoff zum Menschen gelangt und auf ihn einwirkt.
Freigabe von Materialien	<p>AT: Verwaltungsbescheid, der die Entlassung radioaktiver Stoffe aus dem Regelungsbereich des Strahlenschutzgesetzes und darauf beruhender Rechtsverordnungen zur Verwendung, Verwertung, Beseitigung, Innehabung oder zu deren Weitergabe an Dritte als nicht radioaktive Stoffe bewirkt.</p> <p>CH: Nachweis, dass Material als inaktiv im Sinne des Geltungsbereichs der Strahlenschutzverordnung 6[CH StSV] betrachtet werden kann (siehe Freigrenze).</p> <p>DE: Verwaltungsakt zur Entlassung radioaktiver Stoffe aus dem Atomrecht: z.B. feste Stoffe, Flüssigkeiten, Bauschutt, Bodenaushub, Bodenflächen und Gebäude. Bei der Freigabe wird zwischen uneingeschränkter Freigabe und Freigabe zur Beseitigung / zum Abriss unterschieden. Damit kann ihre Verwendung, Verwertung, Beseitigung, Innehabung oder deren Weitergabe an Dritte als nicht radioaktive Stoffe bewirkt werden.</p>
Freigrenze	AT: In der EU-Richtlinie 96/29 vom 13.05.1996 Anhang 1 Tabellen A und B oder in der Anlage 3 der österreichischen Strahlenschutzverordnung für alle relevanten Radionuklide festgelegten Werte der Aktivität (in Bq) und

	<p>der spezifischen Aktivität (in kBq/kg). Grundsätzlich gilt der strengere Wert.</p> <p>CH: Nuklidabhängige absolute Aktivität (in Bq) bzw. spezifische Aktivität (in Bq/g), oberhalb derer ein Stoff der Strahlenschutzgesetzgebung unterliegt und somit als radioaktiv im Sinne des Gesetzes gilt. Die Ingestion von 1 kg eines Stoffes mit der spezifischen Aktivität, die der Freigrenze entspricht, führt zu einer effektiven Folgedosis von 10 μSv.</p> <p>DE: In der Strahlenschutzverordnung für alle relevanten Radionuklide festgelegten Werte der Aktivität (in Bq) oder der spezifischen Aktivität (in Bq/g). Oberhalb der genannten Werte der Freigrenzen (also bei Überschreiten beider Werte der Freigrenzen) unterliegt die Tätigkeit mit diesen Stoffen dem Atomrecht (Ausnahme: Konsumgüter).</p>
Frischmasse, Frischgewicht	Masse des Probengutes mit natürlichem Wassergehalt
Gammastrahlen	Energiereiche kurzwellige elektromagnetische Strahlung, die von einem Atomkern ausgestrahlt wird
Halbwertszeit	
- physikalische	Zeit, nach der die ursprüngliche Menge eines radioaktiven Stoffes auf die Hälfte zerfallen ist,
- biologische	Zeit, nach der von der ursprünglichen Menge eines aufgenommenen Stoffes noch die Hälfte im Organismus vorhanden ist,
- effektive	Zeit, nach der sich die Menge eines in einem biologischen System, z. B. im menschlichen Körper, befindlichen radioaktiven Stoffes durch radioaktiven Zerfall und natürliche Ausscheidung auf die Hälfte vermindert hat.
Höchstwert	Wert, z.B. der spezifischen Aktivität, bei dessen Überschreitung Maßnahmen zu treffen sind.
Immission	Einwirkung von Luftfremdstoffen, Geräuschen und Erschütterungen sowie Energie (z.B. Direktstrahlung aus Anlagen) auf Mensch, Tier und Umwelt. In der Schweiz unterscheidet man nach: Immissionen außerhalb des Betriebsareals – Dies betrifft Kontaminationen von Luft, Boden, Oberflächenwasser, Pflanzen u.s.w.; Immissionen innerhalb des Betriebsareals – Dies betrifft Kontaminationen von Arbeitsoberflächen, Raumluft, Schutzkleidung und Haut.
Ingestion	Aufnahme radioaktiver Stoffe über den Verdauungstrakt in den menschlichen Organismus.
Inhalation	Aufnahme radioaktiver Stoffe durch Einatmen in den menschlichen Organismus.
Inkorporation	Die Aufnahme radioaktiver Stoffe in den menschlichen Organismus.
Isotope	Atome desselben chemischen Elementes, die sich in ihrer Neutronenanzahl und damit ihrer Masse unterscheiden, z.B. Uran-235 und Uran-238
Kontamination	AT: Unerwünschte Verunreinigung einer beliebigen Materie oder einer beliebigen Umgebung durch radioaktive Stoffe. CH, DE: Verunreinigung mit radioaktiven Stoffen.
Kritikalitätssicherheits-index/ Kritikalitätssicherheits-kennzahl	Kritikalitätssicherheitskennzahl (CSI) ist eine Zahl, die einem Versandstück, einer Umverpackung oder einem Container mit spaltbaren Stoffen zugeordnet ist und anhand derer die Ansammlung von Versandstücken, Umverpackungen oder Container mit spaltbaren Stoffen überwacht wird.
Nahrungsmittel geringer Bedeutung	Nahrungsmittel mit einem jährlichen Verbrauch von insgesamt weniger als 10 kg. (Beispiel: siehe Fußnote zu Tab. 5.c).
Notfallschutz	CH: Planen, Vorbereiten und Durchführen von Schutzmaßnahmen in der Umgebung von Betrieben, bei denen in Folge eines Störfalles der Dosisgrenzwert überschritten werden kann. Hierzu gehört z.B. die Errichtung eines Alarmsystems.

	DE: Oberbegriff für Katastrophenschutzmaßnahmen und Maßnahmen nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz
Nuklid	allgemein: Atomart, durch Protonenzahl und Massenzahl gekennzeichnet; speziell: eine stabile oder eine radioaktive Atomart;
Oberflächenkontamination - allgemein - für Beförderung: siehe Kap.7	Die Messgröße ist die auf die Fläche bezogene Aktivität. AT: Unerwünschte Verunreinigung einer Oberfläche durch radioaktive Stoffe. CH: Verunreinigung einer Oberfläche mit radioaktiven Stoffen. DE: Verunreinigung einer Oberfläche mit radioaktiven Stoffen, die die nicht festhaftende, die festhaftende und die über die Oberfläche eingedrungene Aktivität umfasst.
Oberflächenkontamination, - nicht festhaftende: (DE), - lose: (CH) für Beförderung: siehe Kap.7	CH: Dieser Begriff ist nicht gesondert definiert, man spricht von loser Kontamination im Gegensatz zu fixierter Kontamination, wenn bei normalem Umgang eine Ausbreitung der Radioaktivität möglich ist. DE: Verunreinigung einer Oberfläche mit radioaktiven Stoffen, wenn eine Weiterverbreitung der radioaktiven Stoffe nicht ausgeschlossen werden kann.
Plan- und steuerbare Tätigkeit (ICRP)	Tätigkeit, die so geplant und durchgeführt werden kann, dass die damit verbundene Strahlenexposition im bestimmungsgemäßen Betrieb vorgegebene Werte nicht überschreitet.
Potentielle Alpha-Energie	Summe der Alpha-Energien, die während des Zerfalls eines Radon-Zerfallsprodukt-Atoms bis zum langlebigen Pb-210 (für Rn-222-Zerfallsprodukte) bzw. dem stabilen Pb-208 (für Rn-220-Zerfallsprodukte) emittiert wird.
Radioaktivität - allgemein - natürliche Radioaktivität - künstliche Radioaktivität	Eigenschaft bestimmter Radionuklide, sich ohne äußere Einwirkung spontan umzuwandeln und dabei charakteristische Strahlung, nämlich Teilchen- oder Gammastrahlen, auszusenden, In der Natur vorkommende radioaktive Stoffe, die seit Entstehung der Erde vorhanden sind oder durch natürliche Prozesse ständig neu entstehen, Durch Kernumwandlungen in Reaktoren oder in Beschleunigern erzeugte Radionuklide.
Radiologische Notstandssituation	AT und DE: Ist eine Situation, die Dringlichkeitsmaßnahmen zum Schutz von Arbeitskräften, Einzelpersonen der Bevölkerung, Teilen der Bevölkerung oder der gesamten Bevölkerung erfordert.
Radionuklid = radioaktives Nuklid	Instabile Nuklide, die spontan ohne äußere Einwirkung unter Aussendung von Teilchen oder Gammastrahlen in andere Nuklide zerfallen,
Radionuklid, künstliches -	Ein Stoff, der durch menschliches Zutun geschaffen wurde und spontan unter Emission ionisierender Strahlung zerfällt (siehe auch „Aktivität“),
Radionuklid, natürliches -	Ein Stoff, der ohne menschliches Zutun in der Natur vorliegt und spontan unter Emission ionisierender Strahlung zerfällt; er kann allerdings in vom Menschen geschaffenen Produkten oder Bedarfsgegenständen in anderer Konzentration vorliegen als in der Natur.
Radiotoxizität	Angabe für die Gesundheitsschädlichkeit eines Radionuklides, d.h.: Grad der Gefährdung des Menschen durch die von inkorporierten Radionukliden ausgehende Strahlung.
Richtwert, abgeleiteter -	Richtwert, der von einem Grenzwert oder einem anderen (primären) Richtwert unter Verwendung von Annahmen (z.B. Verzehrgewohnheiten) und Modellen (z.B. der atmosphärischen Ausbreitung) abgeleitet wurde. Die Einhaltung der abgeleiteten Werte bewirkt i.d.R. die Einhaltung der primären.
Risiko / Strahlenrisiko	Wahrscheinlichkeit für das Eintreten einer nachteiligen Strahlenwirkung bei Individuen oder Populationen in Abhängigkeit von der Dosis ionisierender Strahlung. Z.B. das Eintreten eines Ereignisses (z.B. pro Sievert: 1 Fall in 20 Jahren), multipliziert mit dem Schaden, den dieses Ereignis verursachen wird.

Sendung	Sendung ist ein einzelnes Versandstück oder mehrere Versandstücke oder eine Ladung radioaktiver Stoffe, die ein Absender zur Beförderung aufgibt.
Sievert	Seit 1986 gesetzliche Einheit der Äquivalentdosis; (SI-Einheit); 1 Sievert (Sv) = 100 rem.
Störfall	CH: Übergeordneter Begriff für ein Ereignis, bei welchem eine Anlage vom bestimmungsgemäßen Betrieb abweicht und die Sicherheit der Anlage oder die Sicherheit eines Gegenstandes beeinträchtigt wird (technischer Störfall) oder das zu einer Überschreitung eines Immissionsgrenzwertes oder zu einer Überschreitung des Dosisgrenzwertes für nichtberuflich strahlenexponierte Personen führen kann (radiologischer Störfall) oder bei dem jemand einer Dosis von mehr als 50 mSv ausgesetzt wird (Strahlenunfall). DE: Ereignisablauf, bei dessen Eintreten der Betrieb der Anlage oder Tätigkeit aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden kann und für den die Anlage auszulegen ist oder für den bei der Tätigkeit vorsorglich Schutzvorkehrungen vorzusehen sind.
Strahlenexponierte Arbeitskräfte, Kategorie A, B	EU: Selbständige oder Arbeitnehmer, die einer beruflichen Strahlenexposition aus bestimmten Tätigkeiten ausgesetzt sind, die Dosen bewirken können, die einen der Dosisgrenzwerte, die für Einzelpersonen der Bevölkerung festgelegt sind, übersteigen. Zu Kontroll- und Überwachungszwecken unterscheidet die EU-Grundnorm zwischen strahlenexponierten Arbeitskräften, bei denen davon auszugehen ist, dass sie eine höhere effektive Dosis als 6 mSv/a oder eine höhere Äquivalentdosis als 3/10 der in der Grundnorm für Augenlinse, Haut und Extremitäten genannten Grenzwerte erhalten können: (Kategorie A) und solchen strahlenexponierten Arbeitskräften, die nicht der Kategorie A angehören (Kategorie B).
Strahlenexponierte Personen, beruflich -	AT: In Österreich gelten als beruflich strahlenexponierte Personen solche Personen, die der Kategorie A nach EU-Grundnorm angehören, zuzüglich die Strahlenschutzbeauftragten und alle Personen, die mit offenen radioaktiven Stoffen umgehen, sofern die Aktivität des offenen radioaktiven Stoffes unter Bedachtnahme auf Toxizitätsklasse und Art des Umganges festgesetzte Grenzwerte übersteigt. CH: Personen, die aufgrund ihrer beruflichen Tätigkeit oder bei ihrer Ausbildung durch kontrollierbare Strahlung eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv pro Jahr akkumulieren können oder regelmäßig in kontrollierten Zonen arbeiten oder ausgebildet werden. DE: Beruflich strahlenexponierte Personen sind strahlenexponierten Arbeitskräften i.S. der EU-Grundnorm gleichzusetzen.
Strahlenexposition / (Strahlenbelastung)	Einwirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Körper oder seine Teile.
Strahlenunfall	AT: ein unvorhergesehenes Ereignis, welches das Risiko einer Bestrahlung mit sich bringt, bei der die höchstzulässigen Dosen überschritten werden. CH: Störfall, bei dem jemand einer Dosis von mehr als 50 mSv ausgesetzt wird.
Strahlung, ionisierende (direkt ionisierende Strahlung)	- Alphastrahlung: Teilchenstrahlung, die aus Alphateilchen (zwei Protonen plus zwei Neutronen) besteht, - Betastrahlung: Teilchenstrahlung, die aus Betateilchen (Elektronen) besteht, - Gammastrahlung: Elektromagnetische Wellenstrahlung.
Submersion	- Strahlenexposition, die von radioaktiven Gasen und Schwebstoffen in der Atmosphäre verursacht wird.
Tätigkeiten	Dies sind Handlungen, die die Strahlenexposition oder die Kontamination bei der Nutzung radioaktiver Stoffe erhöhen können, die aber keine Arbeiten sind (siehe Arbeiten).
Terrestrische Strahlung	Strahlung der natürlichen radioaktiven Stoffe, die überall auf der Erde im

	Boden vorhanden sind.
Toleranzwert	CH: Der Toleranzwert ist die Höchstkonzentration eines Fremdstoffes in Lebensmitteln, bei dessen Überschreitung das Lebensmittel als verunreinigt oder sonst im Wert vermindert gilt. Hingegen gilt ein Lebensmittel für die menschliche Ernährung als ungeeignet, wenn der entsprechende Grenzwert der Konzentration überschritten ist.
Transportindex, Transportindizes	Transportkennzahl (TI): ist eine Zahl, die einem Versandstück, einer Umverpackung oder einem Container aufgrund der Ortsdosisleistung zugeordnet ist und anhand derer die Strahlenexposition überwacht werden kann.
Umgang	AT: Umgang mit radioaktiven Stoffen ist die Gewinnung, die Erzeugung, die Lagerung, die Beförderung, die Abgabe, der Bezug, die Bearbeitung, die Verwendung und die Beseitigung radioaktiver Stoffe, ferner jede sonstige sich auf radioaktive Stoffe beziehende Tätigkeit, die eine Strahlenbelastung zur Folge haben kann. CH: als Umgang gelten das Gewinnen, Herstellen, Bearbeiten, Vertreiben, Einrichten, Verwenden, Lagern, Transportieren, Beseitigen, Ein-, Aus- und Durchführen und jede andere Form des Weitergebens. DE: Umgang mit radioaktiven Stoffen ist die Gewinnung, die Erzeugung, die Lagerung, die Bearbeitung, die Verarbeitung, die sonstige Verwendung und die Beseitigung radioaktiver Stoffe - soweit es sich nicht um Arbeiten handelt - und der Betrieb von Bestrahlungsvorrichtungen. Der Begriff umfasst auch die Aufsuchung, Gewinnung und Aufbereitung von radioaktiven Bodenschätzen nach Bundesberggesetz.
Unfall	DE: Ereignisablauf, der für eine oder mehrere Personen eine effektive Dosis von mehr als 50 mSv zur Folge haben kann.
Verpackung (für die Beförderung radioaktiver Stoffe)	Verpackung für die Beförderung radioaktiver Stoffe ist die Gesamtheit aller für die vollständige Umschließung des radioaktiven Stoffes notwendigen Komponenten. Dazu können insbesondere ein oder mehrere Behälter, saugfähiges Material, Abstandshalter, Strahlungsabschirmung, Einrichtung zur Befüllung, Entleerung, Belüftung und Druckentlastung, Vorrichtung zur Kühlung, Absorption mechanischer Stöße, Handhabung, Befestigung und Wärmeschutz und im Versandstücke eingebaute Bedienungseinrichtungen gehören. Eine Verpackung kann eine Kiste, ein Fass, oder ein ähnlicher Behälter oder auch ein Container, ein Tank oder ein Großpackmittel sein.
Versandstück (für die Beförderung radioaktiver Stoffe)	Versandstück für die Beförderung radioaktiver Stoffe ist die Verpackung mit radioaktivem Inhalt, wie sie zur Beförderung aufgegeben wird. Für die Beförderung müssen die jeweiligen Typen von Versandstücken bestimmte Voraussetzungen erfüllen, die in den Gefahrgutvorschriften spezifiziert sind.
Zwischenfall	AT: Ein unvorhergesehenes Ereignis, welches die Möglichkeit einer unbeabsichtigten Bestrahlung mit sich bringt.

3 Strahlendosisgrenzwerte für Tätigkeiten

3.1 ICRP-Dosisgrenzwerte

In den "Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission aus dem Jahr 1990" (ICRP-Publikation 60) [1\[ICRP 90\]](#) werden umfassend die Größen im Strahlenschutz und ihre Einheiten, die biologischen Aspekte und der konzeptionelle Rahmen des Strahlenschutzes abgehandelt. Dabei wird zwischen plan- und steuerbaren Tätigkeiten (proposed and continuing practices) einerseits und Interventionen andererseits unterschieden. Die von ICRP empfohlenen Grenzwerte für plan- und steuerbare Tätigkeiten sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tab. 3.a: Von ICRP empfohlene Dosisgrenzwerte

Grenzwerte der Dosis		
Beruflich strahlenexponierte Personen	Bevölkerung	Bemerkung
20 mSv pro Jahr, gemittelt über 5 Kalenderjahre, jedoch nicht mehr als 50 mSv/Kalenderjahr	1 mSv / Jahr ³⁾	Effektive Dosis ¹⁾
2 mSv		Für Embryo und Fötus ^{1) 2)}
150 mSv/a	15 mSv/a	Äquivalentdosis der Augenlinse
500 mSv/a	50 mSv/a	Äquivalentdosis der Haut
500 mSv/a	---	Äquivalentdosis der Hände und Füße

Zu dieser Tabelle gibt ICRP folgende Erläuterungen:

- 1) Die Grenzwerte gelten für die Summe der relevanten Dosen aus der externen Exposition über den spezifizierten Zeitraum und der 50-Jahre-Folgedosis (bis zum Alter von 70 Jahren bei Kindern) aus der Aufnahme von Radionukliden in demselben Zeitraum.
- 2) Der Grenzwert von 2 mSv gilt für den Unterleib beruflich strahlenexponierter Frauen ab Erklärung bis Ende einer Schwangerschaft. Die Aufnahme von Radionukliden sollte auf 1/20 der jährlich zulässigen Inkorporationswerte (ALI-Werte) begrenzt werden.
- 3) Aus besonderem Anlass kann ein höherer Wert als 1 mSv effektive Dosis der Bevölkerung pro Jahr in einem einzelnen Jahr erlaubt werden, mit der Maßgabe, dass 5 mSv summiert über 5 Jahre nicht überschritten werden.

Die ICRP empfiehlt neben den Dosisgrenzwerten, welche für die akkumulierte Gesamtdosis aus allen relevanten Tätigkeiten bzw. allen Strahlenquellen gelten, auch Dosisrichtwerte (wörtlich übersetzt "Dosischranken") für die Limitierung der Strahlenexposition durch eine einzige Quelle aufzustellen. Falls die Überlagerung der Dosen durch unterschiedliche Expositionspfade und für nachfolgende Jahre berücksichtigt wird, ist als Dosisrichtwert 0,3 mSv pro Jahr und Individuum angemessen. Wird die Überlagerung nicht beachtet, so wird ein Dosisrichtwert von 0,1 mSv empfohlen [2\[ICRP 82\]](#).

3.2 *Basic Safety Standards*

Unter der Federführung der IAEA veröffentlichten

- die Food and Agriculture Organization der United Nations (FAO)
- die International Atomic Energy Agency (IAEA)
- die International Labour Organisation (ILO)
- die Nuclear Energy Agency of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD/NEA)
- die Pan American Health Organization (PAHO) und
- die World Health Organization (WHO)

die International **Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources** [3\[IAEA 96\]](#).

Auch die Basic Safety Standards beruhen auf den 3 Grundprinzipien

- Rechtfertigung der Tätigkeiten
- Optimierung des Strahlenschutzes und der Sicherheit sowie
- Begrenzung der Dosis (Einhaltung der Grenzwerte).

In Schedule II [3\[IAEA 96\]](#) werden Dosisgrenzwerte für berufliche Strahlenexposition einschließlich der Exposition aus besonderem Anlass und für die Öffentlichkeit einschließlich (nicht professioneller) Betreuer und Besucher von Kranken angegeben.

Tab. 3.b: Grenzwerte der Jahresdosis für beruflich strahlenexponierte Erwachsene nach IAEA

Jahresdosis in mSv		Bemerkung
20	effektive Dosis	gemittelt über 5 Jahre
50	effektive Dosis	maximal in einem Jahr
150	Augenlinse	
500	Extremitäten	
500	Haut	

Tab. 3.c: Grenzwerte der Jahresdosis für Auszubildende nach IAEA

Jahresdosis in mSv	Bemerkung/Organ
6	Effektive Dosis
50	Augenlinse
150	Extremitäten
150	Haut

Bei der beruflichen Strahlenexposition von Erwachsenen kann aus besonderem Anlass der Mittelungszeitraum auf 10 Jahre vergrößert werden, wenn

- die Aufsichtsbehörde dies genehmigt,
- der Mittelwert von 20 mSv/a nicht überschritten wird,
- der jährliche Wert in keinem Fall 50 mSv übersteigt und
- die Notwendigkeit überprüft wird, sobald 100 mSv erreicht sind.

Die Aufsichtsbehörde kann die Dosisgrenzwerte zeitlich begrenzt ändern, wenn die Änderung nicht länger als 5 Jahre dauert und während dieses Zeitraums keine Jahresdosis 50 mSv übersteigt.

Für die Strahlenexposition der Bevölkerung gelten gemäß Basic Safety Standards folgende Grenzwerte:

Tab. 3.d: Grenzwerte der Jahresdosis für die Bevölkerung nach IAEA

Jahresdosis in mSv	Bemerkung/Organ
1	Effektive Dosis
15	Augenlinse
50	Haut

Aus besonderem Anlass kann die Strahlenexposition der Bevölkerung bis zu 5 mSv effektive Dosis in einem Einzeljahr betragen unter der Voraussetzung, dass die durchschnittliche Dosis gemittelt über 5 aufeinanderfolgende Jahre 1 mSv pro Jahr nicht übersteigt.

Die Dosis von nicht-professionellen Betreuern und Besuchern von Patienten sollte 5 mSv bei Erwachsenen und 1 mSv bei Kindern nicht überschreiten.

3.3 *Euratom-Dosisgrenzwerte*

Der Rat der Europäischen Gemeinschaft hat **Dosisbegrenzungen** bzw. **Dosisgrenzwerte** für verschiedene exponierte Personengruppen wie

- a) **Arbeitskräfte,**
- b) **Auszubildende und Studierende** sowie
- c) **Einzelpersonen der Bevölkerung** und
- d) für **Schwangere** (den Fötus)

festgelegt [4\[EUR 80\]](#) [5\[EUR 96\]](#). Die Grenzwerte sind in Tabelle 3.e zusammengestellt.

Tab. 3.e: Euratom-Grenzwerte für jährliche Strahlendosen

Dosisgrenzwerte im Kalenderjahr in mSv	Anmerkungen
für strahlenexponierte Arbeitskräfte*)	
100 mSv/5 aufeinanderfolgende Jahre und maximal 50 mSv/a (effektive Dosis für ein einzelnes Jahr)	Effektive Dosis
150	Augenlinse
500	Haut (mittlere Dosis an jeder Oberfläche von 1 cm ² , unabhängig von der Größe der exponierten Fläche)
500	Hände, Unterarme, Füße, Knöchel
	Lebenszeitdosis: Keine Festlegung
	3-Monatswert: Keine Festlegung
für Auszubildende und Studierende zwischen 16-18 Jahren	
6	Effektive Dosis
50	Augenlinse
150	Haut (mittlere Dosis an jeder beliebigen Hautfläche von 1 cm ² , unabhängig von der Größe der exponierten Fläche)
150	Hände, Unterarme, Füße, Knöchel
für Frauen und Föten	
	Unterleibsdosis bei gebärfähigen Frauen: Keine Festlegung
1	Äquivalentdosis des ungeborenen Kindes (ab Zeitpunkt der Mitteilung der Schwangerschaft durch die schwangere Frau und zumindest während der verbleibenden Zeit der Schwangerschaft)
Stillende Frauen dürfen keine Arbeiten ausführen, bei denen eine beträchtliche Gefahr einer Kontamination des Körpers besteht	
für Einzelpersonen der Bevölkerung**)	
1	Effektive Dosis (höherer Wert nur unter besonderen Umständen gestattet, wenn in 5 aufeinander folgenden Jahren der Mittelwert von 1 mSv/a nicht überschritten wird)
15	Augenlinse
50	Haut (mittlere Dosis an jeder beliebigen Hautfläche von 1 cm ² , unabhängig von der exponierten Fläche)

*) Arbeitskräfte werden unterschieden nach:

a) **Personen der Kategorie A:** Dies sind strahlenexponierte Arbeitskräfte, die eine höhere effektive Dosis als 6 mSv/a oder eine höhere Äquivalentdosis als 3/10 der Grenzwerte

- für Augenlinse
- für Haut (mittlere Dosis an jeder Oberfläche von 1 cm², unabhängig von der Größe der exponierten Fläche)
- für Hände, Unterarme, Füße, Knöchel erhalten können.

b) **Personen der Kategorie B:** Personen der Kategorie B sind strahlenexponierte Arbeitskräfte, die im Kalenderjahr eine effektive Dosis zwischen 1 und 6 mSv erhalten können.

