Verordnung über die ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle

Änderung vom... Entwurf Anhörung

Das Eidgenössische Departement des Innern,
gestützt auf Artikel 132 Absatz 4 der Strahlenschutzverordnung vom...[1] (StSV),
verordnet:

I

Die Verordnung vom 3. September 2002[2] über die ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle wird wie folgt geändert:

Titel

Verordnung des EDI über die ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle

Art. 1 Bst. d

In dieser Verordnung gelten als:

d. *Behandlung:* Massnahmen bei den Abfalllieferanten zur Gewährleistung der Gefahrgut-Transportvorschriften nach dem Europäischen Übereinkommen vom 30. September 1957[3] über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (ADR) und der Verordnung vom 29. November 2002[4] über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (SDR) sowie zur Sicherheit bei der Weiterverarbeitung zur Zwischenlagerung durch das PSI.

Art. 2 Sachüberschrift und Abs. 4

Trennung und Behandlung

SR **814.557**

1 SR **814.501**
2 SR **814.557**
3 SR **0.741.621.** Die Anhänge zum ADR werden weder in der AS noch in der SR veröffentlicht. Sie sind gratis einsehbar auf den Internetseiten der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen (UN) für Europa (UNECE, ECE) unter www.unece.org > Legal Instruments and Recommendations > ADR; Separatdrucke können gegen Entgelt bezogen werden beim Bundesamt für Bauten und Logistik, Verkauf Bundespublikationen, 3003 Bern.
4 SR **741.621** (die Anhänge zum SDR werden weder in der AS noch in der SR veröffentlicht. Separatabdrücke mit Einschluss der Änderungen können beim Bundesamt für Bauten und Logistik, Verkauf Bundespublikationen, 3003 Bern, bezogen werden)

4 Fallen beim Abfalllieferanten Konditionierungsarbeiten an mit dem Ziel, radioaktive Abfälle nach Artikel 54 der Kernenergieverordnung vom 10. Dezember 2004[5] für die Zwischenlagerung oder die geologische Tiefenlagerung vorzubereiten, so gelten die technischen Bestimmungen des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI).

Art. 4 Abs. 1

1 Für die Ablieferung an das PSI müssen als Verpackung in der Regel 35-, 100- oder 200-Liter-Fässer verwendet werden, die verschliess- und plombierbar sind.

Art. 5 Abs. 2 1. Satz

2 Es sind die vom Bundesamt für Gesundheit (BAG) und vom PSI vorgegebenen Begleitkarten zu verwenden. ...

Art. 7 Abs. 1

1 Das BAG führt in Absprache mit dem PSI in der Regel jährlich eine Sammelaktion für ablieferungspflichtige radioaktive Abfälle durch.

Art. 8

1 Für die Entgegennahme, Stapelung, Behandlung, Zwischen- und geologische Tiefenlagerung von ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfällen erhebt das BAG kostendeckende Gebühren nach der Verordnung vom ...[6] über die Gebühren im Strahlenschutz.

2 Das PSI wird durch das BAG für seine Aufwände entschädigt.

II

Der Anhang erhält die neue Fassung gemäss Beilage.

III

Diese Verordnung tritt am … in Kraft.

… Eidgenössisches Departement des Inneren:

Alain Berset

5 SR **732.11**
6 SR **814.56**

Anhang
(Art. 2 Abs. 2)

Sorten und Klassen von radioaktiven Abfällen

Sorte	Radionuklide
A	Ra-226
B	Am-241
C	alle anderen α- Strahler
D	H-3
E	C-14
F	β/γ-Strahler
G	Neutronenquellen

Klasse	Art der Abfälle
1	gasförmig
2	flüssig, organisch
3	flüssig, wässrig
4	fest, organisch
5	metallisch
6	andere Feststoffe
7	fest, gemischt
8	Schlämme
9	Sperrgut
10	biologisch (infektiös, faulend, etc.)
11	geschlossene radioaktive Quellen nach StSV

Verordnung des EDI über die Aus- und Weiterbildungen und die erlaubten Tätigkeiten im Strahlenschutz

(Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung)

vom … Entwurf Anhörung

Das Eidgenössische Departement des Innern (EDI), im Einvernehmen mit dem Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) und dem Eidgenössischen Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS),

gestützt auf die Artikel 11 Absatz 2, 12 Absatz 2 sowie 17–20 der Strahlenschutzverordnung vom …[1] (StSV),

verordnet:

1. Abschnitt: Allgemeine Bestimmungen

Art. 1 Gegenstand und Ausnahme vom Geltungsbereich

[1] Diese Verordnung regelt:

a. die Ziele, die Anforderungen und den Umfang der Aus- und Weiterbildung im Strahlenschutz;

b. die zu erlangenden Kompetenzen und Kenntnisse für Personen nach Artikel 9 StSV;

c. die anerkennungspflichtigen Aus- und Weiterbildungen nach den Artikeln 11–20 StSV;

d. die Voraussetzungen für die Anerkennung von Aus- und Weiterbildungen nach Buchstabe c;

e. den Inhalt der Prüfungen und das Prüfungsverfahren;

f. die erlaubten Tätigkeiten von Personen mit anerkennungspflichtigen Aus- und Weiterbildungen im Bereich des Strahlenschutzes;

g. die Aus- und Weiterbildung von Personen, die durch ihre Tätigkeit in Behörden, Verwaltungen, im Bevölkerungsschutz, in der Armee sowie in Organisationen und Unternehmen die kritische Infrastrukturen oder öffentliche Dienste betreiben, Umgang mit ionisierender Strahlung haben können.

h. die Instruktion von verpflichteten Personen nach Artikel 154 StSV: in Anhang 5.

[2] Der Gegenstand nach Absatz 1 wird geregelt:

a. für Ärztinnen, Ärzte, Chiropraktorinnen und Chiropraktoren: in Anhang 1;

SR .....

1 SR **814.501**

b. für andere Medizinalberufe sowie den Handel in der Medizin: in Anhang 2;

c. für Tätigkeiten im Bereich Kernanlagen: in Anhang 3;

d. für Tätigkeiten in den Bereichen Industrie, Gewerbe, Lehre, Forschung und Transport: in Anhang 4;

e. für Personen, die durch ihre Tätigkeit in Behörden, Verwaltungen, im Bevölkerungsschutz, in der Armee sowie in Organisationen und Unternehmen die kritische Infrastrukturen oder öffentliche Dienste betreiben, Umgang mit ionisierender Strahlung haben können sowie für verpflichtete Personen nach Artikel 154 StSV: in Anhang 5.

3 Vom Geltungsbereich dieser Verordnung ausgenommen ist die Ausbildung von Personal von Kernanlagen nach den Artikeln 2–4, 6–8, 14–17, 19 und 20 der Verordnung vom 9. Juni 2006[2] über die Anforderungen an das Personal von Kernanlagen; für die Ausbildung dieser Personen gilt die genannte Verordnung.

Art. 2 Aus- und Weiterbildungsziele

1 Die Ausbildung muss sicherstellen, dass Personen nach Artikel 9 StSV:

a. über Gesundheitsgefahren der Strahlenexposition informiert sind;

b. mit den Grundregeln des Strahlenschutzes vertraut sind;

c. eine geeignete Arbeitstechnik beherrschen;

d. die für die entsprechende Tätigkeit geltenden Strahlenschutzvorschriften anwenden können;

e. die Risiken von Strahlenexpositionen kennen, die sich aus einem Fehlverhalten ergeben können;

f. wenn sie die Funktion als Sachverständige nach Artikel 9 Absatz 1 Buchstabe c StSV wahrnehmen: über vertieftes Wissen über die Strahlenschutzgesetzgebung und die spezifischen Strahlenschutzaufgaben verfügen.

2 Die Weiterbildung muss, sofern in dieser Verordnung nicht anders geregelt, alle fünf Jahre absolviert werden. Sie muss sicherstellen, dass die Kompetenzen erhalten bleiben und aktualisiert werden.

2. Abschnitt: Anerkennung von Aus- und Weiterbildungen

Art. 3 Anerkennung von Lehrgängen und von individuellen Ausbildungen

1 Die Anerkennung von Ausbildungslehrgängen nach Artikel 13 StSV und von individuellen Ausbildungen nach ArtIkel 15 StSV erfolgt durch eine Anerkennungsbehörde. Sie werden anerkannt, wenn sie die Anforderungen nach den Tabellen 2 und 3 in den Anhängen erfüllen.

2 SR **732.143.1**

[2] Weiterbildungslehrgänge nach Artikel 13 StSV und individuelle Weiterbildungen nach Artikel 15 StSV werden anerkannt, wenn sie die Anforderungen nach der Tabellen 3 in den Anhängen erfüllen.

[3] Die individuelle Ausbildung, die eine Person im Ausland oder für eine andere Tätigkeit erworben hat, wird von der zuständigen Behörde nach Artikel 6 als gleichwertig anerkannt, wenn sie den Anforderungen nach den Tabellen 2 und 3 in den Anhängen entspricht.

[4] Die Anerkennungsbehörde legt fest, wie der Nachweis der Weiterbildung zu erbringen ist.

Art. 4 Gültigkeitsdauer

Die Anerkennung eines Aus- oder Weiterbildungslehrgangs ist zehn Jahre gültig.

Art. 5 Voraussetzung für die Ausübung einer erlaubten Tätigkeit

[1] Die erlaubten Tätigkeiten, dürfen nur ausgeübt werden, solange der notwendige Nachweis der Weiterbildung erbracht wird.

[2] Die Anerkennungsbehörde legt bei Personen, welche den notwendigen Nachweis der Weiterbildung nicht erbringen, fest, in welchem Zeitraum die Weiterbildungspflicht zu erfüllen ist.

Art. 6 Verfahren

[1] Institutionen, die anerkennungspflichtige Aus- oder Weiterbildungslehrgänge im Strahlenschutz durchführen wollen, und Personen, die ihre individuelle Aus- oder Weiterbildung anerkennen lassen wollen, reichen ein Gesuch um Anerkennung bei der zuständigen Anerkennungsbehörde ein.

[2] Die zuständige Anerkennungsbehörde anerkennt den Lehrgang oder die individuelle Aus- oder Weiterbildung, wenn die Anforderungen nach den Tabellen 2 und 3 in den Anhängen erfüllt sind.

Art. 7 Inhalt des Anerkennungsgesuchs für die Aus- und Weiterbildungslehrgänge

[1] Das Anerkennungsgesuch einer Aus- oder Weiterbildungsinstitution muss belegen, dass:

a. der Unterricht den Erwerb der Kompetenzen und die Ausbildungs- oder Weiterbildungsinhalte nach den Anhängen 1–5 abdeckt;

b. die Qualifikation der Lehrkräfte genügt, um im einschlägigen theoretischen und praktischen Unterrichtsbereich den Lehrinhalt fachlich korrekt und didaktisch adäquat zu vermitteln;

c. die Unterrichtsräume den Anforderungen der Aus- oder Weiterbildungslehrgänge angemessen sind und die Einrichtungen dem Stand der Technik entsprechen;

d. das Prüfungsverfahren für Ausbildungslehrgänge in folgenden Punkten festgelegt ist:
   1. die Bedingungen zur Prüfungszulassung,
   2. die Kriterien für den erfolgreichen Abschluss,
   3. die Kriterien für die Prüfungswiederholung;

e. für Ausbildungslehrgänge ein Musterkatalog von Prüfungsfragen vorhanden ist;

f. die Mitglieder der Prüfungskommission hinreichend qualifiziert sind;

g. zur fortlaufenden Verbesserung der Lehrgänge deren Qualität regelmässig intern überprüft wird.

2 Ist die Ausbildungsinstitution durch eine akkreditierte Stelle zertifiziert worden, so gilt die Vermutung, dass die administrativen, didaktischen und organisatorischen Aspekte von Absatz 1 erfüllt sind; die entsprechenden Belege müssen in diesem Fall nicht eingereicht werden.

3 Im Gesuch muss eine für die Aus- oder Weiterbildung verantwortliche Person bezeichnet sein.

4 Bei Weiterbildungslehrgängen wird keine Abschlussprüfung verlangt, jedoch ist die Teilnahme am Weiterbildungslehrgang zu kontrollieren. Im Gesuch ist anzugeben, wie die Teilnahme kontrolliert wird.

5 Die Weiterbildungslehrgänge müssen auf dem betreffenden Themengebiet mindestens zwei der folgenden drei Punkte abdecken:

a. Wiederholen von Gelerntem;

b. Aktualisierung und neue Entwicklungen;

c. gewonnene Erkenntnisse aus dem Betrieb oder aus Störfällen.

Art. 8 Ausweis

1 Die Ausbildungsinstitution stellt der Person, die einen anerkannten Aus- oder Weiterbildungslehrgang abgeschlossen hat, einen Ausweis aus, der mindestens enthalten muss:

a. die Bezeichnung des Aus- oder Weiterbildungslehrgangs;

b. das Datum der bestandenen Prüfung einer Ausbildung oder des Weiterbildungslehrgangs;

c. die erlaubten Tätigkeiten nach den Anhängen 1–5;

d. Name, Vorname, Geburtsdatum und Heimatort (bei Ausländerinnen und Ausländern: Nationalität und Geburtsort) der Absolventin oder des Absolventen;

e. die Anerkennungsbehörde nach Artikel 6.

2 Die Ausbildungsinstitution ist verpflichtet, die Daten nach Absatz 1 Buchstaben a–e während 30 Jahren aufzubewahren.

Art. 9 Sonderfälle

[1] Für die Anerkennung der im Lehrgang enthaltenen Strahlenschutzausbildungen nach Artikel 18 Absatz 2 StSV sind folgende Institutionen zuständig:

a. bei Ausbildungen nach den Ausführungserlassen zum Berufsbildungsgesetz vom 13. Dezember 2002[3] (BBG): das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI);

b. für Abschlüsse aus den EU-/EFTA-Mitgliedstaaten: das Schweizerische Rote Kreuz (SRK).

[2] Eine Anerkennung nach Absatz 1 kann nur erteilt werden, wenn die Anforderungen nach den Tabellen 2 und 3 von Anhang 2 im Lehrgang umgesetzt sind.

[3] Die zuständigen Institutionen nach Absatz 1 sind dazu verpflichtet, das BAG beim Erarbeiten des Lehrgangs für die Belange im Strahlenschutz beizuziehen.

Art. 10 Entzug und Erlöschen von Anerkennungen bei Lehrgängen

[1] Die Anerkennung von Aus- und Weiterbildungslehrgängen wird entzogen, wenn eine Voraussetzung nicht mehr erfüllt ist und der beanstandete Mangel trotz Mahnung nicht behoben wird.

[2] Sie erlischt, wenn:

a. der Inhaber oder die Inhaberin formell darauf verzichtet;

b. die Gültigkeitsdauer abgelaufen und keine Verlängerung bewilligt worden ist.

3. Abschnitt: Übrige Bestimmungen

Art. 11 Aufgaben und Befugnisse der Anerkennungsbehörden

[1] Die Anerkennungsbehörden überprüfen die Qualität der Aus- und Weiterbildungslehrgänge. Ihre Vertreterinnen und Vertreter können an Aus- und Weiterbildungen sowie an Prüfungen teilnehmen.

[2] Die Anerkennungsbehörden legen die pro Kurs im Rahmen der schulischen Ausbildung maximal akkumulierbare Strahlendosis fest.

[3] Das BAG überprüft in Absprache mit den zuständigen Institutionen nach Artikel 10 die Qualität der Strahlenschutzausbildungen im Rahmen der Lehrgänge.

Art. 12 Meldepflicht der Aus- und Weiterbildungsinstitutionen

[1] Anbieter von anerkannten Aus- und Weiterbildungslehrgängen melden der zuständigen Anerkennungsbehörde spätestens zwei Wochen vor der Durchführung eines anerkannten Lehrgangs:

3 SR **412.10**

a. die Daten eines Aus- oder Weiterbildungslehrganges;

b. Datum und Ort der Abschlussprüfung einer Ausbildung.

2 Sie melden der zuständigen Anerkennungsbehörde von allen Personen, die den Lehrgang erfolgreich absolviert haben, die Daten nach Artikel 16 StSV.

4. Abschnitt: Schlussbestimmungen

Art. 13 Aufhebung eines anderen Erlasses

Die Verordnung vom 15. September 1998[4] über die Ausbildungen und die erlaubten Tätigkeiten im Strahlenschutz wird aufgehoben.

Art. 14 Übergangsbestimmungen

1 Die nach bisherigem Recht anerkannten Ausbildungslehrgänge im Strahlenschutz dürfen bis fünf Jahre nach Inkrafttreten dieser Verordnung begonnen werden. Danach verlieren diese Anerkennungen ihre Gültigkeit.

2 Nach bisherigem Recht erworbene, individuelle Ausbildungsnachweise im Strahlenschutz behalten ihre Gültigkeit.

3 Für den Nachweis einer geforderten Weiterbildung gelten, ab Inkraftreten dieser Verordnung, die in den Anhängen 1-5 festgelegten Periodizitäten.

Art. 15 Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am … in Kraft.

… Eidgenössisches Departement des Innern:

Alain Berset

4 AS **1999** 476, **2007** 4477 und 5673, **2008** 5747

Anhang 1
(Art. 1 Abs. 2 Bst. a)

Ärztinnen, Ärzte, Chiropraktorinnen und Chiropraktoren

Tabelle 1: Notwendige Ausbildung und erlaubte Tätigkeiten

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
MA1 – Radio-Onkologie	– Eidgenössisches Arztdiplom – Eidgenössischer Weiterbildungstitel in Radio-Onkologie – Anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 1, Tabelle 3	– Bedienung von Anlagen und geschlossenen radioaktiven Quellen für therapeutischen Anwendungen in der Radio-Onkologie – Umsetzung der gesetzlichen Grundlagen nach Art. 9 Abs.1 Bst.c StSV (Sachverstand) für die oben genannten Anwendungen – Verschreiben aller radiologischen Anwendungen
MA2 – Dermatologie – Venerologie	– Eidgenössisches Arztdiplom – Eidgenössischer Weiterbildungstitel in Dermatologie resp. Venerologie – Anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 1, Tabelle 3	– Bedienung von Anlagen für therapeutischen Anwendungen in der Dermatologie resp. Venerologie – Umsetzung der gesetzlichen Grundlagen nach Art. 9 Abs.1 Bst.c StSV (Sachverstand) für die oben genannten Anwendungen – Verschreiben aller radiologischen Anwendungen
MA3 – Nuklearmedizin	– Eidgenössisches Arztdiplom – Eidgenössischer Weiterbildungstitel in Nuklearmedizin – Anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 1, Tabelle 3	– Anwendung von offenen radioaktiven Quellen zu therapeutischen und diagnostischen Zwecken – Umsetzung der gesetzlichen Grundlagen nach Art. 9 Abs.1 Bst.c StSV (Sachverstand) für die oben genannten Anwendungen – Verschreiben aller radiologischen Anwendungen

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
MA4 – Radiologie	– Eidgenössisches Arztdiplom – Eidgenössischer Weiterbildungstitel in Radiologie	– Bedienung von allen Anlagen für diagnostischen Anwendungen im Hoch-, Mittel und Niedrigdosisbereich – Umsetzung der gesetzlichen Grundlagen nach Art. 9 Abs.1 Bst.c StSV (Sachverstand) für die oben genannten Anwendungen – Verschreiben aller radiologischen Anwendungen
MA5 – Anesthesiologie – Angiologie – Chirurgie 5 – Gastroenterologie – Intensivmedizin – Kardiologie – Kinderchirurgie 5 – Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie – Neurochirurgie 5 – Orthopädische Chirurgie und Traumatologie des Bewegungsapparates 5 – Physikalische Medizin und Rehabilitation 5 – Pneumologie – Rheumatologie 5 – Urologie 5	– Eidgenössisches Arztdiplom – Entsprechender eidgenössischer Weiterbildungstitel – Entsprechender Fähigkeitsausweis, wenn die klinische Strahlenschutzausbildung nicht im Weiterbildungsprogramm enthalten ist – Anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 1, Tabelle 3	– Bedienung von Anlagen für diagnostische und interventionelle Anwendungen im Hoch-, Mittel- und Niedrigdosisbereich. Ausgenommen ist die Bedienung von Computertomographen und Mammographieanlagen. – Umsetzung der gesetzlichen Grundlagen nach Art. 9 Abs.1 Bst.c StSV (Sachverstand) für die oben genannten Anwendungen. – Verschreiben aller radiologischen Anwendungen.

5 Bei den gekennzeichneten Facharztrichtungen ist die klinische Strahlenschutzausbildung bereits im Weiterbildungsprogramm enthalten, daher ist kein zusätzlicher Fähigkeitsausweis nötig

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
MA6 – Allgemeine Innere Medizin – Kinder und Jugendmedizin – Neurologie – Medizinische Onkologie – Praktischer Arzt – Oto-Rhino-Laryngologie – Herz- und thorakale Gefässchirurgie	– Eidgenössisches Arztdiplom – Entsprechender eidgenössischer Weiterbildungstitel – Entsprechender Fähigkeitsausweis für dosisintensive Untersuchungen – Anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 1, Tabelle 3	– Bedienung von konventionellen Anlagen für diagnostische Anwendungen im Mittel- und Niedrigdosisbereich. Ausgenommen ist die Bedienung von Computertomographen und Mammographieanlagen. – Umsetzung der gesetzlichen Grundlagen nach Art. 9 Abs.1 Bst.c StSV (Sachverstand) für die oben genannten Anwendungen. – Verschreiben aller radiologischen Anwendungen.
MA7 – Chiropraktik	– Eidgenössisches Chiropraktorendiplom – Eidgenössischer Weiterbildungstitel zum Fachchiropraktor – Anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 1, Tabelle 3	– Bedienung von konventionellen Anlagen für diagnostische Anwendungen im Mittel- und Niedrigdosisbereich. Ausgenommen ist die Bedienung von Computertomographen und Mammographieanlagen. – Umsetzung der gesetzlichen Grundlagen nach Art. 9 Abs.1 Bst. c StSV (Sachverstand) für die oben genannten Anwendungen. – Verschreiben aller radiologischen Anwendungen.
MA8 – Allgemeine Innere Medizin – Kinder und Jugendmedizin – Neurologie – Medizinische Onkologie – Praktischer Arzt – Oto-Rhino-Laryngologie – Herz- und thorakale Gefässchirurgie	– Eidgenössisches Arztdiplom – Entsprechender eidgenössischer Weiterbildungstitel	– Bedienung von konventionellen Anlagen für diagnostische Anwendungen im Niedrigdosisbereich. In diesen Bereich fallen insbesondere Thorax- oder Extremitätenaufnahmen. Ausgenommen ist die Bedienung von Computertomographen und Mammographieanlagen. – Wenn zusätzlich eine vom BAG anerkannte Strahlenschutzausbildung absolviert wurde, kann für die oben genannten Anwendungen die Funktion des Sachverständigen nach Art. 9 Abs.1 Bst. c StSV übernommen werden. – Verschreiben aller radiologischen Anwendungen.

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
MA9 - Oto-Rhino-Laryngologie - Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie	– Eidgenössisches Arztdiplom – Entsprechender eidgenössischer Weiterbildungstitel in Oto-Rhino-Laryngologie oder Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie – Anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 1, Tabelle 3	– Bedienung von digitale Volumentomographen (CBCT) Umsetzung der gesetzlichen Grundlagen nach Art. 9 Abs.1 Bst. c StSV (Sachverstand) für die oben genannten Anwendungen. Verschreiben aller radiologischen Anwendungen.
MA10 – Alle anderen Ärzte mit einem eidgenössischen Weiterbildungstitel	– Eidgenössisches Arztdiplom – Eidgenössischer Weiterbildungstitel	– Verschreiben aller radiologischen Anwendungen.
MA11 – Zahnmedizin	– Eidgenössisches Zahnarztdiplom	– Bedienung von Anlagen für intra- und extraorale, diagnostische Anwendung im zahnärztlichen Bereich (inklusive Orthopanthomograph mit und ohne Fernröntgen). Ausgenommen ist die Bedienung von digitalen Volumentomographen. – Umsetzung der gesetzlichen Grundlagen nach Art. 9 Abs.1 Bst. c StSV (Sachverstand) für die oben genannten Anwendungen.
MA12 – Zahnmedizin: erweiterte diagnostische Anwendungen	– Eidgenössisches Zahnarztdiplom – Anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 1, Tabelle 3	– Bedienung von Anlagen für intra- und extraorale, diagnostische Anwendung im zahnärztlichen Bereich (inklusive Orthopanthomograph mit und ohne Fernröntgen). – Bedienung von digitale Volumentomographen. – Umsetzung der gesetzlichen Grundlagen nach Art. 9 Abs.1 Bst. c StSV (Sachverstand) für die oben genannten Anwendungen.

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
MA13 – Tiermedizin: Anlagen für diagnostische Anwendungen	– Eidgenössisches Tierarztdiplom – Anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 1, Tabelle 3	– Bedienung von konventionellen Röntgenanlagen im tierärztlichen Bereich. Ausgenommen ist die Bedienung von Computertomographen. – Umsetzung der gesetzlichen Grundlagen nach Art. 9 Abs.1 Bst. c StSV (Sachverstand) für die oben genannten Anwendungen.
MA14 – Tiermedizin: Anwendung von offenen, radioaktiven Quellen	– Eidgenössisches Tierarztdiplom – Anerkannte Strahlenschutzausbildung für den Umgang mit offenen radioaktiven Quellen in Arbeitsbereichen B und C (siehe Anhang 4 Berufsnummer I 1)	– Bedienung von konventionellen Röntgenanlagen im tierärztlichen Bereich. Ausgenommen ist die Bedienung von Computertomographen. – Anwendung von offenen radioaktiven Quellen im tiermedizinischen Bereich. – Umsetzung der gesetzlichen Grundlagen nach Art. 9 Abs.1 Bst. c StSV (Sachverstand) für die oben genannten Anwendungen.
MA15 – Tiermedizin: Anlagen für erweiterte diagnostische und therapeutische Anwendungen (CT, Beschleuniger)	– Eidgenössisches Tierarztdiplom – Anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 1, Tabelle 3	– Bedienung von allen diagnostischen Anlagen im tierärztlichen Bereich. – Umsetzung der gesetzlichen Grundlagen nach Art. 9 Abs.1 Bst. c StSV (Sachverstand) für die oben genannten Anwendungen.

Tabelle 2: Kompetenzen

Die anerkannten Ausbildungslehrgänge stellen sicher, dass die Personen folgende Kompetenzen, Fähigkeiten und Kenntnisse besitzen:

* Die Kompetenzen sind in Anhang 4 Berufsnummer I 1 definiert

Kompetenzen / Berufsnummer	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Das Bewilligungswesen organisieren und die Korrespondenz mit den zuständigen Behörden sicherstellen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Die Administration der beruflich strahlenexponierten Personen organisieren und die individuelle Dosimetrie aller betroffenen Personen sicherstellen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Betriebsinterne Weisungen erstellen und deren Einhaltung kontrollieren	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Den Bewilligungsinhaber bei Fragen zum Strahlenschutz beraten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Die Einhaltung der Grenzwerte im Strahlenschutz sicherstellen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Strahlenschutzkonforme Arbeitsmethoden mit radioaktiven Quellen oder Anlagen unter Berücksichtigung des Optimierungsprinzips festlegen und überwachen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Strahlenschutzkonforme Arbeitsmethoden mit radioaktiven Quellen oder Anlagen anwenden	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Kontroll- oder Überwachungsbereiche festlegen und die dazugehörigen Massnahmen definieren	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Radioaktive Quellen gesetzeskonform lagern	–	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–

Kompetenzen / Berufsnummer	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Radioaktive Abfälle, Abwasser und Abluft gesetzeskonform entsorgen bzw abgeben	–	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Material oder Bereiche gesetzeskonform freimessen	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Strahlenmessungen korrekt durchführen und die Messresultate richtig interpretieren	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Funktionstüchtigkeit der erforderlichen Messgeräte sicherstellen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Andere Personen im strahlenschutzgerechten Verhalten aus- und weitertbilden	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Andere Personen im strahlenschutzgerechten Verhalten instruieren	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Die Grenzen der eigenen Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen im Strahlenschutz kennen und nötigenfalls Spezialisten hinzuziehen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	–	–	–		–
Massnahmen zur Störfallvorsorge festlegen und umsetzen	x	x	x	x	x	x	x	–	–	–	–	–	–		–
Störfälle bewältigen und beurteilen, ob Spezialisten hinzugezogen werden müssen	x	x	x	x	x	x	x	–	-	–	–	–	–		–
Störfälle und beinahe Störfälle auswerten und Massnahmen zur zukünftigen Vermeidung treffen	x	x	x	x	x	x	x	–	–	–	-	–	-		-
Die Kommunikationsabläufe und -inhalte bei einem Störfall vorsorglich organisieren	x	x	x	x	x	x	x	–	–	–	–	–	–		–
Optimales therapeutisches oder diagnostisches Verfahren wählen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x

Kompetenzen / Berufsnummer	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Therapeutisches oder diagnostisches Verfahren hinsichtlich Dosisminimierung von Patient und Personal optimieren sowie Referenzwerte (DRW, Aktivitäten) berücksichtigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	–	x	x		x
Publizierte Guidelines betreffend Verschreibungskriterien umsetzen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–		–
Patient über Nutzen und Risiko informieren	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–		–
Qualitätskontrollen von medizinischen Anlagen bzw. Radiopharmzeutika durchführen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x		x
Ärzte bei der Anschaffung von diagnostischen und therapeutischen Anlagen beraten	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–

Tabelle 3: Aus- und Weiterbildungsinhalte und -umfang

Es bedeuten:

1: Kenntnisse: aufzählen, skizzieren, benennen, beschreiben, darstellen
2: Verständnis: interpretieren, erklären, erläutern, formulieren, präsentieren
3: Anwendung: anwenden, erstellen, lösen, durchführen, berechnen, gestalten, konfigurieren
4: Analyse: auswählen, einteilen, analysieren, vergleichen
5: Bewertung: beurteilen, entscheiden, urteilen, klassifizieren, evaluieren
*: Die Ausbildungsdauer, Lerninhalte und Weiterbildungsanforderungen sind in Anhang 4 Berufsnummer I 1 gegeben
**: Die Ausbildung erfolgt im Rahmen des eidgenössischen Weiterbildungstitels beziehungsweise des eidgenössischen Tierarztdiploms
***: Die praktische Ausbildung erfolgt im Rahmen der Erlangung des Fähigkeitsausweises
****: Die praktische Ausbildung erfolgt im Rahmen einer entsprechenden Weiterbildung in der Tiermedizin
*****: Anerkannte Weiterbildung nur nötig, wenn Funktion als Sachverständiger ausgeübt wird

(Der Vergleich der Gewichtung ist nur innerhalb der Berufsnummern möglich)

Berufsnummer	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Aus- und Weiterbildungsumfang															
Empfohlene Unterrichtsdauer einer Ausbildung	**	**	**	**	32 h	32 h	32 h	32 h	13 h	8 h	8 h	32 h	8 h		8 h
Anerkannte Ausbildung notwendig	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Ausbildung am Arbeits-/Praktikumsplatz	–	–	–	–	***	***	***	–	–	–	–	–	**		****
Maximale Periodizität der Weiterbildung	3 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre
Empfohlene Dauer der Weiterbildung	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h
Anerkannte Weiterbildung notwendig	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja *****	nein