***) Zu den Einzelpersonen der Bevölkerung in diesem Sinne zählen nicht: Arbeitskräfte sowie Auszubildende und Studierende während ihrer Arbeitszeit sowie Privatpersonen, die im Zusammenhang mit der medizinischen Anwendung und Erforschung ionisierender Strahlung exponiert werden.

Im Gegensatz zur Grenzwertvorgabe für Einzelpersonen aus der Bevölkerung werden für die **Strahlenexposition der Bevölkerung insgesamt** keine Grenzwerte festgelegt. Dies zu regeln wird den Mitgliedstaaten überlassen. Allerdings sollen die Staaten dafür sorgen, dass die Exposition so niedrig gehalten werden, wie dies unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und sozialer Faktoren vernünftigerweise erreichbar ist.

Die Richtlinie [51EUR 96](#) berücksichtigt erstmals auch die Exposition durch natürliche Strahlenquellen und zwar bei Arbeiten, bei denen natürliche Strahlenquellen vorhanden sind und durch die sich die Exposition der Arbeitskräfte oder von Einzelpersonen der Bevölkerung so erheblich erhöht, dass dies aus der Sicht des Strahlenschutzes nicht außer Acht gelassen werden darf. Die Richtlinie macht allerdings keine Vorgaben für die Exposition durch Radon in Wohnungen oder infolge natürlichen Strahlenniveaus (d.h. natürliche Strahlenexposition durch kosmische Strahlung in Bodennähe, durch terrestrische Strahlung der nicht durch Eingriffe beeinträchtigten Erdrinde und durch im Körper enthaltene Radionuklide). Zum Schutz der Arbeitnehmer und gegebenenfalls von Einzelpersonen der Bevölkerung vor Exposition durch terrestrische natürliche Strahlenquellen sind von den Mitgliedstaaten geeignete Vorkehrungen zur Überwachung der Exposition und, soweit erforderlich, Maßnahmen durchzuführen.

Zum Schutz des fliegenden Personals werden geeignete Maßnahmen von Unternehmen gefordert, wenn die Exposition des fliegenden Personals durch kosmische Strahlung voraussichtlich mehr als 1 mSv/a beträgt.

Festlegungen zur Begrenzung der Dosis

- während der Lebenszeit und
 - für den Unterleib von gebärfähigen Frauen und
 - für eine erhaltene Dosis innerhalb von drei aufeinanderfolgenden Monaten (3-Monatswert)
- werden nicht getroffen. Außer für Augenlinse und Haut sowie Extremitäten werden für keine sonstigen Organe und Gewebe Grenzwerte genannt.

3.4 Nationale Dosisgrenzwerte für den bestimmungsgemäßen Betrieb kerntechnischer Anlagen und den Umgang mit radioaktiven Stoffen

Die nationalen Dosisgrenzwerte sind einerseits abhängig von der jeweiligen Personengruppe (beruflich strahlenexponiertes Personal oder Einzelpersonen der Bevölkerung) und andererseits vom Betriebszustand der strahlenschutz-relevanten Anlage (bestimmungsgemäßer Betrieb bzw. normaler Umgang oder Störfall). Diese Unterscheidung wurde in den folgenden Tabellen berücksichtigt. Grenzwerte für Expositionen aus besonderem Anlass wie z.B. Feuerwehreinsatz bei Personengefährdung und Hilfeleistung sind im Kap. 4 aufgelistet.

Tab. 3.f: Nationale Dosisgrenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen beim bestimmungsgemäßen Betrieb bzw. beim Umgang mit radioaktiven Stoffen in mSv/a

Allgemein gültige nationale Dosisgrenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen in mSv/a			
5[EUR 96] AT	StSV 6[CH StSV] CH	StrlSchV DE	Dosis/Bemerkungen
100 mSv pro 5 aufeinander folgende Jahre und maximal 50 mSv/a	20 im Kalenderjahr, im Einzelfall mit Einwilligung der Behörde max. 50 mSv/a, wenn die Summendosis der vergangenen 5 Jahre einschließlich des laufenden Jahres nicht mehr als 100 mSv beträgt.	20 im Einzelfall max. 50 mSv/a, wobei in 5 aufeinanderfolgenden Jahren 100 mSv nicht überschritten werden dürfen.	effektive Dosis
-	-	je 50	Keimdrüsen, Gebärmutter rotes Knochenmark
150	150	150	Augenlinse
-	-	je 300	Schilddrüse, Knochenoberfläche
500	500	500	Haut
je 500	je 500	je 500	Extremitäten (Hände, Unterarme, Füße, Knöchel)
-	-	je 150	Dickdarm, Lunge, Magen, Blase, Brust, Leber, Speiseröhre, andere Organe und Gewebe
-	-	400 mSv über das gesamte Berufsleben; außerdem: 10 mSv/a nach Überschreitung der Berufslebensdosis mit Einwilligung des Betroffenen	Berufslebensdosis

Tab. 3.f: (Fortsetzung) Nationale Dosisgrenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen beim bestimmungsgemäßen Betrieb und beim Umgang mit Strahlenquellen in mSv/a

Allgemein gültige nationale Dosisgrenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen (Fortsetzung)			
StrSchV AT	StSV 6[CH StSV] CH	StrlSchV DE	Dosis/Bemerkungen
16-18-Jährige			
6	5	1 (6 mit Zustimmung der Behörde)	effektive Dosis
50	-	15 (45 mit Zustimmung der Behörde)	Augenlinse
150	-	50 (150 mit Zustimmung der Behörde)	Haut
150	-	50 (150 mit Zustimmung der Behörde)	Extremitäten mit Haut
Frauen (gebärfähig bzw. schwanger)			
-	2 mSv an Oberfläche des Abdomen, ab Kenntnis der Schwangerschaft	2 mSv /Monat	Gebärmutter gebärfähiger Frauen
1 mSv für den Fötus ab Erklärung der Schwangerschaft	1 mSv (effektive Dosis) durch Inkorporation ab Kenntnis der Schwangerschaft	1 mSv für den Fötus ab Erklärung der Schwangerschaft (aus äußerer und innerer Exposition)	ungeborenes Kind

AT: Anmerkung:

In Österreich wurde die EU-Richtlinie noch nicht umgesetzt. (Stand Juli 2002). Die Werte der zulässigen Dosis für strahlenexponierte Personen sind auf Grund der Direktanwendung der EU-Richtlinie auch in Österreich anzuwenden.

AT, CH, DE: Die Beschäftigung von Personen unter 16 Jahren als beruflich strahlenexponierte Personen ist untersagt.

Tab. 3.g: Nationale Dosisgrenzwerte für die Bevölkerung (in mSv/Jahr) beim bestimmungsgemäßen Betrieb bzw. beim Umgang mit radioaktiven Stoffen

5[EUR 96] AT	StSV 6[CH StSV] CH	StrlSchV DE	Dosis / Organ
1	1*) als Summe der Dosen aller relevanten künstlichen Strahlenquellen	1 darin eingeschlossen sind Direktstrahlung und jeweils max. 0,3 mSv/a aus Ableitungen über Luft oder Wasser; übergangsweise bis 13.5.2005: 5 mSv über 5 Jahre,	effektive Dosis
-	-	je 0,9 aus Ableitungen über Luft oder Wasser	Dickdarm, Lunge, Leber, Magen, Blase, Brust, Leber, Speiseröhre, Schilddrüse, andere Organe oder Gewebe
-	-	je 0,3 infolge Ableitungen über Luft oder Wasser	Keimdrüsen, Gebärmutter, rotes Knochenmark
-	-	15, davon je 0,9 infolge Ableitungen über Luft oder Wasser	Augenlinse
-	-	50, davon je 1,8 infolge Ableitungen über Luft oder Wasser	Haut
-	-	je 1,8 infolge Ableitungen über Luft oder Wasser	Knochenoberfläche
-	-	-	Extremitäten: keine gesonderte Festlegung

AT: Anmerkung:

In Österreich wurde die EU-Richtlinie noch nicht umgesetzt. (Stand Juli 2002). Die Werte der zulässigen Dosis für strahlenexponierte Personen sind auf Grund der Direktanwendung der EU-Richtlinie auch in Österreich anzuwenden.

*) **CH:** Zusätzlich zu den personenbezogenen Dosisgrenzwerten für nichtberuflich strahlenexponierte Personen sind in der Schweiz folgende Ortsdosisgrenzwerte zu beachten: Die Ortsdosis gemäß Art. 102 Abs. 3 6[CH StSV] durch Direktstrahlung außerhalb des Betriebsareals darf maximal 1mSv/Jahr im Wohn-, Aufenthalts- und Arbeitsbereich und maximal 5 mSv/Jahr in den übrigen Bereichen (z.B. im Freien) betragen. Zusätzlich gilt für schweizerische Kernanlagen ein quellenbezogener Dosisrichtwert von 0,3 mSv/a. Darin eingeschlossen sind alle Dosispfade, max. insgesamt 0,2 mSv/a aus Ableitungen über Luft und Wasser und 0,1 mSv/a durch Direktstrahlung 8[CH HSK-R-11] 31[CH HSK-R-41].

3.5 Nationale Dosiswerte für die Auslegung gegen Störfälle (Richt- bzw. Grenzwerte)

Während das schweizerische Konzept zur Dosisbegrenzung durch Störfälle risikoorientiert ist, gehen in Deutschland Eintrittswahrscheinlichkeiten von Störfällen nicht in die Auslegungsmaßnahmen ein.

Tab. 3.h: Schweizerische Dosisrichtwerte für vorsorgliche Maßnahmen zur Vermeidung von Störfällen zum Schutz der Bevölkerung

Dosisrichtwert nach StSV 6[CH StSV] für vorsorgliche Maßnahmen	Bemerkungen
0,3 mSv/Jahr (quellenbezogener Dosisrichtwert) aus Ableitungen über Luft und Wasser sowie Direktstrahlung unter Mitberücksichtigung der durch normalen Betrieb bedingten Dosis	Effektive Dosis bei Störfällen mit einer Eintrittshäufigkeit von mehr als 10^{-1} pro Jahr
0,3 mSv/Störfall zusätzlich zur Dosis bei normalem Betrieb	Effektive Dosis bei Störfällen mit einer Eintrittshäufigkeit zwischen 10^{-1} und 10^{-2} pro Jahr
1 mSv/Störfall	Effektive Dosis bei Störfällen mit einer Eintrittshäufigkeit zwischen 10^{-2} und 10^{-4} pro Jahr
100 mSv/Störfall	Effektive Dosis bei Störfällen mit einer Eintrittshäufigkeit zwischen 10^{-4} und 10^{-6} pro Jahr Der genannte Richtwert gilt gemäß HSK-R-11 nur für Kernanlagen.

Tab. 3.i: Deutsche Grenzwerte zur Auslegung von Kernkraftwerken gegen Störfälle

Dosis in mSv/Störfall	Äquivalentdosis in der Umgebung der Anlage
50	effektive Dosis
je 50	Keimdrüsen, Gebärmutter, rotes Knochenmark
je 150	Augenlinse, Schilddrüse,
300	Knochenoberfläche
je 500	Haut, Extremitäten (Hände, Unterarme, Füße, Knöchel)
je 150	Dickdarm, Lunge, Magen, Blase, Brust, Leber, Speiseröhre, andere Organe und Gewebe.

4 Dosisrichtwerte Notfallschutz

4.1 ICRP-Empfehlungen für Eingreifrichtwerte

Die Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) veröffentlichte ihr Notfallschutzkonzept 1993 unter dem Titel "Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency" [9\[ICRP 93\]](#) (ICRP-Publikation 63). Fundament des Konzepts sind die Prinzipien der Rechtfertigung und der Optimierung von Maßnahmen. Da bei der Rechtfertigung und vor allem bei der Optimierung die Gegebenheiten des Einzelfalls zu berücksichtigen sind, gibt die ICRP nur maßnahmenspezifische Eingreifrichtwerte an, bei deren Erreichen die jeweilige Maßnahme nahezu stets gerechtfertigt ist, sowie Bereiche, in denen die optimierten Eingreifrichtwerte voraussichtlich liegen werden.

Tab. 4.a: Zusammenfassung der empfohlenen Eingreifrichtwerte nach ICRP

Eingreifrichtwert der abwendbaren Dosis (mSv)		Maßnahme/Dosisart
Nahezu stets gerechtfertigt bei	Bereich der optimierten Werte	Art der Intervention
50 effektive Dosis	Nicht mehr als ein Faktor 10 kleiner als der gerechtfertigte Wert	Verbleiben in Gebäuden /
500 Schilddrüsenäquivalentdosis	Nicht mehr als ein Faktor 10 kleiner als der gerechtfertigte Wert	Verabreichung von stabilem Iod /
500 gesamte Ganzkörperdosis (in 1 d) 500 effektive Dosis 5.000 Hautäquivalentdosis	Nicht mehr als ein Faktor 10 kleiner als der gerechtfertigte Wert	Evakuierung (Dauer < 1 Woche) /
1.000 effektive Dosis	5 bis 15 mSv pro Monat für andauernde Exposition	Umsiedlung /
10 (in 1 Jahr)	1.000 bis 10.000 Bq/kg (Beta-/Gammastrahler) 10 bis 100 Bq/kg (Alphastrahler)	Beschränkung bei einzelnen Nahrungsmitteln

Obwohl in der ICRP-Publikation 63 nur Bereiche angegeben werden, empfiehlt ICRP dringend, im Rahmen der Notfallschutzplanung für die einzelnen Schutzmaßnahmen ein Spektrum von Eingreifrichtwerten festzulegen, das verschiedenen Umständen eines Unfalls entspricht.

Beim Vergleich mit den deutschen Eingreifrichtwerten ist folgendes zu beachten:

Die Größe der Eingreifrichtwerte bei ICRP ist - falls nicht anders vermerkt - die (mindestens) abgewendete Dosis. Die Integrationszeit der Dosis ist damit nicht ein fester Zeitraum, sondern die (mögliche) Dauer der Maßnahme. Der Begriff der Evakuierung beinhaltet nicht nur eine Aussage über Art und Schnelligkeit der Durchführung, sondern auch über die Dauer der Abwesenheit vom Wohnort (< 7d). Der Richtwert von 10 mSv vermeidbarer effektiver Dosis für Eingriffe in die Versorgung mit Lebensmitteln gilt für jedes einzelne Lebensmittel.

4.2 *Basic Safety Standards (FAO, IAEA, ILO, OECD/NEA, PAHO, WHO) WHO-update zur Iodblockade*

Die International Basic Safety Standards [3\[IAEA 96\]](#) enthalten allgemeine optimierte Eingreifrichtwerte, die als Ausgangspunkt der Überlegungen benutzt werden können, die im Ereignisfall zur Entscheidung über Eingreifwerte anzustellen sind. Trotz der Bezeichnung "Safety Standards" haben die Eingreifrichtwerte nur Empfehlungscharakter.

Tab. 4.b: Empfohlene Eingreifrichtwerte für Maßnahmen bei Katastrophenfällen [3\[IAEA 96\]](#)

Maßnahmenspezifische Eingreifrichtwerte		
Vermeidbare Dosis	Integrationszeit/Anmerkung	Maßnahme
10 mSv	≤ 2 d	Verbleiben in Gebäuden
50 mSv	≤ 7 d	Vorübergehende Evakuierung
100 mGy	Organ-Folgedosis (Schilddrüsendosis)	Iodblockade der Schilddrüse
30 mSv	30 d	Vorübergehende Umsiedlung
1000 mSv	im Leben	Permanente Umsiedlung

Die allgemeinen "action levels" aus [3\[IAEA 96\]](#) für Lebensmittel werden im Rahmen der abgeleiteten Richtwerte im Kap. 5.1.2 dargestellt.

Die Haltung der WHO zur Iodblockade der Schilddrüse ist nicht eindeutig. In den 1999 erschienenen "Guidelines for Iodine Prophylaxis Following Nuclear Accidents" [10\[WHO 99\]](#) - einer Neufassung der WHO-Empfehlung von 1989 [11\[WHO 89\]](#) - wird einerseits am Eingreifrichtwert der mit WHO-Beteiligung erstellten "Basic Safety Standards" [3\[IAEA 96\]](#) von 100 mGy als allgemein gültigem Wert der vermeidbaren Dosis festgehalten, während andererseits für verschiedene Altersgruppen die folgenden Eingreifwerte empfohlen werden:

Tab. 4.c: Eingreifrichtwerte¹⁾ für verschiedene Bevölkerungsgruppen zur Beachtung bei der Planung der Iodblockade der Schilddrüse [10\[WHO 99\]](#) (in mGy)

Eingreifrichtwert mGy	Bevölkerungsgruppe	Expositionspfade, die zu berücksichtigen sind
10 vermeidbare Schilddrüsendosis	Neugeborene, Kleinkinder, Kinder, Jugendliche bis 18 Jahre, schwangere und stillende Frauen	Inhalation (und Ingestion ²⁾)
100 vermeidbare Schilddrüsendosis	Erwachsene unter 40 Jahren	Inhalation
5000 Schilddrüsendosis	Erwachsene über 40 Jahren	Inhalation

¹⁾ Diese idealistischen Werte berücksichtigen nicht die Gesichtspunkte der Praktikabilität bei Planungen für Unfälle, bei denen viele Radionuklide in unbekanntem Mengen auftreten können. (Zitat aus [10\[WHO 99\]](#)).

²⁾ Ingestion von Milch bei Kleinkindern, wenn Alternativen nicht verfügbar sind.

4.3 Nationale Dosisrichtwerte für den Notfallschutz

4.3.1 Dosis-Maßnahmen-Konzept von Österreich

Der folgenden Einteilung in Gefährdungsstufen von 0-IV liegen effektive Folgeäquivalentdosen als Erwartungsdosen im ersten Jahr nach dem Eintreten großräumiger Kontaminationen zugrunde, wobei die Strahlenbelastung einzelner Organe, insbesondere der Schilddrüse, nicht mehr als das Zehnfache dieser Werte betragen dürfen. Wird durch Überschreiten einer solchen Organdosisgrenze die nächst höhere Gefährdungsstufe erreicht, so sind sinngemäß nur jene Maßnahmen dieser Gefährdungsstufe zu setzen, die eine Reduzierung der betreffenden Organdosis ermöglichen sollen. Die Bandbreite von einer Größenordnung für die Erwartungsdosen in den einzelnen Gefährdungsstufen trägt neben der inhomogenen Verteilung großräumiger Kontamination auch der anfänglichen Unsicherheit bei der Bestimmung der Erwartungsdosen Rechnung. 50[AT Rahmenempf 92]

Tab. 4.d: Einteilung und Gefährdungsstufen für Schutzmaßnahmen (AT)

Gefährdungsstufe	Erwartungsdosis	Dosisart und Expositionspfade	Schutzmaßnahme
0	< 0,5 mSv	Effektive Folgeäquivalentdosis	Keine weiteren Maßnahmen notwendig, ergänzende Untersuchungen, volle Information der Bevölkerung
I	0,5-2,5 mSv	Effektive Folgeäquivalentdosis	Festlegung von Interventionsgrenzwerten für Nahrungsmittel, Weideverbot für Milchkühe, Aufenthaltsbeschränkung im Freien für Kinder Aufforderung zur Beachtung allgemeiner Hygienemaßnahmen
II	2,5-25 mSv	Effektive Folgeäquivalentdosis	Verbleiben in Häusern, Aufenthaltsbeschränkung im Freien für Erwachsene, Kaliumiodidtabletten für Kinder und Jugendliche, Nutztiere in Stallungen
III	25-250 mSv	Effektive Folgeäquivalentdosis	Allgemeines Aufenthaltsverbot im Freien, Schutzvorkehrungen durch Einsatztrupps, Aufenthalt in Kellern und Schutzräumen, Kalium-Iodidtabletten für Erwachsene
IV	> 250 mSv	Effektive Folgeäquivalentdosis	Daueraufenthalt in schützenden Räumlichkeiten, eventuell Evakuierungen zum geeigneten Zeitpunkt, lokale/regionale Absperrmaßnahmen, strahlenmedizinische Versorgung betroffener Personen, Umsiedlungen

4.3.2 Dosis-Massnahmen-Konzept der Schweiz

Das Dosis-Massnahmen-Konzept gibt der „Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität“ den Rahmen für die Anordnung von Schutzmaßnahmen mit dem Ziel, das gesundheitliche Risiko der Bevölkerung nach einem Ereignis mit erhöhter Aktivität klein zu halten. Primäre Größen für die Anordnung von Schutzmaßnahmen sind die (ohne Schutzmaßnahmen) während des ersten Jahres nach dem Ereignis zu erwartende, die einzuspärende und die verbleibende Dosis. Weitere wichtige Entscheidungsfaktoren sind insbesondere die verfügbare Zeit, die Durchführbarkeit der Massnahmen, die Nebenwirkungen von Massnahmen, die mögliche weitere Entwicklung der radiologischen Lage und die Gesamtlage.

Für jede der hauptsächlich in Frage kommenden Schutzmassnahmen gilt ein Dosisband mit einer unteren und einer oberen Dosischwelle. Oberhalb der oberen Dosischwelle muss die betreffende Schutzmaßnahme, wenn irgend möglich und sinnvoll, getroffen werden. Zwischen den Schwellen werden für die Entscheidung über Schutzmaßnahmen Optimierungskriterien angewendet. Unterhalb der unteren Dosischwelle sind keine Maßnahmen zu veranlassen.

Tab. 4.e: Dosisbänder (CH) für die Schutzmaßnahmen nach einem Ereignis (erwartete Dosis in mSv im ersten Folgejahr) [2][CH VEOR]

Untere-Dosischwelle mSv	Obere-Dosischwelle mSv	Dosisart und Expositionspfade	Schutzmaßnahme
1	10	Effektive Dosis aus externer Bestrahlung und durch Inhalation	Aufenthalt im Haus
10	100	Effektive Dosis aus externer Bestrahlung und durch Inhalation	Aufenthalt im Keller/Schutzraum
100	500	Effektive Dosis aus externer Bestrahlung und durch Inhalation	Evakuierung, sofern geschützter Aufenthalt ungenügend oder nicht länger möglich / zumutbar
30	300	Schilddrüsendosis aus der Inhalation und Ingestion von radioaktivem Iod	Einnahme von Iodtabletten
1	20	effektive Folgedosis aus Ingestion	Einschränkungen im Lebensmittelkonsum

4.3.3 Deutsche Dosisrichtwerte:

In Deutschland nennen die "Radiologische(n) Grundlagen für Entscheidungen über Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei unfallbedingten Freisetzungen von Radionukliden" Dosisrichtwerte für

- "Verbleiben im Haus, Einnahme von Iodtabletten und Evakuierung"
- Dekontamination (Haut)
- Umsiedlung
- die Verwertung von kontaminierten Nahrungsmitteln

Das deutsche Notfallschutzkonzept ist in den "Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen" [13\[RE 99\]](#), dem "Strahlenschutzvorsorgegesetz" [14\[StrVG 86\]](#) und den "Radiologische(n) Grundlagen für Entscheidungen über Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei unfallbedingten Freisetzungen von Radionukliden" [15\[RadGrund 99\]](#) niedergelegt. In den "Radiologischen Grundlagen" wird zwischen **Eingreifrichtwerten** und **Eingreifwerten** unterschieden. Eingreifrichtwerte sind Planungswerte, Eingreifwerte sind die im Ereignisfall zur Anwendung gelangenden Werte. In der folgenden Tabelle sind die Eingreifrichtwerte für die einzelnen Maßnahmen zusammengestellt. Von den Eingreifrichtwerten sollte im Ereignisfall nur beim Vorliegen schwerwiegender Gründe abgewichen werden.

Tab. 4.f: Deutsche Eingreifrichtwerte für die Maßnahmen „Aufenthalt in Gebäuden, Einnahme von Iodtabletten, Evakuierung, langfristige Umsiedlung und temporäre Umsiedlung“

Eingreifrichtwerte in mSv			Maßnahme
Organdosis (Schilddrüse)	effektive Dosis	Integrationszeiten und Expositionspfade	
	10	äußere Exposition in 7 Tagen und effektive Folgedosis durch in diesem Zeitraum inhalierte Radionuklide	Aufenthalt in Gebäuden
50 mSv für Kinder bis zu 12 Jahren sowie für Schwangere; 250 mSv für Personen von 13 bis 45 Jahren		im Zeitraum von 7 Tagen inhaliertes Radioiod einschließlich der effektiven Folgedosis	Einnahme von Iod- tabletten
	100	äußere Exposition in 7 Tagen und effektive Folgedosis durch in diesem Zeitraum inhalierte Radionuklide	Evakuierung
	100	äußere Exposition in 1 Jahr durch abgelagerte Radionuklide	langfristige Umsiedlung
	30	äußere Exposition in 1 Monat	temporäre Umsiedlung

Um von den örtlich unterschiedlichen Schutzfaktoren unabhängig zu werden, wird bei der Anwendung der Eingreifrichtwerte ununterbrochener Aufenthalt in Freien (24 h pro Tag) angenommen. Die mit den Eingreifrichtwerten verbundenen Maßnahmen beginnen also bereits bei realen Strahlenexpositionen, die erheblich darunter liegen.

Die deutschen Eingreifrichtwerte liegen am unteren Ende des in der ICRP Publikation 63 [9\[ICRP 93\]](#) angegebenen Intervalls für die optimierten Eingreifwerte. Bei dieser Aussage ist berücksichtigt, dass sich das eben genannte Intervall der ICRP auf die durch die entsprechende Maßnahme vermeidbare Dosis bezieht, d.h. nicht auf die Dosis bei ununterbrochenem Aufenthalt im Freien. Bei den Eingriffen in die Versorgung der Bevölkerung wird zwischen

- der (vorsorglichen) Warnung der Bevölkerung vor dem Verzehr frisch geernteter Lebensmittel und von Frischmilch einerseits und
- Eingriffen in die Versorgung mit Nahrungs- und Futtermitteln auf der Grundlage von Höchstwerten der Kontamination andererseits

unterschieden. Die genannte Warnung der Bevölkerung erfolgt in der Umgebung eines Emittenten spätestens zu Beginn einer gefahrenbringenden Freisetzung oder bei ungeklärter radiologischer Lage, im Fernbereich bei erheblichen Radionuklidkonzentrationen in der Luft. Die Höchstwerte an Radioaktivität in Nahrungs- und Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation sind in EU-Verordnungen [16\[EUR 87\]](#) [17\[EUR 89a\]](#) [18\[EUR 89b\]](#) [19\[EUR 90a\]](#) festgelegt sowie im Maßnahmenkatalog [20\[Maßnahm-kat. 99\]](#) ausführlich erläutert.

4.3.4 Nationale Dosisgrenzwerte für besondere Einsätze und Einsätze nach Störfällen

Grundsätzlich sind bei der Planung von Tätigkeiten mit erwartbar hoher Strahlenexposition die Strahlendosen vor dem Einsatz abzuschätzen und vorgegebenen Grenzwerten gegenüberzustellen. In Deutschland sind die für spezifische Arbeitsvorgänge maximal zulässigen Personendosen von den für die Personenrettung und Hilfeleistung zugrunde zu legenden zu unterscheiden.

Tab. 4.g: AT und CH: Nationale Dosisgrenzwerte für Einsatzkräfte beim Schutz der Bevölkerung, zur Lebensrettung oder Störfallbeseitigung und für nachträgliche Tätigkeiten bei Störfällen
DE: Grenzwerte für besonders zugelassene Strahlenexpositionen für spezifische Arbeitsvorgänge

StrSchV 21[AT StrSchVO] AT	StSV 6[CH StSV] CH	StrlSchV^{*)} 22[DE StrlSchV] DE	Äquivalentdosis
	50 mSv im ersten Jahr nach dem Störfall	100 mSv insgesamt im Berufsleben	Effektive Dosis für die Störfallbeseitigung
100 mSv pro Einsatz, jedoch nicht mehr als 250 mSv im Leben	250 mSv		Effektive Dosis bei Schutz der Bevölkerung insbesondere zur Lebensrettung
		300 mSv insgesamt im Berufsleben	Augenlinse
		1000 mSv insgesamt im Berufsleben	Haut Extremitäten (Hände, Unterarme, Füße, Knöchel)

*) pro begründetem Einzelfall und über das gesamte Berufsleben

Die deutschen "Radiologischen Grundlagen" [15\[RadGrund 99\]](#) beinhalten auch Festlegungen zum Strahlenschutz der Einsatzkräfte. Neben dem Anlagenpersonal gehören hierzu Personen, die aufgrund ihrer allgemeinen beruflichen Qualifikation für bestimmte Aufgaben (z.B. Messungen, Transporte, Reparaturen) eingesetzt werden, sowie Sicherheits- und Rettungspersonal (z.B. Polizei, Feuerwehr, Ärzte, Sanitäter, Krankenschwestern). Die in der folgenden Tabelle aus [15\[RadGrund 99\]](#) [23\[Feu 92\]](#) [24\[Pol 92\]](#) zusammengestellten Dosisgrenzwerte sind nach Einsatzaufgaben gegliedert.

Tab. 4.h: In der Bundesrepublik Deutschland für Einsätze der Feuerwehr und der Polizei festgelegten Dosisgrenzwerte, gegliedert nach Einsatzaufgaben und Dienstvorschriften ([23\[Feu 92\]](#) | [24\[Pol 92\]](#))

Dosisgrenzwert nach der Unterlage		Einsatzaufgabe / Grundlage
Feuerwehr-Dienstvorschrift (FwDv 9/1)	Leitfaden Polizei (LF 450)	
	5 mSv pro Schadensereignis	Absperrmaßnahmen
15 mSv pro Einsatz	15 mSv Die Dosis aus Absperrmaßnahmen und zum Schutz von Sachwerten ist auf höchstens 15 mSv pro Jahr zu beschränken.	Einsätze zum Schutz von Sachwerten
100 mSv pro Einsatz	höchstens 100 mSv pro Jahr	Einsätze zur Abwehr einer Gefahr für Personen oder zur Verhinderung einer wesentlichen Schadensausweitung
250 mSv pro Einsatz und Leben (auch ohne Beurteilung durch einen Sachverständigen, außer in Bereichen nach §§ 6,7,9 AtG)	250 mSv	Einsatz zur Rettung von Menschenleben
Eine Ganzkörperdosis von 250 mSv darf auf Entscheidung des Einsatzleiters nur überschritten werden, wenn dies nach Beurteilung durch einen Sachverständigen notwendig und vertretbar ist. Die betroffenen Einsatzkräfte sind auf die besondere Lage hinzuweisen.		Überschreitung der Höchstdosis beim Einsatz zur Rettung von Menschenleben
Im Laufe eines Lebens sollte eine Ganzkörperdosis von 250 mSv nicht überschritten werden. Die mittlere Ganzkörperdosis im Verlaufe mehrerer Jahre sollte 50 mSv/a nicht überschreiten.	Die Summe der ermittelten effektiven Dosen soll im Leben den Wert von 250 mSv nicht überschreiten.	Lebenszeitdosis

Die Aussagen des LF 450 gelten explizit auch für Einsätze bei einem kerntechnischen Unfall. Die Werte sind identisch mit den Grenzwerten für die effektive Dosis von Personen, die zur Abwehr von Gefahren für Personen, Rettungsmaßnahmen und Hilfeleistung eingesetzt werden. [22\[DE StrlSchV\]](#) .

5 Abgeleitete Grenzwerte und Richtwerte

5.1 Internationale Werte

5.1.1 EU-Grenzwerte für Inkorporation (künstliche und natürliche Radionuklide)

Der Rat der Europäischen Gemeinschaft hat auf der Grundlage seiner früheren Richtlinie Nr. 80/836/Euratom aus 1980 in der geänderten Richtlinie 96/29/Euratom aus 1996 Dosisgrenzwerte festgelegt [4\[EUR 80\]](#) , [5\[EUR 96\]](#) .

Für die Ermittlung einer Strahlenexposition wird die Summe aus externer und interner Exposition gebildet. Die aus diesen Komponenten ermittelte effektive Dosis wird mit dem Grenzwert der effektiven Dosis verglichen.

Folgende Grenzwerte wurden für die effektive Dosis festgelegt [5\[EUR 96\]](#) (siehe auch [Kap. 3.3](#)):

- 100 mSv über einen Zeitraum von fünf aufeinanderfolgenden Jahren für strahlenexponierte Arbeitskräfte. Der Grenzwert darf 50 mSv pro Jahr nicht überschreiten.
- 1 mSv pro Jahr für Einzelpersonen der Bevölkerung. Es können unter besonderen Umständen höhere Werte zugelassen werden. Allerdings darf der durchschnittliche Wert in fünf aufeinanderfolgenden Jahren den Wert von 1 mSv pro Jahr nicht überschreiten.

Im allgemeinen wird die nach Inkorporation (Ingestion bzw. Inhalation) radioaktiver Stoffe wirksam werdende effektive Folgedosis aus dem Produkt des jeweiligen altergruppenabhängigen effektiven Dosiskoeffizienten (Sv/Bq) eines bestimmten Radionuklids und der Aktivität des Radionuklids ermittelt. Treten mehrere Radionuklide zusammen bzw. als Gemisch gleichzeitig auf, ist zur Abschätzung der effektiven Dosis die Summe der effektiven Folgedosen der einzelnen Radionuklide zu ermitteln.

Mit Ausnahme von Radon- und Thoron-Zerfallsprodukten sind - nach Radionukliden geordnet - die Werte der Dosiskoeffizienten der effektiven Folgedosis (Ingestion und Inhalation) für

- Einzelpersonen der Bevölkerung,
- Auszubildende und Studierende (zwischen 16 und 18 Jahren),
- strahlenexponierte Arbeitskräfte und
- Auszubildende und Studierende ab 18 Jahren

in Tabellen des Anhangs III der EU-Richtlinie [5\[EUR 96\]](#) angegeben. Die Werte dieser Dosiskoeffizienten variieren größenordnungsmäßig von

$$1 \cdot 10^{-3} \text{ Sv/Bq bis } 1 \cdot 10^{-15} \text{ Sv/Bq}$$

und sind für Einzelpersonen der Bevölkerung für 7 verschiedene Altersgruppen aufgelistet. Für die Berechnung der effektiven Folgedosis durch Inhalation bei strahlenexponierten Arbeitskräften wird zwischen zwei Aerosolgrößen (1µm und 5µm aerodynamischer Äquivalentdurchmesser (AED)) unterschieden.

Bei der Ermittlung der effektiven Dosis im Falle einer Inhalation eines Radionuklids spielt nicht nur die Größe des radionuklidhaltenden Aerosols (Aerosolgrößen: 1µm bzw. 5µm AED) eine Rolle, sondern auch die chemische Verbindung, in dem das Radionuklid enthalten ist. Für die Dosiskoeffizienten werden, je nach Art der inhalierten Verbindung, unterschiedliche Werte angegeben. Die Verbindungen werden in drei Lungenabsorptionsklassen unterteilt:

- Klasse F („fast“): schnelle „Clearance“ aus der Lunge
- Klasse M („moderate“): mittlere „Clearance“ aus der Lunge und
- Klasse S („slow“): langsame „Clearance“ aus der Lunge

Zusätzlich sind f_1 -Werte (Anteil der Aktivität, die aus dem Magen-Darm-Trakt in das Blut oder in

die sonstigen Körperflüssigkeiten gelangt) für die Berechnung von Dosiskoeffizienten für die Ingestion und Lungenabsorptionsklassen und f_1 -Werte für die chemische Form der Elemente zur Berechnung der Dosiskoeffizienten für die Inhalation angegeben.

Wird bei einer Dosis allein die interne Exposition berücksichtigt, können aus den oben angegebenen Grenzwerten für die effektive Dosis für jedes Radionuklid Grenzwerte für die Aktivitätszufuhr berechnet werden.

5.1.2 FAO/WHO-Richtwerte für Radionuklide in Lebensmitteln

In Band 1, Abschnitt 6.1 des Codex Alimentarius [25\[FAO/WHO\]](#) schlagen die Food and Agriculture Organization (FAO) und die World Health Organization (WHO) der Vereinten Nationen gemeinsam die in den nachfolgenden Tabellen genannten Eingreifrichtwerte vor.

Tab. 5.a Eingreifrichtwerte der FAO/WHO für Radionuklide in Hauptnahrungsmitteln für Erwachsene zum allgemeinen Verzehr

Dosis-Konversionsfaktor Sv/Bq	Repräsentative Radionuklide	Richtwert Bq/kg
10^{-6}	Pu-239, Am-241	10
10^{-7}	Sr-90	100
10^{-8}	I-131, Cs-134, Cs-137	1000

Tab. 5.b Eingreifrichtwerte der FAO/WHO für Radionuklide in Milch und gebrauchsfertiger Nahrung von Kleinkindern (Infants)

Dosis-Konversionsfaktor Sv/Bq	Repräsentative Radionuklide	Richtwert Bq/kg
10^{-5}	Pu-239, Am-241	1
10^{-7}	I-131, Sr-90	100
10^{-8}	Cs-134, Cs-137	1000

Der jeweilige Eingreifrichtwert gilt für die Summe der Radionuklide in der betreffenden Gruppe. Die Werte beruhen auf einem primären Eingreifrichtwert von 5 mSv und einem jährlichen Konsum von 550kg Nahrungsmitteln, die alle kontaminiert sind.

Zu einer interpretationsbedürftigen Tabelle vereinigt, findet man dieselben Eingreifrichtwerte in den International Basic Safety Standards [2\[IAEA 96\]](#). Dort umfasst die Gruppe Cs-134/Cs-137 auch die Radionuklide Sr-89, Ru-103 und Ru-106.

Zu ihren Eingreifrichtwerten geben FAO/WHO folgende Erläuterungen: Zweck der Eingreifrichtwerte ist es, die Nahrungsmittelströme im internationalen Handel zu regulieren. Wenn die Eingreifrichtwerte überschritten sind, sollten die Regierungen entscheiden, ob und unter welchen Umständen die Nahrungsmittel innerhalb ihres Territoriums verteilt werden sollen.

Die sehr viel weniger differenzierten, abgeleiteten Eingreifrichtwerte der ICRP [9\[ICRP 93\]](#) findet man bei den ICRP-Empfehlungen für Eingreifrichtwerte, (siehe Tab. 4.a).

5.1.3 EU-Höchstwerte an Radioaktivität in Nahrungs- und Futtermittel in radiologischen Notstandssituationen

In der Verordnung (Euratom) Nr. 3954/87 [16\[EUR 87\]](#) vom 22.12.1987 und den weiteren, hierzu ergangenen Verordnungen [17\[EUR 89a\]](#) [18\[EUR 89b\]](#) [19\[EUR 90a\]](#) hat der Rat der Europäischen Gemeinschaft "Höchstwerte an Radioaktivität in Nahrungsmitteln und Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation" festgelegt.

Bei den Nahrungsmitteln werden mehrere Gruppen unterschieden: [26\[EUR 99\]](#)

- Nahrungsmittel für Säuglinge (eindeutig als solche gekennzeichnet und für die ersten vier bis sechs Lebensmonate bestimmt),
- Milcherzeugnisse (nur bestimmte),
- Andere Nahrungsmittel außer Nahrungsmittel von geringer Bedeutung,
- flüssige Nahrungsmittel wie Obstsaft oder Wein,
- Nahrungsmittel von geringer Bedeutung.

Die Höchstwerte wurden abgeleitet von einer Dosisbegrenzung auf

2,5 mSv	Effektivdosis für Säuglinge während der ersten sechs Monate und
25 mSv	Schilddrüsendosis für diese Personengruppe sowie
5 mSv	effektive Folgeäquivalentdosis für Erwachsene und
50 mSv	Folgeäquivalentdosis für das Organ Schilddrüse.

Methoden, Datenbasis und Annahmen, die bei der Erstellung der Tabelle 5.c aus der angegebenen Dosisbegrenzung angewendet wurden, sind in [27\[LUYKX\]](#) detailliert beschrieben.

Tab. 5.c: Höchstwerte für Nahrungsmittel nach der EU

Radionuklid bzw. Radionuklidgruppe	Milcherzeugnisse Bq/kg	Hauptnahrungsmittel*) Bq/kg	Nahrungsmittel geringer Bedeutung*) Bq/kg bzw. Bq/l	Nahrungsmittel für Säuglinge*) Bq/kg bzw. Bq/l	Flüssige Nahrungsmittel**) Bq/l
Strontiumisotope, insbesondere Sr-90	125	750	7.500	75	125
Iodisotope, insbesondere I-131	500	2.000	20.000	150	500
Alphateilchen emittierende Plutoniumisotope und Transplutoniumisotope, insbesondere Pu-239, Am-241	20	80	800	1	20
Alle übrigen Radionuklide mit einer Halbwertszeit von mehr als 10 Tagen, insbesondere Cs-134 und Cs-137 (gilt nicht für H-3 und C-14)	1.000	1.250	12.500	400	1.000

*) Zu den Hauptnahrungsmitteln zählen Getreideprodukte, Gemüse, Obst, Käse, Fleisch und Fisch. Nahrungsmittel für Säuglinge sind eindeutig als solche gekennzeichnet und für die ersten vier bis sechs Monate bestimmt.

Zu den Lebensmitteln von geringer Bedeutung sind insbesondere zu zählen: Gewürze; Kräutertees; gezuckerte (haltbar gemachte) Früchte, Fruchtschalen und andere Pflanzenteile; Hefe und andere nicht lebende Einzeller; Hopfen (Blütenzapfen); Kapern; Kaviar und Kaviarersatz; Knoblauch; Küchenkräuter; Maniok und dessen Produkte; Maranta; Paranüsse; Algen; Topinambur; Trüffel; Salep; Schalen von Zitrusfrüchten und Melonen; Süßkartoffeln; Vitamine und Provitamine; Gelier-, Verdickungs- und Überzugsmittel pflanzlicher Herkunft (Zusatzstoffe); usw [18|EUR89b|](#).

) Für **Trinkwasser sollten nach dem Ermessen der zuständigen nationalen Behörden identische Werte gelten. Flüssige Nahrungsmittel sind Frucht- und Gemüsesäfte, Mineralwasser, Bier und Wein.

Die spezifischen Aktivitäten und Aktivitätskonzentrationen in Tab. 5.c gelten für die Summe der Aktivitäten innerhalb der in der ersten Spalte jeweils angegebenen Radionuklidgruppe.

Die Höchstwerte gelten für zum unmittelbaren Verzehr bestimmte Erzeugnisse und Zubereitungen. Die für Konzentrate und getrocknete Erzeugnisse geltende Höchstgrenze wird anhand der verzehrsfähigen Zubereitung (Verdünnung) errechnet.

Die EG hat für den Fall eines nuklearen Unfalls für die dann tolerierbaren Gehalte an Cs-134 und Cs-137 in Futtermitteln folgende Werte vorsorglich festgelegt: [16\[EUR 87\]](#), [19\[EUR 90a\]](#)

Cs-134 und Cs-137 in Futtermitteln für Schweine:	1.250 Bq/kg
Cs-134 und Cs-137 in Futtermitteln für Geflügel, Lämmer, Kälber:	2.500 Bq/kg
Cs-134 und Cs-137 in Futtermitteln für sonstige Tiere:	5.000 Bq/kg

5.1.4 EU-Grenzwerte für Trinkwasser

In der EG-Trinkwasser-Richtlinie [28\[98/83/EG\]](#) wurden die Mindestanforderungen an die Qualität von Trinkwasser und Wasser für den menschlichen Gebrauch geregelt:

Tab. 5.d Parameterwerte für die Qualität von Trinkwasser

Radionuklid / Parameter	Parameterwert*)	Einheit	Anmerkungen
Tritium	100	Bq/l	Anmerkung 1
Gesamtrichtdosis	0,10	mSv/Jahr	Anmerkung 1 und 2

*) Die Parameterwerte beruhen auf den verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnissen und berücksichtigen auch das Vorsorgeprinzip. Sie sind so gewählt worden, dass Wasser für den menschlichen Gebrauch ein Leben lang unbedenklich verwendet werden kann, und bieten daher ein hohes Gesundheitsschutzniveau.

Anmerkung 1: Ein Mitgliedstaat ist nicht verpflichtet, eine Überwachung von Trinkwasser im Hinblick auf Tritium oder Radioaktivität zur Festlegung der Gesamtrichtdosis durchzuführen, wenn er davon überzeugt ist, dass -auf der Grundlage anderer durchgeführter Überwachungen - der Wert für Tritium bzw. der berechnete Gesamtrichtwert deutlich unter dem Parameterwert liegt. In diesem Fall teilt er der Kommission die Gründe für seinen Beschluss und die Ergebnisse dieser anderen Überwachungen mit.

Anmerkung 2: Mit Ausnahme von Tritium, Kalium-40, Radon und Radonzerfallsprodukten.

Ergänzend zur EG-Trinkwasserrichtlinie wurden in der Empfehlung der EU-Kommission vom 20.12.2001 Richtwerte („Referenzwerte“) für Radon und die langlebigen Radonfolgeprodukte Po-210 und Pb-210 festgelegt. [19a\[EU-01-Rn in Trinkw\]](#) Diese sind in Tab. 5e zusammengestellt.

Tab. 5.e: Richtwerte für natürliche Radionuklide in Trinkwasser gemäß EU-Empfehlung

Radionuklid	Richtwert	Einheit
Rn-222	100 bis 1.000 *)	Bq/l
Po-210	0,1	Bq/l
Pb-210	0,2	Bq/l

*) Die Mitgliedstaaten sollten oberhalb einer Konzentration von 100 Bq/l einen Referenzwert für Radon festlegen, bei dessen Überschreitung zu prüfen ist, ob Gegenmaßnahmen zum Schutz der menschlichen Gesundheit erforderlich sind. Bei Konzentrationen über 1.000 Bq/l werden Gegenmaßnahmen aus Strahlenschutzgründen als gerechtfertigt angesehen.

5.1.5 EU-Höchstwerte beim Import landwirtschaftlicher Erzeugnisse in Mitgliedsländer

Am 30. Mai 1986 beschloss der Ministerrat die Verordnung Nr. 1707/86 [29\[EUR 86\]](#) mit den Höchstwerten der spezifischen Aktivität von Cs-134 plus Cs-137, die in Tab. 5.f angegeben und auf Nahrungsmittel anzuwenden sind, die aus Drittländern in die EU importiert werden..Diese befristete Verordnung [29\[EUR 86\]](#) in der z.Zt. rechtskräftigen Fassung [30\[EUR 90b\]](#) wurde mehrmals verlängert und gilt z.Z. bis zum 31.03.2010. [32\[EUR 00\]](#)

Tab. 5.f: EU- Höchstwerte für importierte landwirtschaftliche Erzeugnisse

Radionuklide	Milch, Milcherzeugnisse und Lebensmittel für Kleinkinder (bis zum 6. Lebensmonat) Bq/kg *)	Andere Erzeugnisse Bq/kg *)
(Cs-134 + Cs-137)	370	600

*) : Konzentrate und Trockenprodukte als verzehrsfähige Zubereitung, die in Packungen für den Einzelhandel dargeboten werden und die eindeutig als Zubereitungen für Kleinkinder gekennzeichnet und etikettiert sind.

5.2 Nationale Werte

5.2.1 Nationale Werte für Emission, Immission und Kontamination

Emission:

CH: Die Aktivitätsgrenzwerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe über die Fortluft und das Abwasser (als Abgabelimite bezeichnet) werden für alle Kernanlagen vom sogenannten quellenbezogenen Dosisrichtwert von 0.3 mSv/Jahr abgeleitet [8\[CH HSK-R-11\]](#). Sind mehrere Kernanlagen bzw. Abgabestellen an einem Standort konzentriert, so wird dieser Dosisrichtwert auf diese Kernanlagen in Dosiskontingente weiter unterteilt. Mit dem in der HSK-Richtlinie R-41 [31\[CH HSK-R-41\]](#) beschriebenen Ausbreitungs- und Expositionsmodell werden die maximalen Jahres- und Wochen-Aktivitätsableitungen nuklid- bzw. nuklidgruppenspezifisch berechnet, wobei für verschiedene Betriebszustände die zu erwartenden Radionuklidvektoren sowie der durch Direktstrahlung verursachte Dosisanteil berücksichtigt werden.

Für nicht kerntechnische Anlagen wie z.B. Krankenhäuser, Forschungsinstitute oder Industriebetriebe sind die radioaktiven Ableitungen über Abwasser oder Abluft auf das 100fache des absoluten Werts der Freigrenze LE (siehe Tab. 9.5.e im Anhang) pro Monat begrenzt, wobei das Abwasser maximal eine Konzentration von 1/100 der Freigrenze und die Abluft eine Aktivitätskonzentration von 1/300 des Luftaktivitätsrichtwerts CA (siehe Tab. 9.5.c im Anhang) aufweisen darf.

DE: In Deutschland wird die Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft oder Wasser aus Anlagen durch die für Einzelpersonen aus der Bevölkerung kalenderjährlich zulässige Strahlendosis begrenzt: (siehe Nationale Dosisgrenzwerte für die Bevölkerung, Tab. 3.g)

Von der Festlegung von Aktivitätsmengen kann abgesehen werden, wenn die aus Strahlenschutzbereichen mit Luft oder Wasser abgeleiteten Aktivitätskonzentrationen im Jahresdurchschnitt bestimmte Werte nicht überschreiten. Diese Werte sind für Radionuklidgemische aus der Anlage VII, Teil D abzuleiten und für einzelne Radionuklide in der Anlage VII, Tab. 4 der Strahlenschutzverordnung [22\[DE StrlSchV\]](#) aufgeführt. Sie sind an der Grenze eines Strahlenschutzbereichs einzuhalten.

Zur Ermittlung der zulässigen nuklidspezifischen Ableitungskonzentrationen für **Ableitungen mit der Luft** ist zu unterscheiden, ob Fortluftströme $<10^4 \text{m}^3 \text{h}^{-1}$ oder zwischen $10^4 \text{m}^3 \text{h}^{-1}$ und $10^5 \text{m}^3 \text{h}^{-1}$ liegen. Bestimmend dafür, welche Tabellenwerte (Tab. 4 oder Tab. 5) in Anlage VII der Strahlenschutzverordnung 22[DE StrlSchV] für einige kurzlebige Radionuklide oder Edelgase herangezogen werden müssen, ist letztlich, ob die Inhalation oder die Submersion grenzwertbestimmend ist.

Nuklidspezifisch variieren die Werte der zulässigen Ableitungskonzentrationen für (inhalationsdosisrelevante) Radionuklide mit der Abluft größenordnungsmäßig zwischen 10^{-4}Bq/m^3 und 10^4Bq/m^3 bzw. dem Zehnfachen dieser Werte bei niedrigen Abluftraten. - Die Werte der submersionsdosisrelevanten Radionuklide variieren zwischen $1 \cdot 10^2 \text{Bq/m}^3$ und $2 \cdot 10^8 \text{Bq/m}^3$.

Zur Ermittlung der zulässigen nuklidspezifischen Ableitungskonzentrationen für Ableitungen mit dem **Abwasser** werden die beiden Fälle unterschieden, in denen die Abwassermengen kleiner oder größer als $10^5 \text{m}^3 \text{a}^{-1}$ sind. Heranzuziehen sind dann die Aktivitätskonzentrationswerte der Tab. 4 der Anlage VII, Teil D der Strahlenschutzverordnung 22[DE StrlSchV]. Bei niedrigen Abwasserabgaberraten ($\leq 10^5 \text{m}^3 \text{a}^{-1}$) können die nuklidspezifischen Konzentrationen bis zum Zehnfachen der nachfolgend genannten Werte betragen:

Werte variieren zwischen 10^1Bq/m^3 und 10^7Bq/m^3

Für abzuleitende **Radionuklidgemische**, für die keine jährlichen Ableitungsmengen festgesetzt worden sind, gelten die in Tab. 6 der Anlage VII genannten Aktivitätskonzentrationen 22[DE StrlSchV]. Deren Werte variieren

für Radionuklidgemische in der **Luft** zwischen $1 \cdot 10^{-5} \text{Bq/m}^3$ und $1 \cdot 10^{-3} \text{Bq/m}^3$ und
für Radionuklidgemische im **Wasser** zwischen $1 \cdot 10^1 \text{Bq/m}^3$ und $1 \cdot 10^3 \text{Bq/m}^3$

Sie hängen davon ab, welche der die Radiotoxizität maßgeblich bestimmenden Radionuklide im Radionuklidgemisch ausgeschlossen werden können.

Beispiele für einige ausgewählte Radionuklide finden sich im Anhang.