Berufsnummer	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Ausbildungsinhalte															
Rechtliche Grundlagen															
Strahlenschutzgesetz/-verordnung	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3		3
Technische Verordnungen des Spezialgebietes	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Rechtfertigungs- und Optimierungsprinzip	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Grenz -und Richtwerte	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Richtlinien, Reglemente, Empfehlungen, Normen und Merkblätter	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Transportvorschriften (SDR/ADR)	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Bewilligungswesen	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4		4
Internationale Empfehlungen (ICRP, IAEA)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	–	1	1	1		1
Koordination und Administration															
Rechtsstellung, Verantwortlichkeiten in Betrieben	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2		2
Aufgaben und Pflichten des Sachverständigen	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5		5
Interne Weisungen	5	5	5	5	5	5	5	5	5	–	5	5	5		5
Strahlenschutz-Instruktion von betroffenen Personen	5	5	5	5	5	5	5	5	5	–	5	5	3		3
Strahlenschutz Aus- und Weiterbildung des ausbildungspflichtigen Personals	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–	3	3	3		3

Berufsnummer	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Benennung, Einstufung und Überwachung beruflich strahlenexponierter Personen	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–	3	3	3		3
Störfallvorsorge	3	3	3	3	3	3	3	–	–	–	–	–	–		–
Aufzeichnung, Buchführung und Meldewesen	4	4	4	4	4	4	4	4	4	–	4	4	4		4
Strahlenphysik															
Aufbau der Atome/Nuklidkarte	2	2	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2		2
Radioaktive Zerfälle und Strahlenarten	2	2	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1		1
Wechselwirkung Strahlung – Materie	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4		4
Dosisbegriffe (zur Strahlenbiologie)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	4		4
Abschirmung und Abschwächung	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Produktion von radioaktiven Stoffen	1	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Funktionsweise eines Beschleunigers	2	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		2
Funktionsweise einer Röntgenröhre	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2		2
Streustrahlung am Patienten	1	1	1	3	3	3	3	3	3	–	1	1	3		3
Strahlenbiologie/Strahlengefährdung															
Biologische Wirkung ionisierender Strahlung	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	3	3	3		3
Personen mit erhöhtem Risiko (Kleinkinder, schwangere Frauen)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	3		3
Effektive biologische Wirkung (wR)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–	3	3	3		3
Strahlenempfindlichkeit von Organen (wT)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–	3	3	3		3

Berufsnummer	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Strahlenfrüh-/Strahlenspätschäden	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	2	2	2		2
Dosis – Wirkung/Risiko	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5		5
Strahlenexposition der Bevölkerung	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
Strahlenmessung															
Grundlagen der Strahlenmesstechnik	2	2	2	2	2	2	2	2	2	–	1	1	1		1
Messgerätekunde	2	2	2	2	2	2	2	2	2	–	1	1	1		1
Dosisleistungs- und Ortsdosismessung	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–	1	1	1		1
Kontaminationsmessung	1	1	3	1	1	1	1	1	1	–	–	–	–		–
Inkorporationsüberwachung	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Personendosismessung (externe Bestrahlung)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Nuklididentifikation	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Ermittlung der Organdosis und der effektiven Dosis	4	4	4	3	3	3	3	3	3	–	3	3	2		2
Operationeller Strahlenschutz															
Praktische Anwendung der Strahlenmessgeräte	2	2	2	2	2	2	2	2	2	–	1	1	1		1
Anwendung des Optimierungsprinzips	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	5		5
Kontroll- und Überwachungsbereiche	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Arbeitsplanung, Arbeitsmethoden und Einsatz von Schutzmitteln	5	5	5	5	5	5	5	5	5	–	5	5	5		5
Qualitätskontrolle, Konstanzprüfung	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–	3	3	3		3

Berufsnummer	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Lagerung radioaktiver Stoffe	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Persönliche und technische Schutzmassnahmen (insbesondere bei Personen mit erhöhtem Risiko) gegen:															
– äussere Bestrahlung	4	4	4	4	4	4	4	4	4	–	4	4	4		4
– innere Bestrahlung	–	–	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Kontamination	–	–	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Persönliche Schutzausrüstung/Patientenschutz in Theorie und Praxis	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4		4
Dekontamination von Material und Arbeitsplätzen	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–			–		–
Personendekontamination	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Abfallbehandlung	2	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umwelt	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Dichtheitsprüfung von geschlossenen Quellen	1	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Wartung, Überprüfung von Sicherheitseinrichtungen	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1		1
Verhalten bei Störfällen und medizinischen Strahlenereignisse, Kommunikation	3	3	3	2	2	2	2	2	2	–	2	2	1		1
Praxis: Verhalten und Arbeiten in Kontrollbereichen	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–	3	3	3		3
Medizinische Aspekte															
Nutzen-Risiko-Überlegungen	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	3		3

Berufsnummer	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Rechtfertigung von Untersuchungen/Therapieverfahren sowie individuelle Anwendungen nach Art. 39 und 40 StSV	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	–		–
Information des Patienten über das strahlenbedingte Risiko	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	1		1
Indikationsstellung (ionisierende Strahlung versus Alternativen)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	3	3		3
Überwachung von Untersuchungen	4	4	4	4	4	3	3	3	3	1	3	3	2		2
Abschätzen und Optimierung der Patientendosen basierend auf patientenspezifischen Informationen	5	5	5	5	5	4	4	4	4	1	3	3	–		–
Diagnostische Referenzwerte für Patienten	1	1	3	3	3	3	3	3	–	–	–	–	–		–
Stand von Wissenschaft und Technik	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Aufnahmetechnik und Untersuchungen															
Röntgengerätekunde berufsspezifische Aspekte	3	3	2	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		3
Berufsspezifische Aufnahmetechniken im Niederigdosisbereich	2	2	2	4	4	4	4	4	4	1	4	4	–		–
Berufsspezifische Aufnahmetechniken im mittleren Dosisbereich	2	2	2	4	4	4	4	2	–	1	–	–	–		–
Berufsspezifische Aufnahmetechniken im Hochdosisbereich:															
– Mit CT und Mammographie	–	–	–	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
– Ohne CT und Mammographie	2	2	3	4	4	2	2	2	–	1	–	–	–		–

Berufsnummer	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5	MA 6	MA 7	MA 8	MA 9	MA 10	MA 11	MA 12	MA 13	MA 14*	MA 15
Umgang mit berufsspezifischen therapeutischen Anlagen	5	5	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Medizinische Teilchenbeschleuniger, Bestrahlungseinheiten	3	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Umgang mit offenen radioaktiven Quellen in der Nuklearmedizin	–	–	5	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Bildgebende Systeme in der Nuklearmedizin	–	–	4	1	–	–	–	–	–	1	–	–	–		–
Abbildungsgeometrie und Einstelltechnik	4	4	4	4	4	4	4	4	4	–	4	4	3		3
Bildqualitätsparameter unter Berücksichtigung der Patientendosen	2	1	4	4	4	4	4	4	4	–	4	4	2		2
Bildverarbeitungstechnik	3	1	3	3	3	3	3	3	3	–	3	3	2		2
Archivierung und Lagerung von Bildern	3	1	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	2		2
Tiermedizinisch-diagnostische Aufnahmetechniken	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4		4
Tiermedizinisch–diagnostische Aufnahmetechniken mit CT	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		4
Nuklearmedizinische Anwendungen in der Tiermedizin	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1		1
Intraorale Geräte- und Einstelltechnik im zahnärztlichen Bereich	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4	4	–		–
Extraorale Geräte- und Einstelltechnik im zahnärztlichen Bereich	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	4	–		–

Anhang 2
(Art. 1 Abs. 2 Bst. b)

Medizinalberufe (ausser Ärztinnen, Ärzte, Chiropraktorinnen, Chiropraktoren) und Handel in der Medizin

Tabelle 1: Notwendige Ausbildung und erlaubte Tätigkeiten

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
MP1 – Medizinphysik	– Bachelorabschluss auf universitärer Stufe in Physik oder eine gleichwertige Ausbildung – Masterabschluss auf universitärer Stufe in Naturwissenschaften oder eine gleichwertige Ausbildung – Eine anerkannte Ausbildung im Strahlenschutz nach Anhang 2 Tabelle 3 – Berufliche Tätigkeit auf dem Gebiet der medizinischen Physik, die der Äquivalenz einer dreijährigen Vollzeitbeschäftigung entspricht – Fachanerkennung der Schweizerischen Gesellschaft für Strahlenbiologie und Medizinische Physik	– Strahlenschutzverantwortung im Spital für die Bereiche diagnostische Radiologie, Radioonkologie, Nuklearmedizin sowie Überprüfungen von sicherheitsrelevanten und dosisbestimmenden Komponenten, welche die Dosis des Patienten und des Personals beeinflussen können – Durchführung der Konstanzprüfung und der Qualitätssicherung – Umsetzung der gesetzlichen Grundlagen nach Art. 9 Abs.1 Bst.c StSV (Sachverstand)

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
MP2 – MTRA	– Diplomierte Fachfrauen und Fachmänner für medizinisch-technische Radiologie HF	– Die folgenden Tätigkeiten sind ausschliesslich nach Anweisung eines im entsprechenden Tätigkeitsbereich sachverständigen Arztes bzw. Chiropraktors erlaubt: – Bedienung medizinisch-diagnostischer Röntgenanlagen – Vorbereitung von durchleuchtungsgestützten Anlagen – Die Anwendung am Menschen von durchleuchtungsgestützten Anlagen ist ausschliesslich im mittleren und im Niedrigdosisbereich erlaubt – Durchleuchtung zur Einstellungskontrolle für die Strahlentherapie – Bedienung therapeutischer Röntgenanlagen, medizinischer Teilchenbeschleuniger, Bestrahlungseinheiten und Anwendung geschlossener radioaktiver Quellen. – Umsetzung der gesetzlichen Grundlagen nach Art. 9 Abs.1 Bst.c StSV (Sachverstand)
MP3 – MTRA tätig in der Nuklearmedizin	– Diplom Fachmann/frau medizinisch-technischer Radiologie (MTRA) HF oder Bachelorabschluss in medizinisch technischer Radiologie – Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung für den Umgang mit offenen radioaktiven Quellen in Arbeitsbereichen B und C (siehe Anhang 4 Berufsnummer I 1)	– Durchführung der Konstanzprüfung und der Qualitätssicherung. – Arbeiten mit offenen radioaktiven Quellen im Arbeitsbereich Typ C und B – Alle in MP 2 erwähnten erlaubten Tätigkeiten – Umsetzung der gesetzlichen Grundlagen nach Art. 9 Abs.1 Bst.c StSV (Sachverstand)

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
MP4 – Fachpersonal Operationstechnik	– diplomierte Fachfrau/ -mann Operationstechnik HF sowie diplomierte Pflegefachfrau /-mann Operationsbereich mit einem Fähigkeitsausweis des Schweizerischen Berufsverbands. – Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 2 Tabelle 3	– Vorbereitung von durchleuchtungsgestützten Anlagen nach Anweisung eines entsprechenden, sachverständigen Arztes bzw. Ärztin
MP5 – Medizinische Praxisassistentinnen und assistenten	– Abgeschlossene Berufsbildung als Medizinische Praxisassistentinnen und assistenten EFZ	– Bedienung von Röntgenanlagen für humanmedizinische Diagnostik im niederigen Dosisbereich nach Anweisung eines entsprechenden, sachverständigen Arztes bzw. Ärztin. In diesen Bereich fallen insobesondere Thorax- oder Extremitätenaufnahmen – Ausgenommen sind Untersuchengen des Achsenskeletts, des Becken und des Abdomens sowie alle CT-Untersuchungen und Untersuchungen mit durchleuchtungsgestützten Anlagen – Ausgeschlossen sind Anwendungen, Konstanztprüfungen und die Qualitätssicherung bei der Mammographie
MP6 – Medizinische Praxisassistentinnen und -assistenten für die erweiterten konventionellen Aufnahmetechniken in der Radiologie	– Abgeschlossene Ausbildung als medizinische Praxisassistentin oder Praxisassistent EFZ mit Röntgenberechtigung. – Nachweis eines Praktikumsplatzes für die klinische Ausbildung in der erweiterten konventionellen Aufnahmetechnik – Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 2 Tabelle 3	– Bedienung von Röntgenanlagen im mittleren und niedrigen Dosisbereich für humanmedizinische Diagnostik nach Anweisung eines entsprechenden, sachverständigen Arztes bzw. Ärztin. – Ausgenommen sind alle CT-Untersuchungen und Untersuchungen mit durchleuchtungsgestützten Anlagen.. – Ausgeschlossen sind Anwendungen, Konstanztprüfungen und die Qualitätssicherung bei der Mammographie

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
MP7 – Übriges medizinisches Personal	– Abgeschlossene Berufsbildung im medizinischen Bereich wie z. B. Fachmann/frau für Gesundheit EFZ, OrthopädistIn EFZ – Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 2 Tabelle 3	– Bedienung von Röntgenanlagen für humanmedizinische Diagnostik im niederigen Dosisbereich nach Anweisung eines entsprechenden, sachverständigen Arztes bzw. Ärztin. In diesen Bereich fallen insobesondere Thorax- oder Extremitätenaufnahmen – Ausgenommen sind Untersuchengen des Achsenskeletts, des Becken und des Abdomens sowie alle CT-Untersuchungen und Untersuchungen mit durchleuchtungsgestützten Anlagen – Ausgeschlossen sind Anwendungen, Konstanztprüfungen und die Qualitätssicherung bei der Mammographie
MP8 – Dentalassistentinnen und –assistenten	– Abgeschlossene Berufsbildung als Dentalassistentinnen und –assistenten EFZ	– Anwendung von intraoralen Techniken im zahnärztlichen Bereich (inklusive Orthopanthomograph mit und ohne Fernröntgen, ausgeschlossen ist die digitale Volumentomographie) unter der verantwortlichen Leitung einer sachverständigen Zahnärztin oder eines sachverständigen Zahnarztes
MP9 – Dentalassistentinnen und -assistenten für die erweiterten diagnostischen Anwendungen im zahnärzlichen Bereich	– Abgeschlossene Berufsbildung als Dentalassistentin oder Dentalassistent EFZ. – Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 2 Tabelle 3.	– Anwendung von intra- und extraoralen Techniken im zahnärztlichen Bereich (inklusive digitale Volumentomographen, Orthopanthomograph mit und ohne Fernröntgen) unter der verantwortlichen Leitung einer sachverständigen Zahnärztin oder eines sachverständigen Zahnarztes.
MP10 – Dentalhygienikerinnen und -hygieniker	– Diplomierte Dentalhygienikerinnen und -hygieniker HF.	– Anwendung von intra- und extraoralen Techniken im zahnärztlichen Bereich (inklusive digitale Volumentomographen, Orthopanthomograph mit und ohne Fernröntgen) unter der verantwortlichen Leitung einer sachverständigen Zahnärztin oder eines sachverständigen Zahnarztes.

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
MP11 – Tiermedizinische Praxisassistentinnen und –assistenten	– Abgeschlossene Berufsbildung als Tiermedizinische Praxisassistentinnen und –assistenten EFZ	– Bedienung von Röntgenanlagen für tiermedizinische Diagnostik unter der verantwortlichen Leitung einer entsprechenden, sachverständigen Tierärztin oder eines entsprechenden, sachverständigen Tierarztes. – Ausgeschlossen ist die Bedienung von Beschleuniger- und CT-Anlagen sowie alle Anwendungen von offenen radioaktiven Quellen im tiermedizinischen Bereich.
MP12 – Tiermedizinische Praxisassistentinnen und –assistenten tätig mit offenen radioaktiven Quellen am Tier	– Abgeschlossene Berufsbildung als Tiermedizinische Praxisassistentinnen und –assistenten EFZ – Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung für Laborpersonal (siehe Anhang 4 Berufsnummer I 19)	– Anwendung von offenen radioaktiven Quellen im tiermedizinischen Bereich unter der verantwortlichen Leitung einer entsprechenden, sachverständigen Tierärztin oder eines entsprechenden, sachverständigen Tierarztes. – Alle in MP 11 erwähnten erlaubten Tätigkeiten
MP13 – Handel, Wartung und Installation von medizinischen Röntgenanlagen	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 2 Tabelle 3. – Für Tätigkeiten im nuklearmedizinischen Bereich wird zusätzlich eine anerkannte Strahlenschutzausbildung für den Umgang mit offenen radioaktiven Quellen in Arbeitsbereichen B und C (siehe Anhang 4 Berufsnummer I 1) verlangt.	– Handel, Wartung und Installation von medizinischen Röntgenanlagen und Anlagen nach Art. 21 Abs. 1 Bst. c StSV – Umsetzung der gesetzlichen Grundlagen nach Art. 9 Abs.1 Bst.c StSV (Sachverstand)

Tabelle 2: Kompetenzen

Die anerkannten Ausbildungslehrgänge stellen sicher, dass die Personen folgende Kompetenzen, Fähigkeiten und Kenntnisse besitzen:

* Die Kompetenzen sind in Anhang 4 Berufsnummer I 19 definiert

Kompetenzen / Berufsnummer	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Das Bewilligungswesen organisieren und die Korrespondenz mit den zuständigen Behörden sicherstellen	x	x	x	–	–	–	–	–	–	–	–		x
Die Administration der beruflich strahlenexponierten Personen organisieren und die individuelle Dosimetrie aller betroffenen Personen sicherstellen	x	x	x	x	–	–	–	–	–	–	–		x
Betriebsinterne Weisungen erstellen und deren Einhaltung kontrollieren	x	x	x	x	–	–	–	–	–	–	–		x
Den Bewilligungsinhaber bei Fragen zum Strahlenschutz beraten	x	x	x	–	–	–	–	–	–	–	–		x
Die Einhaltung der Grenzwerte im Strahlenschutz sicherstellen	x	x	x	–	x	x	x	x	x	x	x		x
Strahlenschutzkonforme Arbeitsmethoden mit radioaktiven Quellen oder Anlagen unter Berücksichtigung des Optimierungsprinzips festlegen und überwachen	x	x	x	x	–	–	–	–	–	–	–		x
Strahlenschutzkonforme Arbeitsmethoden mit radioaktiven Quellen oder Anlagen anwenden	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x

Kompetenzen / Berufsnummer	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Kontroll- oder Überwachungsbereiche festlegen und die dazugehörigen Massnahmen definieren	x	x	x	–	–	–	–	–	–	–	–		x
Radioaktive Quellen gesetzeskonform lagern	x	x	x	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Radioaktive Abfälle, Abwasser und Abluft gesetzeskonform entsorgen bzw abgeben	x	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Material oder Bereiche gesetzeskonform freimessen	x	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Strahlenmessungen korrekt durchführen und die Messresultate richtig interpretieren	x	x	x	–	–	–	–	–	–	–	–		x
Funktionstüchtigkeit der erforderlichen Messgeräte sicherstellen	x	x	x	–	–	–	–	–	–	–	–		x
Andere Personen im strahlenschutzgerechten Verhalten aus- und weiterbilden	x	x	x	–	–	–	–	–	–	–	–		x
Andere Personen im strahlenschutzgerechten Verhalten instruieren	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Die Grenzen der eigenen Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen im Strahlenschutz kennen und nötigenfalls Spezialisten hinzuziehen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x

Kompetenzen / Berufsnummer	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Massnahmen zur Störfallvorsorge festlegen und umsetzen	x	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Störfälle bewältigen und beurteilen, ob Spezialisten hinzugezogen werden müssen	x	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Störfälle und beinahe Störfälle auswerten und Massnahmen zur zukünftigen Vermeidung treffen	x	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Die Kommunikationsabläufe und -inhalte bei einem Störfall vorsorglich organisieren	x	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Optimales therapeutisches oder diagnostisches Verfahren wählen	x	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Therapeutisches oder diagnostisches Verfahren hinsichtlich Dosisminimierung von Patient und Personal optimieren sowie Referenzwerte (DRW, Aktivitäten) berücksichtigen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Publizierte Guidelines betreffend Verschreibungskriterien umsetzen	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Patient über Nutzen und Risiko informieren	x	x	x	–	x	x	x	x	x	x	–		–
Qualitätskontrollen von medizinischen Anlagen bzw. Radiopharmzeutika durchführen	x	x	x	–	x	x	x	x	x	x	x		x

Kompetenzen / Berufsnummer	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Ärzte bei der Anschaffung von diagnostischen und therapeutischen Anlagen beraten	x	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		x

Tabelle 3: Aus- und Weiterbildungsinhalte und -umfang

Es bedeuten:

1: Kenntnisse: aufzählen, skizzieren, benennen, beschreiben, darstellen
2: Verständnis: interpretieren, erklären, erläutern, formulieren, präsentieren
3: Anwendung: anwenden, erstellen, lösen, durchführen, berechnen, gestalten, konfigurieren
4: Analyse: auswählen, einteilen, analysieren, vergleichen
5: Bewertung: beurteilen, entscheiden, urteilen, klassifizieren, evaluieren
*: Die Lerninhalte sind in Anhang 3 Berufsnummer I 20 gegeben
**: Die praktische Ausbildung erfolgt im Rahmen des eidgenössischen Diploms
***: 50 testierte Untersuchungen aus dem Bereich Achsenskelett innerhalb 18 Monate
****: In der Ausbildung ist ein praktischer Teil von mindestens 100h Unterrichtsdauer enthalten
*****: Anerkannte Weiterbildung nur nötig, wenn Funktion als Sachverständiger ausgeübt wird

(Der Vergleich der Gewichtung ist nur innerhalb der Berufsnummer möglich)

Berufsnummer	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Aus- und Weiterbildungsumfang													
Empfohlene Unterrichtsdauer der Ausbildung	120 h	560 h	640 h	24 h[6]	160 h	40 h	120 h	64 h	40 h	120 h	72 h		40 h
Anerkannte Ausbildung notwendig	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Ausbildung am Arbeits-/Praktikumsplatz	**	**	**	–	**	***	****	**	–	**	**		–
Maximale Periodizität der Weiterbildung	3 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre
Empfohlene Dauer der Weiterbildung	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h

6 Davon ein Tag für die Erstellung einer schriftlichen Arbeit als Kompetenznachweis.

Berufsnummer	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Anerkannte Weiterbildung notwendig	nein	nein	ja*****	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Ausbildungsinhalte													
Rechtliche Grundlagen													
Strahlenschutzgesetz/-verordnung	3	3	3	1	2	–	2	2	–	2	2		3
Technische Verordnungen des Spezialgebietes	3	3	3	2	2	–	2	2	–	2	2		3
Rechtfertigungs– und Optimierungsprinzip	4	3	3	2	2	–	2	2	–	2	2		1
Grenz –und Richtwerte	4	3	3	2	2	–	2	2	–	2	2		2
Richtlinien, Reglemente, Empfehlungen, Normen und Merkblätter	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3		3
Transportvorschriften (SDR/ADR)	2	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–		1
Bewilligungswesen	4	4	4	1	1	–	1	1	–	1	1		3
Internationale Empfehlungen (ICRP, IAEA)	2	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–		3
Koordination und Administration													
Rechtsstellung, Verantwortlichkeiten in Betrieben	2	2	2	1	1	–	1	1	–	1	1		2
Aufgaben und Pflichten des Sachverständigen	5	5	5	1	1	–	1	1	–	1	1		5
Interne Weisungen	5	5	5	3	3	–	3	3	–	3	3		5

Berufsnummer	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Strahlenschutz-Instruktion von betroffenen Personen	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3		5
Strahlenschutz Aus- und Weiterbildung des ausbildungspflichtigen Personals	5	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Benennung, Einstufung und Überwachung beruflich strahlenexponierter Personen	3	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Störfallvorsorge	3	3	3	–	1	–	1	–	–	–	–		2
Aufzeichnung, Buchführung und Meldewesen	4	4	4	3	3	–	3	3	–	3	3		4
Strahlenphysik													
Aufbau der Atome/Nuklidkarte	3	2	3	1	2	–	2	2	–	2	2		3
Radioaktive Zerfälle und Strahlenarten	3	2	3	1	1	–	1	1	–	1	1		3
Wechselwirkung Strahlung – Materie	4	4	4	2	2	–	2	2	–	2	2		3
Dosisbegriffe (zur Strahlenbiologie)	5	5	5	2	2	–	2	2	–	2	2		5
Abschirmung und Abschwächung	5	5	5	4	2	–	2	2	–	2	2		5
Produktion von radioaktiven Stoffen	3	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Funktionsweise eines Beschleunigers	5	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–		–

Berufsnummer	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Funktionsweise einer Röntgenröhre	3	3	3	3	2	–	2	2	–	2	2		5
Streustrahlung am Patienten	4	3	3	4	2	3	2	–	2	2	3		2
Strahlenbiologie/Strahlengefährdung													
Biologische Wirkung ionisierender Strahlung	5	3	3	2	2	3	2	2	–	2	2		3
Personen mit erhöhtem Risiko (Kleinkinder, schwangere Frauen)	5	3	3	3	3	–	3	2	–	3	1		3
Effektive biologische Wirkung (wR)	3	3	3	1	2	–	2	2	–	2	2		1
Strahlenempfindlichkeit von Organen (wT)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		1
Strahlenfrüh–/Strahlenspätschäden	3	3	3	2	2	–	2	2	–	2	2		1
Dosis – Wirkung/Risiko	5	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2		1
Strahlenexposition der Bevölkerung	1	1	1	1	1	–	1	1	–	1	1		1
Strahlenmessung													
Grundlagen der Strahlenmesstechnik	5	2	2	–	2	–	2	2	–	2	2		2
Messgerätekunde	5	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–		2
Dosisleistungs- und Ortsdosismessung	3	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–		2
Kontaminationsmessung	3	1	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–

Berufsnummer	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Inkorporationsüberwachung	3	1	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Personendosismessung (externe Bestrahlung)	3	3	3	1	3	–	3	3	–	3	3		1
Nuklididentifikation	5	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Ermittlung der Organdosis und der effektiven Dosis	5	4	4	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Operationeller Strahlenschutz													
Praktische Anwendung der Strahlenmessgeräte	5	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–		2
Anwendung des Optimierungsprinzips	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	2		2
Kontroll- und Überwachungsbereiche	3	3	3	2	2	–	2	2	–	2	2		3
Arbeitsplanung, Arbeitsmethoden und Einsatz von Schutzmitteln	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	1		4
Qualitätskontrolle, Konstanzprüfung	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		5
Lagerung radioaktiver Stoffe	3	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–

Berufsnummer	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Persönliche und technische Schutzmassnahmen (insbesondere bei Personen mit erhöhtem Risiko) gegen:													
– äussere Bestrahlung	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4		4
– innere Bestrahlung	5	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–		–
– Kontamination	5	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Persönliche Schutzausrüstung/Patientenschutz in Theorie und Praxis	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4		4
Dekontamination von Material und Arbeitsplätzen	3	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Personendekontamination	3	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Abfallbehandlung	3	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umwelt	3	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Dichtheitsprüfung von geschlossenen Quellen	3	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Wartung, Überprüfung von Sicherheitseinrichtungen	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1		5
Verhalten bei Störfällen und medizinischen Strahlenereignisse, Kommunikation	3	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Praxis: Verhalten und Arbeiten in Kontrollbereichen	3	3	3	3	3	–	3	3	–	3	3		3

Berufsnummer	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Medizinische Aspekte													
Nutzen–Risiko-Überlegungen	4	2	2	1	1	–	1	1	–	1	1		–
Rechtfertigung von Untersuchungen/Therapieverfahren sowie individuelle Anwendungen nach Art. 39 und 40 StSV	2	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Information des Patienten über das strahlenbedingte Risiko	2	3	3	1	2	2	2	2	2	2	–		–
Indikationsstellung (ionisierende Strahlung versus Alternativen)	1	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Überwachung von Untersuchungen	1	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Abschätzen und Optimierung der Patientendosen basierend auf patientenspezifischen Informationen	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	–		–
Diagnostische Referenzwerte für Patienten	5	3	3	3	3	3	3	–	–	–	–		1
Stand von Wissenschaft und Technik	5	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1		3
Aufnahmetechnik und Untersuchungen													
Röntgengerätekunde berufsspezifische Aspekte	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		5
Berufsspezifische Aufnahmetechniken im Niederigdosisbereich	5	4	4	4	4	–	4	–	–	–	–		3

Berufsnummer	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Berufsspezifische Aufnahmetechniken im mittleren Dosisbereich	5	4	4	4	–	4	–	–	–	–	–		3
Berufsspezifische Aufnahmetechniken im Hochdosisbereich:													
– Mit CT und Mammographie	5	4	4	–	–	–	–	–	–	–	–		3
– Ohne CT und Mammographie	5	4	4	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Umgang mit berufsspezifischen therapeutischen Anlagen	5	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–		3
Medizinische Teilchenbeschleuniger, Bestrahlungseinheiten	5	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–		3
Umgang mit offenen radioaktiven Quellen in der Nuklearmedizin	3	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Bildgebende Systeme in der Nuklearmedizin	5	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–		3
Abbildungsgeometrie und Einstelltechnik	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3		3
Bildqualitätsparameter unter Berücksichtigung der Patientendosen	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3
Bildverarbeitungstechnik	5	3	3	–	3	–	3	3	–	3	3		3
Archivierung und Lagerung von Bildern	3	3	3	–	3	–	3	3	–	3	3		3
Tiermedizinisch–diagnostische Aufnahmetechniken	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4		1

Berufsnummer	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10	MP 11	MP 12*	MP 13
Tiermedizinisch–diagnostische Aufnahmetechniken mit CT	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4		1
Nuklearmedizinische Anwendungen in der Tiermedizin	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1		1
Intraorale Geräte– und Einstelltechnik im zahnärztlichen Bereich	–	–	–	–	–	–	–	4	–	4	–		2
Extraorale Geräte- und Einstelltechnik im zahnärztlichen Bereich	–	–	–	–	–	–	–	1	4	4	–		2

Anhang 3
(Art. 1 Abs. 2 Bst. c)

Tätigkeiten im Bereich Kernanlagen

Tabelle 1: Notwendige Ausbildung und erlaubte Tätigkeiten

Die Aufsichtsbehörde kann in Ausnahmefällen die Teilnahme an Lehrgängen gestatten, obwohl die folgenden Anforderungen nicht erfüllt sind, wenn durch eine entsprechende Vorbildung oder Arbeitserfahrung gleichwertige Voraussetzungen gegeben sind.

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
K1 – Sachverständige für Kernanlagen	– Eine abgeschlossene Ausbildung an einer Hochschule oder Fachhochschule in einem Studiengang wie Chemie, Physik, Maschinentechnik oder Elektrotechnik – Ein halbes Jahr Berufserfahrung im Strahlenschutz, wobei vollamtliche wie auch nebenamtliche Aufgaben im Strahlenschutz in einem oder in mehreren Betrieben akzeptiert werden – Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 3 Tabelle 3	– Sämtliche Tätigkeiten, die den Strahlenschutzfachkräften und -technikern erlaubt sind, sowie – Genehmigung von Strahlenschutzplanungen für Tätigkeiten mit geschätzten Individualdosen grösser 10 mSv oder Kollektivdosen grösser 30 Pers.-mSv – Freigabe von Einsätzen bei Betriebsstörungen oder Störfällen wenn Individualdosen grösser 10 mSv oder Kollektivdosen grösser 30 Pers.-mSv – Umsetzung der gesetzlichen und behördlichen Vorgaben im Strahlenschutz in betriebliche Weisungen, Kontrolle und periodische Bewertung der Einhaltung und Wirkung dieser Weisungen

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
K2 – Strahlenschutztechnikerinnen und -techniker	– Eine dreijährige praktische Tätigkeit im Strahlenschutz, davon mindestens zwei Jahre als Strahlenschutzfachkraft. – Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 3 Tabelle 3	– Vorbereiten von Strahlenschutz- und Überwachungsmassnahmen je nach Planungsvorgabe, – Freigabe von Arbeitsplätzen je nach radiologischem Zustand, vorhandenen Strahlenschutz- und Überwachungsmassnahmen und Durchführung eventueller zusätzlichen Massnahmen, – Überwachung des radiologischen Zustands von Arbeitsplätzen sowie von Personen zur Erkennung von Abweichungen von Planungszielen – Freimessung des Arbeitsplatzes nach Arbeitsabschluss zur Aufhebung von Strahlenschutzmassnahmen inkl. Rückbau der temporären Zonen – Routinetätigkeiten mit Strahlenexpositionen: – Überwachung des radiologischen Zustands von Kernanlagen, von Arbeitsplätzen sowie von Personen zur Erkennung von Abweichungen vom Normalbetrieb und Durchführung von Strahlenschutz- und Überwachungsmassnahmen je nach radiologischem Zustand – Überwachung der Funktionalität von Schutzmittel und Überwachungsinstrumenten – Freigabe von Materialien aus dem Kontrollbereich, durch Nachweis der hierfür gültigen Kriterien – Übernahme aller Pflichten beim Umgang mit geschlossenen radioaktiven Quellen für Prüf- und Kalibrierzwecke – Radiologische Überwachung von Transportbehälter und Fahrzeuge beim Empfang und Versand radioaktiver Stoffe – Ungeplante Tätigkeiten mit Strahlenexpositionen: – Intervention bei Feststellung von Abweichungen – Freigabe ungeplanter Arbeitseinsätze bei Betriebsstörungen und Störfällen wenn Individualdosen kleiner 5 mSv und Kollektivdosen kleiner 10 mSv – Strahlenschutzbegleitung von Einsatzkräften in Stör- und Notfällen

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
K3 – Strahlenschutzfachkräfte	– Eine abgeschlossene Berufsbildung in einem technischen Beruf und sechs Monate praktische Erfahrungen im Strahlenschutz, davon drei in einer Kernanlagen – Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 3 Tabelle 3	– Sämtliche Tätigkeiten, die den Strahlenschutzfachkräften erlaubt sind, sowie: – Überprüfung von Arbeitsanträgen, Instandsetzungsaufträgen bezüglich der Notwendigkeit von Strahlenschutzplanungen bzw. Strahlenschutzfreigaben – Genehmigung von Strahlenschutzplanungen für Tätigkeiten mit geschätzten Individualdosen kleiner 10 mSv oder Kollektivdosen kleiner 30 Pers.-mSv – Freigabe von Einsätzen bei Betriebsstörungen oder Störfällen wenn Individualdosen kleiner 10 mSv oder Kollektivdosen kleiner 30 Pers.-mSv
K4 – Strahlenschutzbeauftragter	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Berufsnummer I 1	– Übernahme von Routineaufgaben im Strahlenschutz gemäss schriftlicher Vereinbarung: z.B. Überwachung des radiologischen Zustands im Labor, Vorbereitung und Umsetzung von Strahlenschutzmassnahmen, Buchführung über das Quelleninventars
K5 – Laborpersonal	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Berufsnummer I 19	– Alle in Anhang 4 Berufsnummer I 19 erwähnten erlaubten Tätigkeiten
K6 – Sachverständige beim Transport radioaktiver Stoffe	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Berufsnummer I 11	– Alle in Anhang 4 Berufsnummer I 1 erwähnten erlaubten Tätigkeiten

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
K7 – Fahrzeugführer von radioaktiven Stoffe	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Berufsnummern I 16 beziehungsweise I 17 (Gefahrgutklasse 7)	– Alle in Anhang 4 Berufsnummern I 16 beziehungsweise I 17 erwähnten erlaubten Tätigkeiten (Gefahrgutklasse 7)

Tabelle 2: Kompetenzen

Die anerkannten Ausbildungslehrgänge stellen sicher, dass die Personen folgende Kompetenzen, Fähigkeiten und Kenntnisse besitzen:

Kompetenzen / Berufsnummer	K1	K2	K3
Den Bewilligungsinhaber sowie das Betriebspersonal in Kernanlagen bei Fragen zum Strahlenschutz beraten	x	x	x
Die Einhaltung der Grenzwerte im Strahlenschutz durch die Erstellung von betriebsinternen allgemeinen Weisungen insbesondere durch Festlegung von Interventionswerten (Warnschwellen) sicherstellen, Aufgabenverteilung im Strahlenschutz dokumentieren	x	–	–
Kontroll- oder Überwachungsbereiche festlegen, den Zonen- und Gebietstypen zuordnen und die dazugehörigen Massnahmen definieren	x	x	x
Für freigabepflichtige Anlagenänderungen sowie komplexe Tätigkeiten eine Strahlenschutzplanung unter Berücksichtigung des Optimierungsprinzips erstellen, inklusive insbesondere der Festlegung der technischen und administrativen Schutz- und Überwachungsmassnahmen, Dosisabschätzung, Festlegung von Dosiszielen und spezifischen Interventionswerten sowie Erstellung tätigkeitsbezogener Weisungen	x	x	–
Für einfache Tätigkeiten die technischen und administrativen Schutz- und Überwachungsmassnahmen unter Berücksichtigung des Optimierungsprinzips festlegen	x	x	x
Einteilung des Personals und der Besucher der Expositionskategorie (nicht beruflich, beruflich A/B)	x	x	–
Die Administration der beruflich strahlenexponierten Personen organisieren und die individuelle Dosimetrie aller betroffenen Personen sicherstellen	x	x	x
Die Korrespondenz mit den zuständigen Behörden sicherstellen, insbesondere die Freigabe-, Melde- und Berichtserstattungspflichten zu Händen des ENSI wahrnehmen	x	x	–
Sich im Kontrollbereich strahlenschutzkonform verhalten, tätigkeitsspezifische Schutz- und Überwachungsmassnahmen vorbereiten, Schutzmittel korrekt anwenden, Weisungen einhalten	x	x	x
Radioaktive Quellen gesetzeskonform handhaben und lagern	x	x	x
Den gesetzeskonformen Betrieb von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung sicherstellen	x	x	x

Kompetenzen / Berufsnummer	K1	K2	K3
Strahlenmessungen bezüglich Areal-, Anlagen-, System-, Raum-, Arbeitsplatz- sowie Personenüberwachung korrekt durchführen und die Messresultate richtig interpretieren	x	x	x
Radioaktive Abfälle, Abwasser und Abluft gesetzeskonform entsorgen oder abgeben	x	x	–
Material oder Bereiche gesetzeskonform freimessen	x	x	x
Radioaktive Versandstücke gesetzeskonform verpacken	x	x	x
Die Einhaltung betriebsinterne Weisungen kontrollieren	x	x	x
Kalibrierung und Funktionstüchtigkeit der erforderlichen Messgeräte sicherstellen	x	x	x
Aus- und Weiterbildung ausbildungspflichtiger Personen organisieren	x	–	–
Andere Personen auf dem Betriebsareal dem jeweiligen Gefährdungspotential entsprechend bezüglich der gesundheitlichen Gefährdung, betriebsinterner Weisungen, strahlenschutzgerechtes Verhalten, Arbeitsmethoden, Massnahmen zur Störfallvorsorge und Sofortmassnahmen nach Störfällen instruieren	x	x	x
Massnahmen zur Störfallvorsorge insbesondere zur Vermeidung, Beherrschung, Eindämmung oder Reduzierung der radiologischen Auswirkungen in Zusammenarbeit mit anderen Fachbereichen der Kernanlage festlegen	x	–	–
Die Kommunikationsabläufe und -inhalte bei einem Störfall vorsorglich organisieren	x	–	–
Abweichungen vom Normalbetrieb erkennen, intervenieren und betriebsintern melden	x	x	x
Strahlenschutzaufgaben in der Notfallschutzorganisation übernehmen, Sofortmassnahmen durchführen, Störfälle bewältigen und beurteilen, ob Spezialisten hinzugezogen werden müssen	x	x	x
Störfälle und Beinahe-Störfälle (auch in anderen Anlagen) auswerten und Massnahmen zur zukünftigen Vermeidung treffen	x	–	–
Ausreichende Bevorratung an Schutz- und Messmittel für Notfälle sicherstellen	x	x	–

Tabelle 3: Aus- und Weiterbildungsinhalte und -umfang

Es bedeuten:

1: Kenntnisse: aufzählen, skizzieren, benennen, beschreiben, darstellen
2: Verständnis: interpretieren, erklären, erläutern, formulieren, präsentieren
3: Anwendung: anwenden, erstellen, lösen, durchführen, berechnen, gestalten, konfigurieren
4: Analyse: auswählen, einteilen, analysieren, vergleichen
5: Bewertung: beurteilen, entscheiden, urteilen, klassifizieren, evaluieren
*: 12 Monate Berufserfahrung im Strahlenschutz (inkl. derjenigen, welche als Voraussetzung für den Kursbesuch gefordert ist), davon 6 Monate in der Kernanlage, in der die Kandidatinnen/Kandidaten als Strahlenschutz-Sachverständige tätig werden sollen.

(Der Vergleich der Gewichtung ist nur innerhalb der Berufsnummer möglich)

Berufsnummer	K1*	K2	K3
Aus- und Weiterbildungsumfang			
Empfohlene Unterrichtsdauer inklusive Praktikum während des Lehrgangs	200 h	480 h	720 h
Empfohlene Dauer des begleiteten Praktikums nach Abschluss des Lehrgangs in mindestens zwei Kernanlagen	80 h	–	240 h
Anerkennung der Ausbildung notwendig	ja	ja	ja
Maximale Periodizität der anerkannten Weiterbildung	3 Jahre	3 Jahre	3 Jahre
Empfohlene Dauer der Weiterbildung	16 h	16 h	16 h
Anerkennung der Weiterbildung notwendig	ja	ja	ja
Ausbildungsinhalte			
Rechtliche Grundlagen			
Strahlenschutzgesetz/-verordnung	4	3	2
Kernenergiegesetz/-verordnung	4	2	1
Technische Verordnungen des Spezialgebietes (Dosimetrieverordnung, Messmittelverordnung, etc.)	4	3	3

Berufsnummer	K1*	K2	K3
Richtlinien, Reglemente, Bewilligungs- und Freigabeauflagen, Empfehlungen, Normen und Merkblätter	4	3	3
Transportvorschriften (SDR/ADR)	4	2	2
Internationale Vereinbarung und Empfehlungen (ICRP, IAEA, WANO, OSPAR, ISOE, VGB, Fachverband für Strahlenschutz, etc.)	4	3	1
Koordination und Administration			
Rechtsstellung, Verantwortlichkeiten in Betrieben	5	2	2
Aufgaben, Pflichten und Befugnisse des Sachverständigen, der StS-Techniker und -Fachkräfte	5	2	2
Aufbau und Aufgabenverteilung der betriebsinternen Strahlenschutzorganisation	5	4	2
Bewilligungs-, Freigabe-, Melde- und Berichterstattungspflichten	5	4	2
Interne Reglemente, interne Weisungen, Technische Spezifikationen, technische Dokumentation	5	4	3
Strahlenschutz-Instruktion von Betriebspersonal und Besuchern	4	4	3
Strahlenschutz Aus- und Weiterbildung des ausbildungspflichtigen Personals	5	3	1
Benennung, Einstufung und Überwachung beruflich strahlenexponierter Personen inkl. medizinischer Untersuchung	5	5	3
Aufzeichnung, Buchführung und internes Meldewesen	5	5	3
Führung von Personal und Arbeitsgruppen	4	3	2
Projektmanagement und Projektmitarbeit	4	4	1
Naturwissenschaftliche Grundlagen, Strahlenphysik, radioaktive Quellen			
Aufbau der Atome, Nuklidkarte	4	2	2
Radioaktive Zerfälle und Strahlenarten	3	3	2
Grundlagen zu Materie: Aggregatzustände, Werkstoffe, Aerosole	3	3	2

Berufsnummer	K1*	K2	K3
Chemische Grundlagen: Periodensystem, Bindungen, chemische Reaktionen, Korrosion, Adsorption, Ionenaustausch	3	2	2
Röntgenstrahlung (Funktionsweise einer Röntgenröhre siehe unten)	3	3	2
Kernspaltung, n-Moderation, n-Absorption, Kritikalität (Funktionsweise eines Reaktors siehe unten)	2	2	1
Teilchenstrahlen, direkter Strahl, Kernreaktionen, Sekundärstrahlen (Funktionsweise eines Beschleunigers siehe unten)	2	2	1
Radioaktive Stoffe: Spaltstoffe, Aktivierungsprodukte, Spaltprodukte, Spallationsprodukte, natürlich vorkommende Radioisotope	4	2	2
Grössen, Mass-Einheiten, Rechnen: Aktivität, Konzentration, Kontamination	4	3	3
Arten radioaktiver Quellen: offen, geschlossen, leicht flüchtig, feste Matrix, inaktive Hülle	5	3	3
Wechselwirkung Strahlung – Materie	3	3	2
Abschirmung, Abschwächung, Streuung, Bremsstrahlung	4	3	2
Dosisbegriffe: absorbierte Dosis, Energiedosis, Ionisationsdosis, Ortsdosis, Dosiskonversionsfaktoren	4	2	2
Materialverhalten unter Strahlenbelastung	4	2	2
Expositionspfade			
Direktstrahlung, Streustrahlung, Aufbaufaktor, Berechnung der Dosisleistung aus Aktivitätsverteilung, Submersion, Bodenstrahlung	5	3	3
Atmosphärische und aquatische Ausbreitung radioaktiver Stoffe, Radioökologie, Transferfaktoren	4	2	2
Inkorporation, Ingestion, Inhalation, Wundkontamination, Hautkontamination	4	2	2
Strahlenbiologie/Strahlengefährdung			
Aufbau und Funktionsweise von Zellen	2	1	1
Biologische Wirkung ionisierender Strahlung	2	1	1
Strahlenfrüh-/Strahlenspätschäden	2	1	1

Berufsnummer	K1*	K2	K3
Personen mit erhöhtem Risiko (Kleinkinder, Jugendliche, schwangere Frauen)	2	1	1
Effektive biologische Wirkung (wR)	3	2	1
Strahlenempfindlichkeit von Organen (wT)	3	2	1
Dosisbegriffe: Personen-Tiefendosis, Personen-Oberflächendosis, Äquivalentdosis, effektive Dosis, effektive Folgedosis	4	3	2
Dosis - Wirkung/Risiko	3	2	2
Strahlenexposition der Bevölkerung	2	1	1
Strahlenmessung			
Grundlagen der Strahlenmesstechnik	4	2	2
Messgerätekunde	5	3	3
Messverfahren, Ansprechvermögen, Messfehler, Untergrundkorrektur, Nachweisgrenze, Kalibrierfaktoren	5	4	3
Signalübermittlung, Alarm- und Warnschwellen, akustische und visuelle Alarmsignalisierung, Messwertaufzeichnung	4	4	2
Dosisleistungs- und Ortsdosismessung	5	5	5
Aktivitätsbestimmung, Luft- und Oberflächenkontaminationsmessung	5	3	3
Quellensuche	3	3	3
Nuklididentifikation	4	3	2
Inkorporationsüberwachung	4	3	2
Überwachung der externen Personendosis	5	3	3
Personenkontaminationsmessung	5	3	3
Ermittlung der Extremitäten- , Augenlinsen-, und Organdosis sowie der effektiven Dosis	3	3	2

Berufsnummer	K1*	K2	K3
Messgerätewartung, Funktions- und Konstanzprüfungen	3	3	2
Strahlenschutz-Prinzipien und -Auslegung			
Rechtfertigungs- und Optimierungsprinzip	5	5	3
Grenz -und Richtwerte zum Schutz des Personals	5	5	3
Grenz -und Richtwerte zum Schutz der Bevölkerung	5	3	2
Kontroll- und Überwachungsbereiche, Zonen-, Gebiets- und Arbeitsbereichstypen	5	3	3
Zonen-, Barrieren- und Abschirmungs-/Schliesskonzept	5	4	3
Überwachungskonzepte	5	4	3
Dekontaminationsverfahren	4	3	3
Abfallbehandlung	4	3	3
Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umwelt	5	4	2
Umgang mit geschlossenen Quellen	5	4	3
Wartung und Überprüfung von Schutzmittel und Sicherheitseinrichtungen	4	3	3
Transport radioaktiver Stoffe	4	3	3
Qualitätssicherung im Strahlenschutz	5	3	3
Operationeller Strahlenschutz			
Strahlenschutzplanung: Zweck, Aufbau und Inhalt	5	4	3
Dosisabschätzung im Normalbetrieb und Gefahrenanalyse bei Abweichungen	5	4	3
Technische Schutzmassnahmen	5	4	4

Berufsnummer	K1*	K2	K3
Persönliche Schutzmittel			
– gegen äussere Bestrahlung (Bleischürzen, Brillen, etc.)	5	4	3
– gegen innere Bestrahlung (Mundschutz, Atemmaske mit Filter, Pressluftatemgeräte, Fremdluftsysteme etc.)	5	4	3
– gegen Personenkontamination (Handschuhe, Vollschutzanzüge, …)	5	4	3
Administrative Schutzmassnahmen:			
Anwendung des Optimierungsprinzips (Variantenvergleich)	5	5	4
Schnittstellen zu Arbeitssicherheit, Brandschutz, Objektschutz	3	3	3
Operationelle Überwachungsmassnahmen			
Auswahl und praktische Anwendung der Strahlenmessgeräte zur Freigabe und Überwachung von Arbeitsplätzen	5	5	5
Auswahl und praktische Anwendung der Messverfahren zur Überwachung von Personendosen	5	3	3
Auswahl und praktische Anwendung der Messverfahren zur Inaktiv-Freimessung von Materialien und zur Freigabe von Kontrollbereichen	5	3	3
Dosisplanungsziele, Warn- oder Interventionsschwellen	5	4	3
Verpackung und Lagerung radioaktiver Stoffe	4	4	3
Dekontamination mit anschliessender Freimessung	4	4	4
Dokumentation: Protokolle, Strahlenschutz-Journale, computer-basierte Informationssysteme	4	3	3
Anlagentechnik und Betrieb			
Aufbau und Funktion von Kernkraftwerken, wichtigste Typen, Vor- und Nachteile, Besonderheiten	4	2	2
Normalbetrieb von Kernkraftwerken	4	2	2
Aufbau und Funktion Heisses Labor: Kapellen, Handschuhboxen, Heisse Zellen	4	2	2

Berufsnummer	K1*	K2	K3
Aufbau und Funktion Konditionierungsanlagen und Zwischenlager	4	2	2
Aufbau und Funktion Röntgenanlage	2	2	2
Aufbau und Funktion einer Beschleunigeranlage	2	2	2
Störfälle			
Störfallvorsorge	4	3	2
Störfallbeherrschung	4	3	2
Auswirkungen von Störfällen im Kernkraftwerk	4	3	2
Sofortmassnahmen	4	3	3
Auswirkungen von Störfällen ausserhalb des Kernkraftwerks, Ausbreitungspfade, Notfallmassnahmen	4	2	2

Anhang 4
(Art. 1 Abs. 2 Bst. d)

Tätigkeiten in den Bereichen Industrie, Gewerbe, Lehre, Forschung und Transport

Tabelle 1: Notwendige Ausbildung und erlaubte Tätigkeiten

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
I1 – Sachverständige beim Umgang mit offenen radioaktiven Quellen in einem Arbeitsbereich B/C	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Tabelle 3	– Vertreiben, Lagern, Entsorgen, Ein-, Aus-, Durchführen Weitergeben und Versenden von offenen radioaktiven Stoffen – Herstellen, Verwenden und Lagern von offenen radioaktiven Stoffen in Arbeitsbereichen Typ B und C – Vertreiben, Einrichten, Verwenden, Lagern, Entsorgen, Ein-, Aus-, Durchführen Weitergeben und Versenden von geschlossenen radioaktiven Quellen
I2 – Sachverständige beim Umgang mit offenen radioaktiven Quellen mit geringer Aktivität	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Tabelle 3	– Verwenden, Lagern und Entsorgen von offenen radioaktiven Stoffen geringer Aktivität in Arbeitsbereichen gemäss Art. 95 StSV
I3 – Sachverständige bei der Materialprüfung	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Tabelle 3	– Vertreiben, Einrichten, Verwenden, Lagern, Entsorgen, Ein-, Aus-, Durchführen und Weitergeben von geschlossenen radioaktiven Quellen für die Werkstoffprüfung beim stationären oder mobilen Einsatz – Vertreiben und Verwenden von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung für die Werkstoffprüfung beim stationären oder mobilen Einsatz – Bestimmung des Überwachungsbereichs

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
I4 – Sachverständige beim Umgang mit geschlossenen radioaktiven Quellen und Anlagen ohne Vollschutzeinrichtung	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Tabelle 3	– Vertreiben, Einrichten, Verwenden, Lagern, Entsorgen, Ein-, Aus-, Durchführen und Weitergeben von geschlossenen radioaktiven Quellen – Vertreiben und Verwenden von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung
I5 – Sachverständige beim Handel und Versand von radioaktiven Quellen	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Tabelle 3	– Vertreiben, Einrichten, Verwenden, Lagern, Entsorgen, Ein-, Aus-, Durchführen Weitergeben und Versenden von geschlossenen radioaktiven Quellen – Vertreiben und Verwenden von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung
I6 – Sachverständige bei der Kontrolle auf Vorhandensein von radioaktiven Stoffen	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Tabelle 3	– Vertreiben, Einrichten, Verwenden, Lagern, Entsorgen, Ein-, Aus-, Durchführen und Weitergeben von geschlossenen radioaktiven Quellen – Vertreiben und Verwenden von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung. – Kontrolle auf Vorhandensein radioaktiver Stoffe in Abfällen, Reststoffen oder in Materialien zur Wiederverwertung
I7 – Sachverständige beim Umgang mit Anlagen ohne Vollschutzeinrichtung	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Tabelle 3	– Einrichten, Vertreiben, Verwenden von Beschleunigern mit geringer Leistung und von Röntgenanlagen ohne direkte Anwendung am Menschen in Bestrahlungsräumen. – Mobiler Einsatz von Röntgenblitzanlagen. Bestimmung des Überwachungsbereichs

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
I8 – Sachverständige bei der Verwendung von handgehaltenen Röntgenanlagen mit geringer Leistung	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Tabelle 3	– Verwendung von handgehaltenen Röntgenanlagen geringer Leistung beim stationären oder mobilen Einsatz – Bestimmung des Überwachungsbereichs
I9 – Sachverständige beim Einsatz von Anlagen mit Vollschutzeinrichtung	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Tabelle 3	– Verwenden von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung mit Vollschutzeinrichtung
I10 – Sachverständige beim Einsatz von geschlossenen radioaktiven Quellen geringer Aktivität	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Tabelle 3	– Verwenden, Lagern, Entsorgen, Ein-, Aus-, Durchführen von geschlossenen radioaktiven Quellen geringer Aktivität
I11 – Sachverständige beim Transport radioaktiver Stoffe	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Tabelle 3	– Überwachung des Versands und Transports von radioaktiven Stoffen auf der Strasse gemäss ADR/SDR Klasse 7
I12 – Sachverständige bei der Vermittlung von Fremdpersonal	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Tabelle 3	– Vermittlung von beruflich strahlenexponierten Personen in Drittbetrieben
I13 – Sachverständige beim Umgang mit NORM	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Tabelle 3	– Verwenden, Lagern und Entsorgen von natürlich vorkommenden Radionukliden (NORM) nach Art. 21 Abs. 2 StSV – Einsatz von beruflich strahlenexponierten Personen bei Vorhandensein von NORM
I14 – Sachverständige bei erhöhter Radonexposition	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Tabelle 3	– Einsatz von beruflich strahlenexponierten Personen bei erhöhter Radonkonzentration nach Art. 63 Abs. 1 Bst. d StSV

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
I15 Sachverständige bei Lehrtätigkeiten an Schulen	Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Tabelle 3	Verwenden, Lagern, Entsorgen, Ein-, Aus-, Durchführen von geschlossenen radioaktiven Quellen geringer Aktivität an Schulen
I16 – Fahrzeugführer von radioaktiven Stoffen gemäss SDR	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Tabelle 3	– Transportieren von radioaktiven Stoffen auf der Strasse gemäss SDR Klasse 7 (nur in der Schweiz gültig)
I17 – Fahrzeugführer von radioaktiven Stoffen gemäss ADR	– Abgeschlossener ADR Basiskurs	– Transportieren von radioaktiven Stoffen auf der Strasse gemäss ADR Klasse 7
I18 – Laborleiter	– Abgeschlossenes naturwissenschaftliches Studium oder – Abgeschlossener anerkannter Lehrgang für Laborpersonal – Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Tabelle 3	– Wahrnehmung von Strahlenschutzaufgaben anderen Personen gegenüber und Anleitung von anderen Personen bei der Handhabung von offenen radioaktiven Quellen in Arbeitsbereichen Typ B und C
I19 – Laborpersonal	– Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Tabelle 3	– Wahrnehmung von Strahlenschutzaufgaben anderen Personen gegenüber. – Handhabung von offenen radioaktiven Quellen in Arbeitsbereichen Typ B und C

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
I20 – Radonfachperson	– Bachelor- oder Masterabschluss im Bauwesen bzw. im technischen Bereich an einer Fachhochschule oder Universität, oder – Abschluss einer beruflichen Grundbildung im Bauwesen bzw. im technischen Bereich – Eine anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 4 Tabelle 3	– Beratung bezüglich Radonschutzmassnahmen bei Neu- und Umbauten – Planen und Durchführen von Radonsanierungsprozessen

Tabelle 2: Kompetenzen

Die anerkannten Ausbildungslehrgänge stellen sicher, dass die Personen folgende Kompetenzen, Fähigkeiten und Kenntnisse besitzen:

Kompetenzen / Berufsnummer	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17	I 18	I 19	I 20
Das Bewilligungswesen organisieren und die Korrespondenz mit den zuständigen Behörden sicherstellen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	–	–	–	–
Die Administration der beruflich strahlenexponierten Personen organisieren und die individuelle Dosimetrie aller betroffenen Personen sicherstellen	x	–	x	x	–	–	x	–	–	–	x	x	x	x	–	–	–	–	–	–
Betriebsinterne Weisungen erstellen und deren Einhaltung kontrollieren	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	–	–	–	–
Den Bewilligungsinhaber bei Fragen zum Strahlenschutz beraten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x	–	–	–	–	–
Die Einhaltung der Grenzwerte im Strahlenschutz sicherstellen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	–	x
Strahlenschutzkonforme Arbeitsmethoden mit radioaktiven Quellen oder Anlagen unter Berücksichtigung des Optimierungs-Prinzips festlegen und überwachen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	–	x	–	–	x	–	–
Strahlenschutzkonforme Arbeitsmethoden mit radioaktiven Quellen oder Anlagen anwenden	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	–	x	x	–	x	x	–
Kontroll- oder Überwachungsbereiche festlegen und die dazugehörigen Massnahmen definieren	x	x	x	x	–	x	x	x	–	–	–	–	x	x	x	–	–	–	–	–
Radioaktive Quellen gesetzeskonform lagern	x	x	x	x	x	x	–	–	–	x	–	–	x	–	x	–	–	x	–	–
Radioaktive Abfälle, Abwässer und Abluft gesetzeskonform entsorgen bzw. abgeben	x	x	x	x	x	x	–	–	–	x	–	–	x	–	x	–	–	–	–	–
Material oder Bereiche gesetzeskonform freimessen	x	x	–	–	–	x	–	–	–	–	x	–	–	–	x	–	–	x	x	–

Kompetenzen / Berufsnummer	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17	I 18	I 19	I 20
Strahlenmessungen korrekt durchführen und die Messresultate richtig interpretieren	x	x	x	x	x	x	x	–	–	–	x	–	x	x	x	x	–	x	x	x
Funktionstüchtigkeit der erforderlichen Messgeräte sicherstellen	x	x	x	x	x	x	x	–	–	–	x	–	x	x	x	–	–	x	x	x
Andere Personen im strahlenschutzgerechten Verhalten instruieren oder aus- und Weiterbilden	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	–	–	x	–	–
Die Grenzen der eigenen Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen im Strahlenschutz kennen und nötigenfalls Spezialisten hinzuziehen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	x	x	x	x	x	–
Massnahmen zur Störfallvorsorge festlegen und umsetzen	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	–	x	–	x	x	x	x	x	–
Die Kommunikationsabläufe und -inhalte bei einem Störfall vorsorglich organisieren	x	–	x	x	x	x	–	–	–	–	x	–	x	–	–	–	–	–	–	–
Störfälle bewältigen und beurteilen, ob Spezialisten hinzugezogen werden müssen.	x	x	x	x	x	x	x	x	–	x	x	–	x	–	x	x	x	x	x	–
Störfälle und beinahe Störfälle auswerten und entsprechende Massnahmen zur zukünftigen Vermeidung treffen	x	–	x	–	–	–	–	–	–	–	x	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Die Radonproblematik und die Schutzstrategie in der Schweiz verstehen und erklären	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	x
Auf dem Stand der Technik bezüglich Radonschutzmassnahmen bei Neu- und Umbauten beraten	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	x
Radonsanierungsprozesse nach dem Stand der Technik planen und durchführen	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	x

Tabelle 3: Aus- und Weiterbildungsinhalte und -umfang

Es bedeuten:

1: Kenntnisse: aufzählen, skizzieren, benennen, beschreiben, darstellen
2: Verständnis: interpretieren, erklären, erläutern, formulieren, präsentieren
3: Anwendung: anwenden, erstellen, lösen, durchführen, berechnen, gestalten, konfigurieren
4: Analyse: auswählen, einteilen, analysieren, vergleichen
5: Bewertung: beurteilen, entscheiden, urteilen, klassifizieren, evaluieren
*: Die Anforderung an die Ausbildungsdauer, die Lernhinhalte und die Weiterbildung sind gemäss ADR zu berücksichtigen
**: Anerkannte Weiterbildung nur nötig, wenn Funktion als Sachverständiger ausgeübt wird

(Der Vergleich der Gewichtung ist nur innerhalb der Berufsnummer möglich)

Berufsnummer	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17*	I 18	I 19	I 20
Aus- und Weiterbildungsumfang																				
Empfohlene Unterrichtsdauer der Ausbildung	80 h	24 h	40 h	24 h	24 h	24 h	16 h	8 h	8 h	8 h	32 h	8 h	16 h	16 h	8 h	16 h		24 h	40 h	32 h
Anerkennung der Ausbildung notwendig	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Maximale Periodizität der Weiterbildung	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	–	–	–	5 Jahre	–	–	5 Jahre	–	5 Jahre		5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre
Empfohlene Dauer der Weiterbildung	16 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h	–	–	–	8 h	–	–	8 h	–	16 h		8 h	8 h	8 h
Anerkennung der Weiterbildung notwendig	ja**	nein	ja	nein	nein	nein	nein	–	–	–	ja	–	–	nein	–	ja	ja	nein	nein	nein
Ausbildungsinhalte																				
Rechtliche Grundlagen																				
Strahlenschutzgesetz/–verordnung	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1		3	1	3