Immission:

AT: Die höchstzulässigen Konzentrationen radioaktiver Stoffe in Atemluft und Wasser werden aus den jährlich höchstzulässigen Dosen abgeleitet und werden nuklidspezifisch in Tabellenform in Tabelle A, B, C und D der Anlage 5 zur Österreichischen Strahlenschutzverordnung 21[AT StrSchVO] angegeben. In den Tabellen A, B, C und D der Anlage 5 sind die höchstzulässigen Aktivitäten im Gesamtkörper und im kritischen Organ enthalten.

CH: Neben den Abgabelimiten (Emissionsgrenzwerte) gewährleisten einerseits Immissionsgrenzwerte und Grenz- sowie Toleranzwerte für Lebensmittel die Einhaltung der Dosisrichtwerte für die Bevölkerung in der Schweiz (nichtberuflich strahlenexponierte Personen außerhalb des Betriebsbereichs).

Tab. 5.g: Schweizerische Immissionsgrenzwerte gemäß Art. 102 Abs. 1+2 6[CH-StSV]

Immissionsmedium	Grenzwert
Radioaktive Stoffe in der Luft außerhalb des Betriebsareals	Im Jahresmittel maximal 1/300 des Richtwertes für die Daueraktivität in der Luft für beruflich strahlenexponierte Personen (CA). Der Aufenthalt in Luft mit einer Aktivitätskonzentration 1CA während 40 Stunden pro Woche und 50 Wochen pro Jahr führt zu einer effektiven Dosis von 20mSv. Der Richtwert ist nuklidspezifisch bestimmt.
Radioaktive Stoffe in öffentlich zugänglichen Gewässern	Im Wochenmittel maximal 1/50 der Freigrenze für die spezifische Aktivität in Bq/kg (LE), wobei die Ingestion von 1 kg eines Stoffes der spezifischen Aktivität 1LE zu einer Folgedosis von 10 µSv führt.
Direktstrahlung außerhalb des Betriebsareals	Die Ortsdosisleistung darf nicht zu Ortsdosen führen, die in Wohn-, Aufenthalts- und Arbeitsräumen 1 mSv pro Jahr und in anderen Bereichen 5 mSv pro Jahr übersteigen.

DE: Es gilt übergeordnet die EU-Richtlinie Nr. 96/29, wenn sich nicht aus der deutschen Strahlenschutzverordnung niedrigere Werte ergeben.

Während seither in Deutschland nach der aus 1989 stammenden Strahlenschutzverordnung sowohl für beruflich Strahlenexponierte als auch für Einzelpersonen aus der Bevölkerung maximal zulässige Werte für die jährliche Aktivitätszufuhr zum Menschen über die Atemluft oder Wasser und Nahrung genannt waren, ist dies nach der revidierten Strahlenschutzverordnung von 2001 nicht mehr für den allgemeinen Fall formuliert. Zur Ermittlung der Strahlenexposition eines Individuums über Inkorporationen radioaktiver Stoffe sind sowohl Expositionspfade als auch Lebensgewohnheiten für 6 Altersgruppen als auch einige weitere Annahmen zur Ausbreitung zu Grunde zu legen. [22\[DE StrlSchV\] Anl. VII, Teil A-C\]](#) und [33\[Dosiskoeff.\]](#).

Kontamination:

AT: In der Anlage 11 der Strahlenschutzverordnung 21[AT StrSchVO] finden sich die höchstzulässigen Werte der Kontamination, wobei in der nachstehenden Tabelle die höchstzulässigen Kontaminationen an der Oberfläche, die nicht überschritten werden dürfen, angegeben sind.

Für die höchstzulässige Dosisleistung der Gammastrahlen kontaminierter Oberflächen gilt:

0,005 mSv/h in 5 cm Abstand von der Oberfläche.

Tab. 5.h: Österreichische Kontaminationsgrenzwerte für Schutzmaßnahmen

Betrachtete Fläche	Grenzwerte für die Toxizitätsklasse 1	Grenzwerte für die Toxizitätsklasse 2-4
Flächen mit weniger als 100cm ² sowie Laboratoriumsgegenstände, wie Glaswaren und Werkzeuge	Alphastrahler 3,7 Bq/cm ² Betastrahler 37 Bq/cm ²	Alpha- u. Betastrahler 37 Bq/cm ²
Flächen ab 100cm ²	Alphastrahler 0,37 Bq/cm ² Betastrahler 3,7 Bq/cm ²	Alpha- u. Betastrahler 3,7 Bq/cm ²
Kleidung, Unterwäsche und Unterziehhandschuhe	Alphastrahler 0,37 Bq/cm ² Betastrahler 3,7 Bq/cm ²	Alpha- u. Betastrahler 3,7 Bq/cm ²
Oberkleidung, Schutzkleidung und Schuhe	Alphastrahler 3,7 Bq/cm ² Betastrahler 18 Bq/cm ²	Alpha- u. Betastrahler 18 Bq/cm ²
Hautpartien, Hände	Alphastrahler 111 Bq/cm ² Betastrahler 1110 Bq/cm ²	Alpha- u. Betastrahler 1110 Bq/cm ²
Haut anderer Körperpartien (Mittelwert über 30 cm ²)	Alphastrahler 0,37 Bq/cm ² Betastrahler 3,7 Bq/cm ²	Alpha- u. Betastrahler 3,7 Bq/cm ²

CH und DE: Das deutsche Atomrecht nennt nicht nur den Schutz des Menschen, sondern auch den der Umwelt (Sachgüter) als vorrangiges Ziel. Demzufolge dürfen - mit wenigen eng begrenzten Ausnahmen - keine Gegenstände in Verkehr gebracht werden, durch deren Gebrauch und Verwendung radioaktive Stoffe unzulässig weiterverbreitet werden würden. Die sinngemäß identische Bedeutung der in Deutschland für Materialien gültigen Werte für Oberflächenkontamination haben die in der Schweiz gültigen Richtwerte für die **Kontaminationen außerhalb kontrollierter Zonen**. Festhaftende Kontaminationen brauchen i.d.R. nur außerhalb kontrollierter Bereiche berücksichtigt zu werden. Grundsätzlich werden nuklidspezifische obere Werte vorgegeben, wobei die sog. Summenformel anzuwenden ist, wenn gleichzeitig mehrere Radionuklide vorliegen [6\[CH StSV\]](#) und [22\[DE StrlSchV\]](#).

In Deutschland gibt es in der neuen StrlSchV keine Grenzwerte bei Oberflächenkontaminationen mehr. Diese Grenzwerte sind bewusst herausgenommen worden. Es gibt nur noch als Vorgabe die „Einhaltung der Werte für Oberflächenkontaminationen“.

Die Werte für oberflächlich haftende Kontaminationen an Gütern sind nach Bereichen und Radionukliden gestaffelt. (§44 und Anlage III, Tab. 1, Spalten 4 und 5 aus:) [22\[DE StrlSchV\]](#)

Beispiele für einige ausgewählte Radionuklide finden sich im Anhang.

Tab. 5.i: Richtwerte und Werte für Oberflächenkontaminationen (CH und DE) -Übersicht-

Richtwerte und Werte für Oberflächenkontaminationen			
		Richtwert CH	Werte DE
1	Wert für Schutzmaßnahmen bei Oberflächenkontamination außerhalb von Kontrollbereichen (DE) bzw. außerhalb von kontrollierten Zonen (CH)	nuklidspezifisch zwischen 0,1 und 1000 Bq/cm ² (Summenformel beachten) Beispiele für Richtwerte sind in Tab. 9.5.c im Anhang zu finden.	nuklidspezifisch zwischen 0,1 und 100 Bq/cm ² (Summenformel beachten)
2	Werte für einzelne Radionuklide, für die die Oberflächenkontamination in 22[DE StrlSchV] von Arbeitsplätzen und Gegenständen außerhalb kontrollierter Bereiche nicht genannt sind		- für Alphastrahler: 0,1Bq/cm ² - für Beta- und Gammastrahler (außer Elektroneneinfänger): 1 Bq/cm ² - für Elektroneneinfänger (<0,2MeV): 100 Bq/cm ²
3	Maßnahmen in Überwachungsbereichen	identisch zu Zeile 1	beim 10-fachen der Werte aus Zeile 1, nur für nicht-festhaftende Oberflächenkontaminationen
4	Maßnahmen in kontrollierten Zonen bzw. in Kontrollbereichen	siehe Tabelle 5.k	beim 100-fachen der Werte aus Zeile 1, nur für nicht festhaftende Oberflächenkontaminationen
	Gemittelt über eine Fläche von	100 cm ²	300 cm ²
Anmerkung: Diese Tabelle gilt nicht für Freigaben von festen oder flüssigen Reststoffen, Bauschutt, Bodenaushub oder freizugebenden Bodenflächen			

CH: Richtwerte und Einteilungen zum Schutz des beruflich strahlenexponierten Personals:

Zur Begrenzung der Strahlenexposition des beruflich strahlenexponierten Personals sind in der Schweiz für strahlenschutzrelevante Tätigkeiten kontrollierte Zonen oder Arbeitsbereiche verschiedener Typen, je nach möglicher Kontamination bzw. zu handhabender offener Radioaktivitätsmenge, einzurichten. Je nach Typ sind Schutzmittel, Bekleidung und Mindestausstattung der Räume bezüglich Dekontaminierbarkeit, Raumluftwechselrate, Feuerwiderstandsklassen u.s.w. vorgeschrieben. Die kontrollierten Zonen müssen innerhalb eines überwachten Betriebsareals gelegen sein.

Die maximal zulässige Kontamination für die jeweiligen Bereiche und Zonentypen sind als Mehrfaches von Oberflächenkontaminations- und Luftkonzentrationsrichtwerte vorgegeben (siehe folgende Tabelle). Die Richtwerte sind nuklidspezifisch für die wichtigsten Radionuklide im Anhang aufgelistet. Bei Radionuklidgemischen wird über eine Summenformel der Richtwert ermittelt. Bei Kontaminationen der Kleidung oder Haut ist durch Dekontamination der Oberflächenrichtwert gemäss der Zone Typ I zu erreichen.

Tabelle 5.k: Maximal zulässige Oberflächenkontaminationen und Luftaktivitätskonzentrationen als Mehrfaches der Richtwerte (siehe Tabelle zu 5.2.1 im Anhang) innerhalb kontrollierter Zonen in der Schweiz (siehe HSK-Richtlinie R-07 34[CH HSK-R-07])

Bereich, Zone bzw. Kleidung oder Haut	Maximal zulässige Oberflächenkontamination ^{*)}	Maximal zulässige Raumlufkonzentration
Zone Typ 0	1facher Richtwert	0,01facher Richtwert
Zone Typ I	1facher Richtwert	0,1facher Richtwert
Zone Typ II	10facher Richtwert	0,1facher Richtwert
Zone Typ III	100facher Richtwert	1facher Richtwert
Zone Typ IV	unbeschränkt	unbeschränkt
Kleidung oder Haut	1 CS	-

*) Bei Oberflächen ist nur die lose (nicht festhaftende) Oberflächenkontaminationen zu berücksichtigen.

Beispiele für nuklidspezifische Oberflächenkontaminations- bzw Raumlufkonzentrationsrichtwerte sind in Anhang 9 zu finden.

Je nach **Arbeitsbereichstyp** (d.h. je nach Laborausstattung) darf eine maximale Aktivitätsmenge pro Tag als offene Aktivität gehandhabt werden. Die Obergrenze der täglich gehandhabten Aktivität wird nuklidspezifisch auf das Mehrfache der Bewilligungsgrenze LA festgelegt (siehe Anhang, Tab. 9.5.e). Einige nuklidspezifische Beispiele für die Bewilligungsgrenze sind in der entsprechenden Tabelle zu Kap. 5.4 im Anhang aufgelistet

Tab. 5.l: Maximal handhabbare offene Aktivität in den unterschiedlichen Arbeitsbereichen:

Arbeitsbereich	Zulässige, tägliche Handhabungsaktivität
Labor Typ C	1 bis 100 LA
Labor Typ B	bis zu 10.000 LA
Labor Typ A	>10.000 LA gemäß Bewilligung im Einzelfall

Zusätzlich werden Gebiete mit Dosisleistungen größer 10 $\mu\text{Sv/h}$ je nach Größenordnung der möglichen Dosisleistung markiert, abgegrenzt oder abgesperrt und gekennzeichnet. Man unterscheidet Gebietstypen, wie in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 5.m: Einteilung von Gebieten je nach mittlerer Ortsdosisleistung in der Schweiz (siehe HSK-Richtlinie R-07 34[CH HSK-R-07])

Gebietstyp	Dosisleistung in $\mu\text{Sv/h}$	Bedingungen
Überwacher Bereich (außerhalb kontrollierter Zone)	20 $\mu\text{Sv/Woche}$ ($<0,12\mu\text{Sv/h}$)	an Orten, an denen sich nichtberuflich strahlenexponierte Personen aufhalten können. Bei schwankenden Dosisleistungen ist eine Mittelung über 1 Woche zulässig.
Überwacher Bereich (außerhalb kontrollierter Zone)	100 $\mu\text{Sv/Woche}$ ($<0,6\mu\text{Sv/h}$)	an Orten ohne dauernden Aufenthalt
V (innerhalb kont. Zone)	<10	
W (innerhalb kont. Zone)	<100	
X (innerhalb kont. Zone)	<1.000	
Y (innerhalb kont. Zone)	<10.000	
Z (innerhalb kont. Zone)	> 10.000	Gesperrt z.B. durch Personensicherheitsanlagen

DE: Für die Kontaminationen auf der Haut gibt es für beruflich strahlenexponierte Personen den Grenzwert der Organdosis für die Haut von 500mSv, aber keine abgeleiteten Grenzwerte für

Dekontaminationsmaßnahmen. Gemäß Strahlenschutzverordnung 22[DE StrlSchV] sind unverzüglich Maßnahmen zu treffen, die geeignet sind, weitere Strahlenexpositionen und eine Weiterverbreitung radioaktiver Stoffe zu verhindern, wenn an Personen, die Kontrollbereiche verlassen, in denen offene radioaktive Stoffe vorhanden sind, eine Kontamination festgestellt wird.

Die deutsche Strahlenschutzkommission [35\[BAnz 1990\]](#) empfiehlt jedoch Richtwerte für technische, medizinische und wissenschaftliche Einrichtungen, in denen entsprechend dem Atomgesetz und der Strahlenschutzverordnung mit offenen radioaktiven Stoffen umgegangen wird. Die Richtwerte basieren auf der Grundlage von Dosisgrenzwerten der Strahlenschutzverordnung in der Fassung vom 30. Juni 1989.

Mit Hilfe von Äquivalentdosisleistungsfaktoren, die für zahlreiche Radionuklide zur Verfügung stehen, lässt sich die lokale Hautdosis durch Multiplikation mit der flächenbezogenen Aktivität auf der Haut und mit der Dauer der Kontamination unter Berücksichtigung der physikalischen Halbwertszeit berechnen. Für die Berechnung der Äquivalentdosisleistungsfaktoren wird angenommen, dass sich die als strahlenempfindlich geltende Schicht überwiegend in einer Hauttiefe von 50 bis 100 μm befindet; gegenüber der Verwendung einer Hauttiefe von 70 μm führt diese Annahme zu etwas höheren Äquivalentdosisleistungsfaktoren.

Bei der Festlegung eines Richtwertes, der zur Entscheidung über weitere Dekontaminationsmaßnahmen dient, ist davon auszugehen, dass die Aktivitätskonzentration exponentiell mit der Tiefe in der Hornschicht abnimmt. Die vollständige Abschilferung dieser Schicht innerhalb von zwei Wochen führt zu einer zeitlich sehr raschen exponentiellen Abnahme der auf der Haut verbleibenden Aktivität. Die den Dosisberechnungen zugrunde gelegte Verweildauer von einer Woche hat daher eine erhebliche Überschätzung der tatsächlichen Dosis zur Folge.

Grundlage für die Ableitung eines Richtwertes ist der primäre Grenzwert für Haut im Kalenderjahr von 300 mSv nach der früheren Strahlenschutzverordnung 36[DE StrlSchV 1989]. Der höhere Grenzwert der Teilkörperdosis für Hände, Unterarme, Füße, Unterschenkel, Knöchel, einschließlich der dazugehörigen Haut, von 500 mSv im Kalenderjahr wird hierbei nicht herangezogen [36\[DE StrlSchV 1989\]](#).

Für eine nach einigen Dekontaminationsschritten verbleibende Hautkontamination wird ein einheitlicher Richtwert der flächenbezogenen Aktivität von 10 Bq/cm^2 festgelegt, bei dessen Unterschreitung weitere Dekontaminationsmaßnahmen unterbleiben können. Diese Festlegung führt dazu, dass für mehr als 90 % der in der Empfehlung genannten Radionuklide bei einer Verweildauer von einer Woche weniger als 1 % des Jahresdosisgrenzwertes 300 mSv erreicht wird, und dass mit einer Ausnahme (Cf 254) alle Dosiswerte unter 5 % dieses Grenzwertes (= 15 mSv) liegen. Für schnell und vollständig beseitigte Kontaminationen sind die Dosiswerte noch erheblich niedriger.

Bei dieser Festlegung ist berücksichtigt, dass selbst bei mehrmaligen, nicht entfernbaren Kontaminationen im Kalenderjahr ein hinreichender Abstand zu den Grenzwerten der Strahlenschutzverordnung (auch für Personen der Kategorie B) sichergestellt ist. Damit sind die Beiträge von radioaktiven Tochternukliden, die bei der Kontaminationsmessung nicht erfasst werden, ebenso abgedeckt wie eventuelle Unsicherheiten bei der Dosisermittlung.

In der nachstehenden Tabelle sind Werte der flächenbezogenen Aktivität beispielhaft zusammengestellt, die unter Berücksichtigung der physikalischen Halbwertszeiten bei der genannten Verweildauer von einer Woche zu einer Hautdosis in Höhe von 1 % dieses Jahresdosisgrenzwertes von 300 mSv führen [36\[DE StrlSchV 1989\]](#).

Tabelle 5.n: Werte der flächenbezogenen Aktivität einiger Radionuklide, die bei einer Verweildauer von einer Woche zu einer Hautdosis in Höhe von 1 % des Jahresdosisgrenzwertes von 300 mSv führen [36\[DE StrlSchV 1989\]](#).

Radionuklid	Flächenbezogene Aktivität (Bq/cm²)	Radionuklid	Flächenbezogene Aktivität (Bq/cm²)
C-14	100	I-131	20
Co-60	20	Cs-137	10
Sr-90	10	Ce-141	10
Y-90	25		

Darüber hinaus wird empfohlen, dass der einheitliche Richtwert von 10 Bq/cm² auch auf die Radionuklide anzuwenden ist, die aufgrund der kurzen Reichweite ihrer Strahlung keinen Beitrag zur Dosis der als strahlenempfindlich geltenden Hautschicht liefern (z.B. H-3). Hierdurch wird eine ausreichende Vorsorge gegen eine Gefährdung durch Verschleppung von radioaktiven Stoffen aus dem Kontrollbereich gewährleistet, wobei davon ausgegangen wird, dass es sich bei verbleibenden Restkontaminationen um sehr seltene Ereignisse handelt und die verbliebene Aktivität fest auf der Haut haftet. Bei Kontaminationen, deren Ausdehnung über die Fläche von Kopf und Händen hinausgeht, sind besondere Überlegungen anzustellen.

5.2.2 Nationale Werte für Lebensmittel und Futtermittel

AT: Es gilt die EU-Richtlinie (Euratom) [5|EUR 96](#), wenn sich nicht aus der österreichischen Strahlenschutzverordnung [2|AT StrSchVO](#) niedrigere Werte ergeben.

Tab. 5.o: In Österreich geltende Grenzwerte für die radioaktive Kontamination von Lebensmitteln. (Werte in Bq/kg Frischmasse bzw. Bq/l)

Nahrungsmittel	Grenzwert in (Bq/kg bzw. Bq/l)	Bezugsnuklid
Kinder- und Säuglingsnahrungsmittel, bezogen auf das genüßfertig zubereitete Produkt.	11,1	Cs-137
Vollmilch, Sauermilch, Joghurt und ähnliche Milcherzeugnisse, Frischkäse einschließlich Topfen. Gilt auch für Schaf- und Ziegenmilch sowie die entsprechenden Produkte daraus. Bei Trockenmilch und Kondensmilch bezogen auf die vorgesehene Verdünnung.	185 185	Cs-137 I-131
Hartkäse, Schnittkäse, Weichkäse, Sauermilchkäse, Schmelzkäse, auch aus Schaf- oder Ziegenmilch.	592	Cs-137+Cs-134
Fleisch, Innereien und anderer genießbarer Schlachthanfall von Geflügel und Schweinen (ausgenommen Wildschweine) sowie totes Geflügel*).	185	Cs-137+Cs-134
Fleisch, Innereien und anderer genießbarer Schlachthanfall von anderen Tieren als vorstehend genannt (außer von Wild)*).	592	Cs-137+Cs-134
Obst, Gemüse, Pilze und Erzeugnisse aus diesen Lebensmitteln**).	74	I-131
Nüsse (Walnüsse), Haselnüsse und anderes Schalenobst (ohne Schale).	592	Cs-137+Cs-134
Honig	592	Cs-137+Cs-134
Trinkwasser (Richtwerte***)	3,7 1,85 0,074	I-131 Cs-137 Sr-90

*) Die beiden letztgenannten Grenzwerte gelten auch für Fleischwaren, entsprechend der verwendeten Ausgangsware, unter Berücksichtigung des Herstellungsverfahrens (z.B. Abtrocknung).

**) An Betriebe zur Weiterverarbeitung (z.B. für Marmelade, Fruchtsaft oder Obstsirup) kann auch stärker kontaminiertes Obst abgegeben werden. Die Verarbeitungsprodukte dürfen den Grenzwert nicht überschreiten. Für Obstsirup ist die vorgesehene Rückverdünnung zu berücksichtigen. Bei Erzeugnissen aus Obst, Gemüse oder Pilzen, die im Zuge eines Trocknungs- oder sonstigen Verarbeitungsvorganges durch Wasserentzug eine Veränderung der Aktivitätskonzentration erfahren haben, darf der Grenzwert bei Rückrechnung auf den durchschnittlichen Wassergehalt der Ausgangsware nicht überschritten werden.

***) Bei den Richtwerten für I-131, Cs-137 und Sr-90 im Trinkwasser handelt es sich um empfohlene Werte, nicht aber um Werte, die durch Verordnung als Grenzwerte vorgeschrieben sind.

CH: Radioaktive Stoffe dürfen in oder auf Lebensmittel nur in gesundheitlich unbedenklichen und technisch unvermeidbaren Mengen vorhanden sein. Als Höchstkonzentration gilt die Konzentration eines Stoffes und seiner Folgeprodukte, die zum Zeitpunkt der Abgabe an den Konsumenten vorhanden sein darf. Als gilt der Toleranzwert. In den Fällen, bei denen es keinen Toleranzwert gibt, gilt der Grenzwert. In Ausnahmefällen kann als Höchstkonzentration statt des Toleranzwerts der Grenzwert als gültig erklärt werden.

Tab. 5.p: Schweizerische Toleranz- bzw. Grenzwerte für Lebensmittel nach der Fremd- und Inhaltsstoff-Verordnung (FIV) 37[CH FIV] gemäß Art 108 6[CH-StSV])

Radionuklid bzw. Radionuklidgruppe	Toleranz- bzw. Grenzwert in Bq/kg im Lebensmittel (LM)				
	Toleranzwert (TW)	Grenzwert			
		alle Lebensmittel	LM allgemein	Flüssige LM (Bq/l)	Säuglingsanfangsnahrung
Tritium	1.000	10.000	10.000	3.000	100.000
Kohlenstoff-14	200	10.000	10.000	1.000	100.000
Strontium-Isotope	1	750	125	75	7.500
Iod-Isotope	10	2.000	500	150	20.000
Künstliche Alphastrahler (z.B. Pu-239, Am-241)	0,1	80	20	1	800
Natürliche Alphastrahler Gruppe I (Ra-224, Th-228, U-234, U-235, U-238)	kein TW	50	10	10	500
Natürliche Alphastrahler Gruppe II (Pb-210, Po-210, Ra-226, Ra-228, Th-230, Th-232, Pa-231)	kein TW	5 ***	1	1	50
Übrige Radionuklide z.B. Cs-134, Cs-137, ohne K-40	10 **)	1.250	1.000	400	12.500

*) Zu den Lebensmitteln von geringer Bedeutung sind insbesondere zu zählen: Gewürze; Kräutertees; gezuckerte (haltbar gemachte) Früchte, Fruchtschalen und andere Pflanzenteile; Hefe und andere nicht lebende Einzeller; Hopfen (Blütenzapfen); Kapern; Kaviar und Kaviarersatz; Knoblauch; Küchenkräuter; Maniok und dessen Produkte; Maranta; Paranüsse; Algen; Topinambur; Trüffel; Salep; Schalen von Zitrusfrüchten und Melonen; Süsskartoffeln; Vitamine und Provitamine; Gelier-, Verdickungs- und Überzugsmittel pflanzlicher Herkunft (Zusatzstoffe); usw.

***) Für Cäsiumisotope gilt für Wildfleisch und Wildpilze ein Toleranzwert: 600 Bq/kg (Summe der Cs-137 und Cs-134-Aktivität)

*** hier gibt es die Ausnahme von 150 Bq/kg für Meerestiere

DE: In Deutschland gibt es Aktivitätsbegrenzungen in Lebensmitteln lediglich für Trinkwasser. (Unbeschadet gelten natürlich die sog. Importgrenzwerte gemäß Tab. 5.f). Die nationale Trinkwasserverordnung [38\[Trinkw01\]](#) basiert auf der EG-Trinkwasserrichtlinie.

Tab. 5.q: Nationale Parameterwerte für die Qualität von Trinkwasser

Radionuklid / Parameter	Grenzwert	Einheit	Bemerkungen
Tritium	100	Bq/l	Anmerkung 1
Gesamtrichtdosis	0,1	mSv/Jahr	Anmerkung 1 und 2

Anmerkung 1: die zuständige Behörde ist nicht verpflichtet, eine Überwachung von Trinkwasser im Hinblick auf Tritium oder der Radioaktivität zur Festlegung der Gesamtrichtdosis durchzuführen, wenn sie auf der Grundlage anderer durchgeführter Überwachungen davon überzeugt ist, dass der Wert für Tritium bzw. der berechnete Gesamtrichtwert deutlich unter dem Parameterwert liegt. In diesem Fall teilt sie dem Bundesministerium für Gesundheit über die zuständige oberste Landesbehörde die Gründe für Ihren Beschluss und die Ergebnisse dieser anderen Überwachungen mit.