Berufsnummer	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17*	I 18	I 19	I 20
Technische Verordnungen des Spezialgebietes	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–	3	3	–	1		3	1	–
Rechtfertigungs- und Optimierungsprinzip	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	3	1	3	3	3	–		3	1	3
Grenz- und Richtwerte	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	1		1	1	2
Transportvorschriften (SDR/ADR)	1	1	–	1	3	1	–	–	–	–	3	–	–	–	–	3		1	–	–
Bewilligungswesen	4	4	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	4	–		1	1	–
Richtlinien, Reglemente, Empfehlungen, Normen und Merkblätter	2	–	1	2	2	2	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–		–	–	2
Internationale Empfehlungen (ICRP, IAEA)	1	1	1	1	1	1	–	–	–	–	1	–	1	1	1	–		1	–	1
Koordination und Administration																				
Rechtstellung, Verantwortlichkeiten in Betrieben	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–		–	–	–
Aufgaben und Pflichten des Sachverständigen	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–		–	–	–
Interne Weisungen	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	–		–	–	–
Strahlenschutz-Instruktion von betroffenen Personen	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	–		–	–	3
Strahlenschutz, Aus- und Weiterbildung des ausbildungspflichtigen Personals	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	–		–	–	–

Berufsnummer	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17*	I 18	I 19	I 20
Benennung, Einstufung und Überwachung beruflich strahlenexponierter Personen	3	–	3	3	–	–	3	–	–	–	3	3	3	3	–	–		–	–	–
Störfallvorsorge	5	3	5	3	3	3	3	–	–	–	3	–	–	–	3	3		3	3	–
Aufzeichnung, Buchführung, Meldewesen	3	3	3	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–		–	–	–
Strahlenphysik																				
Aufbau der Atome/Nuklidkarte	2	1	1	1	1	1	–	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
Radioaktive Zerfälle und Strahlenarten	3	3	2	2	2	2	–	–	–	1	2	1	2	2	1	1		3	1	2
Wechselwirkung Strahlung – Materie	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
Dosisbegriffe (zur Strahlenbiologie)	2	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1		1	1	2
Abschirmung und Abschwächung	4	2	3	2	2	2	2	2	1	1	2	–	1	–	2	1		2	2	1
Produktion/Herstellung von radioaktiven Stoffen	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–		–	–	1
Funktionsweise Röntgenröhre/Beschleuniger	–	–	3	3	–	–	3	1	1	–	–	–	–	–	2	–		–	–	–

Berufsnummer	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17*	I 18	I 19	I 20
Strahlenbiologie /Strahlengefährdung																				
Biologische Wirkung ionisierender Strahlung	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
Strahlenfrühschäden/Strahlenspätschäden	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1		2	2	2
Strahlenexposition der Bevölkerung	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1		2	2	2
Radonproblematik und –schutz bei Um- und Neubauten	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–	–	5
Dosis – Wirkung/ Risiko	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	–		–	–	1
Strahlenmessung																				
Grundlagen der Strahlenmesstechnik	1	1	1	1	1	1	1	–	–	–	1	–	1	1	1	–		1	1	3
Gerätekunde (Energieabhängigkeit, …)	4	4	4	4	4	2	4	–	–	–	4	–	2	2	1	–		3	1	1
Dosisleistungs– und Ortsdosismessung	1	1	1	1	1	1	1	–	–	–	1	–	1	–	1	1		1	1	1
Kontaminationsmessung	1	1	1	1	1	1	–	–	–	–	1	–	1	–	–	–		1	1	1
Personendosismessung (externe Bestrahlung)	1	–	1	1	–	–	1	–	–	–	1	–	1	–	1	–		1	1	1
Inkorporationsüberwachung	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–		1	1	1
Nuklididentifikation	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–	–	1

Berufsnummer	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17*	I 18	I 19	I 20
Ermittlung der effektiven Dosis	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	3	–	–		1	–	1
Operationeller Strahlenschutz																				
Praktische Anwendung der Strahlenmessgeräte	4	4	4	4	4	4	4	–	–	–	4	–	4	4	4	3		3	3	4
Kontroll- und Überwachungsbereiche	5	2	3	2	2	2	2	3	–	–	–	1	2	2	2	–		3	1	3
Arbeitsplanung, Arbeitsmethoden und Einsatz von Schutzmitteln	5	3	3	3	3	3	3	3	–	–	–	–	3	3	3	–		4	3	–
Lagerung radioaktiver Stoffe	3	3	3	3	3	3	–	–	–	2	–	–	3	–	3	–		3	1	–
Sicherung von Quellen	3	3	3	3	3	3	–	–	–	3	3	–	3	–	3	3		3	3	–
Anwendung des Optimierungsprinzips	5	2	3	4	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–		2	–	2
Persönliche Schutzmassnahmen; persönliche Schutzausrüstungen	4	3	3	3	3	3	2	2	1	1	2	1	3	2	3	1		3	3	1
Technische Schutzmassnahmen	4	1	3	1	1	–	3	1	3	1	–	–	3	3	1	–		3	3	–
Dekontamination von Material und Arbeitsplätzen	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	–		3	3	1
Personendekontamination	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	–		3	3	1
Abfallbehandlung	4	4	3	3	3	3	–	–	–	3	–	–	3	1	2	–		3	3	1

Berufsnummer	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17*	I 18	I 19	I 20
Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umwelt	4	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	–		3	3	1
Dichtheitsprüfung geschlossener Quellen	3	–	1	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–		–	–	–
Wartung, Überprüfung Sicherheitseinrichtungen	3	–	3	3	3	–	3	3	3	–	–	–	–	–	–	–		–	–	–
Verhalten bei Störfällen, Kommunikation	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3	5	3	3	–	3	3		3	3	–
Verpackung und Transport radioaktiver Stoffe	1	1	–	1	3	1	–	–	–	–	4	–	1	–	–	3		–	–	–
Praxis: Verhalten und Arbeit in Kontrollbereichen	4	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		4	3	–
Besichtigung von radonsanierten Gebäuden	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–	–	4
Bestandsaufnahme der Radonsituation für ein belastetes Gebäude und Ausarbeitung eines Sanierungskonzeptes	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–	–	5

Anhang 5
(Art. 1 Abs. 2 Bst. e)

Personen, die durch ihre Tätigkeit in Behörden, Verwaltungen, im Bevölkerungsschutz, in der Armee sowie in Organisationen und Unternehmen die kritische Infrastrukturen oder öffentliche Dienste betreiben, Umgang mit ionisierender Strahlung haben können sowie für verpflichtete Personen nach Artikel 154 StSV

Tabelle 1: Notwendige Ausbildung und erlaubte Tätigkeiten

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
N1 – Strahlenschutz-veantwortliche Personen im Bereich Führung und Führungsunterstützung	– Eine ihrer Tätigkeit und Verantwortung entsprechenden, anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 5 Tabelle 3	– Beraten der Verantwortlichen ihrer Organisationen und Dritten bei der Bewältigung von Ereignissen mit Gefährdung durch ionisierende Strahlung – Im Ereignisfall Strahlenschutzkonforme Massnahmen anordnen – Organisieren von angemessenem Schutz und der Dosimetrie von Angehörigen ihrer Organisation, Dritter und der Umwelt – Ausbilden von Personen in ihrer Organisation (N4) und instruieren derer im Falle eines Einsatzes – Instruieren verpflichteter Personen (N5) für einen unmittelbar bevorstehenden Einsatz mit Gefährdung durch ionisierende Strahlung
N2 – Strahlenschutz-veantwortliche Personen im Bereich Einsatz	– Eine ihrer Tätigkeit und Verantwortung entsprechenden, anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 5 Tabelle 3	– Bewältigung von Ereignissen mit Gefährdung durch ionisierende Strahlung – Sich, Dritte und die Umwelt optimal schützen – Ausbilden von Personen in ihrer Organisation (N4) und instruieren derer im Falle eines Einsatzes – Instruieren verpflichteter Personen (N5) für einen unmittelbar bevorstehenden Einsatz mit Gefährdung durch ionisierende Strahlung

Anwendungsbereich	Notwendige Ausbildung	Erlaubte Tätigkeiten
N3 – Strahlenschutz-veantwortliche Personen im Bereich Ausbildung und Instruktion von Einsatzkräften und verplichteten Personen	– Eine ihrer Tätigkeit und Verantwortung entsprechenden, anerkannte Strahlenschutzausbildung nach Anhang 5 Tabelle 3	– Ausbilden von Personen in ihrer Organisation (N4) im Rahmen ihrer regulären Ausbildung und instruieren derer im Falle eines Einsatzes – Instruieren verpflichteter Personen (N5) für einen unmittelbar bevorstehenden Einsatz mit Gefährdung durch ionisierende Strahlung
N4 – Einsatzkräfte	– Eine ihrer Tätigkeit und Verantwortung angemessenes Strahlenschutz Grundwissen im Rahmen Ihrer Ausbildung nach Anhang 5 Tabelle 3	– Erfüllen ihrer originären Aufgaben unter besonderer Berücksichtigung der Gefährdung durch ionisierende Strahlen – Sich und Dritte schützen
N5 – verpflichtete Personen	– Instruktion im Ereignisfall vor dem Einsatz nach Anhang 5 Tabelle 3	– Erfüllen ihrer originären Aufgaben unter besonderer Berücksichtigung der Gefährdung durch ionisierende Strahlen – Sich und Dritte schützen

Tabelle 2: Kompetenzen

Die anerkannten Ausbildungslehrgänge stellen sicher, dass die Personen folgende Kompetenzen, Fähigkeiten und Kenntnisse besitzen:

* Die Kompetenzen werden im Ereignisfall vor dem Einsatz in Form einer Instruktion vermittelt

Kompetenzen / Berufsnummer	N1	N2	N3	N4	N5*
Korrespondenz mit den zuständigen Behörden sicherstellen	x	x	x	–	–
Die Administration der beruflich strahlenexponierten Personen organisieren und die individuelle Dosimetrie aller betroffenen Personen sicherstellen	x	x	–	–	–
Betriebsinterne Weisungen erstellen, anwenden und deren Einhaltung kontrollieren	x	x	x	–	–
Die verantwortliche Stellen/Personen, Dritte bei Fragen des Strahlenschutzes beraten und angemessene Massnahmen vorschlagen.	x	x	x	–	–
Die Einhaltung der Grenzwerte sicherstellen	x	x	–	–	–
Strahlenschutzkonforme Arbeitsmethoden mit radioaktiven Quellen oder Anlagen unter Berücksichtigung des Optimierungsprinzips festlegen und überwachen	x	x	–	–	–
Strahlenschutzkonforme Arbeitsmethoden mit radioaktiven Quellen oder Anlagen unter Berücksichtigung des Optimierungsprinzips anwenden	x	x	x	x	x
Kontroll- oder Überwachungsbereiche festlegen und die dazugehörigen Massnahmen definieren	x	x	–	–	–
Radioaktive Quellen gesetzeskonform lagern	x	x	x	–	–
Radioaktive Abfälle, Abwasser und Abluft gesetzeskonform entsorgen bzw abgeben	x	x	–	–	–
Material oder Bereiche gesetzeskonform freimessen	x	x	–	–	–
Strahlenmessungen korrekt durchführen und die Messresultate richtig interpretieren	x	x	x	–	–
Funktionstüchtigkeit von erforderlichen Messgeräten sicherstellen	x	x	x	–	–
Andere Personen im strahlenschutzgerechten Verhalten aus– und Weiterbilden	x	x	x	–	–

Kompetenzen / Berufsnummer	N1	N2	N3	N4	N5*
Andere Personen im strahlenschutzgerechten Verhalten instruieren	x	x	x	–	–
Die Grenzen der eigenen Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen kennen und nötigenfalls Spezialisten beiziehen	x	x	x	x	x
Massnahmen zur Störfallvorsorge festlegen und umsetzen	x	–	–	–	–
Störfälle bewältigen und beurteilen, ob Spezialisten hinzugezogen werden müssen	x	x	–	–	–
Störfälle und beinahe Störfälle evaluieren	x	x	–	–	–
Die Kommunikationsabläufe und -inhalte bei einem Störfall vorsorglich organisieren	x	–	–	–	–
Beurteilen der lokalen radiologischen Situation/Lagen und der dadurch entstehenden Risiken	x	x	–	–	–
Bewerten Risikos eines geplanten Einsatzes bei Gefährdung durch ionisierende Strahlung um unangemessene Risiken zu vermeiden und Massnahmen anzuordnen	x	x	–	–	–
Einsätze bei Gefährdung durch ionisierende Strahlung führen	x	x	–	–	–
Gefährdung durch ionisierende Strahlung am Einsatzort erkennen und entsprechend reagieren	x	x	–	x	x
Beherrschen der Grundsätze beim Umgang mit Verletzten und insbesondere der Bewältigung eines Massenanfalls von Verletzen (MANV) nach radioaktivem Störfall.	x	x	–	–	–
Funktionstüchtigkeit der Strahlenschutzausrüstung sicherstellen	x	x	x	x	x
Radioaktive Quellen bergen und handhaben	x	x	–	–	–

Tabelle 3: Aus- und Weiterbildungsinhalte und -umfang

Es bedeuten:

1: Kenntnisse: aufzählen, skizzieren, benennen, beschreiben, darstellen
2: Verständnis: interpretieren, erklären, erläutern, formulieren, präsentieren
3: Anwendung: anwenden, erstellen, lösen, durchführen, berechnen, gestalten, konfigurieren
4: Analyse: auswählen, einteilen, analysieren, vergleichen
5: Bewertung: beurteilen, entscheiden, urteilen, klassifizieren, evaluieren

Für die Berufsgruppen N5 werden im Ereignisfall die Inhalte in Form einer Instruktion vermittelt.

(Der Vergleich der Gewichtung ist nur innerhalb der Berufsnummer möglich)

Berufsnummern	N1	N2	N3	N4	N5*
Aus- und Weiterbildungsumfang					
Empfohlene Unterrichtsdauer eines Lehrgangs	24 h	32 h	16 h	–	–
Anerkennung der Ausbildung notwendig	ja	ja	ja	nein	nein
Maximale Periodizität der Weiterbildung	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	–	–
Empfohlene Dauer der Weiterbildung	8 h	8 h	8 h		–
Anerkennung der Weiterbildung notwendig	nein	nein	nein	nein	nein
Ausbildungsinhalte					
Rechtliche Grundlagen					
Strahlenschutzgesetz/-verordnung	5	3	3	1	–
Rechtfertigungs- und Optimierungsprinzip	3	3	1	–	–
Grenz- und Richtwerte	3	3	2	1	1
Technische Verordnungen des Spezialgebietes, Richtlinien, Reglemente, Empfehlungen, Normen und Merkblätter	4	4	3	1	–

Berufsnummern	N1	N2	N3	N4	N5*
Transportvorschriften (SDR/ADR)	4	5	2	1	–
Internationale Empfehlungen (ICRP, IAEA)	1	1	1	–	–
Koordination, Administration					
Interne Weisungen	5	5	3	–	–
Strahlenschutz, Aus- und Weiterbildung des Personals	5	5	5	–	–
Strahlenschutz, Instruktion verpflichteter Personen	4	4	4	–	–
Überwachung strahlenexponierter Personen	5	4	–	–	–
Buchführung und Meldewesen	5	4	2	–	–
Qualitätskontrolle, Konstanzprüfung	5	5	3	–	–
Notfallorganisationen und ihr Umfeld	5	3	2	1	–
Strahlenphysik					
Aufbau der Atome/Nuklidkarte	2	2	2	1	–
Radioaktive Zerfälle und Strahlenarten	2	2	2	1	–
Wechselwirkung Strahlung – Materie	3	3	2	1	–
Dosisbegriffe	2	2	2	–	–
Abschirmung und Abschwächung	3	3	2	1	–
Strahlenbiologie / Strahlengefahr					
Biologische Wirkung ionisierender Strahlung	3	2	2	1	–
Natürliche Strahlenexposition des Menschen	2	2	2	1	1

Berufsnummern	N1	N2	N3	N4	N5*
Strahlenempfindlichkeit von Organen	3	2	1	–	–
Strahlenfrüh-/Strahlenspätschäden	3	2	2	–	–
Personen mit erhöhtem Risiko (Kleinkinder, Jugendliche, schwangere Frauen)	3	2	2	2	1
Dosis-Wirkung, Risiko	3	3	2	1	1
Strahlenmessung					
Grundlagen der Strahlenmesstechnik	3	4	2	–	–
Messgerätekunde	3	5	2	1	1
Dosisleistungs- und Ortsdosismessung	3	4	2	–	–
Kontaminationsmessung	4	4	2	–	–
Personendosismessung (externe Bestrahlung)	5	4	2	–	–
Inkorporationsüberwachung	4	2	1	–	–
Nuklididentifikation	3	4	2	–	–
Ermittlung der effektiven Dosis	3	3	–	–	–
Operationeller Strahlenschutz					
Praktische Anwendung der Strahlenmessgeräte	3	5	2	1	1
Kontroll- und Überwachungsbereiche	4	5	2	1	–
Arbeitsplanung, Arbeitsmethoden und Einsatz von Schutzmitteln	4	5	2	–	–
Anwendung des Optimierungsprinzips	4	4	2	2	1
Verhalten und Arbeit im Kontrollbereich	4	5	2	2	2

Berufsnummern	N1	N2	N3	N4	N5*
Verhalten bei Störfällen; Kommunikation	4	4	2	2	2
Persönliche Schutzmassnahmen; persönliche Schutzausrüstung	4	5	3	3	3
Technische Schutzmassnahmen	4	5	2	1	–
Dekontamination von Material, Arbeits- und Schadenplätzen	4	5	2	1	–
Personendekontamination	4	5	2	1	–
Sicherung von Quellen	4	5	1	1	1
Lagerung radioaktiver Stoffe	5	5	2	–	–
Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umwelt	5	4	2	1	1
Abfallbehandlung	4	5	2	–	–
Verpackung und Transport radioaktiver Stoffe	4	5	2	1	–

Tabelle 4: Verantwortliche Stelle/Person für die Ausbildung

1 Die verantwortlichen Stellen/Personen kennen ihre Aufgaben und die Bedeutung ihrer Organisationen im Gesamtrahmen des nationalen Strahlenschutzes.

2 Im Ereignisfall übernehmen sie die Verantwortung für die vorgeschlagenen und angeordneten Massnahmen.

3 Im Vorfeld sorgen sie für wirkungsvolle Instrumente und Prozesse zur Erfüllung der Aufgaben ihrer Organisation im Ereignisfall und gewährleisten die periodische Überprüfung des Ausbildungsstandes mit Übungen.

4 Sie stellen die Kontrollen und die Umsetzung der Verbesserungsmassnahmen sichern.

5 Sie stellen sicher, dass sie ihrer Grösse und Struktur entsprechend eine ausreichende Anzahl Personen aus den Berufsgruppen N1 – N3 verfügen.

Herkunft der Personen	Organisation, wie beispielsweise	Verantwortliche Stelle
Angehörige von Behörden und Verwaltungen	Zoll, Stabsorganisationen des BR und der Eidgenössischen Departemente	Leitung der jeweiligen Behörde, Verwaltung
Personen und Organisationen des Bevölkerungsschutzes	Polizei, Feuerwehr, Sanitätsdienstliches Rettungswesen und Zivilschutz, die Armee, Kantonale Führungsorganisationen	Kommando/Leitung der jeweiligen Organisation
Personen und Unternehmungen wie Mess- und Strahlenschutzequipen für die unmittelbare Schadensbekämpfung	Mess- und Probenahmeorganisation des Kantons	Durch den Kanton und/oder Bund bezeichnete Stelle
Personen und Unternehmungen des öffentlichen und privaten Verkehrs für die Durchführung von Personen- und Gütertransporten und Evakuierungen	SBB, Postauto AG und Konzessionierte Transportunternehmungen (KTU)	Konzern- und/oder Unternehmensleitung
Personen und Unternehmungen für die mittelbare Schadensbekämpfung wie Massnahmen an der Quelle, die eine weitere Kontamination der Umgebung verhindern sollen	Unternehmen	Bewilligungsinhaber und/oder Unternehmensleitung
Medizinalpersonen und medizinisches Fachpersonal zur Pflege von verstrahlten oder anderen betroffenen Personen	Akutspitäler, sanitätsdienstliche Rettungs- und Krankentransportorganisationen	Gesundheitsdirektion oder andere durch den Kanton bezeichnete Stelle

Herkunft der Personen	Organisation, wie beispielsweise	Verantwortliche Stelle
Personen und Unternehmungen, welche kritische Infrastrukturen aufrechterhalten müssen, im Rahmen ihrer üblichen beruflichen und unternehmerischen Tätigkeiten	Elektrizitätsunternehmen, Swisscom und weitere Telekommunikationsunternehmen	Konzern- und/oder Unternehmensleitung
Personen und Unternehmungen, welche unerlässliche öffentliche Dienste aufrechterhalten müssen, im Rahmen ihrer üblichen beruflichen und unternehmerischen Tätigkeiten	Die Post, Banken, Grossverteiler	Konzern- und/oder Unternehmensleitung

Verordnung des EDI über den Strahlenschutz bei medizinischen Teilchenbeschleuniger-Anlagen

(Beschleunigerverordnung; BeV)

vom ... Entwurf Anhörung

Das Eidgenössische Departement des Innern,

gestützt auf die Artikel 24 Absatz 3, 43 Absatz 5, 47 Absatz 2, 98 Absatz 4, 101, 103 Absatz 2 und 112 Absatz 2 der Strahlenschutzverordnung vom ...[1] (StSV),

verordnet:

1. Abschnitt: Allgemeine Bestimmungen

Art. 1 Zweck, Gegenstand und Geltungsbereich

[1] Diese Verordnung bezweckt den Schutz vor ionisierender Strahlung von Patientinnen und Patienten, Anwenderinnen und Anwendern sowie Dritten und der Umwelt bei der Inbetriebnahme und Anwendung von medizinischen Elektronenbeschleuniger-Anlagen (Beschleuniger) und übrigen medizinischen Teilchenbeschleuniger-Anlagen, die therapeutischen Zwecken in der Human- und Veterinärmedizin dienen.

[2] Sie regelt:

a. das Einrichten und Betreiben der Beschleuniger und der dazu gehörigen Megavolt-Bildgebung (MV-Bildgebung), insbesondere den baulichen Strahlenschutz, die Organisation und Kontrolle durch den Bewilligungsinhaber oder die Bewilligungsinhaberin, die Sorgfaltspflichten und das Qualitätssicherungsprogramm (Artikel 2–27);

b. das Verfahren zur Festlegung des massgebenden Standes von Wissenschaft und Technik für das Einrichten und Betreiben der übrigen medizinischen Teilchenbeschleuniger-Anlagen (Artikel 28).

[3] Für das Inverkehrbringen von Beschleunigern gelten die Vorschriften der Medizinprodukteverordnung vom 17. Oktober 2001[2] (MepV).

[4] Das Einrichten und Betreiben einschliesslich des Qualitätssicherungsprogramms von bildgebenden Systemen im Kilovolt-Bereich, zur Positionskontrolle, Planung und Simulation unter Anwendung von Röntgenstrahlung richten sich nach der Verordnung vom ...[3] über den Strahlenschutz bei medizinischen Röntgenanlagen.

SR **814.501.513**

1 SR **814.501**
2 SR **812.213**
3 SR **814.542.1**

Art. 2 Begriffe

Es gelten die Begriffsbestimmungen nach Artikel 2 und Anhang 1 StSV sowie nach Anhang 1.

Art. 3 Abweichungen

In Einzelfällen kann das Bundesamt für Gesundheit (BAG) auf Gesuch hin Ausnahmen von den Vorschriften dieser Verordnung zulassen, wenn:

a. die Erfahrung und der Stand von Wissenschaft und Technik dies bei einer technischen Neuerung oder Spezialanwendung erfordern; und

b. geeignete Massnahmen gewährleisten, dass das radiologische Risiko dabei gleich bleibt.

2. Abschnitt: Baulicher Strahlenschutz

Art. 4 Standort von Beschleunigern

Beschleuniger müssen in einem Bestrahlungsraum betrieben werden. Die Bedienungseinrichtung muss sich ausserhalb des Bestrahlungsraumes befinden.

Art. 5 Bestrahlungsraum

1 Der Bestrahlungsraum ist als Überwachungsbereich nach Artikel 97 StSV einzurichten.

2 Der Bestrahlungsraum muss nach Artikel 7 abgeschirmt sein.

3 Der Bestrahlungsraum muss jederzeit verlassen werden können. Im Bestrahlungsraum ist durch die Bewilligungsinhaberin oder den Bewilligungsinhaber gut sichtbar ein Hinweis anzubringen, wie und wo der Raum im Notfall verlassen werden kann.

4 Eine genügend abgeschirmte Tür zum Bestrahlungsraum (Zugangstür) muss unter Vorbehalt von Absatz 5 vorhanden und mit Vorrichtungen versehen sein, welche das Einschalten der Strahlung und den Strahlenbetrieb nur bei geschlossener Tür zulassen. Bei motorisch angetriebenen Zugangstüren müssen deren Bedienungselemente sowohl ausserhalb wie innerhalb des Bestrahlungsraumes angebracht sein. Bei Ausfall des Antriebes muss die Tür von beiden Seiten geöffnet werden können.

5 Eine Zugangstüre ist nicht erforderlich, wenn durch geeignete Auslegung des Eingangsbereichs zum Bestrahlungsraum sichergestellt ist, dass bei normalem Bestrahlungsbetrieb die Richtwerte für die Ortsdosen in einer Woche in zugänglichen Bereichen nirgends überschritten werden können.

6 Durch geeignete Einrichtungen ist sicherzustellen, dass die Patientin oder der Patient während der Bestrahlung von der Bedienungseinrichtung aus dauernd beobachtet werden kann und mit dem Personal in Sprechverbindung steht.

7 Besteht die Möglichkeit, dass durch Kernphotoprozesse radioaktive Stoffe erzeugt werden, ist die Ventilations- oder Klimaanlage so auszulegen, dass im Bestrahlungs-

raum ein geringer Unterdruck gegenüber der Luft im Vorraum herrscht. Die Funktionalität muss periodisch überprüft werden, insbesondere nach baulichen oder technischen Veränderungen im Betrieb.

Art. 6 Beschleuniger

1 Das Einschalten der Strahlung darf nur an einer Bedienungseinrichtung möglich sein, die ausserhalb des Bestrahlungsraums liegt.

2 Die Bedienungseinrichtung muss mit einer Vorrichtung zur sofortigen Unterbrechung der Bestrahlung und der Bewegungen des Beschleunigers ausgerüstet sowie gegen eine Betätigung durch Unbefugte gesichert sein.

3 Durch geeignete Vorrichtungen muss dafür gesorgt sein, dass beim Betreten des Bestrahlungsraumes die laufende Bestrahlung sofort unterbrochen wird.

4 Sowohl im Bestrahlungsraum zu beiden Seiten der Gantry und im Labyrinth als auch im Bedienungsraum muss mindestens je eine Notabschaltvorrichtung vorhanden sein, mit der die Bestrahlung jederzeit unterbrochen werden kann.

5 Am Eingang zum Bestrahlungsraum und im Innern des Bestrahlungsraums müssen gut sichtbare Leuchtsignale mit geeigneter Aufschrift angebracht sein, welche auf den Betriebszustand des Beschleunigers hinweisen. Die Leuchtsignale müssen den Betriebszustand «Strahlung eingeschaltet» in roter Signalfarbe anzeigen.

Art. 7 Abschirmungen

1 Die baulichen Abgrenzungen des Bestrahlungsraumes müssen unter Berücksichtigung der vorgesehenen Betriebsdaten so dimensioniert sein, dass die Ortsdosen nach Artikel 8 nicht überschritten werden. Die Einwirkung mehrerer Strahlenquellen am gleichen Ort ist entsprechend zu berücksichtigen.

2 Die Berechnungsgrundlagen für die erforderlichen Abschirmungen richten sich nach Anhang 2.

Art. 8 Richtwerte für die Ortsdosis

1 In Bereichen angrenzend an den Bestrahlungsraum dürfen folgende Ortsdosen an keiner Stelle überschritten werden:

a.	0,02 mSv in einer Woche	an Orten ausserhalb des Überwachungsbereiches;
b.	0,1 mSv in einer Woche	an Orten innerhalb des Überwachungsbereiches.

2 An Orten ausserhalb des Überwachungsbereiches, welche nicht für den Daueraufenthalt vorgesehen und an denen keine Arbeitsplätze eingerichtet sind, wie Warte- und Umkleideräume, Archive, Lager und Keller, Toiletten, Gänge, Treppen, Liftschächte, Trottoirs, Strassen, Grünflächen und Gärten, darf die Ortsdosis nach Absatz 1 Buchstabe a bis zum Fünffachen höher liegen.

3 An Orten, an denen sich während des Beschleunigerbetriebes keine Personen aufhalten können, unterliegt die Ortsdosis keiner Beschränkung. Diese Orte müssen in den Berechnungsunterlagen bezeichnet werden.

Art. 9 Bautechnische Strahlenschutzunterlagen

1 Für Räume, in denen Beschleuniger betrieben werden, müssen dem BAG vor Bauausführung oder Einrichtung die bautechnischen Strahlenschutzunterlagen zur Bewilligung eingereicht werden.

2 Die Unterlagen müssen durch die Strahlenschutz-Sachverständige oder den Strahlenschutz-Sachverständigen nach Artikel 16 des Strahlenschutzgesetzes vom 22. März 1991[4] auf ihre Korrektheit geprüft sein.

3 Sie setzen sich aus den nach den Anhängen 2 und 3 erstellten Strahlenschutz-Bauzeichnungen und Berechnungsunterlagen zusammen.

4 Für Spezialanwendungen sind die Berechnungsgrundlagen nach Anhang 2 anzuwenden, soweit sich diese dafür eignen, oder im Hinblick auf den gleichen Sachverhalt anzupassen.

Art. 10 Kontrolle der Bauausführung

Die oder der Strahlenschutz-Sachverständige kontrolliert, ob die Bauausführung gemäss den bewilligten Strahlenschutz-Bauzeichnungen korrekt erfolgt ist.

3. Abschnitt: Inbetriebnahme

Art. 11 Abnahmeprüfung

1 Die Lieferantin oder der Lieferant muss vor der Übergabe von Beschleunigern an die Bewilligungsinhaberin oder den Bewilligungsinhaber eine Abnahmeprüfung nach Herstellerangaben und den nach der MepV[5] anwendbaren international harmonisierten Normen durchführen.

2 Anlässlich der Abnahmeprüfung sind mindestens die sicherheits- und dosisrelevanten Komponenten in Zusammenarbeit mit der Medizinphysikerin oder dem Medizinphysiker zu überprüfen.

3 Der Beschleuniger darf von der Lieferantin oder vom Lieferanten erst nach erfolgreicher Durchführung der von der Medizinphysikerin oder vom Medizinphysiker gutgeheissenen Abnahmeprüfung an die Bewilligungsinhaberin oder den Bewilligungsinhaber übergeben werden.

4 Die Medizinphysikerin oder der Medizinphysiker sorgt für die Festlegung der Referenzwerte für die Konstanzprüfungen nach Artikel 21 Absatz 3 und gibt den Beschleuniger für medizinische Behandlungen frei.

4 SR **814.50**
5 SR **812.213**

Art. 12 Abgabe der Anlagedokumentation und Schulung

1 Zu jedem Beschleuniger hat die Lieferantin oder der Lieferant die Produktinformation nach Artikel 7 MepV[6] abzugeben.

2 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber und die Lieferantin oder der Lieferant erstellen zusammen ein Anlagebuch.

3 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt dafür, dass über die Produktinformation hinaus erforderliche Angaben im Anlagebuch, in der Betriebsanleitung oder in der technischen Beschreibung erfasst werden.

4 Das Anlagebuch, die Betriebsanleitung und die technische Beschreibung sind in der betriebsüblichen Sprache abzugeben und müssen mindestens die Angaben nach Anhang 4 enthalten.