Anmerkung 2: Mit Ausnahme von Tritium, Kalium-40, Radon und Radonzerfallsprodukten.

Grenzwerte für Radionuklide in Mineralwasser:

AT: In Österreich sind keine Grenzwerte für Radionuklidgehalte speziell in Mineralwasser festgelegt.

CH: In der Schweiz gelten die Werte aus der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV) 37[CH FIV] (und Tabelle 5.p, Spalte „Flüssige Lebensmittel“)

DE: In Deutschland sind bisher keine Grenzwerte festgelegt. Allerdings sind in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift [39\[AVV 84\]](#) zur Verordnung über natürliches Mineralwasser, Quellwasser und Tafelwasser [40\[MIN 84\]](#) Angaben gefordert, die zur amtlichen Anerkennung natürlicher Mineralwässer zu begutachten sind:

- Radioaktivität (natürliche Alphastrahler)
- Alpha-Aktivität an der Probenahmestelle (Quelle)
- Alpha-Restaktivität nach 2 bis 15 Tagen.

Begutachtungskriterien sind allerdings nicht bekannt.

5.2.3 Freigaben

AT: Soweit es mit den Erfordernissen des Schutzes von Leben und Gesundheit vereinbar ist, kann in Österreich die Behörde zulassen, dass folgende radioaktive Abfälle wie inaktive Abfälle beseitigt werden dürfen:

- a) feste Abfälle, die radioaktive Stoffe mit Halbwertszeiten von mehr als 100 Tagen enthalten, sofern deren mittlere spezifische Radioaktivität 370 kBq/m^3 nicht überschreitet
- b) Abfälle, die radioaktive Stoffe mit Halbwertszeiten bis zu 100 Tagen enthalten, wenn die Aktivität der in der Abfallmenge enthaltenen radioaktiven Stoffe die Bewilligungsfreigrenze nicht überschreitet und innerhalb von drei Tagen nicht mehr als zehn solcher Abfallmengen getrennt beseitigt werden

CH und **DE**: In Deutschland und in der Schweiz unterliegt die Freigabe von beweglichen Gegenständen, Materialien, Gebäuden, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteilen, die aktiviert oder mit radioaktiven Stoffen kontaminiert sind, sowohl ihrer Art nach als auch hinsichtlich der Radionuklide den unterschiedlichsten Freigabewerten. Auch ist von Belang, ob sie wiederverwertet, weiterverwendet, weitergegeben oder beseitigt werden sollen.

Die Freigabe erfolgt in der Schweiz durch den die Bewilligung innehabenden Betrieb, der dementsprechende Voraussetzungen erfüllen muss (Messvorschriften, Messgeräte, ausgebildetes Personal). Näheres wird durch eine Richtlinie der Aufsichtsbehörden [7\[CH HSK-R-13\]](#) geregelt. Bei größeren Mengen ist die Freigabe der jeweiligen Aufsichtsbehörde zu melden.

Tab. 5.r: Freigabe von Materialien und Immobilien in Bq/cm² bzw. Bq/g

Freigabe von Materialien und Immobilien		
	Bereich für Freigabewerte *) CH (Größenordnung)	Bereich für Freigabewerte DE (Größenordnung)
Uneingeschränkte Freigabe von festen Stoffen und Flüssigkeiten (mit Ausnahme von Bauschutt und Bodenaushub)	10 ⁻² bis 10 ⁴ Bq/g, (= 1LE) 10 ⁻¹ bis 10 ³ Bq/cm ² (= 1CS) und 0.1 µSv/h in 10 cm	10 ⁻² bis 10 ⁴ Bq/g
Uneingeschränkte Freigabe von Bauschutt und Bodenaushub (mehr als 1000t/a)	10 ⁻² bis 10 ⁴ Bq/g, (= 1LE) 10 ⁻¹ bis 10 ³ Bq/cm ² (= 1CS) und 0.1 µSv/h in 10 cm	10 ⁻² bis 10 ⁴ Bq/g
Uneingeschränkte Freigabe von Bodenflächen	10 ⁻¹ bis 10 ³ Bq/cm ² (= 1CS)	10 ⁻² bis 10 ¹ Bq/g
Uneingeschränkte Freigabe von Gebäuden zur Wieder-, Weiterverwendung	10 ⁻¹ bis 10 ³ Bq/cm ² (= 1CS) und 0.1 µSv/h in 10 cm	10 ⁻² bis 10 ³ Bq/cm ²
Eingeschränkte Freigabe von festen Stoffen und Flüssigkeiten (mit Ausnahme von Bauschutt und Bodenaushub)	10 ⁻² bis 10 ⁴ Bq/g, (= 1LE) 10 ⁻¹ bis 10 ³ Bq/cm ² (= 1CS) und 0.1 µSv/h in 10 cm	10 ⁻¹ bis 10 ⁴ Bq/g
Freigabe von Gebäuden zum Abriss	10 ⁻¹ bis 10 ³ Bq/cm ² (= 1CS) und 0.1 µSv/h in 10 cm	10 ⁰ bis 10 ⁷ Bq/cm ²
Uneingeschränkte Freigabe von Gegenständen des täglichen Gebrauchs	10 ⁻⁴ bis 10 ² Bq/g, (= 1/100LE) ansonsten wie oben	
Eingeschränkte Freigabe**) von Metallschrott zur Recyclierung		10 ⁻¹ bis 10 ⁴ Bq/g
Eingeschränkte Freigabe**) von zu deponierenden Abfällen	10 ² bis 10 ⁶ Bq/g (= 100LE), (= 1CS) und 10µSv/h, ansonsten wie oben	

*) In der Schweiz gilt für die Freigabe generell (bis auf die letzten drei Tabellenzeilen) für die absolute oder spezifische Aktivität:

<1Freigrenze (LE), <1Kontaminationsrichtwert (CS) und <0,1µSv/h in 0,1m Abstand.

**) In der Schweiz muss die eingeschränkte Freigabe von der Behörde bewilligt werden. Dazu ist zu beweisen, dass keine Person eine Dosis >0,01mSv/Jahr akkumuliert.

Beispiele für einige ausgewählte Radionuklide finden sich im Anhang, Tab. 9.5.c und Tab. 9.5.e.

5.3 *Nationale Werte beim Notfallschutz – Maßnahmenkataloge*

AT: Im Auftrag des Krisenmanagements beim Bundeskanzleramt haben einzelne Arbeitsgruppen in Österreich Unterlagen für Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach einer großräumigen Kontamination erarbeitet. Als großräumige Kontamination wird jeder Unfall/Vorfall betrachtet, der ein großes Gebiet eines österreichischen Bundeslandes betrifft, dies kann z. B. durch einen Kernkraftwerksunfall, Absturz eines Flugkörpers mit radioaktivem Inventar oder Atombombenexplosion verursacht werden. [51\[AT Rahmenplan\]](#)

a.) Musterverordnungen:

Es wurden Musterverordnungen nach § 38 Strahlenschutzgesetz [52\[AT StrSchG\]](#) erarbeitet. Im Falle einer großräumigen Kontamination sollen damit rasch und umfassend notwendige Maßnahmen eingeleitet werden können. Nach § 38 des Strahlenschutzgesetzes ist der Landeshauptmann verpflichtet, umfangreiche Schutz- und Sicherungsmaßnahmen anzuordnen. Die Musterverordnungen gliedern sich aufgrund des zeitlichen Ablaufs eines nuklearen Schadensereignisses in die Kataloge A bis C

Katalog A:	Maßnahmen während und unmittelbar nach Eintritt einer radioaktiven Kontamination;
Katalog B:	Mittelfristige Maßnahmen nach weitestgehender Kenntnis der Lage;
Katalog C:	Langfristig zu setzende Folgemaßnahmen.

b.) Probenziehungspläne:

Im Falle einer großräumigen Kontamination durch radioaktiven Fallout müssen eine Reihe von Umwelt- und Nahrungsmittelproben gezogen und von Messlabors ausgewertet werden. Es wurde daher ein Probenziehungsplan erstellt, der auf den Verlauf eines Ereignisses und auf unterschiedliche Höhen der Kontamination abgestimmt ist. In den Probenziehungsplänen werden vier wesentliche Phasen behandelt:

1. Vorwarnphase
2. Während der Kontamination
3. Nach Ende der Deposition
4. Spätphase

c.) Richtlinie für die Durchführung von Arbeiten bei großräumiger radioaktiver Kontamination:

Im Falle einer großräumigen radioaktiven Kontamination kann die Verrichtung einer Arbeit im Freien zu einer erhöhten Strahlenexposition der damit betrauten Personen führen. Mit Hilfe dieser Richtlinie können Entscheidungen getroffen werden, welche Arbeitserwartungsdosen bei Durchführung der Arbeiten auftreten und es kann dann festgelegt werden, ob die betreffende Arbeit

- uneingeschränkt durchgeführt werden kann,
- zeitlich begrenzt werden muss,
- oder zur Gänze auf später verschoben werden kann.

d.) Primäre und Sekundäre Interventionsrichtwerte für die Empfehlung zur Iodprophylaxe mittels Iodtabletten

Eine Einnahme von Kaliumiodidtabletten wird empfohlen, wenn die Erwartungsdosis für die Schilddrüse durch Inhalation (primäre Interventionsrichtwerte gemäß WHO) die in Tab. 5.s aufgeführten Werte übersteigt:

Tab. 5.s Interventionswerte zur Einnahme von Kaliumiodidtabletten

Interventionsdosis (Sv)	Dosisart	Anwendungsbereich
0,01	Schilddrüsendosis	bei Kindern und Jugendlichen < 17 Jahre (abwendbare Dosis)
0,10	Schilddrüsendosis	bei Erwachsenen > 17 Jahre, jedoch < 45 Jahre (abwendbare Dosis)
5	Schilddrüsendosis	bei Erwachsenen > 45 Jahre (Erwartungsdosis)

Aus den in der nachfolgenden Tabelle genannten Werten können unter bestimmten Annahmen sekundäre Interventionsrichtwerte in Bezug auf die Aktivitätskonzentration von I-131 in Luft abgeleitet werden.

Tab. 5.t Luftkonzentrationswerte zur Einnahme von Kaliumiodidtabletten (Sekundäre Interventionsrichtwerte)

Einnahme von Iodtabletten, wenn die I-131 -Aktivitätskonzentration (aerosol- und gasförmig) in Luft im Freien die in der Tabelle genannten Werte übersteigt oder es absehbar ist, dass sie sie übersteigen wird:	
Luftaktivitätskonzentration in kBq/m ³	Anwendungsbereich
2	Kind (< 17 Jahre)
40	Erwachsener (17 bis 45 Jahre)
2.000	Erwachsener (> 45 Jahre)

CH: Abgeleitete nationale Werte beim Notfallschutz gibt es in der Schweiz weder als gesetzliche Vorschrift noch als verwaltungstechnische Empfehlung, sondern es werden im Notfall die aus Messwerten (z.B. Luftkontamination, Kontamination von Lebensmitteln) zu erwartende Dosis mittels Modellen berechnet und durch Vergleich mit den (in Kap. 4.3.2 genannten) Dosisbändern die jeweilige Schutzmassnahme ergriffen. Hierfür wurde in der Schweiz die Nationale Alarmzentrale mit den erforderlichen Computerprogrammen ausgestattet.

DE: Im Auftrag des BMU wurde in Deutschland ein Katalog von Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach kerntechnischen Unfällen erarbeitet und im Jahr 1999 veröffentlicht.

Die darin behandelten Maßnahmen unterteilen sich in Katastrophenschutzmaßnahmen und in Maßnahmen der Strahlenschutzvorsorge [20\[Maßnahm-kat.\]](#). Schwerpunkt im Katalog sind die zuletzt genannten Maßnahmen. Zur Berechnung der abgeleiteten Richtwerte im Ernährungsbereich wurden die EU-Höchstwerte an Radioaktivität in Nahrungsmitteln herangezogen. (siehe Kap. 5.1.3) -. Die EU-Höchstwerte für Futtermittel wurden dagegen im Maßnahmenkatalog nicht herangezogen, da diese die Einhaltung der Höchstwerte in Nahrungsmitteln nicht gewährleisten.

Die Maßnahmen sind situationsangepasst

- vor und während des Durchzuges der radioaktiven Wolke sowie
- nach dem Durchzug der Wolke

zu treffen. Die wichtigsten abgeleiteten Eingreifrichtwerte, bei deren Erreichen Notfallschutzmaßnahmen einzuleiten sind, zeigen die nachfolgenden Tabellen.

Tab. 5.u: Deutsche Eingreifrichtwerte für Katastrophenschutzmaßnahmen beim Auftreten luftgetragener Aktivität

Zeitintegrierte Luftkonzentration (Bq·h/m ³) Cs-137		Zeitintegrierte Luftkonzentration (Bq·h/m ³) Edelgase	Zeitintegrierte Luftkonzentration (Bq·h/m ³) I-131		Katastrophenschutzmaßnahmen
trocken	5 mm/h Regen		trocken	5 mm/h Regen	
			7,0·10 ⁴		Einnahme von Iodtabletten (Kinder/Schwangere)
7,9·10 ⁵	3,2·10 ⁴	2,8·10 ⁸	7,3·10 ⁵	6,1·10 ⁴	Aufenthalt in Gebäuden
9,2·10 ⁵			9,8·10 ⁵		Tragen von (provisorischem) Atemschutz
			7,4·10 ⁵		Einnahme von Iodtabletten (Erwachsene)
7,9·10 ⁶	3,3·10 ⁵	2,8·10 ⁹	7,3·10 ⁶	6,3·10 ⁵	Evakuierung

Tab. 5.v: Deutsche Eingreifrichtwerte für Katastrophenschutzmaßnahmen bei Ablagerung radioaktiver Stoffe

Bodenkontamination (Bq/m ²)		Katastrophenschutzmaßnahmen
Cs-137	I-131	
3,0·10 ⁷	6,0·10 ⁷	Aufenthalt in Gebäuden
3,0·10 ⁸	6,0·10 ⁸	Evakuierung

Tab. 5.w: Deutsche Eingreifrichtwerte zur Einleitung von Vorsorgemaßnahmen bei Auftreten luftgetragener Aktivität

Zeitintegrierte Luftkonzentration (Bq·h/m ³) Cs-137		Zeitintegrierte Luftkonzentration (Bq·h/m ³) I-131		Strahlenschutzvorsorgemaßnahmen
trocken	5 mm/h Regen	trocken	5 mm/h Regen	
5,2·10 ²		1,2·10 ⁴		Schutzmaßnahmen bei Gebäudefilterwechsel
4,3·10 ³		1,0·10 ⁵		Filterwechsel von LKW-Luftfiltern
4,5·10 ³		1,0·10 ⁵		Schutzmaßnahmen bei LKW-Luftfilterwechsel
7,5·10 ⁵	4,5·10 ³	4,5·10 ⁶	1,0·10 ⁵	Schutzmaßnahmen bei der Lagerung kontaminierter Kleidung
4,1·10 ⁶	2,4·10 ⁴	1,6·10 ⁶	3,6·10 ⁴	Aufenthalt im Freien vermeiden Nach Aufenthalt im Freien Kleidung wechseln

Tab. 5.x: Deutsche Eingreifrichtwerte zur Einleitung von Vorsorgemaßnahmen bei Ablagerung radioaktiver Stoffe

Bodenkontamination (Bq/m ²)		Strahlenschutzvorsorgemaßnahmen
Cs-137	I-131	
2,1·10 ⁷	8,7·10 ⁷	Temporäre Umsiedlung
1,2·10 ⁷		Langfristige Umsiedlung

Tab. 5.y: Deutsche Eingreifrichtwerte zur Einleitung von Vorsorgemaßnahmen beim Auftreten luftgetragener Aktivität

Zeitintegrierte Luftkonzentration (Bq·h/m ³), trocken		Maßnahmen im Bereich Landwirtschaft und Ernährung
Cs-137	I-131	
3,5·10 ²	1,7·10 ²	Unverzügliche Ernte von vermarktungsfähigen Produkten Abdecken von Pflanzen mit Folien Verschließen von Gewächshäusern und Frühbeeten Verschluss von Stallungen Aufstallung von Tieren Unterbindung des Zulaufs von Zisternen

Tab. 5.z: Deutsche Eingreifrichtwerte zur Einleitung von Vorsorgemaßnahmen bei Ablagerung radioaktiver Stoffe

Bodenkontamination (Bq/m ²)			Maßnahmen im Bereich Landwirtschaft und Ernährung
Cs- 137	I- 131	Sr- 90	
6,5·10 ²	7,0·10 ²		Unverzügliche Ernte von vermarktungsfähigen Produkten Abdecken von Pflanzen mit Folien Verschließen von Gewächshäusern und Frühbeeten Verschluss von Stallungen Aufstallung von Tieren
7,0·10 ⁶		5,0·10 ⁵	Unterbindung des Zulaufs von Zisternen Anbau von Nicht-Nahrungspflanzen Änderung der Fruchtfolge Aufforstung landwirtschaftlicher Flächen

Nach dem Durchzug einer radioaktiven Wolke wird die Vermarktung im landwirtschaftlichen Bereich entsprechend den dargestellten EU-Höchstwerten geregelt (siehe Kap. 5.1.3). Damit diese Höchstwerte nicht erreicht werden, sind zahlreiche Vorsorgemaßnahmen möglich [4|ICRP 26|](#).

5.4 Genehmigungsfreiheit und Genehmigungs- oder Anzeigerfordernis

Die EU gibt in der Rahmenrichtlinie 5[EUR 96] vor, dass grundsätzlich alle Tätigkeiten anzumelden oder zu genehmigen sind, die mit einer Gefährdung durch ionisierende Strahlung aus einer künstlichen oder aus einer natürlichen Strahlenquelle verbunden sind, wenn dabei natürliche Radionuklide aufgrund ihrer Radioaktivität, Spaltbarkeit oder Bruteigenschaft verarbeitet werden oder verarbeitet worden sind.

Darunter fallen folgende Tätigkeiten:

- a) die Herstellung, Bearbeitung, Handhabung, Verwendung, der Besitz, die Lagerung, die Beförderung, die Einfuhr in und die Ausfuhr aus der Gemeinschaft und die Beseitigung radioaktiver Stoffe;
- b) der Betrieb jeder elektrischen Ausrüstung, die ionisierende Strahlung aussendet und Komponenten enthält, die mit einer Potentialdifferenz von mehr als 5 kV betrieben werden;
- c) jegliche andere von einem Mitgliedstaat besonders angegebene Tätigkeit.

Von der Anmeldepflicht jedoch sind folgende Tätigkeiten ausgenommen:

- a) grundsätzlich der Umgang mit radioaktiven Stoffen, wenn deren Werte für die Aktivität oder spezifische Aktivität die nuklidspezifischen Freigrenzen nicht überschreitet
- b) der Einsatz von bauartzugelassenen Geräten, wenn darin die Strahlenquellen umschlossen sind und die Dosisleistung in 0,1m von der berührbaren Oberfläche unter 1 $\mu\text{Sv/h}$ liegt.
- c) der Einsatz von bauartzugelassenen elektrischen Geräten, wenn die Dosisleistung im Abstand von 0,1m von der berührbaren Oberfläche unter 1 $\mu\text{Sv/h}$ liegt.
- d) Materialien, die mit radioaktiven Stoffen aus genehmigten Freigaben kontaminiert sind.

Grundsätzlich kann eine Freistellung einer Tätigkeit von der Anmeldepflicht dann erfolgen, wenn hiernach für Einzelpersonen aus der Bevölkerung keine höhere effektive Dosis als 10 $\mu\text{Sv/Jahr}$ resultiert. Dies ist im allgemeinen erfüllt, wenn entweder die Aktivität oder die spezifische Aktivität der betreffenden Radionuklide die Werte der Aktivität in Spalten 2 oder der spezifischen Aktivität in Spalte 3 der Tabelle A in 5[EUR 96] nicht überschreiten.

Den Tatbestand einer bloßen Anzeige über ein beabsichtigtes Vorhaben, wie es ihn in früheren Rechtsverordnungen gab, gibt es nicht mehr; dagegen können jetzt Radioaktivität enthaltende Materialien aus einer genehmigten Tätigkeit über ein Freigabeverfahren aus der Überwachung herausgenommen werden, wenn bestimmte Freigabewerte eingehalten werden.

Einer vorherigen Genehmigung bedürfen mindestens folgende Tätigkeiten:

- a) der Betrieb und die Stilllegung jeder Anlage des nuklearen Brennstoffkreislaufs sowie den Betrieb und die Stilllegung von Uranbergwerken;
- b) der absichtliche Zusatz radioaktiver Stoffe bei der Produktion und Herstellung von Arzneimitteln und die Einfuhr oder die Ausfuhr solcher Erzeugnisse;
- c) der absichtliche Zusatz radioaktiver Stoffe bei der Produktion und Herstellung von Konsumgütern und die Einfuhr oder die Ausfuhr solcher Erzeugnisse;
- d) die absichtliche Verabreichung radioaktiver Stoffe an Personen und, sofern Strahlenschutz von Menschen betroffen ist, Tiere zum Zwecke der ärztlichen oder tierärztlichen Diagnose, Behandlung oder Forschung;
- e) die Verwendung von Röntgenanlagen oder radioaktiven Strahlenquellen für die industrielle Radiographie oder die Behandlung von Erzeugnissen oder die Forschung oder zum Zweck der ärztlichen Behandlung sowie die Verwendung von Beschleunigern mit Ausnahme von Elektronenmikroskopen.

Darüber hinaus ist eine vorherige Genehmigung für die sich aus einer anmelde- oder

genehmigungspflichtigen Tätigkeit ergebende Beseitigung, Wiederverwertung oder Wiederverwendung von radioaktiven Stoffen oder von Materialien, die radioaktive Stoffe enthalten, erforderlich.

Die Beseitigung, Wiederverwertung oder Wiederverwendung derartiger Stoffe oder Materialien können jedoch von den Anforderungen der EU Richtlinie 5[EUR 96] freigestellt werden, sofern die Freigabewerte eingehalten werden, die von den zuständigen nationalen Behörden festgelegt worden sind.

Inwieweit an Arbeitsplätzen Restriktionen infolge dosisrelevanten Auftretens natürlicher radioaktiver Stoffe (z.B. Radon) oder kosmischer Strahlung (Flugpersonal) zu beachten sind, wird im Kap. 6 gesondert behandelt.

Die EU-Vorgaben werden wie folgt in nationales Recht der Mitgliedsstaaten umgesetzt, das sich vom schweizerischen Konzept mit seinen Abstufungen durchaus unterscheidet:

AT: Vorerst wird festgestellt, dass in Österreich die allgemeine Strahlenschutzrichtlinie der EU [5\[EUR 96\]](#) noch nicht ins Nationale Recht umgesetzt wurde. Deshalb sind in Österreich noch die Bestimmungen des alten Strahlenschutzgesetzes und der dazu ergangenen Strahlenschutzverordnung anzuwenden. Diese Rechtslage ist aber nicht eindeutig, da alle Regelungen, die ausreichend genau durch die EU-Regulative bestimmt sind, ebenfalls zu beachten sind.

Nach dem Strahlenschutzgesetz 52[AT StrSchG] sind die Errichtung von Anlagen der Betrieb von Anlagen und der sonstige Umgang mit radioaktiven Stoffen oder Betrieb von Strahleneinrichtungen bewilligungspflichtig. Es bestehen aber auch nach dem österr. Strahlenschutzgesetz Ausnahmen von der Bewilligung- und Meldepflicht. Diese Ausnahmen finden sich in den §§ 6 und 7 der Strahlenschutzverordnung, 21[AT StrSchVO] wobei diese Bestimmungen sehr umfangreich sind und daher hier nicht wiedergegeben werden. In § 8 der Strahlenschutzverordnung wird auf die Möglichkeit der Zulassung von Bauarten hingewiesen. Der entsprechende Text der Strahlenschutzverordnung lautet:

"Überschreitet bei Geräten, die radioaktive Stoffe enthalten, oder beim Betrieb von Strahleneinrichtungen die Dosisleistung in 10 cm Entfernung von keinem Punkt der Oberfläche des Gerätes oder der Strahleneinrichtung beim bestimmungsgemäßem Gebrauch 0,001 mSv/h, sind deren Bauarten gemäß § 19 Abs. 1 des Strahlenschutzgesetzes zuzulassen."

Ausschluss natürlicher Strahlenexposition:

Die natürliche Strahlenexposition wird derzeit im österreichischen Strahlenschutzrecht nicht behandelt. In den Bestimmungen wird von zivilisatorischen Strahlenexpositionen gesprochen.

Helfende Personen:

Helfende Personen sind im Strahlenschutzrecht im Bereich der Medizin zum Teil geregelt. Grundsätzlich ist es nach den Bestimmungen der österreichischen Strahlenschutzregelungen nicht gestattet, ohne entsprechende Nachweise der Strahlenexposition als Helfer tätig zu sein. Im Prinzip wird immer von strahlenexponierten Personen gesprochen.

Flugpersonal, Wasserwerker, Kläranlagenbetreiber:

Diese Personengruppen sind derzeit nicht in Österreich im Strahlenschutzgesetz erfasst, wenn in diesem Bereich keine zivilisatorischen Strahlenquellen verwendet werden.

Fund:

Der Fund von radioaktiven Stoffen und Strahlenquellen ist in Österreich meldepflichtig und muss bei der zuständigen Sicherheitswachstelle gemeldet werden, außer es handelt sich um eine bewilligte Strahlenquelle nach den Bestimmungen der Gewerbeordnung oder des Strahlenschutzgesetzes, da in diesen gesetzlichen Regelungen der Verlust einer Strahlenquelle gesondert geregelt ist.

Natürliche Strahlenquellen:

Natürliche Strahlenquellen sind nur dann zu berücksichtigen, wenn bei einer Tätigkeit mit einer

überhöhten Strahlenexposition aus dieser Tätigkeit durch die natürliche Strahlenquelle gerechnet werden muss.