5 Die Lieferantin oder der Lieferant muss anlässlich der Übergabe des Beschleunigers an die Bewilligungsinhaberin oder den Bewilligungsinhaber eine angemessene Schulung für das Bedienungspersonal durchführen.

4. Abschnitt: Sorgfaltspflichten

Art. 13 Schutz von Personen

1 Während der Bestrahlung darf sich ausser der Patientin oder dem Patienten niemand im Bestrahlungsraum aufhalten. Das Bedienungspersonal muss sich darüber vergewissern, bevor es den Raum verlässt und das Einschalten der Strahlung freigibt.

2 Personen, die sich während den Bestrahlungspausen im Bestrahlungsraum aufhalten, dürfen in diesem bei bestimmungsgemässem Therapiebetrieb höchstens eine effektive Dosis von 0,02 mSv in einer Woche erhalten. Sofern dieser Wert trotz apparativen oder bauseitigen Anpassungen nicht eingehalten werden kann, hat die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber für angemessene Zutrittsbeschränkungen zu sorgen.

Art. 14 Instruktion des Personals

1 Neueintretendes Personal ist vor erstmaliger Aufnahme der Arbeit durch die Strahlenschutz-Sachverständige oder den Strahlenschutz-Sachverständigen bezüglich der einschlägigen Strahlenschutzregeln zu instruieren.

2 Reinigungspersonal darf nur im Überwachungsbereich arbeiten, wenn es durch eine im Strahlenschutz ausgebildete Person instruiert wurde.

3 Die Instruktionen nach den Absätzen 1 und 2 müssen in angemessenen Zeitabständen aktualisiert werden.

6 SR **812.213**

Art. 15 Dokumentation der Bestrahlungen

1 Für jede Patientin und jeden Patienten muss vor der Bestrahlung eine medizinische Behandlungsanweisung durch die behandelnde Ärztin oder den behandelnden Arzt erstellt werden. Nachträgliche Änderungen sind zu protokollieren und zu begründen.

2 Für jede Patientin und jeden Patienten muss vor der Bestrahlung eine individuelle Bestrahlungsplanung unter Verantwortung der Medizinphysikerin oder des Medizinphysikers erstellt werden.

3 Auf der Grundlage der individuellen Bestrahlungsplanung müssen durch die verantwortlichen Personen nach den Absätzen 1 und 2 in einer patientenspezifischen Bestrahlungsanweisung die zur Durchführung der Bestrahlungen benötigten Angaben festgehalten werden, insbesondere jene zur Einstellung des Beschleunigers und zur Lagerung der Patientin oder des Patienten. Bei Änderungen in der Bestrahlungsplanung muss die Bestrahlungsanweisung aktualisiert werden.

4 In einem Bestrahlungsnachweis sind durch das Bedienungspersonal der Beschleunigeranlage die einzelnen Bestrahlungen der Patientin oder des Patienten festzuhalten. Der Bestrahlungsnachweis muss bei der Anlage zur Verfügung stehen, an der die aktuelle Bestrahlung der Patientin oder des Patienten durchgeführt wird.

5 Die Dokumente nach den Absätzen 1–4 müssen mindestens die Angaben nach Anhang 5 umfassen.

6 Die Dokumente nach den Absätzen 1–4 können mit Methoden der Elektronischen Datenverarbeitung (EDV) erstellt, gespeichert, verarbeitet und verwaltet werden, sofern sichergestellt ist, dass Personen, welche die Bestrahlungen durchführen, jederzeit auf diese Daten zugreifen und sie ausdrucken können und eine unbeabsichtigte Löschung ausgeschlossen ist.

7 Die Dokumente nach den Absätzen 1–4 müssen gemäss den für die Krankengeschichte geltenden Bestimmungen aufbewahrt werden, mindestens jedoch während 20 Jahren seit der letzten Behandlung. Bei Weiterentwicklungen oder beim Wechsel des Radioonkologie-Klinik-Informationssystems muss die Lesbarkeit dieser Dokumente gewährleistet bleiben.

5. Abschnitt: Interne Organisation und Kontrolle

Art. 16 Betriebsinterne Strahlenschutzweisungen

Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt für das Erstellen von schriftlichen Strahlenschutzweisungen, insbesondere für die bei Störfällen notwendigen ersten Massnahmen und Verhaltensregeln. Diese sind laufend den aktuellen Gegebenheiten anzupassen und allen Personen, die mit Beschleunigern umgehen, auszuhändigen oder leicht zugänglich zu machen.

Art. 17 Anlagedokumentation

Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt dafür, dass die Anlagedokumentation nach Artikel 12 Absätze 1–4 jederzeit vollständig verfügbar ist.

Art. 18 Einbezug von Medizinphysikerinnen und Medizinphysikern

1 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss zur Gewährleistung der Qualitätssicherung, zur Überwachung des Beschleunigerbetriebs und für die Bestrahlungsplanung mindestens folgende Kapazitäten an vollzeitlich angestellten Medizinphysikerinnen oder Medizinphysikern nach Artikel 19 StSV im Betrieb einsetzen: Anzahl betriebene Beschleuniger plus eins.

2 Die Aufsichtsbehörde ordnet im Einzelfall den Einbezug einer Medizinphysikerin oder eines Medizinphysikers von mehr als dem nach Absatz 1 vorgeschriebenen Mindestumfang an, wenn die Erfahrung oder der Stand von Wissenschaft und Technik und die übrigen Grundsätze des Strahlenschutzes dies gebieten.

3 Die Aufsichtsbehörde kann im Einzelfall den Einbezug einer Medizinphysikerin oder eines Medizinphysikers von weniger als dem nach Absatz 1 vorgeschriebenen Mindestumfang zulassen, wenn geeignete Massnahmen gewährleisten, dass das radiologische Risiko dabei gleich bleibt.

4 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss die Aufgaben und Kompetenzen der Medizinphysikerin oder des Medizinphysikers schriftlich festhalten. Die Stellvertretung muss sichergestellt und schriftlich festgelegt sein.

Art. 19 Überwachung durch Strahlenschutz-Sachverständige

Die oder der Strahlenschutz-Sachverständige überwacht und kontrolliert periodisch die Einhaltung der Strahlenschutzvorschriften im Betrieb, insbesondere die Anwendung einer angemessenen Arbeitstechnik.

6. Abschnitt: Qualitätssicherung

Art. 20 Qualitätssicherungsprogramm

1 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt für die Anwendung eines Qualitätssicherungsprogrammes, welches sowohl die medizinischen Aspekte der Strahlenbehandlung als auch die anlagespezifischen und medizinphysikalischen Belange umfasst.

2 Es sind die Erfahrung und der Stand von Wissenschaft und Technik zu berücksichtigen. Hierfür sind zu berücksichtigen:

a. die Empfehlungen der internationalen und nationalen Fachorganisationen, insbesondere der Schweizerischen Gesellschaft für Strahlenbiologie und medizinische Physik (SGSMP);

b. die einschlägigen nationalen und internationalen Normen;

c. die Wegleitungen des BAG.

Art. 21 Durchführung

1 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt dafür, dass Beschleuniger mindestens jährlich einer Zustandsprüfung unterzogen werden. Die Anlagen müssen durch entsprechend ausgebildetes technisches Fachpersonal auf ihren Zustand und die Funktionstüchtigkeit nach Herstellerspezifikationen und internationalen oder nationalen Normen geprüft werden. Anlässlich dieser Prüfung sind die Referenzwerte für die Konstanzprüfungen nach Absatz 3 zu kontrollieren und gegebenenfalls neu festzulegen.

2 Eine Zustandsprüfung ist immer auch nach Reparaturen und Eingriffen erforderlich, wobei die betroffenen Komponenten oder Elemente unter Verantwortung der Medizinphysikerin oder des Medizinphysikers zu prüfen sind.

3 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt dafür, dass Beschleuniger regelmässig Konstanzprüfungen unterzogen werden. Die Anforderungen richten sich nach Anhang 6. Die korrekte Durchführung dieser Prüfungen unterliegt der Verantwortung der Medizinphysikerin oder des Medizinphysikers.

Art. 22 Anlagebuch

1 Die Medizinphysikerin oder der Medizinphysiker sorgt dafür, dass die Ergebnisse der Qualitätssicherung wie Abnahmeprüfung, Wartung und Zustandsprüfung, Überprüfung der dosisbestimmenden Elemente, periodischen Kontrollen und Konstanzprüfungen, Funktionsstörungen und deren Behebung sowie Ereignisse protokolliert und im Anlagebuch dokumentiert werden. Der Mindestumfang des Anlagebuches richtet sich nach Anhang 4.

2 Das Anlagebuch darf auf elektronischem Weg geführt werden, wenn die Vollständigkeit gewährleistet bleibt.

Art. 23 Referenzmesssysteme

Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt dafür, dass als lokale Normale für Dosimeter und Monitorsysteme Referenzsysteme verwendet werden, die den Anforderungen der Verordnung des EJPD vom 7. Dezember 2012 über Messmittel für ionisierende Strahlung (StMmV)[7] genügen.

Art. 24 MV-Bildgebung und Planungssoftware

1 Die Qualitätssicherung der MV-Bildgebung richtet sich nach der Empfehlung Nr. 16 (September 2010)[8] der SGSMP.

7 SR **941.210.5**

8 Empfehlung Nr. 16 der Schweizerischen Gesellschaft für Strahlenbiologie und Medizinische Physik, "Quality assurance of gantry-mounted image-guided radiotherapy system", ISBN: 3 908 125 48 0; Die Empfehlung kann im Buchhandel bezogen oder unter der Internet-Adresse www.sgsmp.ch eingesehen werden.

2 Die Qualitätssicherung der Planungssoftware richtet sich nach der Empfehlung Nr. 7 (Februar 1999)[9] der SGSMP.

3 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss die Qualitätssicherung anpassen, wenn die Erfahrung oder der Stand von Wissenschaft und Technik, insbesondere bezüglich Spezialanwendungen oder technischer Neuerungen, dies gebieten.

7. Abschnitt: Besondere Bestimmungen

Art. 25 Sorgfaltspflichten bei Zusatzeinrichtungen für Bestrahlungsplanung und Simulation

1 Werden Zusatzeinrichtungen für Bestrahlungsplanung und Therapiesimulation zusammen mit Beschleunigern und deren Verifikationssystemen in einem integrierten, computerisierten Netzwerk betrieben, so sind besondere Sicherheitsvorkehrungen für den Datentransfer vorzusehen. Die Medizinphysikerin oder der Medizinphysiker sorgt dafür, dass die Datenintegrität gewährleistet ist und Datenverfälschungen verhindert werden.

2 Die Medizinphysikerin oder der Medizinphysiker sorgt dafür, dass die Zusatzeinrichtungen für Bestrahlungsplanung einer angemessenen Qualitätssicherung unterzogen werden.

3 Die Lieferantin oder der Lieferant von Bestrahlungsplanungssystemen hat in der technischen Beschreibung genaue Angaben über die zur Berechnung der Dosisverteilungen verwendeten Algorithmen zu machen. Insbesondere muss aus ihr ersichtlich sein, auf welche Bestrahlungsbedingungen der Anwendungsbereich beschränkt ist.

Art. 26 Vorgehen bei medizinischen Strahlenereignissen und Störfällen

1 Die oder der Strahlenschutz-Sachverständige sorgt dafür, dass über sämtliche medizinische Strahlenereignisse und Störfälle im Zusammenhang mit dem Beschleunigerbetrieb und Bestrahlungen Buch geführt wird.

2 Sie oder er hat darauf zu achten, dass die Meldung von medizinischen Strahlenereignissen nach Artikel 62 Absatz 3 StSV beziehungsweise von Störfällen nach Artikel 140 StSV erfolgt.

3 Ausserdem hat sie oder er die Pflichten nach Artikel 15 MepV[10] zu beachten.

9 Empfehlung Nr. 7 der Schweizerischen Gesellschaft für Strahlenbiologie und Medizinische Physik, "Quality control of treatment planning systems for teletherapy", ISBN: 3 908125 23 5; Die Empfehlung kann im Buchhandel bezogen oder unter der Internet-Adresse www.sgsmp.ch eingesehen werden.

10 SR **812.213**

Art. 27 Vorgehen bei Abbau oder Teilersatz eines Beschleunigers

Falls die Möglichkeit besteht, dass Anlageteile von Beschleunigeranlagen aktiviert wurden, müssen diese vor dem Ausbau oder vor einem Abbau der Anlage auf Kontamination überprüft werden. Für die Freigabe aktivierter Anlageteile gelten die Artikel 117 und 118 StSV.

8. Abschnitt: Übrige medizinische Teilchenbeschleuniger-Anlagen

Art. 28

[1] Für die übrigen medizinischen Teilchenbeschleuniger-Anlagen muss die Gesuchstellerin oder der Gesuchsteller der Bewilligungsbehörde zusätzlich zum Bewilligungsgesuch einen Sicherheitsbericht nach Artikel 137 StSV einreichen.

[2] Die Gesuchstellerin oder der Gesuchsteller legt anhand der Angaben im Sicherheitsbericht dar, in welchen Punkten von denVorschriften dieser Verordnung abgewichen wird und inwiefern die Erfahrung und der Stand von Wissenschaft und Technik berücksichtigt werden.

9. Abschnitt: Schlussbestimmungen

Art. 29 Aufhebung eines anderen Erlasses

Die Verordnung vom 15. Dezember 2004[11] über den Strahlenschutz bei medizinischen Elektronenbeschleuniger-Anlagen wird aufgehoben.

Art. 30 Bestehende Bewilligungen

Inhaberinnen und Inhaber von Bewilligungen für den Umgang mit medizinischen Teilchenbeschleuniger-Anlagen, die vor Inkrafttreten dieser Verordnung erteilt wurden, müssen die Vorschriften dieser Verordnung einhalten.

Art. 31 Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am ... in Kraft.

… Eidgenössisches Departement des Innern:

Alain Berset

11 [AS **2005** 285]

Anhang 1
(Art. 2)

Begriffsbestimmungen

Die Begriffe sind in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt.

Abnahmeprüfung

Prüfung eines zur Lieferung offerierten oder gelieferten Produktes, um festzustellen, ob für die vorgesehene Anwendung die technischen Spezifikationen und Sicherheitserfordernisse erfüllt sind.

Bedienungspersonal

Sachkundige Personen, die aufgrund der Verordnung vom 15. September 1998[12] über die Ausbildungen und die erlaubten Tätigkeiten im Strahlenschutz (Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung) zur Bedienung von medizinischen Elektronenbeschleunigeranlagen berechtigt sind. Es sind dies insbesondere die Fachleute für Medizinisch-Technische Radiologie (MTRA) unter der verantwortlichen Leitung einer sachverständigen Ärztin, eines sachverständigen Arztes oder einer Medizinphysikerein, eines Medizinphysikers.

Beschleuniger, medizinische Elektronen-

Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen, welche die nachfolgenden Bedingungen erfüllen: Nominelle Strahlenenergie im Bereich von 1 MeV bis 50 MeV; maximale Dosisleistungen im Bereich von 0.001 $Gy \cdot s^{-1}$ bis 1 $Gy \cdot s^{-1}$ in 1 m Abstand von der Strahlenquelle; normale Bestrahlungsdistanz im Bereich von 0,5 m bis 2 m.

Elektronen-Beschleuniger bestehen in der Regel aus dem Elektronenbeschleunigungsteil; der mechanischen und elektrischen Ausrüstung zum Betrieb und zur Bedienung; dem Behandlungstisch sowie Hilfsgeräten, die der medizinischen Anwendung der Strahlung dienen.

Konstanzprüfung

Prüfung bestimmter Parameter auf Abweichungen gegenüber Referenzwerten in regelmässigen Abständen.

Qualitätssicherungsprogramm

Gesamtheit von Planung, Durchführung, Überwachung und Lenkung, Prüfung und Korrektur einer Tätigkeit oder eines Prozesses mit dem Ziel, vorgegebene Qualitätsanforderungen zu erfüllen, sicherzustellen und zu verbessern. Zur Qualitätssicherung gehört insbesondere auch der Einsatz von Bedienungspersonal in genügender Anzahl und mit entsprechender Ausbildung beziehungsweise Weiterbildung sowie definiertem Aufgaben- und Verantwortungsbereich.

12 SR **814.501.261**

Skyshine

Durch Streuung in Luft entstehende Streustrahlung einer primären Photonen-, Gammastrahlen- oder Neutronenquelle.

Wartung/Instandhaltung

Sicherstellung der Funktionalität und Sicherheit einer Einrichtung durch vorbeugende Massnahmen gemäss Herstellerangaben, anerkannten Normen und MepV.

Zustandsprüfung

Prüfung des Zustandes eines in Gebrauch stehenden Produktes und Feststellung der Erfüllung vorgegebener Erfordernisse. Sie wird im Anschluss an eine Wartung oder nach Eingriffen oder Reparaturen durchgeführt.

Anhang 2
(Art. 7 Abs. 2, Art. 9 Abs. 3 und 4)

Berechnungsgrundlagen

1 Betriebsdaten

1.1 Massgebende Strahlenenergien und Dosisleistungen

Für die Berechnung von Strahlenschutzabschirmungen gegen Photonenstrahlung sind diejenigen Energien innerhalb der von der Herstellerin oder vom Hersteller vorgesehenen Grenzenergien zu verwenden, für die das zur Abschirmung vorgesehene Material die höchste Zehntelwertschicht hat (gemäss Ziffer 4.1). Für Strahlenschutzabschirmungen gegen Elektronenstrahlung ist der Höchstwert der möglichen Elektronenenergie zu verwenden.

Unabhängig von diesen Strahlenenergien sind immer die von der Herstellerin oder vom Hersteller im Referenzabstand a_0 (= 1 m) vom Divergenzpunkt des Nutzstrahlenbündels angegebenen Höchstwerte der Wasser-Energiedosisleistungen im Nutzstrahlenbündel für Photonenstrahlung ($\dot{D}_r$) und für Elektronenstrahlung ($\dot{D}_e$) sowie für die ausserhalb des Nutzstrahlenbündels austretende Durchlassstrahlung ($\dot{D}_d$) zu verwenden.

1.2 Basisdosis W (Betriebsbelastung)

Der Basisdosiswert W ist gleich dem Produkt aus der Anzahl der Einzelbestrahlungen pro Woche und den entsprechenden Mittelwerten für die Wasser-Energiedosis im Referenzabstand a_0 (= 1 m) vom Divergenzpunkt des Nutzstrahlenbündels.

Der Mindestwert der Basisdosis für die Bemessung der erforderlichen Abschirmung beträgt: $W = 10^6$ mGy pro Woche, ohne Schichtbetrieb.

Wird der Beschleuniger stärker genutzt oder werden spezielle Techniken wie beispielsweise IMRT oder VMAT verwendet, so muss die Basisdosis entsprechend erhöht werden.

1.3 Aufenthaltsfaktor T

Der Aufenthaltsfaktor T ist ein Mass für die maximal zu erwartende, relative Aufenthaltsdauer von Personen an den zu schützenden Orten während des Strahlbetriebes. Dabei gilt:

T = 0,2 an ausserhalb des Überwachungsbereiches liegenden Orten, welche nicht für den Daueraufenthalt vorgesehen und wo keine Arbeitsplätze eingerichtet sind, wie Warte- und Umkleideräume, Archive, Lager und Keller, Toiletten, Gänge, Treppen, Liftschächte, Trottoirs, Strassen, Grünflächen und Gärten. Für die Ortsdosis gilt immer der Richtwert von 0.02

mSv in einer Woche;

T = 1 für alle übrigen Orte, wo sich Personen aufhalten können;

T = 0 für alle Orte, wo sich keine Personen aufhalten können.

1.4 Richtungsfaktor U

Der Richtungsfaktor U ist ein Mass für die relative Häufigkeit, mit der Strahlung im beabsichtigten Therapiebetrieb auf die zu bemessende Abschirmung gerichtet ist. Massgebend sind die individuellen Gegebenheiten für den betreffenden Bestrahlungsraum aufgrund von Nutzung und Bestrahlungstechniken. Dabei gilt:

U = 1 für den Schutz gegen Durchlassstrahlung, sekundäre und tertiäre Photonenstrahlung und Neutronenstrahlung, unabhängig von der Richtung der Nutzstrahlung;

U ≥ 0,5 – für den Schutz gegen Nutzstrahlung in Richtung Boden;

– für den Schutz gegen Nutzstrahlung in Richtung Wände;

U ≥ 0,25 für den Schutz gegen Nutzstrahlung in Richtung Decke;

U = 0 für den Schutz gegen Nutzstrahlung, wenn das maximale Nutzstrahlenbündel unter Einschluss einer Randzone von 5º bezogen auf den Divergenzpunkt nicht auf den zu schützenden Ort gerichtet werden kann.

1.5 Verbindung der Faktoren U und T

Das Produkt von U · T (siehe Ziffer 3 Formel 1) darf nicht kleiner als 0,1 sein. Durch das zeitliche Zusammentreffen der seltenen Strahlenrichtung und des Aufenthaltes an Orten ausserhalb des Überwachungsbereiches, die nicht für Daueraufenthalt vorgesehen sind, darf zwecks Begrenzung des Strahlenrisikos keine Erhöhung der Ortsdosisleistung um mehr als Faktor 10 eintreten.

2 Strahlungskomponenten

2.1 Massgebende Strahlungsanteile

Eine besondere Abschirmung gegen die primäre Elektronenstrahlung ist nicht erforderlich. Falls alle Grenzenergien der Röntgenstrahlung und alle Elektronenenergien unter 10 MeV liegen, brauchen die direkte und gestreute Neutronenstrahlung sowie die durch Kernphotoprozesse erzeugte Sekundärstrahlung bei der Bemessung des baulichen Strahlenschutzes nicht einbezogen zu werden.

Es sind die nachfolgend aufgeführten Strahlungsanteile zu berücksichtigen, soweit sie für den Strahlenschutz innerhalb und ausserhalb des Betriebsareals relevant sind:

a. Nutzstrahlung bei Photonenstrahlbetrieb;

b. Nutzstrahlung bei Elektronenstrahlbetrieb, Bremsstrahlung;

c. Durchlassstrahlung;

d. sekundäre Photonenstrahlung (Streustrahlung inkl. Skyshine);

e. tertiäre Strahlung (zweifach gestreute Photonenstrahlung und gestreute Durchlassstrahlung);

f. direkte Neutronenstrahlung (vom Beschleuniger emittierte Neutronenstrahlung);

g. gestreute Neutronenstrahlung (an Auftreffstellen der direkten Neutronenstrahlung);

h. Neutronenstrahlung zufolge Kernphotoprozessen
(Neutronenstrahlung, die in den Abschirmwänden durch die einfallende Photonenstrahlung über Kernphotoprozesse erzeugt wird. Diese Komponente muss nur berücksichtigt werden, falls ganz oder teilweise Baumaterialien hoher Ordnungszahl, insbesondere Blei, verwendet werden);

i. Strahlung der durch Kernphotoprozesse erzeugten radioaktiven Stoffe;

j. durch Neutroneneinfang erzeugte Gammastrahlung.

2.2 Nutzstrahlung mit Randzone

Die Abschirmung gegen die Nutzstrahlung hat eine allseitige Randzone von mindestens 5° um das grösste Nutzstrahlenbündel einzuschliessen.

2.3 Schräg einfallende Strahlung

Trifft die Nutz- oder Durchlassstrahlung nicht senkrecht auf die Abschirmung, darf die verlängerte Weglänge in Strahlrichtung bei deren Bemessung berücksichtigt werden, soweit die in der Abschirmung erzeugte Sekundärstrahlung (insbesondere Streustrahlung) hinreichend geschwächt bleibt. Diese gegenüber der senkrecht einfallenden Strahlung verlängerte Weglänge im Abschirmungsmaterial kann als massgebende Dicke s der Strahlenschutzabschirmung für die Berechnung nach Ziffer 3 angenommen werden.

2.4 Strahlung auf Bestrahlungsraumtüre

Für Bestrahlungsräume üblicher Raumdisposition mit einer einschenkligen Zugangsschleuse kann die auf die Strahlenschutztüre auftreffende Neutronenstrahlung im Allgemeinen mit dem Algorithmus gemäss Ziffer 3 berechnet werden. Die Bestrahlungsraumtüre ist so zu dimensionieren, dass sie den Strahlenschutz gegen die Strahlungsanteile gemäss Ziffer 2.1 Buchstaben a–j gewährleistet, insbesondere auch gegen die Gammastrahlung, die durch Neutroneneinfang in der Türe selbst erzeugt wird.

2.5 Skyshine

Falls der Bestrahlungsraum als freistehender Bereich (ohne darüber liegende Stockwerke) konzipiert wird, ist neben der vom Beschleuniger ausgehenden Direkt- oder Durchlassstrahlung, die durch die Decke austritt, zu untersuchen, welche Ortsdosis die im Luftraum oberhalb des Bestrahlungsraumes gestreute Photonen- oder Neutronenstrahlung (= Skyshine) an den zu schützenden Orten erzeugt. Es muss gegebenenfalls auch diese Strahlung in die Berechnung der Abschirmungen einbezogen werden. Zur Berechnung der Photonen- und Neutronenkomponente des Skyshines können die Formeln im NCRP-Report Nr. 144[13] angewendet werden.

3 Berechnungsmethoden

Die Bestimmung der Abschirmdicke gegen jede einzelne der unter Ziffer 2.1 Buchstabe a–g aufgeführten Strahlungskomponenten, die auf den zu schützenden Ort einwirken, erfolgt gemäss den nachfolgend aufgeführten Angaben und Formeln.

Bei der gleichzeitigen Einwirkung mehrerer Strahlungskomponenten (auch zusätzliche Strahlungsquellen) am gleichen Ort darf die Summe der Ortsdosisleistungen aller Komponenten den zugelassenen Ortsdosisrichtwert nicht überschreiten. Gegebenenfalls muss die Dicke der Abschirmungen angemessen erhöht werden.

Allgemeines Berechnungsschema:

$$s_i = z_i \cdot n_i, \qquad \text{wobei} \, n_i = \log_{10}\left(\frac{W \cdot U \cdot T}{H_w} \cdot R_i \cdot q_i\right) \qquad \text{(Formel 1)}$$

Dabei sind:

i	Index zur Kennzeichnung der jeweiligen Strahlungskomponente
s	Dicke der Strahlenschutzabschirmung in cm zur Reduktion der verursachten Strahlungsdosis auf den Ortsdosisrichtwert nach Artikel 8
z	Zehntelwertdicke in cm
n	Anzahl erforderlicher Zehntelwertdicken
W	Basisdosis (Betriebsbelastung) in mGy/Woche nach Ziffer 1.2
U	Richtungsfaktor nach Ziffer 1.4
T	Aufenthaltsfaktor nach Ziffer 1.3
H_w	Ortsdosisrichtwert in einer Woche nach Artikel 8 in mSv/Woche
R	Reduktionsfaktor für die Dosisleistung nach Tabelle 1
q	Koeffizient zur Berücksichtigung der durch die Strahlung verursachten Äquivalentdosis; bei Neutronen ist q = 10 mSv/mGy, bei Photonen-/Elektronenstrahlung ist q = 1 mSv/mGy

Der Klammerausdruck in Formel 1 entspricht dem Schwächungsgrad der Strahlung.

[13] Report No. 144 (2003) des National Council on Radiation Protection and Measurements, Radiation Protection for Particle Accelerator Facilities. Der Report kann über den Buchhandel (ISBN 0-929600-77-0) bezogen werden oder unter www.ncrp.com/pubs.html

Tabelle 1

Spezifische Parameter zur Bestimmung der Abschirmdicke für die verschiedenen Strahlungskomponenten, die in Formel 1 einzusetzen sind:

Strahlungskomponente	Abschirmdicke s	Zehntelwertdicke z	Strahlbetrieb	Reduktionsfaktor R
Nutzstrahlung	s_r	z_r *(gemäss 4.1)*	Photonen	$R_r = a_0^2/a_n^2$
(Bremsstrahlungsteil)	s_b	z_r *(gemäss 4.1)*	Elektronen	$R_b = (\dot{D}_{re} / \dot{D}_e + k_e) \cdot a_0^2/a_n^2$
Durchlassstrahlung	s_d	z_r *(gemäss 4.1)*	Photonen Elektronen	$R_d = \dot{D}_d / \dot{D}_r \cdot a_0^2/a_n^2$ $R_d = \dot{D}_d / \dot{D}_e \cdot a_0^2/a_n^2$
Sekundäre Photonenstrahlung (Streustrahlung)	s_s	z_s *(gemäss 4.3)*	Photonen Elektronen	$R_s = 0{,}01 \cdot F_n/F_o \cdot a_0^2/a_s^2$ $R_s = 0{,}01 \cdot k_e \cdot F_z/F_o \cdot a_0^2/a_s^2$
Tertiärstrahlung (zweifach gestreute Photonenstrahlung und gestreute Durchlassstrahlung)	s_t	z_s *(gemäss 4.3)*	Photonen Elektronen	$R_t = (0{,}01 \cdot \dot{D}_d / \dot{D}_r + 10^{-6}) \cdot F_t/F_o \cdot a_0^2/a_t^2$ $R_t = (0{,}01 \cdot \dot{D}_d / \dot{D}_e + 10^{-6}) \cdot F_t/F_o \cdot a_0^2/a_t^2$
Direkte Neutronenstrahlung	s_n	z_n *(gemäss 4.4)*	Photonen Elektronen	$R_n = \dot{D}_n / \dot{D}_r \cdot a_0/a_n$ $R_n = \dot{D}_n / \dot{D}_e \cdot a_0/a_n$
Gestreute Neutronenstrahlung	s_{ns}	z_{ns} *(gemäss 4.4)*	Photonen Elektronen	$R_{ns} = 0{,}1 \cdot \dot{D}_n / \dot{D}_r \cdot a_0/a_{ns} \cdot b/l$ $R_{ns} = 0{,}1 \cdot \dot{D}_n / \dot{D}_e \cdot a_0/a_{ns} \cdot b/l$

In der Formel für die Reduktionsfaktoren bedeuten:

a_0 1 m (Abstand vom Referenzort zum Divergenzpunkt der Strahlung);

a_n Abstand in m des zu schützenden Ortes vom Divergenzpunkt für Nutzstrahlung. Für Bremsstrahlung, Durchlassstrahlung und direkte Neutronenstrahlung gilt als Bezugspunkt das Isozentrum als Mittelung der verschiedenen Gantrypositionen;

a_s Abstand in m des zu schützenden Ortes von der Auftreffstelle des Nutzstrahlenbündels (Sekundärstrahlenquelle); als Bezugspunkt gilt das Isozentrum

a_t Abstand in m des zu schützenden Ortes von der Auftreffstelle der Störstrahlung (einfach gestreute Röntgenstrahlung und/oder Durchlassstrahlung); als Bezugspunkt gilt der Schwerpunkt der wirksamsten Fläche.

a_{ns} Wegstrecke in m, welche ein Neutronenstrahl ohne Zwischenabschirmung vom Isozentrum mindestens durchlaufen muss, um von der wirksamen Neutronenquelle an den zu schützenden Ort zu gelangen;

b/l Verhältnis Breite/Länge der Schleuse, die durch eine Überlappung von Abschirmungen gegen direkte Neutronenstrahlung entsteht; falls keine Überlappung besteht, ist b/l = 1 zu setzen;

k_e Faktor zur Bemessung von Abschirmungen gegen ausserhalb des Beschleunigers im Elektronenstrahlbetrieb erzeugte Bremsstrahlung gemäss Ziffer 4.2;

$\dot{D}_{re} / \dot{D}_e$	Maximalwert des Verhältnisses der Dosisleistung des parasitären Photonenstrahlanteils im Nutzstrahlenbündel der Elektronenstrahlung zur Dosisleistung der Elektronenstrahlung am Referenzort;
$\dot{D}_d / \dot{D}_r$ $\dot{D}_d / \dot{D}_e$	Maximalwert des Verhältnisses der Dosisleistung der Durchlassstrahlung (ohne Neutronenanteil) zur Dosisleistung der Röntgenstrahlung respektive der Elektronenstrahlung am Referenzort;
$\dot{D}_n / \dot{D}_r$ $\dot{D}_n / \dot{D}_e$	Maximalwert des Verhältnisses der Wasser-Energiedosisleistung der Neutronenstrahlung zur Dosisleistung der Photonenstrahlung respektive der Elektronenstrahlung, jeweils bezogen auf den Referenzort;
F_n	Maximale Querschnittfläche des Nutzstrahlenbündels in m^2 in 1 m Abstand vom Divergenzpunkt;
F_t	Wirksame Querschnittfläche der Tertiärstrahlenquelle in m^2 (Querschnitt der Auftrefffläche von Durchlassstrahlung oder gestreuter Photonenstrahlung, soweit nicht in Richtung auf den zu schützenden Ort durch andere Abschirmungen verdeckt).
F_o	Normfläche $F_o = 1\ m^2$

4 Zehntelwertdicken

4.1 Zehntelwertdicke z_r

Die Werte beziehen sich auf die Strahlungsanteile gemäss Ziffer 2.1 Buchstaben a, b und c beziehungsweise Tabelle 1. Sie gelten für breite Strahlenbündel und Schichtdicken von mehreren Zehntelwertdicken.