Radioaktive Abfälle:

Für radioaktive Abfälle gibt es in der Strahlenschutzverordnung nachstehende Bestimmung:

Soweit es mit den Erfordernissen des Schutzes von Leben und Gesundheit vereinbar ist, kann die Behörde zulassen, dass folgende radioaktive Abfälle wie inaktive Abfälle beseitigt werden dürfen:

- a.) *Feste Abfälle, die radioaktive Stoffe mit Halbwertszeiten von mehr als 100 Tagen enthalten, sofern die mittlere spezifische Aktivität $10 \mu\text{Ci}/\text{m}^3$ nicht überschreitet.*
- b.) *Abfälle, die radioaktive Stoffe mit Halbwertszeiten bis zu 100 Tagen enthalten, wenn die Aktivität der in der Abfallmenge enthaltenen radioaktiven Stoffe, die in Anlage 3, Spalte 4, angegebenen Werte nicht überschreitet und innerhalb von 3 Tagen nicht mehr als 10 solche Abfallmengen getrennt beseitigt werden.*

In der Strahlenschutzverordnung 21[AT StrSchVO], Anlage 3 finden sich die Grenzwerte für die Ausnahmen von der Bewilligungs- und der Meldepflicht.

CH: In der Schweiz gibt es keine Trennung zwischen Anzeigepflicht (Anmeldepflicht) und Genehmigungserfordernis. Es wird stattdessen unterschieden zwischen bewilligungspflichtigen und nicht bewilligungspflichtigen Tätigkeiten. Für den Umgang mit radioaktiven Stoffen muss oberhalb einer Aktivität (identisch der Bewilligungsgrenze) (siehe Beispiele im Anhang, Kap. 9.5) eine Bewilligung vorliegen. Ebenso benötigt der Betrieb von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung mit über 5keV Energie eine Bewilligung. Zudem müssen bestimmte Bedingungen eingehalten werden, z.B. bezüglich der Dichtheit bei geschlossenen Strahlenquellen oder der Laboreinrichtung, wenn es sich um offene radioaktive Stoffe handelt. Unterhalb der Bewilligungsgrenze sind minimale Anforderungen nach der Strahlenschutzverordnung zu gewährleisten, z.B. die Kennzeichnung der Quelle sowie deren sicheren Lagerung. Die untere Grenze dieses selbstverantwortlichen Bereichs stellt die Freigrenze dar. Unterhalb dieser Grenze gilt der Stoff als inaktiv, wenn zudem die Oberflächenkontamination und die Dosisleistung gewisse Grenzen unterschreiten.

DE: Genehmigungsfreie Tätigkeiten und genehmigungsfreie Beförderung, Freigabe

Die in der EU „rahmengesetzlich“ festgelegten Genehmigungsfreiheiten und die dort genannten Bedingungen sind in den §§ 8, 12, 17 und 21 sowie im Anhang I, Teil A und Teil B der Strahlenschutzverordnung [22\[DE StrlSchV\]](#) konkretisiert.

1.

- Genehmigungsfrei ist der
 - Umgang mit Stoffen, deren Aktivität die Freigrenzen der Anlage III Tabelle 1 Spalte 2 aus [22\[DE StrlSchV\]](#) (Beispiele siehe Anhang, Kap. 9) nicht überschreitet, oder
 - der Umgang mit Stoffen, deren spezifische Aktivität die Freigrenzen der Anlage III Tabelle 1 Spalte 3 aus [22\[DE StrlSchV\]](#) nicht überschreitet,
- So ist die Verwendung von bauartzugelassenen Geräten bzw. Vorrichtungen genehmigungsfrei, wenn die Gesamtaktivität das 10fache der in Anlage III , Tabelle 1, Spalte 2 aus [22\[DE StrlSchV\]](#) genannten Freigrenzen und die Ortsdosisleistung im Abstand von 0,1m von der berührbaren Oberfläche der Vorrichtung $1 \mu\text{Sv}/\text{h}$ bei normalen Betriebsbedingungen nicht überschreitet (davon ausgenommen ist der Ein-, und Ausbau oder die Wartung dieser Vorrichtungen),
- die Lagerung von bauartzugelassenen Vorrichtungen ist genehmigungsfrei, wenn die Gesamtaktivität der radioaktiven Stoffe das 1.000fache der in Anlage III , Tabelle 1, Spalte 2 aus [22\[DE StrlSchV\]](#) genannten Freigrenzen nicht überschreitet,

- Genehmigungsfrei ist auch die Anwendung von Stoffen am Menschen, wenn deren spezifische Aktivität unter 500 $\mu\text{Bq/g}$ liegt.
 - Genehmigungsfrei ist auch die Gewinnung, Verwendung und Lagerung von radioaktiven Edelgasen in ihrer natürlichen Isotopenzusammensetzung.
- 2.
- Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen sind genehmigungs- und anzeigefrei,
 - wenn sie bauartzugelassen sind oder
 - wenn ihre Beschleunigungsspannung nicht mehr als 30kV beträgt und bei denen unter normalen Betriebsbedingungen die Ortsdosisleistung im Abstand von 0,1m von der berührbaren Oberfläche unter 1 $\mu\text{Sv/h}$ liegt τ
 - Plasmaanlagen und Ionenbeschleuniger können genehmigungsfrei betrieben oder verändert werden, wenn die Ortsdosisleistung im Abstand von 0,1m von den Wandungen des begehbaren Bereiches oder der berührbaren Oberfläche unter 10 $\mu\text{Sv/h}$ liegt und wenn dies der zuständigen Behörde vorher angezeigt wird.
- 3.
- Genehmigungsfrei ist die Beförderung von sonstigen radioaktiven Stoffen,
 - wenn sie von der Anwendung der Vorschriften der Beförderung von Gefahrgütern befreit sind und die Freigrenzenwerte der Anlage III , Tabelle 1, Spalten 2 oder 3 aus [22\[DE StrlSchV\]](#) nicht überschreiten und
 - der unter Punkt 1. genannten Tätigkeiten.
 - Genehmigungsfrei ist die Beförderung von radioaktiven Stoffen dann, wenn diese unter der Anwendung der Vorschriften der Beförderung von Gefahrgütern erfolgt und die Aktivität je Beförderungs- oder Versandstück
 - für sonstige radioaktive Stoffe das 10^7 fache der Freigrenzenwerte der Anlage III , Tabelle 1, Spalte 2 aus [22\[DE StrlSchV\]](#) nicht überschreitet,
 - für Kernbrennstoffe das 10^5 fache der Freigrenzenwerte aus der Anlage III , Tabelle 1, Spalte 2 aus [22\[DE StrlSchV\]](#) nicht überschreitet.
 - Für die genehmigungsfreie Beförderung nach der Strahlenschutzverordnung [22\[DE StrlSchV\]](#) bedarf es auch keiner Genehmigung nach §4, Abs.1 des Atomgesetzes [42\[De AtG\]](#) .

Die Beseitigung, Wiederverwertung oder Wiederverwendung von radioaktiven Stoffen oder von Materialien, die radioaktive Stoffe aus genehmigungsbedürftigen Tätigkeiten enthalten, bedürfen der Freigabe.

Unter der Freigabe ist ein Verwaltungsakt zu verstehen, der die Entlassung radioaktiver Stoffe, beweglicher Gegenstände, von Gebäuden, von Bodenflächen, von Anlagen oder Anlagenteilen, die aktiviert oder mit radioaktiven Stoffen kontaminiert sind und aus genehmigungsbedürftigem Umgang stammen aus dem Geltungsbereich atomrechtlicher Vorschriften zur Verwendung, Verwertung, Beseitigung, Innehabung oder zu deren Weitergabe an Dritte als nicht radioaktive Stoffe bewirkt. (siehe Begriffsbestimmungen im Kap. 2).

Eine Freigabe darf nur erfolgen, wenn sichergestellt ist, dass durch die freizugebenden Stoffe für Einzelpersonen der Bevölkerung nur eine effektive Dosis im Bereich von 10 μSv im Kalenderjahr auftreten kann. Die zuständige Behörde kann davon ausgehen, dass dies erfüllt ist, wenn für eine uneingeschränkte Freigabe die Werte in Anlage III Tabelle 1 Spalten 5 bis 8 (unter Berücksichtigung der Spalte 4) [22\[DE StrlSchV\]](#) und für eine Freigabe die Werte in Anlage III Tabelle 1 Spalten 9 bis 10a (unter Berücksichtigung der Spalte 4) [22\[DE StrlSchV\]](#) unterschritten sind.

6 Begrenzung der Exposition durch natürliche Strahlenquellen

6.1 ICRP-Empfehlungen und International Basic Safety Standards (BSS)

6.1.1 Strahlenexposition durch Radon und Radonzerfallsprodukte

Die durch das Einatmen des radioaktiven Edelgases Radon entstehenden Strahlenexpositionen werden vor allem durch die Radonzerfallsprodukte verursacht, da diese im Gegensatz zum Radon nur zum geringeren Teil wieder ausgeatmet werden und der größte Teil im Atemtrakt abgeschieden wird. Wegen der kurzen physikalischen Halbwertszeit zerfallen sie im Wesentlichen auch dort. Die durch das Edelgas Radon verursachte Strahlenexposition ist deshalb um mehr als eine Größenordnung niedriger als die, die durch die Zerfallsprodukte verursacht wird.

Normalerweise werden Strahlenexpositionen infolge einer Inhalation für alle Radionuklide mit Ausnahme von Radon und der Radonzerfallsprodukte durch die zugeführte Aktivität in der Einheit Becquerel charakterisiert, die über das von der ICRP entwickelte 'Atemtraktmodell' mit der effektiven Dosis im Zusammenhang steht.

Bei Expositionen durch Radon und Radonzerfallsprodukte empfiehlt die ICRP wegen des direkten Zusammenhanges zwischen der Exposition und dem Risiko, der aus epidemiologischen Untersuchungen abgeleitet worden ist, in Rechtsvorschriften oder Empfehlungen für die Gewährleistung des Strahlenschutzes an der Stelle eines Grenzwertes der effektiven Dosis die **Begrenzung der Exposition** festzulegen. Als Exposition gilt das **Zeitintegral der potentiellen Alpha-Energie-Konzentration** mit der Einheit $\text{J}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$ oder $\text{mJ}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$.

Nach den Empfehlungen der ICRP in der Publikation Nr. 65 [\[ICRP 23\]](#), die auf der neuesten Auswertung der epidemiologischen Untersuchungen an Bergarbeitern und der daraus abgeleiteten Risiko-Expositions-Beziehung basieren, beträgt der **nominale Wahrscheinlichkeitskoeffizient** für das Eintreten eines tödlichen Lungenkrebses auf Grund einer Strahlenexposition durch Radon und Radonzerfallsprodukte **$8,0 \cdot 10^{-5}$ pro $\text{mJ}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$** . Obwohl dieser Wert nur für männliche Bergarbeiter abgeleitet worden ist, wird er **generell angewendet**, da die Ergebnisse epidemiologischer Studien für die allgemeine Bevölkerung mit den Ergebnissen der Bergarbeiterstudien nicht inkonsistent sind.

In der Vergangenheit waren für die Exposition auch die Einheiten $\text{MeV}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$ oder **WLM** (working level month) üblich. Bei Beachtung des Gleichgewichtsfaktors zwischen Radon und den kurzlebigen Zerfallsprodukten können auch die Einheiten $\text{Bq}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$ für die Radonexposition und, wenn zusätzlich nur definierte Aufenthaltszeiten betrachtet werden, $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ für die Radonkonzentration angewendet werden.

Für die Berechnung der effektiven Dosis aus einer Exposition durch Radon/Radonzerfallsprodukte verzichtet die ICRP auf die Anwendung des von ihr entwickelten Atemtraktmodells und der sich daraus ergebenden Dosiskoeffizienten für die Radonzerfallsprodukte. Sie empfiehlt an Stelle dessen die Anwendung einer **Dosiskonvention**. Diese Konvention beruht darauf, dass das gesamte stochastische Detriment, das mit einer effektiven Dosis verbunden ist und das aus den epidemiologischen Untersuchungen an den Atombombenüberlebenden abgeleitet worden ist, bei den Bergarbeitern mit einer definierten Exposition an potentieller Alpha-Energie verbunden ist. In der Konvention legt die ICRP fest, dass **die potentielle Alpha-Energie-Exposition, die zu dem gleichen stochastischen Gesamtdetriment führt wie eine bestimmte effektive Dosis, dieser effektiven Dosis äquivalent ist**.

Daraus ergeben sich die folgenden Dosis-Konventionen:

Stand der Rechtsgrundlagen: Juli 2002

Für Beschäftigte:	1,4 mSv/(mJ·h·m⁻³)
Für Personen aus der Bevölkerung:	1,1 mSv/(mJ·h·m⁻³)

Im Anhang, Kap. 9.3, sind tabellarisch die Umrechnungsfaktoren für die gebräuchlichen Einheiten der Exposition und der effektiven Dosis zusammengestellt. Die in der Praxis vielfach verwendete Einheit für die Exposition ist $\text{Bq}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$, wenn die Radonkonzentration gemessen wird.

Unter Bezugnahme auf die Grenzwerte der effektiven Dosis empfiehlt die ICRP für die Beschäftigten als Grenzwerte

- **14 mJ·h·m⁻³ pro Jahr (4 WLM, 20 mSv) als Mittelwert über 5 Jahre und**
- **35 mJ·h·m⁻³ pro Jahr (10 WLM, 50 mSv) in einem einzelnen Jahr.**

Zur Begrenzung der Strahlenexposition, die beim Aufenthalt in Gebäuden durch Radon/Radonzerfallsprodukte entsteht, empfiehlt die ICRP **‘Action Levels‘ (Maßnahmenwerte)**, bei deren Überschreitung Maßnahmen zur Reduzierung der Strahlenexposition - **Sanierungsmaßnahmen** - erwogen werden sollten.

Die ICRP geht davon aus, dass bei jährlichen effektiven Dosen **>10 mSv** Sanierungsmaßnahmen in jedem Falle gerechtfertigt sind. Wenn die Möglichkeit besteht, mit einfachen Maßnahmen die Expositionen zu reduzieren, sollten derartige Maßnahmen bereits bei niedrigeren Dosiswerten in Betracht gezogen werden. Da bei normalen natürlichen Verhältnissen aber keine Sanierungsmaßnahmen empfohlen werden, sollten die Maßnahmewerte in einem Bereich einer jährlichen effektiven Dosis zwischen 3 und 10 mSv liegen. Die ICRP empfiehlt deshalb, bei Annahme eines Gleichgewichtsfaktors von 0.4 die

- **Maßnahmenwerte in einem Expositionsbereich zwischen 1,4 MBq·h·m⁻³ und 4,2 MBq·h·m⁻³**

festzulegen. Unter Annahme einer Aufenthaltszeit von 7000 h ergeben sich daraus die Radonkonzentrationen in einem Bereich zwischen 200 Bq m^{-3} und 600 Bq m^{-3} .

Die International Basic Safety Standards [44\[BSS II und IV\]](#) übernehmen in Schedule II und VI die Empfehlungen der ICRP. Zusätzlich wird für die Radonkonzentration

- **an Arbeitsplätzen als Action Level ein jährlicher Mittelwert von $1000 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ empfohlen.**

6.1.2 Strahlenexpositionen durch Uran, Thorium und ihre Zerfallsprodukte - ohne Radon - und Strahlenexposition durch die kosmische Strahlung

Für die Begrenzung der Strahlenexpositionen durch sonstige natürliche Strahlenquellen im beruflichen Bereich sind keine Besonderheiten zu beachten und die bereits unter Abschnitt 3.1 erläuterten Werte anzuwenden. Begrenzend ist in diesen Fällen ausschließlich die effektive Dosis.

6.2 Richtlinien der Europäischen Gemeinschaft

6.2.1 Begrenzung der Strahlenexposition an Arbeitsplätzen

Für die Begrenzung der Strahlenexpositionen, die aus dem Vorhandensein natürlicher Strahlenquellen resultieren, gelten die in Abschnitt 6.1 beschriebenen Grenzwerte. Allerdings wird der Anwendungsbereich eingeschränkt, da die Festlegungen gemäß Titel VII, Artikel 40 Absatz 1 5[EUR 96] ausdrücklich nur gilt

‘für Arbeiten, bei denen das Vorhandensein von natürlichen Strahlenquellen die Expositionen der Arbeitnehmer oder von Einzelpersonen der Bevölkerung so wesentlich erhöht, dass dies aus der Sicht des Strahlenschutzes nicht außer Acht gelassen werden darf’.

Im Absatz 2 dieses Artikels 40 werden die Kriterien genannt, nach denen diese Arbeiten auszuwählen sind und diejenigen Arbeiten ausdrücklich genannt, bei denen generell mit erhöhten Strahlenexpositionen zu rechnen ist:

- Arbeiten in Badeanlagen, Stollen, Bergwerken, unterirdischen Arbeitsstätten und der Betrieb von Flugzeugen, die zu erhöhten Strahlenexpositionen der Beschäftigten führen.

Für Personen der Bevölkerung wird auf Rückstände aus Arbeiten verwiesen. Für die Begrenzung der durch das Vorhandensein von Radon in Wohnungen resultierenden Strahlenexposition enthält diese Richtlinie keine Festlegungen.

6.2.2 Empfehlung zum Schutz der Bevölkerung vor Radonexpositionen

In einer 1990 veröffentlichten Empfehlung 45[EUR 90/143] wird darauf verwiesen, dass die Radonexposition in Gebäuden technisch gesehen kontrollierbar ist. Für existierende Gebäude sind Gegenmaßnahmen (Sanierungsmaßnahmen) möglich und für neu zu errichtende Gebäude können präventive Maßnahmen vorgesehen werden. Für existierende Gebäude empfiehlt die Kommission als **Referenzwert eine Radonkonzentration von 400 Bq·m⁻³**. Oberhalb dieses Wertes sollten Sanierungsmaßnahmen erwogen werden. Für neu zu errichtende Gebäude wird eine Radonkonzentration von **200 Bq·m⁻³ als ‘Planungswert’** empfohlen. Bei der Planung eines Gebäudes sollte geprüft werden, ob zusätzliche Baumaßnahmen erforderlich sind, um die Einhaltung dieses Konzentrationswertes zu gewährleisten.

Auf die EU-Empfehlung zur Begrenzung des Radongehalts in Trinkwasser wurde im Abschnitt 5.1.4 eingegangen.

6.3 Nationale Standards zur Begrenzung der Strahlenexposition durch natürliche Strahlenquellen

6.3.1 Begrenzung der Strahlenexpositionen für Beschäftigte (Grenzwerte)

AT: Aufgrund der österreichischen Strahlenschutzverordnung 21[AT StrSchVO], Anlage 5 darf ein über die jährliche Arbeitszeit gemittelter Radongrenzwert von 3.000 Bq/m³ nicht überschritten werden.

CH:

Die Dosisgrenzwerte gelten in der Schweiz für die akkumulierte Dosis aus kontrollierbarer Strahlung. Sie gelten gemäß Art.34 Abs. 2c 6[CH-StSV] nicht für Expositionen durch natürliche Strahlung, deren Quelle nicht beeinflusst werden kann.

Flugpersonal ist beim Eintritt in den Flugdienst durch den Betriebsinhaber über die bei der Berufsausübung auftretenden Strahlenexpositionen zu informieren. Schwangere Frauen können gemäß Art.41 6[[CH-StSV](#)] verlangen, dass sie vom Flugdienst befreit werden.

Für Radongaskonzentrationen im Arbeitsbereich gilt gemäß Art.110, Abs.2 6[[CH StSV](#)] ein über die monatliche Arbeitszeit gemittelter Grenzwert von 3000 Bq/m³.

Ist eine beruflich strahlenexponierte Person bei der Ausübung ihres Berufes zusätzlich einer Radongaskonzentration von über 1000 Bq/m³ ausgesetzt, so ist die durch Radon zusätzlich akkumulierte Dosis bei der Berechnung der zulässigen Jahresdosis mit zu berücksichtigen gemäß Art. 110 Abs.3 6[[CH StSV](#)].

Andere natürliche Radioaktivität muss berücksichtigt werden, wenn dadurch eine zusätzliche effektive Dosis von mehr als 100 µSv pro Jahr verursacht werden kann.

DE: Grenzwerte für Strahlenexpositionen der Beschäftigten aus dem Vorhandensein natürlicher Strahlenquellen enthält in Deutschland die Strahlenschutzverordnung.

In Anlehnung an den Titel VII Artikel 40 der o.g. Richtlinie 96/29 EURATOM 5[[EUR 96](#)] des Rates gelten die Grenzwerte nicht generell für die Strahlenexpositionen aus natürlichen Strahlenquellen sondern nur für **drei Komplexe**, bei denen mit erhöhten Strahlenexpositionen gerechnet werden muss:

- **Strahlenexpositionen in bestimmten Arbeitsfeldern**
- **Strahlenexpositionen durch Rückstände aus industriellen und bergbaulichen Prozessen**
- **Strahlenexpositionen infolge kosmischer Strahlung für Flugzeugbesatzungen**

In der Anlage XI der deutschen Strahlenschutzverordnung [22\[DE StrlSchV\]](#) werden die Arbeitsfelder genannt, bei denen nach dem derzeitigen Kenntnisstand erhöhte Strahlenexpositionen für die Beschäftigten auftreten können und für die die Regelungen anzuwenden sind. Es sind dies:

- Arbeiten in Untertageanlagen, in Radon-Heilbädern und -Heilstollen und in Anlagen der Wassergewinnung, -Aufbereitung und -Verteilung.
 - Arbeitsfelder, bei denen mit thorium- und uranhaltigen Materialien umgegangen wird.
- Besonderer Regelungen für die Bevölkerung bedarf es bei diesen Arbeiten nicht.

Die Regelungen zur Begrenzung der Strahlenexposition durch natürlich vorkommende radioaktive Stoffe an Arbeitsplätzen werden in den §§ 95 und 96 der StrlSchV [22\[DE StrlSchV\]](#) getroffen. Sie übertragen vor allem dem Arbeitgeber Pflichten. Danach hat der Arbeitgeber eine auf den jeweiligen Arbeitsplatz bezogene Abschätzung der Strahlenexposition durchzuführen und gegebenenfalls Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition vorzunehmen. Ergibt die Abschätzung, dass diese Strahlenexposition trotz mit vertretbarem Aufwand durchgeführter Maßnahmen zur Verringerung einen *festgelegten Wert* pro Kalenderjahr überschreiten kann, so muss der Verpflichtete, in der Regel der Arbeitgeber, der Behörde darüber Anzeige erstatten und Maßnahmen zur Strahlenschutzüberwachung der Beschäftigten einleiten. Deshalb enthält das Kapitel 2 des Teils 3 der StrlSchV Anzeigewerte und Grenzwerte für die Beschäftigten, die bei terrestrischer Strahlung an Arbeitsplätzen einzuhalten sind.

Teil 3, Kapitel 4, § 103 [22\[DE StrlSchV\]](#) enthält die Regelungen zum Schutz des fliegenden Personals.

In Tabelle 6.a sind die bei Arbeiten zu beachtenden Anzeigewerte und Grenzwerte zusammengestellt.

Tabelle 6.a: Anzeige- und Grenzwerte für berufliche Strahlenexposition bei Arbeiten (DE)

Arbeitsfelder	Anzeigewert 1)	Grenzwerte der Strahlenexposition 1)	
		Beschäftigte	Auszubildende/ Studenten
Expositionen durch Rn	$2 \cdot 10^6 \text{ Bq}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3 \ 2)}$	$6 \cdot 10^6 \text{ Bq}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3 \ 2)}$	$2 \cdot 10^6 \text{ Bq}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3 \ 2)}$
Expositionen durch U, Th und deren Zerfallsprodukte ohne Radon	6 mSv	20 mSv	6 mSv
Kosmische Strahlung	-	20 mSv	-

- 1) Die Werte gelten jeweils im Kalenderjahr.
- 2) Gleichgewichtsfaktor $F = 0.4$ zwischen Radonfolgeprodukten und Radon-222; bei deutlichen Abweichungen kann die Behörde andere Werte für die Exposition festlegen.

6.3.2 Begrenzung der Strahlenexposition für Personen der Bevölkerung durch Radon und seine Zerfallsprodukte und durch natürliche Strahlenquellen

Radon in Wohnungen

In Tabelle 6.b sind diejenigen Kriterien zusammengestellt, die zur Begrenzung der Strahlenexposition durch Radon in Gebäuden angewendet werden.

AT: Die in Österreich anzuwendenden Kriterien sind nur Empfehlungen der österreichischen Strahlenschutzkommission beim Bundesministerium für Gesundheit, Sport und Konsumentenschutz vom Juli 1992, sie sind deshalb nicht rechtsverbindlich.

CH: In der Schweiz sind die **Richt- und Grenzwerte der Radonkonzentration** verbindlich. Die Strahlenschutzverordnung (Art 110 bis 118 [6\[CH StSV\]](#)) regelt neben den Grenz- und Richtwerten (siehe Tabelle 6.b),

- die **Messung**, welche von betroffenen Personen oder vom Kanton veranlasst werden kann,
- die Anerkennung und Pflichten der **Messstellen**, durch das Bundesamt für Gesundheit (BAG),
- **Schutzmassnahmen**, deren Kosten zu Lasten des Eigentümers gehen,
- **Bauvorschriften** durch Kantone,
- **Radongebiete**, die durch die Kantone ausgewiesen werden,
- **Sanierungsprogramme**, die ebenfalls von den Kantonen festgelegt werden, sowie
- die **Fach und Informationsstelle Radon**, welche vom Bundesamt für Gesundheit (BAG) betrieben wird.

DE: Die in Deutschland anzuwendenden Kriterien sind Empfehlungen der Strahlenschutzkommission [4\[SSK 94\]](#), sie sind deshalb nicht rechtsverbindlich. Zukünftig sollen die von der Europäischen Kommission empfohlenen Richtwerte (siehe Abschnitt 6.2.2) angewendet werden.

Tabelle 6.b: Kriterien zur Begrenzung der Strahlenexposition durch Radon in Gebäuden

AT		CH		DE	
Radonkonzentration in Bq·m ⁻³	Bemerkungen	Radonkonzentration in Bq·m ⁻³	Bemerkungen	Radonkonzentration in Bq·m ⁻³	Bemerkungen
> 200	Planungsrichtwert, geeignete Vorkehrungen im Zuge der Planung von Neubauten	-	-	< 250	Normalbereich, keine Maßnahmen
> 400	Eingreifrichtwert, in bestehenden Gebäuden werden Sanierungsmaßnahmen dringend empfohlen	400	Richtwert, der bei Neu- und Umbauten mit geeigneten baulichen Massnahmen angestrebt wird	250 bis 1000	Ermessensbereich, einfache Maßnahmen zur Reduzierung der Radonkonzentrationen werden empfohlen
> 1000	Empfohlener Sanierungsbereich, Maßnahmen werden empfohlen, auch wenn sie aufwendig sind	1000	Grenzwert für Wohn- und Aufenthaltsräume. Gilt für alle Neu- und Umbauten. Bei bestehenden Gebäuden ist eine Sanierung durchzuführen, wobei die Frist vom Kanton bestimmt wird. (maximal bis 2014).	> 1000	Sanierungsbereich, Maßnahmen werden empfohlen, auch wenn sie aufwendig sind

6.3.3 Natürliche Strahlenquellen außer Radon

CH: Die Berücksichtigung natürlicher Radioaktivität im Strahlenschutz wird durch den Geltungsbereich und die Bewilligungsgrenze geregelt.

So unterliegt natürliche Radioaktivität nicht der Strahlenschutzverordnung, wenn

- die absolute Aktivität von Erzen, Mineralien und Gesteinssammlungen weniger als 10 g Naturthorium bzw. 100 g Natururan entsprechen, oder
- die spezifische Aktivität kleiner 6000 Bq/kg Naturthorium, 400.000 Bq/kg Natururan bzw. 70.000 Bq/kg für sonstige natürliche Radionuklide beträgt, und
- eine zusätzliche effektive Dosis weniger als 0,1 mSv pro Jahr verursachen könnte.

DE: In Deutschland enthält die Strahlenschutzverordnung Festlegungen zur Begrenzung der Strahlenexpositionen durch natürliche Strahlenquellen außer Radon. In Übereinstimmung mit dem Artikel 40 Abs. 2 der Richtlinie [5\[EUR 96\]](#) legt die StrlSchV [22\[DE StrlSchV\]](#) den Regelungsschwerpunkt auf Strahlenexpositionen der Bevölkerung, die durch die **Verwertung oder Beseitigung von Rückständen** entstehen. Dafür gilt der **Richtwert der jährlichen effektiven Dosis von 1 mSv**.

Dieser Wert gilt ausdrücklich für die Strahlenexpositionen, die durch die Verwertung oder Beseitigung von Rückständen, also **zusätzlich** zur natürlichen Strahlenexposition auftreten. In der Anlage XII Teil D [22\[DE StrlSchV\]](#) werden die Grundsätze genannt, die bei der Ermittlung der Strahlenexposition zum Vergleich mit diesem Richtwert zu beachten sind. Von besonderer Bedeutung ist dabei, dass **realistische Expositionspfade und Annahmen** zu verwenden sind. Soweit dabei die bei Tätigkeiten zu betrachtenden Expositionspfade Anwendung finden, ist zu beachten, dass bei Tätigkeiten in diesem Falle die bei der Begrenzung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abluft oder dem Abwasser zu beachtenden **‘Sicherheitsfaktoren‘** (vgl. StrlSchV Anlage VII Teil B Tab.1, Spalte 8 - Lebensgewohnheiten) **nicht** angewendet werden.

Wie bei der Begrenzung der Strahlenexposition an Arbeitsplätzen werden auch in diesem Fall dem Arbeitgeber wichtige Pflichten zum Schutz der Bevölkerung übertragen. Wenn pro Jahr mehr als 2.000 t der **Rückstände**, die in **Anlage XII Teil A** ausdrücklich genannt worden sind, anfallen oder verwertet werden, so hat der dafür Verantwortliche die zuständige Behörde zu informieren und ein Konzept für die Verwertung oder Beseitigung dieser Rückstände zu entwickeln. Dabei kann er sich an folgenden in der **Anlage XII Teil B** zusammengestellten **Verwertungs- und Beseitigungspfaden** und den dafür geltenden **Überwachungsgrenzen** orientieren.

Tabelle 6.c: Überwachungsgrenzen für Rückstände (DE)

Verwertungs- und Beseitigungsbedingungen	Überwachungsgrenzen C in Bq/g
Deponierung oder Verwertung von Nebengestein auf Flächen > 1 ha im Straßen-, Wege- oder Landschaftsbau im Einzugsbereich eines Grundwasserleiters	$C_{U-238} \leq 0.2$ $C_{Th-232} \leq 0.2$
Deponierung von > 5000 t eines Rückstandes im Kalenderjahr im Einzugsbereich eines mittelbaren Grundwasserleiters Zusatz von > 20 % eines Rückstandes zu Baustoffen bei Verwertung im Hausbau Zusatz von > 50 % eines Rückstandes zu Baustoffen bei Verwertung in Straßen-, Wege-, Landschafts- oder Wasserbau	$C^{1)} \leq 0.5$
- ohne besondere Bedingungen	$C^{1)} \leq 1$
Verwertung oder Deponierung untertage	$C^{1)} \leq 5$

¹⁾ $C = C_{U-238} + C_{Th-232}$; dabei sind C_{U-238} und C_{Th-232} die größten spezifischen Aktivitäten eines Nuklids der jeweiligen Zerfallsreihe im radioaktiven Gleichgewicht mit den übrigen Radionukliden dieser Zerfallsreihe.
Ist C_{U-238} oder C_{Th-232} jeweils < 0.2 Bq/g, dann bleibt die jeweilige Zerfallsreihe unberücksichtigt.

7 Grenzwerte bei der Beförderung radioaktiver Stoffe

7.1 IAEA-Empfehlungen als Grundlage für internationale Rechtsvorschriften

Grundlage für die internationalen Vorschriften für die Beförderung radioaktiver Stoffe (Klasse 7 der Gefahrgutvorschriften) sind die Empfehlungen der IAEA für die sichere Beförderung radioaktiver Stoffe, die aktuell in der Fassung aus dem Jahre 1996 (überarbeitet) als IAEA SAFETY STANDARDS SERIES No. TS-R-1 (ST-1 Revised) [47\[TS-R-1 1996\]](#) vorliegen.

Unter dem Begriff „Beförderung“ werden nicht nur der eigentliche Transport (Ortsveränderung) sondern auch alle die Beförderung vorbereitenden und abschließenden Handlungen (Verpacken, Verladen, Auspacken, usw.) verstanden. Dies bedeutet, dass in der Regel für die nach Strahlenschutzrecht unter „Umgang mit radioaktiven Stoffen“ fallenden vorbereitenden und abschließenden Tätigkeiten im Rahmen der Beförderung auch die dort geltenden Grenzwerte der Jahresdosis heranzuziehen sind.

Das generelle Sicherheitskonzept, das den IAEA-Empfehlungen für die sichere Beförderung radioaktiver Stoffe zugrunde liegt, gewährleistet bei bestimmungsgemäßen Beförderungsvorgängen die Sicherheit für Leben und Gesundheit sowohl der an der Beförderung beteiligten Personen als auch von Personen der Bevölkerung. Darüber hinaus wird für Personen, die sich im Nahbereich eines verunfallten Fahrzeuges aufhalten, sichergestellt, dass sie bei Freiwerden der radioaktiven Stoffe keiner höheren Strahlenexposition als 50 mSv (1m Abstand, 30 min Aufenthalt, Freiwerden der gesamten Aktivität einer Typ-A-Verpackung) ausgesetzt werden.

In TS-R-1 wird als Sicherheitsstandard vorgegeben, dass bei der „Routine-Beförderung“ von radioaktiven Stoffen die Strahlenschutzgrundsätze erfüllt und die durch die Basic Safety Standards [3\[IAEA 96\]](#) empfohlenen Grenzwerte für die Strahlenexposition der an der Beförderung Beteiligten und der Bevölkerung eingehalten werden (siehe Kap. 3).

In den IAEA Empfehlungen der TS-R-1 wird die Anwendung der „Freigrenzwerte“ aus den Basic Safety Standards empfohlen. Damit sind sowohl die nuklidspezifische Freigrenze der Aktivitäts (spezifische Aktivität in Bq/g) als auch die nuklidspezifische Freigrenze pro Sendung (Aktivität in Bq), die den nuklidspezifischen Freigrenzen im Strahlenschutzrecht entsprechen, für die Beförderung maßgeblich. Erst mit Überschreiten beider Grenzwerte sind die gefahrgutrechtlichen Vorschriften anzuwenden. Allerdings sind die unterschiedlich explizit genannten Radionuklide im Rahmen des Strahlenschutz- und Gefahrgutrechtes zu beachten.

7.2 Rechtsvorschriften für verschiedene Verkehrsträger

Die für die jeweiligen Verkehrsträger geltenden und auf den Empfehlungen der IAEA TS-R-1 (ST-1 Revised) basierenden Gefahrgutvorschriften sind in der folgenden Tabelle 7a zusammengestellt.

Tabelle 7.a: Gefahrgutvorschriften der verschiedenen Verkehrsträger

Verkehrsträger	Gefahrgutvorschriften	
	international	national Deutschland
Straße	Europäisches Übereinkommen für die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) mit Anlagen A und B	Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße und mit Eisenbahnen (GGVSE) mit Anlagen A und B des ADR 49[ADR 2001] und Anlage zum zum RID (GGVSE)
Schiene	Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter (RID) mit Anlage	
Binnenschiff-fahrt	Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf dem Rhein (ADNR) mit Anlagen ^{*)}	Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf Binnengewässern 48[GGVBinSch] ^{*)}
See	International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG-Code)	Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen (GGVSee) (setzt national IMDG-Code um)
Luft	Anhang 18 zum Übereinkommen für den internationalen Zivilluftverkehr mit den Technischen Vorschriften für den sicheren Lufttransport von gefährlichen Gütern (ICAO-TI), davon abgeleitet die Gefahrgutvorschriften der International Air Transport Association (IATA-DGR)	Rechtswirksamkeit der ICAO-TI und IATA-DGR durch Luftverkehrsgesetz und nachfolgende Verordnungen

*) Umsetzung der IAEA Empfehlung TS-R-1 zum 1.1.2003 geplant

7.3 Schutzziele und Umsetzung

Das Ziel der Gefahrgutvorschriften besteht darin, Personen, Gegenstände und die Umwelt vor der radioaktiven Strahlung und möglicher Kontamination bei der Beförderung radioaktiver Stoffe zu schützen. Dieser Schutz wird erreicht durch:

- a) Umschließung des radioaktiven Inhalts
- b) Kontrolle der Dosisleistung und Kontamination am Versandstück
- c) Verhinderung der Kritikalität und
- d) Verhinderung von Schäden durch Wärmeentwicklung

Diese Anforderungen werden erreicht durch

1. die Anwendung eines abgestuften Ansatzes zur Begrenzung der Inhalte für Versandstücke und Fahrzeuge und zur Aufstellung von Standards, die für Versandstückbauarten in Abhängigkeit von der Gefährdung durch den radioaktiven Inhalt angewendet werden.
2. das Aufstellen von Anforderungen an die Auslegung und den Betrieb sowie an die Instandhaltung der Verpackungen einschließlich der Berücksichtigung der Art des radioaktiven Inhalts.
3. die Forderungen administrativer Kontrolle einschließlich, soweit erforderlich, der Genehmigung / Zulassung durch die zuständigen Behörden.

Umsetzung der Schutzziele

Die Umsetzung der Schutzziele wird durch unterschiedliche Verpackungstypen erreicht, für die, abhängig von der Qualität der Verpackung und der Art des radioaktiven Stoffes, nuklidspezifische Aktivitätsgrenzwerte (in Abhängigkeit der A_1 -/ A_2 -Werte) für den Inhalt eines Versandstückes bzw. der einzelnen Strahlenquelle zulässig sind.

Versandstück

Als Versandstück wird die Verpackung mit ihrem radioaktivem Inhalt bezeichnet. Zulässige Versandstücke, die den Aktivitätsgrenzwerten und Stoffbeschränkungen unterliegen, die in den Gefahrgutvorschriften festgelegt werden, sind:

- freigestelltes Versandstück
- Industriever sandstück Typ 1 bis 3 (Typ IP-1 , IP-2, IP-3);
- Typ A-Versandstück;
- Typ B(U)-Versandstück;
- Typ B(M)-Versandstück;
- Typ C-Versandstück (für den Luftverkehr).

Aktivitätswerte

Die Aktivitätswerte sind für die einzelnen Radionuklide in einer Tabelle angegeben [47\[TS-R-1 1996\]](#) (Auszug siehe Kap. 9.5). Dabei wird unterschieden:

- A_1 -Aktivitätswerte und A_2 -Aktivitätswerte in TBq
- Werte der spezifischen Aktivität für freigestellte Stoffe in Bq/g
- Aktivitätsgrenzwerte für freigestellte Sendungen in Bq

Die Gefahrgutvorschriften sind auf radioaktive Stoffe anzuwenden, bei denen sowohl die spezifische Aktivität (b)) als auch Gesamtaktivität je Sendung (c)) die in der obengenannten Tabelle aufgeführten Werte übersteigt.

Aktivitätsgrenzwerte in Abhängigkeit der A_1 -/ A_2 -Werte

Für freigestellte Versandstücke und Industrie-Versandstücke (IP), die geringere Anforderungen als Typ-A-Versandstücke erfüllen, gelten als Grenzwert des möglichen Aktivitätsinhaltes die in den Gefahrgutvorschriften festgelegten Anteile der A_1 -/ A_2 -Werte (Beispiel siehe Tab. 7b).

Die Aktivität eines radioaktiven Stoffes in einem Typ A-Versandstück darf die A_1 - bzw. A_2 -Aktivitäts-Grenzwerte nicht übersteigen. Der A_1 -Wert ist dabei der maximale Aktivitätsinhalt, der in einer Typ-A-Verpackung befördert werden darf, wenn der radioaktive Stoff in besonders gekapselter Form vorliegt („special form“-Zulassung). Der A_2 -Wert ist der entsprechende Grenzwert, wenn der Stoff nicht in besonderer Form vorliegt.

Für unfallsichere Verpackungen (Typ B bzw. Typ C), in denen höhere Aktivitäten als A_1 -/ A_2 -Werte befördert werden dürfen, wird der zulässige Aktivitätsinhalt in der Bauartzulassung der Verpackung festgelegt.

Tabelle 7.b: Beispiel für Aktivitätsgrenzwerte für freigestellte Versandstücke

Aggregatzustand des Inhalts	Instrumente oder Fabrikate		Stoffe
	Grenzwert je Einzelstück	Grenzwert je Versandstück	Grenzwert je Versandstück
Feste Stoffe			
In besonderer Form	$10^{-2} A_1$	A_1	$10^{-3} A_1$
In anderer Form	$10^{-2} A_2$	A_2	$10^{-3} A_2$
Flüssige Stoffe	$10^{-3} A_2$	$10^{-1} A_2$	$10^{-4} A_2$
Gase			
Tritium	$2 \cdot 10^{-2} A_2$	$2 \cdot 10^{-1} A_2$	$2 \cdot 10^{-2} A_2$
In besonderer Form	$10^{-3} A_1$	$10^{-2} A_1$	$10^{-3} A_1$
In anderer Form	$10^{-3} A_2$	$10^{-2} A_2$	$10^{-3} A_2$

Hinweis für die Praxis: Sofern eine „Portionierung“ des radioaktiven Stoffes möglich ist, kann die Freistellung von der Anwendung der Gefahrgutvorschriften durch eine Beförderung des radioaktiven Stoffes in mehreren Sendungen erreicht werden.

7.4 Grenzwerte für Oberflächenkontaminationen

Zusätzliche Grenzwerte ergeben sich für die festhaftende und nichtfesthaftende Kontamination, um auch bei Kontakt mit den Versandstücken bzw. während des Transportes mögliche Kontaminationen und zusätzliche Strahlenexpositionen zu vermeiden (siehe Tabelle 7c und 7d) (für die Beförderung im Rahmen einer Sondervereinbarung werden die Werte in der entsprechenden Genehmigung festgelegt).

Eine Kontamination liegt vor, wenn radioaktive Stoffe auf einer Oberfläche vorhanden sind und die in Tabelle 7c genannten Werte überschritten werden:

Tabelle 7.c: „Schwellwert“ für die Anwendung der Gefahrgutvorschriften (Oberflächenkontamination)

Schwellwert für Oberflächenkontamination	Strahlerart
0,4 Bq/ cm ²	Beta-, Gamma- und Alphastrahler niedriger Toxizität ¹
0,04 Bq/ cm ²	für alle anderen Alphastrahler

Tabelle 7.d: Grenzwerte für Kontaminationen an Fahrzeugen, Ausrüstung, Teilen und Versandstücken.*) Diese Grenzwerte sind anwendbar, wenn sie über eine Fläche von 300 cm² jedes Teils der Oberfläche gemittelt werden.

Grenzwert	Strahlerart	Art der Kontamination
4 Bq/ cm ²	Beta-, Gamma- und Alphastrahler niedriger Toxizität ¹	Nicht festhaftende Kontamination an sämtlichen Außenseiten von Fahrzeugen, Ausrüstung, Teilen und Versandstücken und zusätzlich an den Innenseiten von Fahrzeugen, Containern, Tanks und Umpackungen:
0,4 Bq/ cm ²	für alle anderen Alphastrahler	
5 µSv/h		Dosisleistung aufgrund festhaftender Kontamination an der Oberfläche

*) Ausnahmen gelten für die Innenseiten eingesetzter Umpackungen, Container, Tanks, Großpackmittel (IBC) oder Fahrzeuge bei Beförderungen unter „Ausschließlicher Verwendung (exclusive use)“.

¹ Alphastrahler niedriger Toxizität sind: U_{nat}, U_{abgereichert}, Th_{nat}; U-235, U-238, Th-232; Th-228 und Th-230, wenn sie in Erzen oder physikalischen oder chemischen Konzentraten enthalten sind, oder Alphastrahler mit einer Halbwertszeit von weniger als 10 Tagen.

7.5 Dosisbegrenzung an Versandstücken und Fahrzeugen

Um die Schutzvorschriften zu gewährleisten, wurden die in Tabelle 7e aufgeführten Dosisleistungsgrenzwerte für Versandstücke bzw. Fahrzeuge festgelegt. Die Grenzwerte für Verpackungen gelten auch für Umpackungen.

Hinweis: Der frühere zusätzliche Grenzwert von 0,02 mSv/h, ab dem in der Fahrerkabine die Überwachung der Personendosis notwendig wurde (berechnet auf einer Grundlage von 250 h bei Anwendung des früheren Grenzwertes von 5 mSv/a), entfällt mit Umsetzung der Empfehlungen der TS-R-1, da im Rahmen des Strahlenschutzprogramms, das neu für die Beförderung radioaktiver Stoffe gefordert wird, abzuschätzen ist, für welchen Personenkreis aufgrund der möglichen beruflichen Strahlenexposition Personendosimetrie erforderlich wird.

Für die Beladung von Frachtcontainern und Fahrzeugen sind außerdem Grenzwerte für die Summe der Transportindizes und Kritikalitätssicherheitsindizes zur Gewährleistung des Strahlenschutzes und der Sicherheit bei der Beförderung radioaktiver Stoffe festgelegt.

Tabelle 7.e: Dosisleistungsgrenzwerte an Versandstücken bzw. Fahrzeugen

	Außenseite des Versandstücks	Außenfläche jedes unverpackten Instruments oder Fabrikats in 10 cm Abstand	in 1 m Abstand vom Versandstück	in 3 m Abstand vom un abgeschirmten Inhalt	Außenfläche des Fahrzeugs	in 2 m Abstand vom Fahrzeug
Freigestellte Versandstücke	0,005 mSv/h	0,1 mSv/h				
Nicht freigestellte Versandstücke	2 mSv/h		0,1 mSv/h	10 mSv/h für LSA*) I – III	2 mSv/h	0,1 mSv/h
unter ausschließlicher Verwendung	10 mSv/h					

*) LSA I-III: Stoffe mit geringer spezifischen Aktivität (low specific activity) der Gruppe I, II und III

7.6 Strahlenschutzprogramm

Zur systematischen Zusammenstellung und Überprüfung der Strahlenschutzmaßnahmen und deren Wirksamkeit wird seitens der IAEA ein Strahlenschutzprogramm empfohlen. Diese Empfehlung ist in die Gefahrgutvorschriften der verschiedenen Verkehrsträger aufgenommen.

Art und Umfang der zu ergreifenden Maßnahmen sind abhängig von der Höhe und Wahrscheinlichkeit der Strahlenexposition bei der Beförderung von radioaktiven Stoffen. Dabei müssen die Personendosen unter den Dosisgrenzwerten liegen (siehe Kap. 3).

8 Literatur

- 1[ICRP 90]: International Commission on Radiological Protection: 1990 Recommendations of International Commission on Radiological Protection, Publication No. 60, Annals of the ICRP 21 1-3, Pergamon Press, Oxford and New York (1991);
- 2[ICRP 82]: International Commission on Radiological Protection: Publication No. 82, Annals of the ICRP 29, Pergamon Press, Oxford and New York (1999);
- 3[IAEA 96]: International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. Safety Series No. 115, International Atomic Energy Agency, Vienna (1996);
- 4[EUR 80]: 80/836/EURATOM: Richtlinie des Rates vom 15. Juli 1980 zur Änderung der Richtlinie, mit denen die Grundnormen für den Gesundheitsschutz von Bevölkerung und der Arbeitskräfte gegen die Gefahren ionisierender Strahlen festgelegt wurden. (Abl. L-246 vom 17/09/80);
- 5[EUR 96]: 96/29/EURATOM: Richtlinie des Rates vom 13. Mai 1996 zur Festlegung der Grundnormen für den Gesundheitsschutz von Bevölkerung und der Arbeitskräfte gegen die Gefahren ionisierender Strahlen. (Abl. L-159 vom 29/06/96);
- 6[CH StSV]: (schweizerische) Strahlenschutzverordnung (StSV) vom 22 Juni 1994 (Stand am 19. Dez. 2001), Systematische Rechtsammlung 814.501; www.admin.ch/ch/d/sr/c814_501.html ;
- 7[CH HSK-R-13]: (schweizerische) Richtlinie der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen; "Inaktivfreigabe von Materialien und Bereichen aus kontrollierten Zonen (Freimessrichtlinie)", Februar 2002; www.hsk.psi.ch/hsk-publ.html ;
- 8[CH HSK-R-11]: (schweizerische) Richtlinie der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen "Strahlenschutz-Grenz- und Richtwerte für den Normalbetrieb von Kernanlagen" vom Mai 1980: www.hsk.psi.ch/hsk-publ.html ;
- 9[ICRP 93]: International Commission on Radiation Protection: Principles for intervention for protection of the public in a radiological emergency, Publication No. 63, Pergamon Press, Oxford and New York (1993);
- 10[WHO 99]: Guidelines for Iodine Prophylaxis Following Nuclear Accidents. Update 1999. World Health Organization, Geneva (1999);
- 11[WHO 89]: Guidelines for Iodine Prophylaxis Following Nuclear Accidents. Copenhagen WHO Regional Office for Europe. Environmental Health Series 35 (1989);
- 12[CHVEOR]: (schweizerische) Verordnung vom 26. Juni 1991 über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität (VEOR), SR-Nummer 732.32: www.admin.ch/ch/d/sr/c732_32.html ;
- 13[RE 99]: Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen. GMBL. 28/29 vom 12.11.99 , S. 539ff;
- 14[StrVG 86]: Gesetz zum vorsorgenden Schutz der Bevölkerung gegen Strahlenbelastung (Strahlenschutzvorsorgegesetz - StrVG) BGBl. I S. 2610 (1986), BGBl. III 2129-16, BGBl. I, S. 1416 (1994);
- 15[RadGrund 99]: Radiologische Grundlagen für Entscheidungen über Maßnahmen zum Schutz

der Bevölkerung bei unfallbedingten Freisetzungen von Radionukliden. GMBI. 28/29 vom 12.11.99, p. 570 ff;

16[EUR 87]: Verordnung (Euratom) Nr. 3954/87 des Rates vom 22. Dezember 1987 zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Nahrungsmitteln und Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation, ABl. L 371/11 vom 30.12.1987;

17[EUR 89a]: Verordnung (Euratom) Nr. 2218/89 des Rates vom 18. Juli 1989 zur Änderung der Verordnung (Euratom) Nr. 3954/87 zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Nahrungsmitteln und Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation, Abl. L 211/1, 22.7.1989;

18[EUR 89b]: Verordnung (Euratom) Nr. 944/89 der Kommission vom 12. April 1989 zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Nahrungsmitteln von geringerer Bedeutung im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation, ABl. L 101/17 vom 13.04.1989;

19[EUR 90a]: Verordnung (Euratom) Nr. 770/90 der Kommission vom 29. März 1990 zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Futtermitteln im Fall eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation, ABl. L 083/78 vom 30.03.1990;

[19a\[EU-01-Rn in Trinkw\]](#): Empfehlung der EU-Kommission vom 20.12.2001 über den Schutz der Öffentlichkeit vor der Exposition gegenüber Radon in Trinkwasser, ABl. Nr. L 344 vom 28/12/2001 S. 85 - 88;

20[Maßnahm-kat. 99]: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Übersicht über Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen (Maßnahmenkatalog), Band 1 und 2. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn, Oktober 1999;

21[AT StrSchVO]: (österreichische) Verordnung des Bundesministers für soziale Verwaltung, des Bundesministers für Handel, Gewerbe und Industrie, des Bundesministers für Verkehr, des Bundesministers für Wissenschaft und Forschung und des Bundesministers für Unterricht und Kunst über Maßnahmen zum Schutz des Lebens oder der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft vor Schäden durch ionisierende Strahlen; Strahlenschutzverordnung - StrSchVO - vom 12. Januar 1972, BGBl. Nr. 47/1972;

22[DE StrlSchV]: (deutsche) Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 20.7.2001: Verordnung für die Umsetzung von EURATOM-Richtlinien zum Strahlenschutz, BGBl. I Nr.38, S.1714 ff, geändert durch Artikel 2 der Verordnung zur Änderung der Röntgenverordnung und anderer atomrechtlicher Verordnungen vom 18. Juni 2002, BGBl. I Nr. 36, S. 1869-1907, Bonn 21. Juni 2002;

23[Feu 92]: Strahlenschutz-Rahmenvorschrift: Feuerwehr-Dienstvorschrift 9/1, Deutscher Gemeindeverlag Köln, 1992;

24[Pol 92]: ABC-Wesen der Polizei, Polizei-Leitfaden 450, Verlag Bartels und Wernitz, München, 1986 und 1992 (Ergänzung);

25[FAO/WHO]: [CODEX Alimentarius]: Food and Agriculture Organisation of the United Nations/World Health Organisation, Codex Alimentarius, General Requirements, Section 6.1, Guideline Levels for Radionuclides in Foods Following Accidental Nuclear Contamination, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Rome (1991);