Tabelle 2

Zehntelwertdicken z_r in cm

Grenzenergie	Abschirmmaterial (Materialdichte in g/cm³)				
in MeV	Erde (1,8)	Beton (2,2)	Barytbeton (3,2)	Eisen (7,8)	Blei (11,3)
2	23,8	19,5	13,8	7,3	3,7
4	34,2	28,0	19,2	9,0	5,0
6	41,3	33,8	22,7	9,8	5,3
8	46,1	37,7	25,0	10,3	5,5
10	49,5	40,5	26,7	10,5	5,6
12	51,9	42,5	27,3	10,6	5,6
14	54,4	44,5	27,9	10,6	5,6
16	56,0	45,8	28,5	10,7	5,6
18	56,8	46,5	29,1	10,7	5,6
20	57,6	47,1	29,7	10,8	5,5
22	58,3	47,7	29,8	10,8	5,4
24	59,0	48,3	29,9	10,8	5,4
26	59,8	48,9	30,1	10,7	5,4
28	60,5	49,5	30,2	10,7	5,4

4.2 Faktor k_e zur Bestimmung der Abschirmung gegen ausserhalb des Strahlers erzeugte Bremsstrahlung im Elektronenstrahlbetrieb

Tabelle 3

Faktor k_e

Elektronenenergie	Abschirmmaterial			
in MeV	Wasser	Erde/Aluminium Beton/Barytbeton	Eisen	Blei
2	0,0000	0,0005	0,0006	0,0010
4	0,0005	0,0009	0,0016	0,0026
6	0,0012	0,0018	0,0030	0,0053
8	0,0020	0,0029	0,0051	0,0090
10	0,0030	0,0047	0,0077	0,0140
12	0,0040	0,0066	0,0115	0,0195
14	0,0055	0,0090	0,0160	0,0270
16	0,0070	0,0115	0,0200	0,0340
18	0,0090	0,0145	0,0250	0,0425
20	0,0105	0,0175	0,0300	0,0520
22	0,0130	0,0200	0,0360	0,0630
24	0,0155	0,0235	0,0415	0,0730
26	0,0170	0,0265	0,0470	0,0845
28	0,0190	0,0300	0,0535	0,0940

4.3 Zehntelwertdicken z_s für sekundäre und tertiäre Photonenstrahlung

Tabelle 4

Abschirm-Material	Erde	Beton	Barytbeton	Eisen	Bleiglas	Blei
z_s in cm	20	17	9	5	23/ρ ρ variabel	1,5

Für Bleiglas ist die Materialdichte ρ in g/cm³ gemäss Herstellerangabe einzusetzen.

4.4 Zehntelwertdicken z_n und z_{ns} für Neutronenstrahlung

Tabelle 5

	Abschirmmaterial	Wasser, Paraffin	Beton, Barytbeton	Eisen, Blei
z_n für direkte Neutronenstrahlung	1. Zehntelwertdicke in cm	15	25	42*
	2. und folgende Zehntelwertdicken in cm	10	16	42*
z_{ns} für gestreute Neutronenstrahlung		8	13	37*

* Abschirmmaterialien mit Ordnungszahlen über 10 erfordern für den Schutz gegen Neutronen auf der von der Neutronenquelle abgewandten Seite zusätzlich 0,3 Zehntelwertdicken wasserstoffhaltiger Materialien.

Anhang 3
(Art. 9 Abs. 3)

Bautechnische Strahlenschutzunterlagen

1 Strahlenschutz-Bauzeichnungen

Aus den Strahlenschutz-Bauzeichnungen müssen alle Merkmale des Beschleunigers und seiner projektierten Aufstellung ersichtlich sein, die zur Beurteilung des Strahlenschutzes notwendig sind. Die Unterlagen sind im Massstab 1:50 oder 1:100 und im Format A3 oder A4 der Bewilligungsbehörde einzureichen. Insbesondere folgende Angaben müssen vorhanden sein:

a. Grundriss und Seitenansicht des Bestrahlungsraumes mit allen angrenzenden Räumen und Bereichen sowie deren Nutzungsart; nicht zugängliche Zonen müssen als solche deklariert sein.

b. Bezeichnung, Schichtdicke, Dichte und gegebenenfalls chemische Zusammensetzung der Baustoffe von Böden, Decken und aller Zwischenwände mit Türen und Fenstern;

c. Aufbau der Zugangstüre zum Bestrahlungsraum, sofern vorhanden;

d. räumliche Anordnung und Abmessungen der Beschleunigeranlage und sonstiger Teile der Bestrahlungseinrichtung unter Berücksichtigung aller möglichen Lagen im Raum;

e. Lage der Divergenzpunkte für Photonen- und Elektronenstrahlung; Abstand Divergenzpunkt – Isozentrum; Lage der Bahn, auf der die Elektronen beschleunigt werden;

f. Bezugspunkte für die Bestimmung der Abstände zwischen Strahlenquelle und zu schützendem Ort;

g. mögliche Richtungen des Nutzstrahlenbündels und dessen grösste Abmessungen in 1 m Abstand vom Divergenzpunkt für Photonen- und Elektronenstrahlung;

h. Abschirmungsmassnahmen gegen ionisierende Strahlung, die von Zusatzeinrichtungen (z.B. Klystron, Magnetron, Thyratron) emittiert wird;

i. Vorschlag für Umfang des Überwachungsbereiches;

j. Ort der Notausschalter, der Bedienungsschalter für die Zugangstüre zum Bestrahlungsraum, der Signaleinrichtungen zur Anzeige des Betriebszustandes und der Überwachungskameras.

2 Berechnungsunterlagen

2.1

Die Berechnungsunterlagen müssen unter Berücksichtigung der Berechnungsgrundlagen nach Anhang 2 mindestens folgende Angaben enthalten:

a. alle Grenzenergien für Photonenstrahlung und Bereich der Elektronenenergien sowie entsprechende maximale Dosisleistungen in Gy/min im Nutzstrahl in 1 m Abstand vom Divergenzpunkt;

b. Maximalwert des Verhältnisses der Wasser-Energiedosisleistung der nachfolgend aufgelisteten Strahlungsarten zur Dosisleistung der Nutzstrahlung (Photonenstrahlung [$\dot{D}_r$], resp. Elektronenstrahlung [$\dot{D}_e$]) in 1 m Abstand vom Divergenzpunkt:
   - parasitäre Photonenstrahlung im Elektronenstrahlbetrieb, bezogen auf 1 m Abstand vom Divergenzpunkt [$\dot{D}_{re} / \dot{D}_e$]
   - Durchlassstrahlung, bezogen auf sämtliche zu schützenden Orte [$\dot{D}_d / \dot{D}_r$] und [$\dot{D}_d / \dot{D}_e$]
   - Neutronenstrahlung im Nutzstrahlenbündel, bezogen auf 1 m Abstand vom Divergenzpunkt [$\dot{D}_n / \dot{D}_r$] und [$\dot{D}_n / \dot{D}_e$];

c. Basisdosis W, falls von 10^6 mGy/Woche verschieden; Richtungsfaktor U; Aufenthaltsfaktor T an allen strahlungsbelasteten Orten gemäss Buchstabe d, sofern von 1 verschieden (Anhang 2 Ziffer 1.3);

2.2

Auf Verlangen der Bewilligungs- oder Aufsichtsbehörde muss die Lieferantin oder der Lieferant dieser die für den Strahlenschutz relevanten Angaben zur Verfügung stellen, insbesondere:

a. Angaben über die durch Kernphotoprozesse erzeugten radioaktiven Stoffe und ihre Aktivitäten in Bauteilen des Beschleunigers sowie in Zubehörteilen, die vom Hersteller geliefert werden;

b. Anzahl erforderliche Luftwechsel im Bestrahlungsraum (bezüglich Luftaktivierung bzw. Ozon).

Anhang 4
(Art. 12 Abs. 4, Art. 22 Abs. 1)

Mindestangaben in der Anlagedokumentation

1 Betriebsanleitung

Die Betriebsanleitung muss mindestens enthalten:

a. Angaben zur Identifikation der Anlage;

b. Konformitätserklärung des Herstellers nach Artikel 9 Absatz 1 MepV[14];

c. Beschreibung aller Bedienungs- und Schaltvorgänge für den Bestrahlungsbetrieb;

d. Angabe der Betriebsbedingungen mit Hinweis auf die zulässigen Kombinationen von Bestrahlungsparametern wie Strahlenart, Strahlenenergie, Filter, Feldgrösse, Bestrahlungsmodus;

e. Beschreibung und Erklärung der Funktion aller Verriegelungen und anderer Sicherheitseinrichtungen;

f. Beschreibung aller spezifischen Bedienungsvorgänge und Verhaltensweisen, die zum Schutze von Patienten, Personal und Drittpersonen vor unzulässiger Bestrahlung im Normalbetrieb und in Störfällen notwendig sind;

g. Angaben über den Anschluss von Einrichtungen des Betreibers, wie externe Verriegelungen, optische und akustische Signaleinrichtungen;

h. Empfehlungen zur Durchführung der in dieser Verordnung verlangten periodischen technischen Kontrollen und Wartungen (Kontroll- und Wartungsplan);

i. Empfehlungen für über Buchstabe h hinausgehende Kontrollen und Wartungen sowie für kürzere Intervalle zwischen diesen;

j. Angaben über Anlageteile, die Verschleiss (beispielsweise durch Einwirkung ionisierender Strahlung) unterworfen sind, mit Empfehlungen über Inspektions- und Austauschintervalle;

k. Methoden zur Sterilisation und Desinfektion von Anlageteilen, die mit dem Patienten in Berührung kommen können;

l. allgemeine Angaben über vom Betreiber vorzusehende Mittel bezüglich Kühlung der Anlage und der Räume, Beleuchtung, Raumklima (insbesondere Anzahl Luftwechsel im Bestrahlungsraum);

m. weitere in der StSV und in dieser Verordnung geforderte Angaben.

14 SR **812.213**

2 Technische Beschreibung

Die technische Beschreibung des Beschleunigers muss dem Fachpersonal des Betreibers neben Informationen über die Betriebsweise insbesondere Instruktionen vermitteln, welche es diesem ermöglichen, Nachjustierungen, den Austausch von Verschleissteilen und kleinere Servicearbeiten selbständig vorzunehmen.

Zudem muss sie mindestens die folgenden für den Strahlenschutz relevanten anlagenspezifischen Angaben enthalten:

a. Bauartzeichnungen für die Beschleunigeranlage, aus der insbesondere die Bauart des Schutzgehäuses sowie anderer für den Strahlenschutz und den Therapiebetrieb massgeblicher Teile ersichtlich sind;

b. typische Fremdstrahlungsanteile im Nutzstrahlenbündel, wie Photonenstrahlanteil bei Betrieb mit Elektronenstrahlung für alle Energien und repräsentative Feldgrössen; Neutronenstrahlanteil bei Betrieb mit Photonen- und Elektronenstrahlung und Energien von mindestens 10 MeV;

c. Angaben über die Dosisleistung oder den Dosisleistungsbereich für alle zur Verfügung stehenden Strahlenarten und Strahlenenergien unter Referenzbedingungen;

d. Angaben über die Durchlassstrahlung (inkl. Neutronenanteil) durch Blenden, Primärkollimator und Schutzgehäuse für Photonen- und Elektronenstrahlung;

e. Instruktion über Verhalten bei einem technischen oder radiologischen Störfall und bei medizinischen Strahlenereignissen.

3 Anlagebuch

Das Anlagebuch muss mindestens enthalten:

a. Bewilligungsgesuch und genehmigte Strahlenschutz-Bauzeichnungen;

b. Bewilligung des BAG für das Einrichten und Betreiben der Anlage;

c. Protokolle und Angaben über alle durchgeführten Prüfungen und Kontrollen wie Abnahme-, Zustands- und Konstanzprüfungen, Wartungsberichte;

d. technische Beschreibung und anlagespezifische Angaben;

e. Anweisungen zum Qualitätssicherungsprogramm;

f. Aufzeichnungen über Störungen und deren Behebung Angaben über den Aufbewahrungsort und Zugang zu den aufgezeichneten medizinischen Strahlenereignissen und Störfällen und deren Behebung.;

g. Angaben über die Organisation der strahlentherapeutischen Klinik und ihr Strahlenschutzkonzept, soweit für den praktischen Therapiebetrieb relevant.

Anhang 5
(Art. 15 Abs. 5)

Mindestangaben in der Dokumentation der Bestrahlung

1 Medizinische Behandlungsanweisung

Die medizinische Behandlungsanweisung muss mindestens enthalten:

a. Patientenidentifikation;

b. anamnestische Daten (insbesondere Schwangerschaft) und Kurzbeschreibung der Erkrankung;

c. Behandlungsziel und Gesamtbehandlungskonzept;

d. anatomisch definierte Bestrahlungsvolumina und Risikoorgane, nötigenfalls belegt durch Informationen, die mit bildgebenden Verfahren gewonnen wurden;

e. Einzel- und Gesamtdosis in den Zielvolumina und in den Risikoorganen;

f. Bestrahlungsfraktionierung;

g. Anweisungen zur Überwachung der Behandlung (Qualitätssicherungsprogramm);

h. Datum und Identifikation der für die Behandlungsanweisung verantwortlichen Ärztin oder des Arztes.

2 Patientenspezifische Bestrahlungsanweisung

Die patientenspezifische Bestrahlungsanweisung muss mindestens enthalten:

a. Patientenidentifikation;

b. anzuwendende strahlentherapeutische Methode und Planungsunterlagen;

c. Lage des Zielvolumens und der Risikoorgane, gegebenenfalls anatomische Referenzpunkte;

d. Bestrahlungsabfolge (insbesondere Anzahl Felder, Anzahl Fraktionen pro Tag und total, Intervalle zwischen Fraktionen);

e. geometrische Einstellparameter des Strahlers und des Behandlungstisches (insbesondere Feldgrösse und -winkel, Lageparameter, Fokus-Haut-Abstand) sowie Hinweise zur Lagerung und Fixierung des Patienten;

f. physikalische Bestrahlungsparameter (insbesondere Bestrahlungsmodus, Strahlenart, Strahlenenergie, Einzel- und Gesamtdosen in Zielvolumina und Risikoorganen, Monitoreinheiten);

g. feldspezifisches Zubehör (Keilfilter, Abschirmblöcke, Kompensatoren, Multilamellenkollimator, usw.);

h. Kontrollmassnahmen (Portal imaging, In-vivo-Dosimetrie, Laboruntersuchungen usw.);

i. Datum und Identifikation der für die Bestrahlungsplanung zuständigen Personen (Ärztin/Arzt, Medizinphysikerin/Medizinphysiker).

3 Bestrahlungsnachweis

Der Bestrahlungsnachweis muss mindestens enthalten:

a. Patientenidentifikation;

b. Datum und Zeit, Sessions-Nr.;

c. Bestrahlungsanlage, falls Bestrahlungsserie an mehreren Anlagen erfolgt;

d. Bestrahlungsmodus, Strahlenart, Strahlenenergie;

e. Bezeichnung der Strahlenfelder oder der Strahlungssequenz;

f. applizierte Strahlendosis pro Feld oder Strahlungssequenz (in Monitoreinheiten);

g. Zielvolumendosis (pro Einzelbestrahlung und kumuliert über alle Bestrahlungen) und kumulierte Risikoorgandosis;

h. kumulierte Bildgebungsdosis;

i. von der patientenspezifischen Bestrahlungsanweisung abweichende geometrische und physikalische Bestrahlungsparameter;

j. Identifikation derjenigen Person, die für die Durchführung der Bestrahlung verantwortlich war.

Anhang 6
(Art. 21 Abs. 3)

Umfang und Durchführung der Konstanzprüfungen

1 Allgemeines

Die Konstanzprüfungen der Beschleunigeranlage haben primär den Zweck, wesentliche Änderungen ihrer Eigenschaften, insbesondere solche der apparativen Qualitätsmerkmale, während der gesamten Nutzungsdauer der Anlage rechtzeitig aufzudecken. Werden die massgebenden Toleranzen überschritten oder andere Anormalitäten festgestellt, sind entsprechende Nachkalibrierungen und/oder Reparaturen vorzunehmen.

Zur Ermittlung der Ausgangswerte für die Konstanzprüfungen ist unmittelbar nach der Abnahmeprüfung und Wartungen oder anderen Zustandsprüfungen eine Prüfung vorzunehmen, die nach dem für die Konstanzprüfungen vorgesehenen Verfahren durchgeführt wird.

Konstanzprüfungen können für diejenigen Vorrichtungen und apparativen Qualitätsmerkmale entfallen, für welche durch konstruktive Massnahmen sichergestellt ist, dass sie mindestens täglich vor Beginn des Therapiebetriebes durch eine redundant ausgelegte Automatik auf Einhaltung der festgelegten Toleranzen überprüft werden und Abweichungen angezeigt werden.

Der Umfang der Konstanzprüfungen ist bei neuartigen Bestrahlungsmethoden und konstruktiven Merkmalen angemessen zu erweitern.

2 Konstanzprüfungen

Der Umfang, die Periodizität und Prüfmethoden der Konstanzprüfungen richten sich nach den SGSMP-Empfehlungen Nr. 11 (Januar 2015)[15] und Nr. 15 (September 2007)[16].

Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss die Periodizität und Prüfmethoden der Konstanzprüfungen anpassen, wenn die Erfahrung oder der Stand von Wissenschaft und Technik, insbesondere bezüglich Spezialanwendungen oder technischer Neuerungen, dies gebieten.

15 Empfehlung Nr. 11 der Schweizerischen Gesellschaft für Strahlenbiologie und Medizinische Physik, «Qualitätskontrollen von medizinischen Elektronenbeschleuniger-Anlagen», ISBN: 3 908 125 57 X; Die Empfehlung kann im Buchhandel bezogen oder www.sgsmp.ch eingesehen werden.

16 Empfehlung Nr. 15 der Schweizerischen Gesellschaft für Strahlenbiologie und Medizinische Physik, "Quality control for Intensity-modulated radiation therapy", ISBN: 3 908 125 41 3; Die Empfehlung kann im Buchhandel bezogen oder www.sgsmp.ch eingesehen werden.

Verordnung des EDI über die Personen- und Umgebungsdosimetrie

(Dosimetrieverordnung)

vom ... Entwurf Anhörung

Das Eidgenössische Departement des Innern (EDI), im Einvernehmen mit dem Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI),

gestützt auf Artikel 79 Absatz 1 der Strahlenschutzverordnung vom...[1] (StSV),

verordnet:

1. Kapitel: Allgemeine Bestimmungen

Art. 1 Gegenstand

Diese Verordnung regelt die technischen Bestimmungen zur Personen- und Umgebungsdosimetrie und legt die Anforderungen an die Dosimetriesysteme fest.

Art. 2 Begriffsbestimmungen

Für diese Verordnung gelten die Begriffsbestimmungen nach Artikel 2 und Anhang 1 der StSV und zusätzlich diejenigen nach Anhang 1 dieser Verordnung.

Art. 3 Aufsicht

Die anerkennenden Behörden nach Artikel 82 StSV beaufsichtigen die Personendosimetriestellen.

Art. 4 Gegenstand der Anerkennung einer Personendosimetriestelle

Die Anerkennung der Personendosimetriestelle erstreckt sich insbesondere auf folgende Gegenstände:

a. Festlegung der Messgrössen;

b. Strahlenarten und Radionuklide, die gemessen werden;

c. Messmethoden, die angewendet werden;

d. Format der Dosismeldung.

SR **814.501.43**
1 SR **814.501**

Art. 5 Veröffentlichung der Anerkennung

Die anerkennenden Behörden veröffentlichen die Liste der anerkannten Personendosimetriestellen.

Art. 6 Erfassung der wesentlichen Strahlungskomponenten

[1] Falls die effektive Dosis durch Photonen- oder Neutronenstrahlung nachweisbar nicht mehr als 10 Prozent zur gesamten Jahresdosis einer Person beitragen kann, so kann im Einverständnis mit der Aufsichtsbehörde die individuelle Ermittlung dieses Strahlenanteils entfallen.

[2] Die Erfassung der effektiven Dosis durch Inkorporation in Kontrollbereichen gemäss Artikel 91 Absatz 2 StSV wird in den nuklidspezifischen Datenblättern in Anhang 15 geregelt.

[3] Für Arbeiten in Zonen nach Artikel 96 StSV kann die individuelle Ermittlung der effektiven Dosis durch Inkorporation im Einverständnis mit der Aufsichtsbehörde für die Nuklide entfallen, die zusammen nicht mehr als 1 mSv zur gesamten Jahresdosis einer Person beitragen können.

[4] Wird in in einem Arbeitsbereich nach Artikel 95 StSV bei einer Tätigkeit mit offenen radioaktiven Quellen der jährliche, nuklidspezifische Umsatz von 200 Bewilligungsgrenzen (LA) resp. von 20 Bewilligungsgrenzen bei Tätigkeiten mit flüchtigen oder gasförmigen Quellen überschritten, muss eine Inkorporationsüberwachung durchgeführt werden.

Art. 7 Dosimetrie verpflichteter Personen bei erhöhter Radioaktivität

[1] Die ermittelten Dosiswerte von verpflichteten Personen sind zu protokollieren und zuhanden des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) verfügbar zu halten.

[2] Die Dosimetrie kann von einer anerkannten Personendosimetriestelle durchgeführt werden. Das Eidgenössische Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS) regelt alternative Möglichkeiten für die Dosimetrie verpflichteter Personen.

[3] Falls eine Inkorporation vermutet wird, ist eine Inkorporationsüberwachung nach Artikel 34 vorzunehmen.

[4] In hinreichend bekannten und homogenen Strahlenfeldern kann auf eine individuelle Dosismessung verzichtet werden, wenn die Dosis rechnerisch ermittelt wird.

2. Kapitel: Externe Bestrahlung von Personen

1. Abschnitt: Durchführung der Dosimetrie

Art. 8 Tragweise des Dosimeters

Das Ganzkörperdosimeter muss auf Brusthöhe, bei schwangeren Frauen auf Bauchhöhe getragen werden.

Art. 9 Tragen mehrerer Dosimeter

1 Die überwachten Personen müssen mehrere Dosimeter tragen, wenn der Dosiswert eines einzigen Dosimeters infolge der Inhomogenität des Strahlenfeldes für die Bestimmung der effektiven Dosis nicht repräsentativ ist.

2 Die Aufsichtsbehörde legt im Einzelfall fest, wie:

a. die effektive Dosis aufgrund der Teilkörperdosen zu ermitteln ist;

b. die Meldung an die Personendosimetriestelle zu erfolgen hat.

3 Für beruflich strahlenexponierte Personen, die sich während Arbeiten in der interventionellen Radiologie, als leitende Operateure oder Untersucher in unmittelbarer Nähe der Patientin oder des Patienten aufhalten müssen, ist das Tragen eines zweiten Dosimeters obligatorisch.

Art. 10 Tragweise mit Strahlenschutzschürze

1 Das Dosimeter muss unter der Strahlenschutzschürze auf Brusthöhe getragen werden. Bei Verwendung eines zweiten Dosimeters muss dieses über der Strahlenschutzschürze auf Brusthöhe getragen werden. Es ist durch die Personendosimetriestelle speziell zu kennzeichnen.

2 Mit zwei Dosimetern wird die totale individuelle Dosis wie folgt berechnet:

$$H_{total}(10) = H_{unter}(10) + a \cdot H_{über}(10)$$
$$H_{total}(0.07) = H_{unter}(0.07) + H_{über}(0.07)$$

wobei H_{unter} die unter der Strahlenschutzschürze und $H_{über}$ die über der Strahlenschutzschürze gemessene Dosis bedeutet und $a = 0.1$, wenn die Strahlenschutzschürze die Schilddrüse nicht schützt bzw. $a = 0.05$, wenn sie sie schützt.

3 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber meldet der Personendosimetriestelle:

a. die Personen, welche ein zweites Dosimeter benötigen;

b. ob diese einen Schilddrüsenschutz tragen.

4 Die Personendosimetriestelle berechnet die totale individuelle Dosis und meldet H_{unter}, $H_{über}$ und H_{total} dem Betrieb und dem zentralen Dosisregister.

Art. 11 Augenlinsendosis

1 Die Äquivalentdosis für die Augenlinse wird der mit dem Ganzkörperdosimeter gemessenen Personen-Oberflächendosis $H_p(0.07)$ gleichgesetzt. Alternativ kann sie mit einem Augenlinsendosimeter gemessen und gemeldet werden.

2 In inhomogenen Strahlenfeldern, in denen die Ganzkörperdosis für die Augenlinsendosis nicht repräsentativ ist, kann die Aufsichtsbehörde im Einzelfall verlangen, dass ein zweites Dosimeter in Augennähe getragen wird.

3 Werden zwei Ganzkörperdosimeter mit Bleischürze getragen, entspricht die Augenlinsendosis der totalen Personen-Oberflächendosis $H_{total}(0.07)$ gemäss Artikel 10 Absatz 2.

4 Beim Tragen einer Schutzbrille bestimmt die oder der Sachverständige im Einvernehmen mit der Aufsichtsbehörde einen individuellen Korrekturfaktor $f_L < 1$ und teilt diesen der Personendosimetriestelle mit. Die Personendosimetriestelle berechnet und meldet die individuelle Augenlinsendosis dem Betrieb und dem zentralen Dosisregister wie folgt:

1 Ganzkörperdosimeter: $H_{Augenlinse}(0.07) = f_L * H_p(0.07)$

2 Ganzkörperdosimeter: $H_{Augenlinse}(0.07) = H_{unter}(0.07) + f_L * H_{über}(0.07)$

wobei die Werte $H_{unter}(0.07)$ und $H_{über}(0.07)$ gemäss Artikel 10 Absatz 2 festgelegt werden.

Art. 12 Extremitätendosimeter

1 Bei Tätigkeiten mit Strahlenquellen, bei welchen im Bereich der Hände hohe Dosisleistungen auftreten können, muss zusätzlich ein Extremitätendosimeter getragen werden. Dies ist insbesondere bei folgenden Tätigkeiten der Fall:

a. Manipulationen in Arbeitsbereichen mit γ - Strahlern bei einem Umsatz über 200 LA pro Jahr;

b. Manipulationen in Arbeitsbereichen mit β- Strahler mit $E_{\beta\ max} > 1$ MeV im Arbeitsbereich Typ B oder bei einem Umsatz über 200 LA pro Jahr;

c. Untersuchungen im Hochdosisbereich der interventionellen Radiologie;

d. Justierungsarbeiten an analytischen Röntgenanlagen.

2 Die Aufsichtsbehörde kann im Einzelfall verlangen, dass bei weiteren Tätigkeiten, bei welchen die Extremitätendosis pro Jahr über 25 mSv betragen kann, ein Extremitätendosimeter getragen werden muss.

3 Ein Extremitätendosimeter muss möglichst an derjenigen Stelle, an der die höchste Dosis zu erwarten ist, getragen werden.

Art. 13 Ermittlung der Extremitätendosis bei der Handhabung offener Quellen

1 Bei der Handhabung offener Quellen wird die Extremitätendosis mit einem Korrekturfaktor aus der Fingerringdosis wie folgt berechnet:

$$H_{extr} = f_E * H_p(0.07)$$

wobei $H_p(0.07)$ die Fingerringdosis ist und f_E der Korrekturfaktor. Der Korrekturfaktor beträgt $f_E = 5$.

2 Mit Einverständnis der Aufsichtsbehörde kann die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber individuelle Korrekturfaktoren mittels geeigneter Messungen festlegen und verwenden.

[3] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber meldet der Personendosimetriestelle die Personen, die mit offenen Quellen arbeiten, und deren individuelle Korrekturfaktoren.

[4] Die Personendosimetriestelle berechnet die individuelle Extremitätendosis und meldet $H_p(0.07)$, f_E und H_{extr} dem Betrieb und dem zentralen Dosisregister.

Art. 14 Aktive Personendosimeter als Zweitdosimeter

Die Aufsichtsbehörde kann in Einzelfällen verlangen, dass aktive Personendosimeter (APD) eingesetzt werden, insbesondere wenn:

a. eine zeitnahe Expositionskontrolle der Personen im Strahlenfeld sicherzustellen ist (Jobdosimetrie);
b. Massnahmen beim Erreichen oder Überschreiten von Alarmschwellen einzuleiten sind;
c. strahlenexponierte Personen in Echtzeit über die Dosis, die sie während einer Tätigkeit erhalten, zu informieren und zu sensibilisieren sind;
d. das Verhalten exponierter Personen im Strahlenfeld zu optimieren und damit die Individual- und Kollektivdosis zu senken sind.

Art. 15 Dosisermittlung beim Flugpersonal

[1] Der Luftfahrzeugbetreiber ermittelt die individuelle Dosis des beruflich strahlenexponierten Flugpersonals mittels einer von der Bewilligungsbehörde anerkannten Software.

[2] Die Software muss dem Stand der Technik entsprechen.

Art. 16 Verlängerung der Messperiode

Eine Verlängerung der Messperiode nach Artikel 73 Absatz 2 und Artikel 74 Absatz 2 StSV über einen Monat oder ein Quartal hinaus ist mit Einverständnis der Aufsichtsbehörde möglich, insbesondere wenn:

a. die betroffenen Personen zusätzlich durch direkt ablesbare Personendosimetriesysteme überwacht werden; oder
b. eine Ortsdosimetrie mit Anzeige der Dosisleistung oder einem Alarm existiert.

2. Abschnitt: Technische Anforderungen an Dosimetriesysteme

Art. 17 Allgemeine Anforderungen

Die Messsysteme nach Artikel 80 Absatz 2 Buchstabe d StSV müssen die Bestimmung der operationellen Grössen nach Anhang 4 StSV für die Personendosimetrie bei externer Bestrahlung ermöglichen.

Art. 18 Anforderungen unter routinemässigen Bedingungen

Die Abweichung des unter routinemässigen Bedingungen ermittelten Dosiswertes H_m vom Sollwert der operationellen Grösse H_t muss für Photonenstrahlung innerhalb der im Anhang 2 festgelegten Schranken liegen.

Art. 19 Anforderungen für die Anerkennung

1 Die Dosimetriesysteme müssen die Anforderungen nach den Anhängen 3–9 erfüllen.

2 Die Abweichung des ermittelten Dosiswertes vom Sollwert unter Referenzbedingungen nach Artikel 23 darf nicht mehr als 10 Prozent betragen.

3 Die anerkennende Behörde kann im Einzelfall für die Ermittlung der Dosis die Anwendung eines Normalisierungsfaktors relativ zu den Referenzbedingungen erlauben, falls die Dosimeter in einem bekannten Strahlenfeld getragen werden, das sich erheblich vom Referenzstrahlenfeld unterscheidet.

4 Die anerkennende Behörde kann bezüglich der Energieabhängigkeit oder des Messbereiches Abweichungen von den Anforderungen gemäss den Anhängen 3–9 erlauben. Dazu muss von der Betreiberin oder vom Betreiber der Personendosimetriestelle nachgewiesen werden, dass:

a. ihr oder sein Dosimetriesystem in Strahlenfeldern eingesetzt wird, die nur in einem Teilenergiebereich einen signifikanten Dosisbeitrag liefern; oder

b. während der Strahlenexposition durch physikalische Gründe oder technische Massnahmen die Überschreitung eines bestimmten Dosishöchstwertes nicht möglich ist.

Art. 20 Zusätzliche Anforderungen für die Anerkennung von APD

1 Ein APD muss nach den anerkannten Regeln der Technik typengeprüft sein.

2 Durch geeignete Massnahmen und Vorkehrungen ist sicherzustellen, dass die Dosisdaten bis zum Transfer in den Datenspeicher der Personendosimetriestelle nicht gelöscht werden können.

3 Die Dosisleistungsabhängigkeit der Dosismessung, gegebenenfalls auch für gepulste Strahlung, muss spezifiziert sein.

4 Das Dosimeter muss den Anforderungen am Einsatzort gerecht werden.

Art. 21 Anforderungen an APD als Zweitdosimeter

1 Die Anforderungen an zusätzliche APD nach Artikel 14 werden von der Aufsichtsbehörde für konkrete Anwendungen festgelegt. Die Anwendungen umfassen:

a. die minimalen Messanforderungen;

b. die Kalibrierung und Rückverfolgbarkeit;

c. die Einstellung von Alarmschwellen; und

d. die Qualitätssicherung.

2 Die mit einem APD ermittelten Dosiswerte müssen nach einem Arbeitseinsatz ausgewertet und registriert werden.

Art. 22 Vergleichsmessungen

1 Bei den Vergleichsmessungen nach Artikel 84 Absatz 2 StSV muss die Messgenauigkeit unter Referenzbedingungen nach Artikel 23 überprüft werden.

2 Liegen die ermittelten Dosiswerte bei Referenzbedingungen ausserhalb von 10 Prozent des Sollwertes, so muss die Personendosimetriestelle die Ursache abklären und allenfalls eine Neukalibrierung des Dosimetriesystems vornehmen.

3 Werden bei Vergleichsmessungen ergänzende Tests durchgeführt, so müssen die Anforderungen nach Artikel 18 und den Anhängen 3–9 unter Berücksichtigung allfälliger Ausnahmen gemäss Artikel 19 Absätze 3 und 4 erfüllt sein.

3. Abschnitt: Definitionen und technische Festlegungen

Art. 23 Referenzbedingungen

Die Referenzbedingungen sind am Phantom nach Artikel 24 im Dosisbereich zwischen 2 und 10 mSv definiert für Strahlenfelder folgender Quellen:

a. Photonen: Cäsium-137-Quelle

b. Elektronen: Strontium/Yttrium-90-Quelle

c. Neutronen: Americium/Beryllium-Quelle

Art. 24 Definition des Phantoms

1 Das Phantom für Personendosimeter und Augenlinsendosimeter ist ein quaderförmiges Gefäss aus Polymethylmetacrylat/PMMA (Plexiglas) mit den Abmessungen von 30×30×15 cm^3 und einer Wandstärke von 10 mm (vorne: 2,5 mm). Es ist mit Wasser gefüllt.

2 Das Phantom für Extremitätendosimeter ist ein Plexiglasstab mit einem Durchmesser von 19 mm und einer Länge von 300 mm.

Art. 25 Messgrössen

1 Die operationellen Grössen für die Personendosimetrie müssen anhand von Konversionskoeffizienten nach Anhang 10 aus den folgenden Grössen abgeleitet werden:

a. Luftkerma (K_a) für Photonen;

b. Absorbierte Dosis (D_a) in Luft oder Elektronenfluenz (Φ) für Elektronen;

c. Neutronenfluenz (Φ) für Neutronen.

2 Die Rückführbarkeit der Messsysteme auf nationale Normale hat über die Grössen von Absatz 1 Buchstabe a–c zu erfolgen.

Art. 26 Bestrahlungsgeometrie für Photonen und Neutronen

Das Strahlungsfeld muss auf das Phantom zentriert und senkrecht dazu sein. Bezugspunkt ist das Zentrum der Vorderseite der Phantomoberfläche hinter dem Dosimeter. Die Distanz zwischen Quelle und Phantom muss für Photonenstrahlung mindestens 2 m betragen. Das Strahlungsfeld muss das gesamte Phantom abdecken.

Art. 27 Bestrahlungsgeometrie für Betastrahlung

Das Strahlungsfeld muss auf das Phantom zentriert und senkrecht dazu sein. Bezugspunkt ist das Zentrum der Vorderseite der Phantomoberfläche hinter dem Dosimeter. Die Distanz zwischen Quelle und Phantom muss mindestens 20 cm und höchstens 50 cm betragen. Das Strahlungsfeld muss das gesamte Phantom abdecken.

Art. 28 Referenzstrahlungsfelder

Die Referenzstrahlungsfelder nach Anhang 10 müssen den Normen ISO[2] 4037[3] (Photonenstrahlung), ISO 8529[4] (Neutronenstrahlung) und ISO 6980[5] (Betastrahlung) entsprechen.

Art. 29 Bedingungen für die Kontrolle der Energieabhängigkeit

Die Energieabhängigkeit muss mit einem senkrechten Strahl auf das Phantom nach Artikel 24 und bei einem Referenzwert der operationellen Messgrösse zwischen 2 und 10 mSv geprüft werden.

Art. 30 Bedingungen für die Kontrolle der Winkelabhängigkeit

Die Winkelabhängigkeit muss mit unter verschiedenen Winkeln einfallenden Strahlen auf das Phantom nach Artikel 24 und bei einem Referenzwert der operationellen Messgrösse zwischen 2 und 10 mSv geprüft werden.

2 International Organization for Standardization.
Die in dieser Verordnung genannten technischen Normen der ISO können beim Bundesamt für Gesundheit, 3003 Bern, kostenlos eingesehen oder gegen Entgelt bei der Schweizerischen Normen-Vereinigung, Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur, www.snv.ch bezogen werden.

3 ISO 4037-1, Ausgabe:1996-12
Röntgen- und Gamma-Referenzstrahlung für die Kalibrierung von Dosimetern und Dosisleistungsmessgeräten und die Bestimmung ihrer Energieabhängigkeit – Teil 1: Eigenschaften und Erzeugung der Strahlung.
ISO 4037-2, Ausgabe:1997-12
Röntgen- und Gamma-Referenzstrahlungen für die Kalibrierung von Dosimetern und Dosisleistungsmessgeräten und zur Bestimmung ihrer Energieabhängigkeit – Teil 2: Dosimetrie für den Strahlenschutz für die Energiebereiche von 8 keV bis 1,3 MeV und von 4 MeV bis 9 MeV.
ISO 4037-3, Ausgabe:1999-06
Röntgen- und Gamma-Referenzstrahlungsfelder für die Kalibrierung von Dosis- und–Dosisleistungsmessgeräten und für die Ermittlung des Ansprechvermögens in Abhängigkeit von der Photonenenergie – Teil 3: Kalibrierung von Orts- und Personendosimetern und Messung ihres Ansprechvermögens in Abhängigkeit von Energie und Einfallswinkel.
ISO 4037-4, Ausgabe:2004-10
Röntgen- und Gamma-Referenzstrahlung zur Kalibrierung von Dosimetern und Dosisleistungsmessern und zur Bestimmung ihrer Ansprechempfindlichkeit als Funktion der Photonenenergie – Teil 4: Kalibrierung von Orts- und Personendosimetern in niedrigenergetischen Röntgen-Referenzstrahlungsfeldern.

4 ISO 8529-1, Ausgabe:2001-02
Neutronen-Referenzstrahlungen – Teil 1: Merkmale und Verfahren zur Erzeugung.
ISO 8529-2, Ausgabe:2000-08
Neutronen-Referenzstrahlungsfelder – Teil 2: Grundlagen für die Kalibrierung von Strahlenschutz-Messgeräten bezüglich der das Strahlungsfeld charakterisierenden Basisgrössen.
ISO 8529-3, Ausgabe:1998-11
Neutronen-Referenzstrahlungen – Teil 3: Kalibrierung von Orts- und Personendosimetern und Ermittlung ihres Ansprechvermögens in Abhängigkeit von der Neutronenenergie und des Einfallwinkels.

5 ISO 6980, Ausgabe:1996-10
Beta-Referenzstrahlung für die Kalibrierung von Dosis- und Dosisleistungsmessgeräten, und für die Bestimmung ihrer Energieabhängigkeit.

Art. 31 Bedingungen für die Prüfung der Reproduzierbarkeit

Die Reproduzierbarkeit muss unter Referenzbedingungen geprüft werden. Dazu ist die Streuung der Dosen, die von mehreren unter gleichen Bedingungen bestrahlten Dosimetern angezeigt werden, zu ermitteln.

Art. 32 Fading

Der Effekt des Fadings auf den Dosiswert muss unter den normalen Betriebsbedingungen über eine Messperiode ermittelt werden.

Art. 33 Rundung der Dosiswerte

1 Die Messwerte in mSv sind von den Personendosimetriestellen nach Abzug des Untergrundes auf eine Nachkommastelle zu runden.

2 Davon abweichend sind für Personendosimeter für Photonenstrahlung im untersten Dosisbereich (<0,1 mSv) Messwerte unterhalb 0,075 mSv auf 0 abzurunden, Messwerte von 0,075 mSv und höher auf 0,1mSv aufzurunden.

3. Kapitel: Interne Bestrahlung von Personen

1. Abschnitt: Durchführung der Dosimetrie

Art. 34 Inkorporationsüberwachung

1 Bei der individuellen Inkorporationsüberwachung wird die im Körper gespeicherte oder die ausgeschiedene Aktivität gemessen.

2 Die Messmethode muss die Anforderungen nach Anhang 15 erfüllen.

3 Wird der anerkennenden Behörde der Nachweis erbracht, dass eine andere Messmethode oder ein anderes Überwachungsintervall gleichwertig oder besser ist als die in Anhang 15 genannten, so sind Anpassungen bei den Inkorporationsmessungen nach Artikel 35 Absatz 1 Buchstabe b zulässig.

Art. 35 Messverfahren

1 Die Inkorporationsüberwachung ist wie folgt durchzuführen:

a. mittels einer Triagemessung durch den Betrieb gemäss den Anforderungen der Aufsichtsbehörde; oder

b. mittels einer Inkorporationsmessung mit geeigneter Apparatur durch eine anerkannte Personendosimetriestelle.

2 Die Ergebnisse der Triagemessung werden nicht zur Dosisermittlung verwendet.

3 Liegt das Resultat einer Triagemessung über der nuklidspezifischen Messschwelle nach Anhang 15, so ist eine Inkorporationsmessung durchzuführen.

Art. 36 Überwachungsintervalle

[1] Die Überwachungsintervalle für bestimmte Nuklide sind im Anhang 15 festgelegt.

[2] Für Nuklide, die nicht in Anhang 15 enthalten sind, sind die Überwachungsintervalle so zu wählen, dass eine tatsächliche zu Beginn oder am Schluss des Intervalls stattgefundene Inkorporation um nicht mehr als einen Faktor 3 unter- beziehungsweise überschätzt wird.

[3] Bei radioaktiven Stoffen mit sehr kurzen effektiven Halbwertszeiten (< 1 Tag) hat die Überwachung der Inkorporation durch häufige, zum Beispiel arbeitstägliche Triagemessungen zu erfolgen.

[4] Ist der Arbeitseinsatz in einem Kontrollbereich zeitlich kürzer als das Überwachungsintervall für das dort gehandhabte Nuklid oder die dort für die Inkorporationsdosis relevanten Nuklide, so ist nach der Beendigung des Arbeitseinsatzes eine Triagemessung durchzuführen.

Art. 37 Nuklidgemische

[1] Ist von einer gleichbleibenden Nuklidzusammensetzung auszugehen, so kann sich die Inkorporationsmessung auf ein Leitnuklid beschränken.

[2] Die Dosisbestimmung aufgrund des überwachten Leitnuklides ist zu dokumentieren.

Art. 38 Messung der Aktivitätskonzentration in der Atemluft

In besonderen Fällen, wenn sich eine individuelle Inkorporationsüberwachung nicht eignet, kann mit Zustimmung der Aufsichtsbehörde stattdessen eine Messung der Aktivitätskonzentration in der Atemluft erfolgen.

Art. 39 Spezielle Nuklide

Bestehen für bestimmte Nuklide keine anerkannten Inkorporationsmessstellen, entscheiden die Aufsichtsbehörden, an welchen Stellen und mit welchen Verfahren (Häufigkeit und Messmethode) die entsprechenden Untersuchungen durchgeführt werden sollen.

Art. 40 Dosisermittlung bei Radonexposition

[1] Die Dosisermittlung bei einer Exposition durch Radon nach Artikel 63 Absatz 1 Buchstabe d StSV wird von einer für Radon anerkannten Personendosimetriestelle oder von der Bewilligungsinhaberin oder dem Bewilligungsinhaber durchgeführt.

[2] Die Dosisermittlung erfolgt nach Anhang 12.

[3] Die Aufsichtsbehörde bestimmt in Absprache mit der Bewilligungsinhaberin oder dem Bewilligungsinhaber den Gleichgewichtsfaktor *(F)*.

[4] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber kann mit Einverständnis der Aufsichtsbehörde einen Gleichgewichtsfaktor *(F)* mittels geeigneter Messungen festlegen und verwenden.

2. Abschnitt: Durchführung von Triagemessungen und Bedingungen für die Anerkennung von Inkorporationsmessstellen

Art. 41 Triagemessungen

[1] Die nuklidspezifische Messschwelle bei Triagemessgeräten muss mittels Kalibrierung oder einer Vergleichsmessung festgelegt und alle drei Jahre überprüft werden.

[2] In betriebsinternen Weisungen müssen dokumentiert werden:

a. die für die Triagemessungen gewählte Vorgehensweise, insbesondere Dosisleistungsmessung, Urinanalyse mittels Flüssigszintillationsmessung, Schilddrüsenmessung;

b. die Kalibrierung; und

c. die qualitätssichernden Massnahmen.

[3] Die Resultate der Triagemessungen müssen individuell protokolliert werden.

Art. 42 Anerkennung von Inkorporationsmessstellen

[1] Die Anerkennung einer Inkorporationsmessstelle nach Artikel 80 - 82 StSV erfolgt für definierte Nuklide.

[2] Bei der Ausscheidungsanalyse müssen die gemessenen Aktivitäten, respektive Aktivitätskonzentrationen bestimmt werden können:

a. zwischen dem 10-fachen Wert und dem 100-fachen Wert der Messschwelle nach Anhang 13; und

b. mit einer maximalen Abweichung zum Sollwert von 20 Prozent.

[3] Für Direktmessungen muss die Aktivität in einem Phantom, das von der anerkennenden Behörde genehmigt ist, bestimmt werden können:

a. zwischen der Messschwelle nach Anhang 15 und deren 100-fachem Wert;

b. mit einer maximalen Abweichung vom Messwert von 20 Prozent.

[4] Die Messsysteme müssen dem Stand der Technik entsprechen und durch eine ununterbrochene Kette von Vergleichsmessungen auf geeignete Normale rückführbar sein.

3. Abschnitt: Standardmodelle für die Berechnungen

Art. 43 Standardberechnung

[1] Die Standardberechnung der effektiven Folgedosen hat nach Anhang 11 zu erfolgen.

[2] Die für die Berechnungen zu verwendenden nuklidspezifischen Daten sind in Anhang 15 festgelegt.

[3] Für die Berechnung der Dosis im Routinebetrieb wird angenommen, dass der Inkorporationszeitpunkt in der Mitte des Überwachungsintervalles liegt. Ist der Inkorporationszeitpunkt bekannt, so sind die tatsächlichen Zeiten zu berücksichtigen.

[4] Falls nachgewiesen wird, dass das radioaktive Material in der verwendeten Form einen vom Standardmodell abweichenden Stoffwechsel im Körper aufweist, ist mit Einverständnis der anerkennenden Behörde für die Inkorporationsmessungen ein Modell zu verwenden, das den betreffenden Fall besser beschreibt.

4. Kapitel: Umgebungsdosimetrie

1. Abschnitt: Allgemeine Definitionen und Vorgaben

Art. 44 Zweck der Umgebungsdosimetrie

Mithilfe der Umgebungsdosimetrie ist die Ortsdosis respektive die Ortsdosisleistung ausserhalb von Betrieben zu bestimmen:

a. zum Nachweis von Direktstrahlung (inkl. Skyshine) aus Betrieben;

b. zum Nachweis von Abweichungen vom natürlichen Untergrund infolge radioaktiver Substanzen; und

c. zur Ermittlung von Zusatzinformationen zu Strahlenfeldern und der Dosisverteilung nach Störfällen.

Art. 45 Dosimetriesysteme zur Durchführung der Umgebungsdosimetrie

[1] Systeme für die Umgebungsdosimetrie werden in vier Typen eingeteilt:

a. Typ 1: ortsfeste passive Dosimeter mit einer Expositionszeit, die in der Regel bei mindestens einem Monat liegt;

b. Typ 2: ortsfeste Dosisleistungsmessgeräte mit automatischer Messwertübertragung;

c. Typ 3: mobile Dosisleistungsmessgeräte;

d. Typ 4: Spektrometrie-Messsysteme mit Auswertealgorithmus für die Ortsdosisleistung.

[2] Die mit Umgebungsdosimetriesystemen zu ermittelnde Dosisgrösse ist das Umgebungs-Dosisäquivalent H*(10). Die Rückverfolgbarkeit der Messsysteme auf nationale Normale erfolgt nach Anhang 14 über:

a. Luftkerma (K_a) für Photonen;

b. Neutronenfluenz (Φ) für Neutronen.

Art. 46 Qualitätssicherung

[1] Für die Messsysteme muss ein Qualitätssicherungsprogramm bestehen.

[2] Die Kalibrierung muss auf nationale Normale rückführbar sein.

[3] Die Prüfung der Messbeständigkeit von Umgebungsdosimetriesystemen der Typen 2 und 3 richtet sich nach Artikel 15 der Verordnung des EJPD vom 7. Dezember 2012[6] über Messmittel für ionisierende Strahlung (StMmV).

[4] Die Ermittlung der Ortsdosisleistung mit Umgebungsdosimetriesystemen des Typs 4 muss experimentell verifiziert werden.

Art. 47 Vergleichsmessungen und Kontrollen

[1] Bei Vergleichsmessungen von Systemen des Typs 1 muss die Messgenauigkeit unter Referenzbedingungen überprüft werden. Solche Vergleichsmessungen sind regelmässig durchzuführen.

[2] Liegen die ermittelten Dosiswerte bei Vergleichsmessungen und Kontrollen unter Referenzbedingungen nach Artikel 48 ausserhalb von 20 Prozent des Sollwertes, so muss der Betreiber des Umgebungsdosimetriesystems die Ursachen abklären und Korrekturmassnahmen, beispielsweise eine Nachkalibrierung, ergreifen.

[3] Werden bei Vergleichsmessungen ergänzende Tests durchgeführt, so müssen die Anforderungen nach Anhang 13 erfüllt sein.

[4] Systeme des Typs 4 sind, soweit solche vorhanden sind, ebenfalls bei Vergleichsmessungen zu prüfen.

2. Abschnitt: Technische Vorgaben

Art. 48 Referenzbedingungen

[1] Für Referenzbestrahlungen sind für Photonen und Neutronen die Strahlenfelder zu verwenden, die gemäss der StMmV für die Eichung vorgeschrieben sind.

[2] Die Bestrahlungsbedingungen müssen den Vorgaben der StMmV entsprechen.

[3] Die Bestrahlung muss für Systeme des Typs 1 mit einer Dosis zwischen 0.5 und 5 mSv, für Systeme der Typen 2 und 3 mit einer Dosisleistung zwischen 0,1 und 10 mSv/h erfolgen.

Art. 49 Technische Anforderungen

[1] Die Umgebungsdosimetriesysteme müssen dem Stand der Technik entsprechen und die Anforderungen nach Anhang 13 erfüllen.

[2] Für die Ermittlung der Dosis ist die Anwendung eines Normalisierungsfaktors relativ zu den Referenzbedingungen erlaubt, falls die Dosimeter in einem bekannten Strahlenfeld aufgestellt werden, das sich erheblich vom Referenzstrahlenfeld unterscheidet.

[3] Bezüglich der Energieabhängigkeit sind Abweichungen von den Anforderungen gemäss Anhang 13 erlaubt, falls das Dosimetriesystem in Strahlenfeldern eingesetzt wird, die nur in einem Teilenergiebereich einen signifikanten Dosisbeitrag liefern.

[6] SR **941.210.5**

5. Kapitel: Schlussbestimmungen

Art. 50 Aufhebung eines anderen Erlasses

Die Verordnung vom 7. Oktober 1999[7] über die Personendosimetrie wird aufgehoben.

Art. 51 Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am ... in Kraft.

... Eidgenössisches Departement des Innern:

Alain Berset

7 AS..**2000** 804; AS **2007** 5699

Anhang 1
(Art. 2)

Begriffsbestimmungen

Vorbemerkung
Die Begriffe sind in alphebetischer Reihenfolge aufgeführt.

Dauerinkorporation

Andauernde Aufnahme radioaktiver Stoffe in den menschlichen Organismus durch Ingestion, Inhalation oder durch Aufnahme durch die Haut.

Fading

Differenz zwischen Messwert und Sollwert in Abhängigkeit von der Zeitspanne zwischen Bestrahlung und Auswertung relativ zum Sollwert in (%/Monat).

Fluenz

Die Fluenz in einem Punkt eines Strahlenfeldes ist die Anzahl der Teilchen, welche in eine kleine, um diesen Punkt zentrierte Kugel eintreten, dividiert durch die Querschnittsfläche dieser Kugel (cm^{-2}).

Gleichgewichtsfaktor F

Der Gleichgewichtsfaktor F ist das Verhältnis von gleichgewichtsäquivalenter Radon-Aktivitätskonzentration zu realer Radon-Aktivitätskonzentration.

Für Rn-222 beträgt der Gleichgewichtsfaktor 1, wenn sich die gesamten Radon-Folgeprodukte in Luft befinden (also kein Plate-out stattfindet). Andererseits geht der Gleichgewichtsfaktor gegen Null, wenn alle Folgeprodukte aus der Luft kontinuierlich (mittels Plate-out, bspw. durch Luftreinigungssysteme) entfernt werden. Für Wohnräume wird im Allgemeinen F=0.4 angenommen

Halbwertszeit, effektive

Die *effektive* Halbwertszeit berechnet sich wie folgt aus der *biologischen* und der *physikalischen* Halbwertszeit eines Nuklides:

$$T_{½\,eff} = \frac{T_{½\,biol} \cdot T_{½\,phys}}{T_{½\,biol} + T_{½\,phys}}$$

Inkorporationsmessung

Bestimmung der effektiven Folgedosis E_{50} aufgrund der gemessenen Körperaktivität oder der Aktivität in den Ausscheidungen.

Kerma

Kerma ist die Summe der Anfangswerte der kinetischen Energien der in einem Volumenelement der Materie durch indirekt ionisierende Strahlung erzeugten geladenen Teilchen pro Masseneinheit (**k**inetic **e**nergy **r**eleased in **ma**terial) (J/kg, Gy).

Leitnuklid

Für die Dosisbestimmung repräsentatives Nuklid in einem Nuklidgemisch.

Triagemessung

Messverfahren zur Feststellung von Inkorporationen ohne Bestimmung der entsprechenden effektiven Dosis.

Anhang 2[8]
(Art. 18)

Anforderungen unter routinemässigen Bedingungen an Personendosimeter für Photonenstrahlung

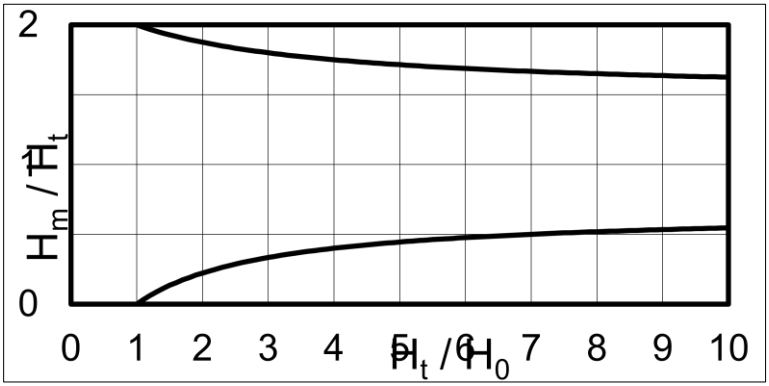
für $H_t \le H_0$: $0 \le H_m \le 2H_0$

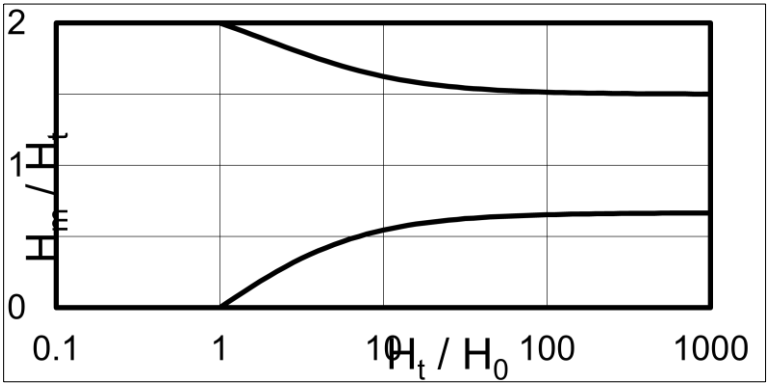
für $H_t > H_0$: $\frac{1}{1.5}\left(1-\frac{2H_0}{H_0+H_t}\right) \le H_m / H_t \le 1.5\left(1+\frac{H_0}{2H_0+H_t}\right)$

H_t ist der Sollwert der operationellen Grösse

H_m ist der unter Routinebedingungen ermittelte Dosiswert

H_0 ist die tiefste Dosis, die messbar sein muss (siehe Anhänge 3 und 6)





[8] Bereinigt gemäss Ziff. II Abs. 1 der V des EDI und UVEK vom 7. Nov. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS **2007** 5699).

Anhang 3
(Art. 19 und 22 Abs. 3)

Anforderungen an ein Personendosimeter für Photonenstrahlung

a. Messgrössen
$H_p(10)$ und $H_p(0{,}07)$

b. Tiefste Dosis, die messbar sein muss
$H_0 = 0{,}1$ mSv für $H_p(10)$
$H_0 = 1$ mSv für $H_p(0{,}07)$

c. Messbereich
H_0 bis 5 Sv

d. Linearität
Abweichung < 15 % im Bereich [1 mSv, 5 Sv]

e. Energieabhängigkeit
Für Photonenstrahlung mit Energien zwischen 20 keV und 5 MeV

$$0{,}7 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 1{,}3 \qquad \text{für } H_p(10)$$

Für Photonenstrahlung mit Energien zwischen 10 keV und 300 keV; unter Sekundärelektronengleichgewicht bis 5 MeV

$$0{,}7 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 1{,}3 \qquad \text{für } H_p(0{,}07)$$

f. Winkelabhängigkeit
< 20 % bis 60° für Energien > 60 keV

g. Reproduzierbarkeit
Standardabweichung $s \leq 10\%$ für $H_p(10)$ und $H_p(0{,}07)$

h. Fading
Effekt < 10 %/Monat

Anhang 4
(Art. 19 und 22 Abs. 3)

Anforderungen an ein Personendosimeter für Betastrahlung

a. Messgrösse:
H_p (0,07)

b. Tiefste Dosis, die messbar sein muss
H_0 = 1 mSv

c. Messbereich
H_0 bis 5 Sv

d. Linearität
Abweichung < 15 % im Bereich [1 mSv, 5 Sv]

e. Energieabhängigkeit
Für Betastrahlung von Thallium-204 oder Krypton-85:

$$0{,}1 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2{,}0$$

Falls das System mit Photonenstrahlung kalibriert wurde, gilt zusätzlich für Betastrahlung von Strontium-90/Yttrium-90:

$$0{,}5 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2{,}0$$

f. Reproduzierbarkeit
Standardabweichung $s \leq 10\%$

g. Fading
Effekt < 10 %/Monat

Anhang 5
(Art. 19 und 22 Abs. 3)

Anforderungen an ein Personendosimeter für Neutronenstrahlung

a. Messgrösse
H_p (10)

b. Tiefste Dosis, die messbar sein muss
H_0 = 0,5 mSv

c. Messbereich
H_0 bis 5 Sv

d. Linearität
Abweichung < 30 % im Bereich [1 mSv; 5 Sv]

e. Energieabhängigkeit

$$0{,}3 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 3{,}0$$

für realistische Feldspektren im Einsatzbereich des Dosimeters

f. Reproduzierbarkeit
Standardabweichung $s \leq 50\%$

g. Fading
Effekt < 30 %/Monat

Anhang 6
(Art. 19 und 22 Abs. 3)

Anforderungen an ein Extremitätendosimeter für Photonenstrahlung

a. Messgrösse
H_p (0,07)

b. Tiefste Dosis, die messbar sein muss
H_0 = 1 mSv

c. Messbereich
H_0 bis 5 Sv

d. Linearität
Abweichung < 15 % im Bereich [1 mSv, 5 Sv]

e. Energieabhängigkeit
Für Photonenstrahlung mit Energien zwischen 10 keV und 300 keV; unter Sekundärelektronengleichgewicht bis 1,5 MeV

$$0{,}5 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2{,}0$$

f. Winkelabhängigkeit
< 20 % bis 60° für Energien > 60 keV

g. Reproduzierbarkeit
Standardabweichung $s \leq 15\%$

h. Fading
Effekt < 10 %/Monat

Anhang 7
(Art. 19 und 22 Abs. 3)

Anforderungen an ein Extremitätendosimeter für Betastrahlung

a. Messgrösse:
H_p (0,07)

b. Tiefste Dosis, die messbar sein muss
H_0 = 1 mSv

c. Messbereich
H_0 bis 5 Sv

d. Linearität
Abweichung < 15 % im Bereich [1 mSv, 5 Sv]

e. Energieabhängigkeit
Für Betastrahlung von Thallium-204 oder Krypton-85:

$$0{,}1 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2{,}0$$

Falls das System mit Photonenstrahlung kalibriert wurde, gilt zusätzlich für Betastrahlung von Strontium-90/Yttrium-90:

$$0{,}5 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2{,}0$$

f. Reproduzierbarkeit
Standardabweichung $s \leq 15\%$

g. Fading
Effekt < 10 %/Monat

Anhang 8
(Art. 19 und 22)

Anforderungen an ein Augenlinsendosimeter für Photonenstrahlung

a. Messgrösse
H_p (0,07)

b. Tiefste Dosis, die messbar sein muss
H_0 = 0.1 mSv

c. Messbereich
H_0 bis 5 Sv

d. Linearität
Abweichung < 15 % im Bereich [1 mSv, 5 Sv]

e. Energieabhängigkeit
Für Photonenstrahlung mit Energien zwischen 10 keV und 300 keV; unter Sekundärelektronengleichgewicht bis 1,5 MeV

$$0{,}5 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2{,}0$$

f. Winkelabhängigkeit
< 20 % bis 60° für Energien > 60 keV

g. Reproduzierbarkeit
Standardabweichung $s \leq 15\%$

h. Fading
Effekt < 10 %/Monat

Anhang 9
(Art. 19 und 22)

Anforderungen an ein Augenlinsendosimeter für Betastrahlung

a. Messgrösse:
H_p (0,07)

b. Tiefste Dosis, die messbar sein muss
H_0 = 1 mSv

c. Messbereich
H_0 bis 5 Sv

d. Linearität
Abweichung < 15 % im Bereich [1 mSv, 5 Sv]

e. Energieabhängigkeit
Für Betastrahlung von Thallium-204 oder Krypton-85:

$$0{,}1 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2{,}0$$

Falls das System mit Photonenstrahlung kalibriert wurde, gilt zusätzlich für Betastrahlung von Strontium-90/Yttrium-90:

$$0{,}5 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2{,}0$$

f. Reproduzierbarkeit
Standardabweichung $s \leq 15\%$

g. Fading
Effekt < 10 %/Monat

Anhang 10[9]
(Art. 25 und 28)

Konversionskoeffizienten für die Personendosimetrie

a. Konversionskoeffizienten für Photonen

Konversionskoeffizienten von Luftkerma in Personen-Tiefendosen $H_p(10)$ und Personen-Oberflächendosen $H_p(0,07)$ im Quaderphantom (Art. 24) für Personendosimeter

Qualität/ Quelle	Mittlere Energie (keV)	Konversionskoeffizienten (Sv/Gy)									
		$h_p(10; \alpha)$ für Winkel α von					$h_p(0,07; \alpha)$ für Winkel α von				
		0°	15°	30°	45°	60°	0°	15°	30°	45°	60°
N-15	12						0,96	0,95	0,95	0,95	0,93
N-20	16						0,98	0,98	0,98	0,98	0,97
N-25	20	0,55	0,54	0,50	0,41	0,28	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02
N-30	24	0,79	0,77	0,74	0,65	0,49	1,10	1,10	1,10	1,09	1,07
N-40	33	1,17	1,15	1,12	1,02	0,85	1,27	1,26	1,26	1,23	1,19
N-60	48	1,65	1,63	1,59	1,47	1,27	1,55	1,54	1,53	1,49	1,42
Am-241	59	1,89	1,87	1,83	1,72	1,50	1,72	1,71	1.69	1,65	1,57
N-80	65	1,88	1,86	1,83	1,71	1,50	1,72	1,70	1,70	1,65	1,58
N-100	83	1,88	1,87	1,82	1,73	1,53	1,72	1,70	1,70	1,66	1,60
N-120	100	1,81	1,79	1,76	1,68	1,51	1,67	1,66	1,65	1,62	1,58
N-150	118	1,73	1,71	1,68	1,61	1,46	1,61	1,60	1,60	1,58	1,54
N-200	164	1,57	1,56	1,55	1,49	1,38	1,49	1,49	1,49	1,49	1,46
N-250	208	1,48	1,48	1,47	1,42	1,33	1,42	1,42	1,42	1,43	1,43
N-300	250	1,42	1,42	1,41	1,38	1,30	1,38	1,38	1,38	1,40	1,40
Cs-137	662	1,21	1,22	1,22	1,22	1,19	1,21	1,21	1,22	1,23	1,26
Co-60	1250	1,15	1,15	1,15	1,16	1,14	1,15	1,15	1,15	1,16	1,14
Ti (Target)	5140	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11

Referenzen: ICRP 74[1], ISO 4037-3[2].