26[EUR 99]: Verordnung (EG) Nr. 2204/1999 der Kommission vom 12. Oktober 1999 zur Änderung des Anhangs I der Verordnung (EWG) Nr. 2658/87 des Rates über die zolltarifliche und

statistische Nomenklatur sowie den gemeinsamen Zolltarif, Abl. L 278/1, 28.10.1999;

27[LUYKX]: F. Luykx. The Response of the European Communities to Environmental Contamination Following the Chernobyl Accident. International Symposium on Environmental Contamination Following a Major Nuclear Accident. FAO, IAEA, UNEP, WHO, Vienna 16 – 20 October 1989;

28[98/83/EG]: RICHTLINIE 98/83/EG DES RATES vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch; Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 5.12.98, Seiten L 330/32 - L 330/54;

29[EUR 86]: Verordnung (EWG) Nr. 1707/86 des Rates vom 30. Mai 1986 über die Einfuhrbedingungen für landwirtschaftliche Erzeugnisse mit Ursprung in Drittländern nach dem Unfall im Kernkraftwerk Tschernobyl. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 146/88 vom 31.05.1986;

30[EUR 90b]: Verordnung (EWG) Nr. 737/90 des Rates vom 22. März 1990 über die Einfuhrbedingungen für landwirtschaftliche Erzeugnisse mit Ursprung in Drittländern nach dem Unfall im Kernkraftwerk Tschernobyl, Abl. L 82/1 vom 29.3.1990;

31[CH HSK-R-41]: (schweizerische) Richtlinie der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen; "Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung aufgrund von Emissionen radioaktiver Stoffe aus Kernanlagen"; Ausgabe vom Juli 1997; www.hsk.psi.ch/hsk-publ.html ;

32[EUR 00]: Verordnung (EG) Nr. 616/2000 des Rates vom 20. März 2000 zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 737/90 über die Einfuhrbedingungen für landwirtschaftliche Erzeugnisse mit Ursprung in Drittländern nach dem Unfall im Kernkraftwerk Tschernobyl, Abl. L 75/1, 24.3.2000;

33[Dosiskoeff]: „Dosiskoeffizienten zur Berechnung der Strahlenexposition“ in: Bundesanzeiger Nr. 160a und 160b vom 28.8.2001, Teile I, II, III, IV und V;

34[CH HSK-R-07]: (schweizerische) Richtlinie der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen "Richtlinien für den überwachten Bereich der Kernanlagen und des Paul Scherrer Institutes"; Ausgabe vom Juni 1995; www.hsk.psi.ch/hsk-publ.html;

35[BAnz 1990]: Empfehlung der Strahlenschutzkommission, vom 22. September 1989, Bundesanzeiger Nr. 45 vom 6. März 1990;

36[DE StrlSchV 1989]: (deutsche) Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) - vom 13.10.1976 i.d.F. vom 30.6.1989, BGBl I, S.1321ff;

37[CH FIV]: (schweizerische) Verordnung des EDI vom 26. Juni 1995 über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln (Fremd- und Inhaltsstoffverordnung, FIV); www.admin.ch/ch/d/sr/c817_021_23.html ;

38[Trinkw01]: Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001, BGBl. I. Nr. 24, S. 959- 980;

39[AVV 84]: Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Verordnung über natürliches Mineral-, Quell- und Tafelwasser vom 26.11.1984, BAnz. Nr. 225 vom 30.11.1984, S. 13173;

40[MIN 84]: Verordnung über natürliches Mineralwasser, Quellwasser und Tafelwasser (Mineral- und Tafelwasser-Verordnung) vom 1. Aug. 1984, BGBl. I, S. 1036; geändert durch Änderungsverordnung vom 5. Dez. 1990, BGBl. I, S. 2600;

- 41[ICRP 26]: International Commission on Radiological Protection, ICRP: Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication No. 26. Pergamon Press, Oxford and New York (1977). Deutsche Übersetzung: Gustav Fischer Verlag, Stuttgart und New York (1978);
- 42[DE AtG]: Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz), Fassung vom 15.7.1985, BGBl. I, S. 1565, geändert durch das Gesetz zur geordneten Beendigung der Kernenergienutzung zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität vom 22. April 2002 (BGBl. I Nr. 26, S. 1351 vom 26.4.2002);
- 43[ICRP 23]: Protection against Radon at Home and at Work, ICRP Publication Nr. 65, Annuals of the ICRP 23, No. 2, 1993;
- 44[BSS II und VI]: International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Schedule II and Schedule VI; Safety Series No. 115 (1996), IAEA, Vienna;
- 45[EUR 90/143]: Empfehlung der Kommission vom 21. Februar 1990 zum Schutz der Bevölkerung vor Radonexpositionen innerhalb von Gebäuden (90/143/EURATOM); ABl. L 080 vom 27.03.1990, S.26;
- 46[SSK 94]: Empfehlungen der Strahlenschutzkommission: Strahlenschutzgrundsätze zur Begrenzung der Strahlenexposition durch Radon und seine Zerfallsprodukte in Gebäuden, verabschiedet auf der 124. Sitzung am 21./22.4.1994, BAnz. Nr.155 vom 18.8.1994; in Veröffentlichungen der SSK, Band 36, Seite 23, Gustav-Fischer-Verlag, 1994;
- 47[TS-R-1 1996]: "Regulations for Safe Transport of Radioactive Material", 1996 Edition (Revised), IAEA Safety Standard Series No. TS-R-1 (ST-1 Revised), ISBN 92-0100500-8;
- 48[GGVBinSch]: Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf dem Rhein, BGBl. II 2002 vom 27. März 2002, S. 774;
- 49[ADR 2001]: European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR) in der im BGBl. II S. 654 am 27. Juni 2001 verkündeten Fassung;
- 50[AT Rahmenempf 92]: "Rahmenempfehlungen für die Festlegung und Durchführung von Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor ionisierender Strahlung in Fällen großräumiger radioaktiver Verunreinigung", 3. erweiterte Ausgabe; Forschungsbericht 3/92 des BMGSK, Sektion III samt Anhang 1 und 4;
- 51[AT Rahmenplan]: Rahmenplan für Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei Unfällen in Kernkraftwerken. Staatliches Krisenmanagement; Bundeskanzleramt, letztgültige Fassung: 2002;
- 52[AT StrSchG] (österreichisches) Bundesgesetz vom 11. Juni 1969 über Maßnahmen zum Schutz des Lebens oder der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzgesetz) BGBl. 227/1969 idF BGBl. 657/1996;

9 Anhang

9.1 Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
a	annum = Jahr
ADR	European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (Europäisches Übereinkommen für die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße)
AKB	Arbeitskreis „Beförderung“ im Fachverband für Strahlenschutz
AKU	Arbeitskreis „Umweltüberwachung“ im Fachverband für Strahlenschutz
AKNat	Arbeitskreis „Natürliche Radioaktivität“ im Fachverband für Strahlenschutz
AT	Österreich
AtG	Atomgesetz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn
CA	CH: Aktivitätskonzentrationsrichtwert für Luft (siehe Tab. 9.5.c im Anhang)
CH	Schweiz
CS	CH: Oberflächenkontaminationsrichtwert (siehe Tab. 9.5.c im Anhang)
d	dies = Tag
DE	Deutschland
EU	Europäische Union
Euratom	Staatengemeinschaft, die sich im sog. Euratomvertrag verpflichtet hat, neuere Erkenntnisse im Strahlenschutz in harmonisiertes nationales Recht umzusetzen
FAO	Food and Agriculture Organization der UNO
FIV	CH: Fremd- und Inhaltsstoffverordnung
FS	Fachverband für Strahlenschutz
FwDV 9/1	Feuerwehr-Dienstvorschrift 9/1
GGVSE	Gefahrgutverordnung „Straße und Eisenbahn“
GW	Grenzwert
IAEA	Internationale Atomenergie-Agentur, (International Atomic Energy Agency), Wien
IATA	International Air Transport Association
ICRP	Internationale Strahlenschutzkommission (International Commission on Radiological Protection)
ILO	International Labour Organisation (ILO)
LA	CH: Bewilligungsgrenze
LE	CH: Freigrenze
LF 450	Leitfaden Polizei
LM	Lebensmittel
OECD/NEA	Nuclear Energy Agency of the Organization for Economic Co-operation and Development
PAHO	Pan American Health Organization
RID	Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail (Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter)
RW	Richtwert
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung (Deutschland)
StrSchVO	Strahlenschutzverordnung (Österreich)
StSV	Strahlenschutzverordnung (Schweiz), siehe 6[CH StSV]
TW	Toleranzwert
WHO	Weltgesundheitsorganisation (World Health Organization)
wlm	Working level month: d.h: Zeitintegral der potentiellen Alphaenergiekonzentration

9.2 Radiologische Größen und Einheiten

Physikalische Größe	Einheit	Einheitenzeichen
Aktivität	Becquerel	Bq
Äquivalentdosis	Sievert	Sv
Äquivalentdosisleistung	Sievert/Stunde Sievert/Jahr	Sv/h Sv/a
Effektive Dosis	Sievert	Sv
Energiedosis	Gray	Gy
Energiedosisleistung	Gray/Sekunde	Gy/s
Ionendosis	Coulomb/Kilogramm	C/kg
Ionendosisleistung	Ampère/Kilogramm	A/kg
Ortsdosis	-	Sv
Umgebungsäquivalentdosis (H*(10)) für durchdringende Strahlung und Richtungs-Äquivalentdosis (H'(0.07)) für Strahlung geringer Eindringtiefe	-.	
Personendosis	Sievert	Sv

9.3 Umrechnungsfaktoren für die Einheiten der Aktivität und der potenziellen Alphaenergie bei Radon und Radonzerfallsprodukten

Tab. 9.3.a: Umrechnungsfaktoren für die Einheiten der Aktivität und der potenziellen Alphaenergie

	Bq ¹⁾	J	MeV
Bq ¹⁾	1	$2,2 \cdot 10^{-9}$	$1,4 \cdot 10^4$
J	$4,5 \cdot 10^8$	1	$6,2 \cdot 10^{12}$
MeV	$7,2 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-13}$	1

¹⁾ bei Annahme des Gleichgewichtsfaktors $F = 0.4$

Tab. 9.3.b: Umrechnungsfaktoren für die Einheiten der Aktivitätskonzentration und der potenziellen Alphaenergie-Konzentration

	Bq · m ⁻³ ¹⁾	J · m ⁻³	MeV · m ⁻³	WL
Bq m ⁻³ ¹⁾	1	$2,2 \cdot 10^{-9}$	$1,4 \cdot 10^4$	$1,1 \cdot 10^{-4}$
J m ⁻³	$4,5 \cdot 10^8$	1	$6,2 \cdot 10^{12}$	$4,8 \cdot 10^4$
MeV m ⁻³	$7,2 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-13}$	1	$7,7 \cdot 10^{-9}$
WL	$9,3 \cdot 10^3$	$2,1 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^8$	1

¹⁾ bei Annahme des Gleichgewichtsfaktors $F = 0.4$

Tab. 9.3.c: Umrechnungsfaktoren für die gebräuchlichen Einheiten der Exposition und der effektiven Dosis

	MeV·h·m ⁻³	J·h·m ⁻³	WLM	Bq·h·m ⁻³	mSv	
					a)	b)
1 MeV·h·m⁻³	1	1,60 · 10 ⁻¹³	4,52 · 10 ⁻¹¹	7,20 · 10 ⁻⁵	2,24 · 10 ⁻¹⁰	1,6 · 10 ⁻¹⁰
1 J·h·m⁻³	6,24 · 10 ¹²	1	2,82 · 10 ²	4,50 · 10 ⁸	1,4 · 10 ³	1,1 · 10 ³
1 WLM	2,21 · 10 ¹⁰	3,54 · 10 ⁻³	1	1,59 · 10 ⁶	5	4
1 Bq·h·m⁻³ ¹⁾	1,39 · 10 ⁴	2,22 · 10 ⁻⁹	6,28 · 10 ⁻⁷	1	3,1 · 10 ⁻⁶	2,4 · 10 ⁻⁶
1 mSv a)	4,5 · 10 ⁻⁹	7,14 · 10 ⁻⁴	0.2	3,2 · 10 ⁵	1	1
1 mSv b)	5,7 · 10 ⁻⁹	9,10 · 10 ⁻⁴	0.25	4,2 · 10 ⁵	1	1

¹⁾ bei Annahme des Gleichgewichtsfaktors F = 0,4

a) Beschäftigte

b) Personen der Bevölkerung

9.4 Umrechnungsfaktoren der bisherigen Messgröße auf die Messgrößen $H^*(10)$ bzw. $H'(0,07)$

Strahlungsfeld	Umrechnungsfaktor für Umgebungs-Äquivalentdosis $H^*(10)$	Umrechnungsfaktor für Richtungs-Äquivalentdosis $H'(0,07)$
Natürliche Umgebungsstrahlung und Gammastrahlung ^{a)} (mit Ausnahme der in folgender Zeile aufgeführten Gammastrahler)	$H^*(10)/H_x = 1,0$	$H'(0,07)/H_x = 1,0$
Gammastrahlung aus Co-57, Ga-67, Se-75, Tc-99 ^m , Gd-153, Sm-153, Yb-169, Tm-170, Re-186, Ir-192, Hg-197, Au-199, Tl-201, Am-241	$H^*(10)/H_x = 1,3$	$H'(0,07)/H_x = 1,3$
Röntgenstrahlungsfeld Erzeugungsspannungen größer als 400 kV und Elektronenbeschleuniger ^{a)}	$H^*(10)/H_x = 1,0$	$H'(0,07)/H_x = 1,0$
Röntgenstrahlungsfeld Erzeugungsspannungen von 50 kV bis 400 kV ^{b)}	$H^*(10)/H_x = 1,3$	$H'(0,07)/H_x = 1,3$
Röntgenstrahlungsfeld Erzeugungsspannungen kleiner oder gleich 50 kV	$H^*(10)/H_x = 1,0$	$H'(0,07)/H_x = 1,0$
Betastrahlungsfeld	$H^*(10)$ ist keine geeignete Messgröße	$H'(0,07)/D_g(0,07) = 1,0$ Sv/Gy
Neutronenstrahlung	$H^*(10)$ ist bereits Messgröße	$H'(0,07)$ ist keine geeignete Messgröße

^{a)} Wenn im Strahlungsfeld Streustrahlung mit Photonenenergien zwischen 40 keV und 200 keV den überwiegenden Dosisanteil liefern kann oder keine Kenntnisse über die spektrale Energieverteilung der Strahlung vorliegen, ist der Umrechnungsfaktor $H^*(10)/H_x = 1,3$ zu verwenden.

^{b)} Kann der Nachweis erbracht werden, dass der überwiegende Dosisbeitrag von Photonen mit Energien außerhalb des Bereichs von 40 keV bis 200 keV herrührt, kann der Umrechnungsfaktor $H^*(10)/H_x = 1,0$ bzw. $H'(0,07)/H_x = 1,0$ verwendet werden.

9.5 Beispiele für radionuklidspezifische Grenz- und Richtwerte ausgewählter Radionuklide

Zu Kap. 5.2.1:

Tab. 9.5.a: In Deutschland maximal zulässige Aktivitätskonzentrationen für Ableitungen aus Strahlenschutzbereichen (in Bq/m³)

Radionuklid	zulässige Aktivitätskonzentrationen für Ableitungen aus Strahlenschutzbereichen (in Bq/m ³)			
	in der Luft		im Wasser	
	Fortluftstrom ≤ 10 ⁴ m ³ /h	Fortluftstrom 10 ⁴ m ³ /h bis 10 ⁵ m ³ /h	Abwassermenge ≤ 10 ⁵ m ³ /a	Abwassermenge > 10 ⁵ m ³ /a
H-3	1·10 ³ Aerosol	1·10 ² Aerosol	1·10 ⁸	1·10 ⁷
C-14	6·10 ³	6·10 ²	6·10 ⁶	6·10 ⁵
Co-60	1·10 ¹	1·10 ⁰	2·10 ⁵	2·10 ⁴
Sr-90	1·10 ⁰	1·10 ⁻¹	4·10 ⁴	4·10 ³
I-131	5·10 ⁰	5·10 ⁻¹	5·10 ⁴	5·10 ³
Cs-137	9·10 ⁰	9·10 ⁻¹	3·10 ⁵	3·10 ⁴
Ra-226	4·10 ⁻²	4·10 ⁻³	2·10 ³	2·10 ²
Th-232	3·10 ⁻³	3·10 ⁻⁴	2·10 ³	2·10 ²
U-238	5·10 ⁻²	5·10 ⁻³	3·10 ⁴	3·10 ³
Pu-239	3·10 ⁻²	3·10 ⁻³	2·10 ³	2·10 ²
Am-241	4·10 ⁻³	4·10 ⁻⁴	2·10 ³	2·10 ²

Zu Kap. 5.2.4:

Tab. 9.5.b: Nuklidspezifische deutsche Freigabewerte für Materialien und Immobilien am Beispiel zweier verschiedener Freigabearten (DE)

Radionuklid	Freigabe von Gebäuden zum Abriss (in Bq/cm ²)	Uneingeschränkte Freigabe von festen Stoffen und Flüssigkeiten (außer Bauschutt und Bodenaushub) (in Bq/g)
H-3	4·10 ³	1·10 ³
C-14	6·10 ³	8·10 ¹
Co-60	3·10 ⁰	1·10 ⁻¹
Sr-90+	3·10 ¹	2·10 ⁰
I-131	6·10 ²	2·10 ⁰
Cs-137+	1·10 ¹	5·10 ⁻¹
Ra-226+	9·10 ⁻¹	3·10 ⁻²
Th-232	1·10 ⁰	3·10 ⁻²
U-nat	1·10 ¹	9·10 ⁻³
Pu-239	2·10 ⁰	4·10 ⁻²
Am-241	3·10 ⁰	5·10 ⁻²

Bei mit + gekennzeichneten Radionukliden sind die Tochternuklide bereits berücksichtigt.

Zu Kap. 5.2.1:

Tab. 9.5.c:

Beispiele für Einzelwerte von CS- und CA-Werten für ausgewählte Radionuklide (CH): Nuklidspezifische Oberflächenkontaminations- und Luftkontaminationsrichtwerte in der Schweiz (aus Anhang 3 der schweizerischen StSV, 6[CH StSV])

Radionuklid	Oberflächenkontaminationsrichtwerte CS	Konzentrationsrichtwert in der Luft CA
	Bq/cm ² (gemittelt über 100cm ²)	Bq/m ³
H-3 (HTO)	1.000	5·10 ⁵
C-14	30	1·10 ⁴
Co-60	3	5·10 ²
Sr-90	3	1·10 ²
I-131	3	8·10 ²
Cs-137	3	1·10 ³
Ra-226	1	4·10 ⁰
Th-232 (nat.)	0.1	4·10 ⁻²
U (nat.)	1	3·10 ⁻¹
U-238	1	1·10 ⁰
Pu-239	0.3	3·10 ⁻¹
Am-241	0.3	3·10 ⁻¹

Zu Kap. 5.2.1:

Tab. 9.5.d:

Beispiele für nuklidspezifische Werte für Oberflächenkontamination für ausgewählte Radionuklide

Radionuklid	Werte für Oberflächenkontaminationen an Gegenständen außerhalb kontrollierter Bereiche (in Bq/cm ²) im Land:	
	DE	AT
		in Planung:
H-3	1·10 ²	1·10 ²
C-14	1·10 ²	1·10 ²
Co-60	1·10 ⁰	1·10 ⁰
Sr-90+	1·10 ⁰	1·10 ⁰
I-131	1·10 ¹	1·10 ¹
Cs-137+	1·10 ⁰	1·10 ⁰
Ra-226+	1·10 ⁰	1·10 ⁰
Th-232	1·10 ⁻¹	1·10 ⁻¹
U-nat	1·10 ⁰	1·10 ⁰
Pu-239	1·10 ⁻¹	1·10 ⁻¹
Am-241	1·10 ⁻¹	1·10 ⁻¹

Bei mit + gekennzeichneten Radionukliden sind die Tochternuklide bereits berücksichtigt.

Zu Kap. 5.4:

Tab. 9.5.e:

Beispiele für nuklidspezifische Freigrenzen und Bewilligungsgrenzen für ausgewählte Radionuklide in der Schweiz (aus Anhang 3 der schweizerischen StSV 6[CH StSV])

Radionuklid	Freigrenze	Bewilligungsgrenze
	Bq bzw. Bq/kg	Bq
H-3 (HTO)	$6 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^8$
C-14	$2 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^{12}$
Co-60	$1 \cdot 10^3$	$9 \cdot 10^4$
Sr-90	$4 \cdot 10^2$	$6 \cdot 10^4$
I-131	$5 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^5$
Cs-137	$8 \cdot 10^2$	$7 \cdot 10^5$
Ra-226	$4 \cdot 10^1$	$2 \cdot 10^3$
Th-232 (nat.)	$6 \cdot 10^0$	$2 \cdot 10^1$
U (nat.)	$4 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^2$
U-238	$2 \cdot 10^2$	$9 \cdot 10^2$
Pu-239	$4 \cdot 10^1$	$2 \cdot 10^2$
Am-242	$5 \cdot 10^1$	$2 \cdot 10^2$

Zu Kap. 5.4:

Tab. 9.5.f:

Beispiele für nuklidspezifische Freigrenzen und Freigrenzen der spezifischen Aktivität für ausgewählte Radionuklide in Deutschland

Radionuklid	Freigrenze	
	Aktivität in Bq	spezifische Aktivität in Bq/g
H-3	$1 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^6$
C-14	$1 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^4$
Co-60	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^1$
Sr-90+	$1 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^2$
I-131	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^2$
Cs-137+	$1 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^1$
Ra-226+	$1 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^1$
Th-232 sec	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^0$
U-nat	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^0$
Pu-239	$1 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^0$
Am-241	$1 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^0$

Bei mit + gekennzeichneten Radionukliden sind die Tochternuklide bereits berücksichtigt.

Zu Kap. 7:

Tab. 9.5.g: Beispiel für Aktivitätswerte einiger ausgewählter Radionuklide [47\[TS-R-1 1996\]](#).
A₁-/A₂-Werte, Aktivitätsgrenzwerte für freigestellte Sendungen und Grenzwerte für die spezifische Aktivität freigestellter Stoffe.

Radionuklid	A ₁	A ₂	Aktivitätskonzentration ^{*)} für freigestellte Stoffe	Aktivitätsgrenzwert für eine freigestellte Sendung
	in TBq	in TBq	in Bq/g	in Bq
1	2	3	4	5
H-3	4·10 ¹	4·10 ¹	1·10 ⁶	1·10 ⁹
C-14	4·10 ¹	3·10 ⁰	1·10 ⁴	1·10 ⁷
Co-60	4·10 ⁻¹	4·10 ⁻¹	1·10 ¹	1·10 ⁵
Sr-90+	3·10 ⁻¹	3·10 ⁻¹	1·10 ²	1·10 ⁴
I-131	3·10 ⁰	7·10 ⁻¹	1·10 ²	1·10 ⁶
Cs-137+	2·10 ⁰	6·10 ⁻¹	1·10 ¹	1·10 ⁴
Ra-226+	2·10 ⁻¹	3·10 ⁻³	1·10 ¹	1·10 ⁴
Th-232	unbegrenzt	unbegrenzt	1·10 ¹	1·10 ⁴
U-nat	unbegrenzt	unbegrenzt	1·10 ⁰	1·10 ³
U (unbestr., ang. < 20 %)	unbegrenzt	unbegrenzt	1·10 ⁰	1·10 ³
U (abgereichert)	unbegrenzt	unbegrenzt	1·10 ⁰	1·10 ³
Pu-239	1·10 ¹	1·10 ⁻³	1·10 ⁰	1·10 ⁴
Am-241	1·10 ¹	1·10 ³	1·10 ⁰	1·10 ⁴

Anmerkungen zu Tabelle 9.5.g:

*) dieser Begriff „Aktivitätskonzentration“ wurde in der deutschen Ausgabe aus dem Englischen falsch übersetzt und ist im Deutschen mit Begriff „spezifischen Aktivität“ gleichzusetzen.

In der Tabelle 9.5.g sind Radionuklide aufgeführt, die in TS-R-1 (IAEA-Empfehlungen für die sichere Beförderung radioaktiver Stoffe, überarbeitete Ausgabe 1996) [47\[TS-R-1 1996\]](#) enthalten sind. Diese Radionuklide wurden identisch in die Gefahrgutvorschriften übernommen. (bei mit + gekennzeichneten Radionukliden sind die Tochternuklide bereits berücksichtigt.)

Zu beachten ist hier insbesondere der neue Grenzwert in Spalte 5 „Aktivitätsgrenzwert für eine freigestellte Sendung“, der der Freigrenze im Strahlenschutzrecht entspricht. Er ermöglicht, sofern ein radioaktiver Stoff „portioniert“ werden kann, ggf. die Befreiung von der Anwendung der Gefahrgutvorschriften.

Ein radioaktiver Stoff unterliegt den Vorschriften des Gefahrgutrechts erst bei Überschreiten beider Aktivitätsgrenzwerte („Aktivitätskonzentration“^{*)} (Spalte 4) und Gesamtaktivität pro Sendung (Spalte 5)). Analoges gilt (mit Ausnahme für Konsumgüter) für das Strahlenschutzrecht.

Bestehen Unterschiede in den Aktivitätsgrenzwerten (Spalte 5) des Gefahrgutrechts und Freigrenzenwerten des Strahlenschutzrechts sind die jeweiligen Grenzwerte für die Anwendung der entsprechenden Rechtsvorschriften zu beachten!

Beispiel:

Zum Beispiel soll ein C-14-markierter Stoff in flüssiger Form mit der Aktivität von 5·10⁷ Bq und der spezifischen Aktivität von 1·10⁵ Bq/g versandt werden.

Der Aktivitätsgrenzwert von 1·10⁷ Bq für eine freigestellte Sendung und die spezifische Aktivität von 1·10⁴ Bq/g für freigestellte Stoffe sind bei dieser radioaktiv markierten Verbindung überschritten. Die Gefahrgutvorschriften sind anzuwenden. Der C-14 - markierte Stoff kann jedoch als freigestelltes Versandstück versandt werden (siehe Kap. 7, Tabelle 7.b).). Eine Beförderungsgenehmigung nach der StrlSchV ist nicht erforderlich.