1 International Commission on Radiological Protection, www.icrp.org
2 International Organization for Standardization, www.iso.org

Konversionskoeffizienten von Luftkerma in Personen-Oberflächendosen $H_p(0,07)$ im ISO-Plexiglas-Stabphantom (Art. 24) für Extremitätendosimeter

Qualität	Mittlere Energie (keV)	Konversionskoeffizienten $h_p(0,07)$ (Sv/Gy)
N-15	12	0,95
N-20	16	0,98
N-25	20	1,00
N-30	24	1,03
N-40	33	1,07
N-60	48	1,11
Am-241	59	1,14
N-80	65	1,15

9 Bereinigt gemäss Ziff. II Abs. 1 der V des EDI und UVEK vom 7. Nov. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS **2007** 5699).

Qualität	Mittlere Energie (keV)	Konversionskoeffizienten $h_p(0,07)$ (Sv/Gy)
N-100	83	1,17
N-120	100	1,17
N-150	118	1,17
N-200	164	1,16
N-250	208	1,15
N-300	250	1,14
Cs-137	662	1,12

Referenzen: ISO 4037-3, Grosswendt, Radiat. Prot. Dosim. 59 (1995), 165–179.

b. Konversionskoeffizienten für Neutronen

Konversionskoeffizienten $h_{p\Phi}(10; \alpha)$ von Neutronenfluenz Φ in Personen-Tiefendosis H_p (10) im Quaderphantom (Art. 24) für Personendosimeter

Neutronenquelle/ Neutronen-Energie (MeV)	$h_{p\Phi}(10; \alpha)$ in pSv·cm² für Winkel α von				
	0°	15°	30°	45°	60°
^{252}Cf (D_2O-moderiert)	110	109	109	102	87,4
^{252}Cf	400	397	409	389	346
^{241}Am-Be (α, n)	411	409	424	415	383
Thermische Neutronen	11,4	10,6	9,11	6,61	4,04
0,024	20,2	19,9	17,2	13,6	7,85
0,144	134	131	121	102	69,9
0,250	215	214	201	173	125
0,57	355	349	347	313	245
1,2	433	427	440	412	355
2,5	437	434	454	441	410
2,8	433	431	451	441	412
3,2	429	427	447	439	412
5,0	420	418	437	435	409
14,8	561	563	581	572	576
19,0	600	596	621	614	620
30	515	515	515	515	515
50	400	400	400	400	400
75	330	330	330	330	330
100	285	285	285	285	285

Referenzen: ISO 8529-3, ICRP 74.

Erläuterung:

Die Werte oberhalb von 30 MeV wurden den Konversionskoeffizienten für H*(10) gleichgesetzt.

c. Konversionskoeffizienten für Elektronen

Energie (MeV)	Konversionskoeffizienten $H_p(0,07)/\Phi$ ($nSvcm^2$)
0,10	1,661
0,15	1,229
0,20	0,834
0,30	0,542
0,40	0,455
0,50	0,403
0,60	0,366
0,70	0,344
0,80	0,329
1,00	0,312
1,50	0,287
2,00	0,279
2,50	0,278
3,00	0,276

Referenz: ICRP 74

d. Quellenspezifische Konversionskoeffizienten für übliche Betastandardquellen

Quelle	Konversionskoeffizienten $H_p(0,07)/D_a$ (Sv/Gy)
Strontium/Yttrium-90	1,24
Thallium-204	1,20
Krypton-85	1,16
Promethium-147	0,23

Referenz: Mitteilung NPL[1]

1 National Physical Laboratory, www.npl.co.uk

Anhang 11[10]
(Art. 43)

Interpretation der Inkorporationsmessung

Für die Interpretation im Normalfall wird angenommen, dass die Inkorporation über den Inhalationspfad erfolgte. In diesem Fall wird die effektive Folgedosis E_{50}, die operationelle Dosisgrösse bei innerer Bestrahlung, als Produkt der inkorporierten Aktivität I und der Beurteilungsgrösse e_{inh} (siehe Anhang 3 StSV) wie folgt ermittelt:

$$E_{50} = e_{inh} \cdot I \tag{1}$$

Der zur Zeit t nach der Inkorporation in einem Organ oder in den Ausscheidungen vorhandene Bruchteil der inhalierten Aktivität wird durch die Funktion m(t) abgeleitet. Man erhält so:

$$M(t) = I \cdot m(t) \tag{2}$$

wobei M(t) für die Aktivität in einem Organ oder in den Ausscheidungen steht (Messwert). Aus der Aktivität M(t) berechnet sich eine effektive Folgedosis E_{50} von:

$$E_{50} = e_{inh} \cdot I = e_{inh} \frac{M(t)}{m(t)} = M(t) \cdot \frac{e_{inh}}{m(t)} \tag{3}$$

Ist der Zeitraum t zwischen der Inkorporation und der Messung bekannt (spezielle Überwachung), so lässt sich die effektive Folgedosis E_{50} mit Hilfe der Messgrösse M(t) und der Beziehung (3) berechnen.

Bei der Routineüberwachung wird angenommen, dass die Inkorporation in der Mitte des Überwachungsintervalles T stattgefunden hat (d. h. t = T/2). Die effektive Folgedosis E_{50} lässt sich mit Hilfe der Messgrösse M, den tabellierten Faktoren $e_{inh}/m(t)$ und folgender Beziehung abschätzen:

$$E_{50} = e_{inh} \cdot \frac{M(t)}{m(T/2)} = M(t) \cdot \frac{e_{inh}}{m(T/2)} \tag{4}$$

Falls eine Inkorporation deutlich über der Nachweisgrenze liegt und die effektive Halbwertszeit vergleichbar oder eindeutig länger ist als das Überwachungsintervall, wird eine solche Inkorporation den nächsten Messwert beeinflussen. In diesem Fall muss bei weiteren Inkorporationsmessungen der Beitrag der vorangehenden Inkorporation berechnet und vom neuen Messwert abgezogen werden. Diese Korrektur berechnet sich aus der Extrapolation der vorangehenden Inkorporation I_a auf den Zeitpunkt der neuen Messung mit Hilfe des Faktors $m(\Delta t)$. Δt ist das Zeitintervall zwischen dem (angenommenen) Zeitpunkt der vorangehenden Inkorporation und der neuen Messung. Der Anteil M_n des neuen Messwertes M(t), der auf eine neue Inkorporation zurückzuführen ist, wird mit dem Messwert M_a der vorangehenden Messung wie folgt berechnet:

$$M_n(t) = M(t) - I_a \cdot m(\Delta t) = M(t) - \frac{M_a}{m(T/2)} \cdot m(\Delta t) \quad (5)$$

Die auf eine neue Inkorporation zurückzuführende effektive Folgedosis E_{50}^n errechnet sich dann gemäss Formel (4) wie folgt:

$$E_{50}^n = M_n(t) \cdot \frac{e_{inh}}{m(T/2)} = M(t) \cdot \frac{e_{inh}}{m(T/2)} - M_a \cdot \frac{e_{inh}}{m(T/2)} \cdot \frac{m(\Delta t)}{m(T/2)} \quad (6)$$

oder mit Hilfe der effektiven Folgedosis E_{50}^a der vorangehenden Inkorporation:

$$E_{50}^n = M(t) \cdot \frac{e_{inh}}{m(T/2)} - E_{50}^a \cdot \frac{m(\Delta t)}{m(T/2)} = M(t) \cdot \frac{e_{inh}}{m(T/2)} - E_{50}^a \cdot k(\Delta t) \quad (7)$$

Für die Korrektur bei der Routineüberwachung sind die Faktoren

$$k(\Delta t) = m(\Delta t) / m(T/2) \quad (8)$$

mit Hilfe der m(t)-Werte zu berechnen. Die Zeitspanne Δt beträgt (n+1/2)·T, wobei n die Zahl der Intervalle bezeichnet, die die Inkorporation zurückliegt. Die m(t)-Werte sind in tabellierter oder in grafischer Form in ICRP-Publikation 78 angegeben. Für den Fall Δt = 3·T/2 sind die Werte k(Δt) im Anhang 15 speziell aufgeführt. In der Praxis sind diese Korrekturen erst zu berücksichtigen, wenn die Korrektur mehr als 10 % der resultierenden Dosis ausmacht.

Wo in der Praxis von einer chronischen Inkorporation ausgegangen werden kann (z. B. H-3, I-125), sind die im Anhang 15 aufgeführten Faktoren für Dauerinkorporation zu verwenden.

Dosisermittlung als Folge einer Radonexposition

Die effektive Dosis des Personals muss ermittelt werden, falls die integrierte Radongaskonzentration während der effektiven monatlichen Arbeitszeit am Arbeitsplatz 170 kBqh/m3 überschreitet. Als Grundlage für die entsprechende Konversion dient der nominelle Risikokoeffizient für eine Radonexposition einer Person am Arbeitsplatz aus der ICRP-Publikation 115 (2010) und der totale Risikokoeffizient für Krebs und erbliche Effekte aus der ICRP-Publikation 103 (2007).

Der Dosiskonversionsfaktor für eine Radonkonzentration im Gleichgewicht (Gleichgewichtsfaktor F=1) beträgt:

$c_B = 1.87 \times 10^{-5}$ mSv/Bqhm^{-3}

Der Gleichgewichtsfaktor F ist das Verhältnis von gleichgewichtsäquivalenter Radon-Aktivitätskonzentration zu realer Radon-Aktivitätskonzentration. Für Rn-222 beträgt der Gleichgewichtsfaktor 1, wenn sich die gesamten Radon-Folgeprodukte in Luft befinden. Andererseits geht der Gleichgewichtsfaktor gegen Null, wenn alle Folgeprodukte aus der Luft kontinuierlich (z.B. durch Luftreinigungssysteme) entfernt werden.
Die in einem Monat akkumulierte effektive Folgedosis ist mit folgender Formel zu berechnen:

E = F x c_B x monatlich integrierte Radongaskonzentration (kBqhm^{-3})

Die in einem Jahr akkumulierte effektive Folgedosis ergibt sich aus der in einem Monat akkumulierten effektiven Folgedosis multipliziert mit der Anzahl Monate, in denen die Person exponiert ist.

Fallbeispiel für die einem Jahr akkumulierte effektive Folgedosis einer Person, welche das ganze Jahr (12 Monate) einer monatlich integrierten Radongaskonzentration von 170 kBqh/m^3 ausgesetzt ist:

Gleichgewichtsfaktor	Effektive Folgedosis [mSv/a]
F = 0.1	3.8
F = 0.2	7.6
F = 0.4	15.3
F = 0.8	38.2

Anhang 13
(Art. 47 und 49)

Anforderungen an Umgebungsdosimetriesysteme

A Typ 1

1 Photonenstrahlung

a. Messgrösse:
H*(10)

b. Messbereich:
0.05 mSv bis 100 mSv

c. Linearität:
Abweichung< 15 % im Bereich von 0.1 mSv bis 100 mSv

d. Energieabhängigkeit:
Abweichung < 30 % im Bereich von 50 keV bis 5 MeV

e. Winkelabhängigkeit:
Abweichung < 20% für Energien > 50 keV

f. Reproduzierbarkeit:
Standardabweichung s < 10 %

g. Fading:
Effekt < 20% / Expositionsperiode

2 Neutronenstrahlung

a. Messgrösse:
H*(10)

b. Messbereich:
0.05 mSv bis 10 mSv

c. Linearität:
Abweichung < 30 % im Bereich von 0.1 mSv und 10 mSv

d. Energieabhängigkeit:
Abweichung < Faktor 2 für realistische Feldspektren im Einsatzbereich des Dosimeters

e. Reproduzierbarkeit:
Standardabweichung s < 30 %

f. Fading:
Effekt < 20% / Expositionsperiode

B Typ 2 und 3

Photonenstrahlung

a. Messgrösse:
H*(10)

b. Messbereich:
50 nSv/h bis 100 mSv/h

c. Linearität:
Abweichung < 15 % bis 100 mSv/h

d. Energieabhängigkeit:
Abweichung < 30 % im Bereich von 50 keV bis 5 MeV

e. Winkelabhängigkeit:
Abweichung < 20% für Energien > 50 keV

Neutronenstrahlung

a. Messgrösse:
H*(10)

b. Messbereich:
100 nSv/h bis 100 mSv/h

c. Linearität:
Abweichung < 30 % bis 100 mSv/h

d. Energieabhängigkeit:
Abweichung < Faktor 2 für realistische Feldspektren im Einsatzbereich des Dosimeters

C Typ 4

Photonenstrahlung

a. Messgrösse:
H*(10)

b. Messbereich:
50 nSv/h bis 10 µSv/h

Anhang 14
(Art. 45)

Konversionskoeffizienten für die Umgebungsdosimetrie

a. Konversionskoeffizienten für Photonen

Konversionskoeffizienten von Luftkerma in Umgebungs-Dosisäquivalent H*(10)

Quelle Qualität	Mittlere Energie (keV)	h*(10) (Sv/Gy)
N – 60	48	1.59
Am - 241	59	1.74
N – 80	65	1.73
N – 100	83	1.71
N – 120	100	1.64
N – 150	118	1.58
N – 200	164	1.46
N – 250	208	1.39
N – 300	250	1.35
Cs - 137	662	1.20
Co - 60	1250	1.16
Ti (Target)	5140	1.11

Referenzen: ICRP 74, ISO 4037-3

b. Konversionskoeffizienten für Neutronen

Konversionskoeffizienten h*Φ(10) zur Umrechnung von Neutronenfluenz Φ in Umgebungs-Dosisäquivalent H*(10)

Neutronenquelle/ Neutronen-Energie (MeV)	h*Φ (10) pSv.cm^2
^{252}Cf (D2O-moderiert)	105
^{252}Cf	385
^{241}Am-Be (α,n)	391
Thermische Neutronen	10.6
0,024	19.3
0,144	127
0,250	203
0,57	343
1,2	425
2,5	416
2,8	413
3,2	411
5,0	405
14,8	536
19	584
30	515
50	400
75	330
100	285
150	245
200	260

Referenzen: ISO 8529-3, ICRP 74.

Anhang 15
(Art. 34, 35, 36, 42 und 43)

Nuklidspezifische Datenblätter

A. Übersicht über die Datenblätter

Nuklidliste:

1. H-3 als HTO
2. C-11
3. C-14
4. O-15
5. F-18
6. P-32
7. P-33
8. S-35
9. Ca-45
10. Cr-51
11. Fe-59
12. Co-57
13. Co-58
14. Co-60
15. Zn-65
16. Ga-67
17. Ga-68
18. Sr-85
19. Sr-89
20. Sr-90
21. Y-90
22. Tc-99m
23. In-111
24. I-123
25. I-124
26. I-125
27. I-131
28. Ba-133
29. Cs-134
30. Cs-137
31. Eu-152
32. Sm-153

Nuklidliste:

33. Eu-154
34. Er-169
35. Lu-177
36. Re-186
37. Re-188
38. Tl-201
39. Ra-223
40. Ra-226
41. Th-232
42. U-235
43. U-238
44. Np-237
45. Pu-239
46. Am-241

B Datenblätter

1. H-3 als HTO

1. 1 Stoffwechsel

An Wasser gebundenes Tritium kann durch Inhalation, Ingestion oder Absorption durch die Haut aufgenommen werden. 97 % des Tritiums mischt sich rasch mit dem Körperwasser und wird mit einer Halbwertszeit von 10 Tagen primär im Urin ausgeschieden. Nur die restlichen 3 % werden organisch gebunden und mit einer Halbwertszeit von 40 Tagen ausgeschieden. Die Strahlenexposition ist deshalb praktisch proportional zur Tritiumkonzentration im Urin. Arbeitskräfte, die Tritium-Leuchtfarbe oder mit Tritium-Leuchtfarbe beschichtete Zeiger und Zifferblätter verarbeiten, sind einer dauernden Tritium-Inkorporation ausgesetzt. In diesem Fall entsteht im Körperwasser und damit im Urin ein Gleichgewichtszustand, und die Dosis muss gemäss dem Modell für dauernde Inkorporation berechnet werden.

1.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung einer Urinprobe mittels Flüssigszintillationszähler.

Messschwelle: 42 000 Bq/l

Inkorporationsmessung

Messung der Tritiumkonzentration C_u im Urin in Bq/l mittels Flüssigszintillationszähler

1.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: 30 Tage	$T_{Messung}$: 30 Tage	$t_{Ereignis}$: 1 Tag

1.4 Interpretation für einmalige Inkorporation

E_{50} = $C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

C_u: Messwert in Bq/l

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Ausscheidungsanteil im Tagesurin (=1,4 l) in l^{-1}

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

Überwachungsintervall T = 30 Tage

t [Tage]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	$0{,}78\times10^{-9}$
2	$0{,}86\times10^{-9}$
3	$0{,}90\times10^{-9}$
4	$0{,}95\times10^{-9}$
5	$1{,}1\times10^{-9}$
6	$1{,}1\times10^{-9}$
7	$1{,}2\times10^{-9}$
15	$2{,}0\times10^{-9}$
30	$5{,}3\times10^{-9}$
45	13×10^{-9}

1.5 Interpretation für dauernde Inkorporation

Überwachungsintervall T = 30 Tage: $E_{50} = C_u \cdot 1{,}4 \cdot 10^{-9}$ (Sv pro Überwachungsintervall)

2. C-11

2.1 Stoffwechsel

Aufgrund der Kurzlebigkeit (Halbwertszeit 20.38 Min.) zerfällt dieses Nuklid zum grössten Teil vollständig im Körper, bevor es ausgeschieden wird. Des Weiteren verursacht inhaliertes oder über Ingestion aufgenommenes C-11 den grössten Dosisbeitrag in der Lunge (Inhalation) bzw. im Magen-Darm-Trakt (Ingestion).

2.2 Messmethoden

Triagemessung (obligatorisch)

Direkte Messung der Strahlung vor dem Magen/Abdomen mindestens alle 4 Stunden oder kontinuierliche Überwachung der Raumluft (4000Bq/m3) und direkte Messung der Strahlung vor dem Magen/Abdomen nach jedem Alarm).

Messschwelle: 1 µSv/h vor dem Magen

Inkorporationsmessung

Wegen der kurzen physikalischen Halbwertszeit ist eine Inkorporationsmessung nicht möglich.

2.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: 4 Stunden	$T_{Messung}$: –	$t_{Ereignis}$: Sofort

2.4 Interpretation

Nach einer Überschreitung der Messschwelle ist eine spezielle Untersuchung und Interpretation der Daten zur Ermittlung der effektiven Folgedosis E_{50} durch einen Sachverständigen im Einvernehmen mit der Aufsichtsbehörde erforderlich.

3. C-14

3.1 Stoffwechsel

Das Standardmodell wurde entwickelt für Kohlenstoffverbindungen, die vom Körper als Baustoffe oder Energiequelle (Nahrungskohlenstoff) verwertbar sind. Es wird vorausgesetzt, dass solche inhalierte Verbindungen zu 100 % vom Körper aufgenommen und gleichmässig via Blutbahn über den Körper verteilt werden und mit einer biologischen Halbwertszeit von 40 Tagen zu 1,7 % über den Urin ausgeschieden werden. Viele mit C-14 markierte organische Verbindungen werden vom Körper nicht aufgenommen und mit biologischen Halbwertszeiten von Stunden bis Tagen primär über den Urin ausgeschieden.

3.2 Messmethoden

Triagemessung (obligatorisch, ausgenommen Nahrungskohlenstoff)

Direkte Messung einer Urinprobe mittels Flüssigszintillationszähler.

Messschwelle: 200 Bq/l.

Tägliche Triagemessungen, falls die Messschwelle überschritten wird. Eine Inkorporationsmessung wird erforderlich, falls die Messschwelle während einer Woche überschritten bleibt.

Inkorporationsmessung

Messung der C-14-Konzentration C_u im Urin in Bq/l mittels Flüssigszintillationszähler

3.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: 1 Woche	$T_{Messung}$: 30 Tage	$t_{Ereignis}$: 1 Tag

3.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation.

Falls die biologische Halbwertszeit wesentlich kleiner als 40 Tage ist, wird nach Artikel 43 Absatz 4 eine fallspezifische Dosisberechnung vorgenommen.

E_{50} = $C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

C_u: Messwert in Bq/l

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Ausscheidungsanteil im Tagesurin (=1,4 l) in l^{-1}

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

Überwachungsintervall T = 30 Tage

t [Tage]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	$4{,}3\times10^{-6}$
2	$2{,}9\times10^{-6}$
3	$2{,}9\times10^{-6}$
4	$2{,}9\times10^{-6}$
5	$3{,}0\times10^{-6}$
6	$3{,}0\times10^{-6}$
7	$3{,}1\times10^{-6}$
15	$3{,}5\times10^{-6}$
30	$4{,}5\times10^{-6}$
45	$5{,}8\times10^{-6}$

3.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 30 Tage:

$$E_{50} = C_u \cdot 3{,}5 \cdot 10^{-6} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}60$$

4. O-15

4.1 Stoffwechsel

Aufgrund der Kurzlebigkeit (Halbwertszeit 122.2 s) zerfällt inkorporiertes O-15 im Körper, bevor es ausgeschieden wird. Des Weiteren verursacht inhaliertes und über Ingestion aufgenommenes O-15 den grössten Dosisbeitrag in der Lunge (Inhalation) resp. im Magen-Darm-Trakt (Ingestion). 80 % des bei Inhalation in die Lunge gelangenden Sauerstoffes werden wieder ausgeatmet, ohne weiter in den Körper aufgenommen zu werden, der Rest gelangt über die Blutbahn in den gesamten Körper.

4.2 Messmethoden

Triagemessung (obligatorisch)

Direkte Messung der Strahlung vor dem Magen/Abdomen oder kontinuierliche Überwachung der Raumluft (4000Bq/m3) und direkte Messung der Strahlung vor dem Magen/Abdomen nach jedem Alarm).

Messschwelle: 1 µSv/h vor dem Magen

Inkorporationsmessung

Wegen der kurzen physikalischen Halbwertszeit ist eine Inkorporationsmessung nicht möglich.

4.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: bei Alarm	$T_{Messung}$: –	$t_{Ereignis}$: Sofort

4.4 Interpretation

Nach einer Überschreitung der Messschwelle ist eine spezielle Untersuchung und Interpretation der Daten zur Ermittlung der effektiven Folgedosis E_{50} durch einen Sachverständigen im Einvernehmen mit der Aufsichtsbehörde erforderlich.

5. F-18

5.1 Stoffwechsel

Aufgrund der Kurzlebigkeit (Halbwertszeit 109.77 Min.) zerfällt dieses Nuklid zum grössten Teil vollständig im Körper, bevor es ausgeschieden wird. Des Weiteren verursacht inhaliertes oder über Ingestion aufgenommenes F-18 den grössten Dosisbeitrag in der Lunge (Inhalation) bzw. im Magen-Darm-Trakt (Ingestion).

5.2 Messmethoden

Triagemessung (obligatorisch)

Direkte Messung der Strahlung vor dem Magen/Abdomen oder kontinuierliche Überwachung der Raumluft (4000Bq/m3) und direkte Messung der Strahlung vor dem Magen/Abdomen nach jedem Alarm).

Messschwelle: 1 µSv/h vor dem Magen

Inkorporationsmessung

Wegen der kurzen physikalischen Halbwertszeit ist eine Inkorporationsmessung nicht möglich.

5.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: 4 Stunden	$T_{Messung}$: ---	$t_{Ereignis}$: Sofort

5.4 Interpretation

Nach einer Überschreitung der Messschwelle ist eine spezielle Untersuchung und Interpretation der Daten zur Ermittlung der effektiven Folgedosis E_{50} durch einen Sachverständigen im Einvernehmen mit der Aufsichtsbehörde erforderlich.

6. P-32

6.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Phosphat (Absorptionsklasse Typ M) wird zu etwa 70 % via Nase, Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f_1= 0,8) und Urin rasch wieder ausgeschieden. Phosphat, das in die Blutbahn gelangt, wird zu etwa 70 % vom Weichgewebe und den Knochen aufgenommen. Die Verweilzeit dieses Anteils wird durch die physikalische Halbwertszeit, sowie die relativ rasche Ausscheidung aus dem Weichgewebe über den Urin (Halbwertszeit = 19 Tage) bestimmt.

6.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung einer Urinprobe mittels Flüssigszintillationszähler.

Messschwelle: 200 Bq/l

Inkorporationsmessung

Messung der P-32-Konzentration C_u im Urin in Bq/l mittels Flüssigszintillationszähler

6.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: 30 Tage	$T_{Messung}$: 30 Tage	$t_{Ereignis}$: 2 Tage

6.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = $C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

C_u: Messwert in Bq/l

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Ausscheidungsanteil im Tagesurin (=1,4 l) in l^{-1}

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

Überwachungsintervall T = 30 Tage

t [Tage]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	$0{,}011\times10^{-5}$
2	$0{,}018\times10^{-5}$
3	$0{,}029\times10^{-5}$
4	$0{,}043\times10^{-5}$
5	$0{,}056\times10^{-5}$
6	$0{,}073\times10^{-5}$
7	$0{,}090\times10^{-5}$
15	$0{,}27\times10^{-5}$
30	$0{,}92\times10^{-5}$
45	$3{,}1\times10^{-5}$

6.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 30 Tage:

$$E_{50} = C_u \cdot 2{,}7 \cdot 10^{-6} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}09$$

7. P-33

7.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Phosphat (Absorptionsklasse Typ M) wird zu etwa 70 % via Nase, Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f_1= 0,8) und Urin rasch wieder ausgeschieden. Phosphat, das in die Blutbahn gelangt, wird zu etwa 70 % vom Weichgewebe und den Knochen aufgenommen. Die Verweilzeit dieses Anteils wird durch die physikalische Halbwertszeit, sowie die relativ rasche Ausscheidung aus dem Weichgewebe über den Urin (Halbwertszeit = 19 Tage) bestimmt.

7.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung einer Urinprobe mittels Flüssigszintillationszähler.

Messschwelle: 200 Bq/l

Inkorporationsmessung

Messung der P-33-Konzentration C_u im Urin in Bq/l mittels Flüssigszintillationszähler

7.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: 30 Tage	$T_{Messung}$: 30 Tage	$t_{Ereignis}$: 2 Tage

7.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = $C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

C_u: Messwert in Bq/l

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Ausscheidungsanteil im Tagesurin (=1,4 l) in l^{-1}

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation. Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

Überwachungsintervall T = 30 Tage

t [Tage]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	$0{,}049\times10^{-6}$
2	$0{,}079\times10^{-6}$
3	$0{,}12\times10^{-6}$
4	$0{,}18\times10^{-6}$
5	$0{,}23\times10^{-6}$
6	$0{,}28\times10^{-6}$
7	$0{,}34\times10^{-6}$
15	$0{,}87\times10^{-6}$
30	$2{,}2\times10^{-6}$
45	$5{,}4\times10^{-6}$

7.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 30 Tage:

$$E_{50} = C_u \cdot 0{,}87 \cdot 10^{-6} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}16$$

8. S-35

8.1 Stoffwechsel

Inhalierte anorganische Schwefelverbindungen (Absorptionsklasse Typ M) werden zu rund 85 % via Nase, Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f_1= 0,8) und Urin rasch wieder ausgeschieden. Was in die Blutbahn gelangt, wird lediglich zu 20 % längerfristig gespeichert, primär im Weichgewebe. Die biologische Halbwertszeit dieser Komponente beträgt 20 Tage. Nur wenig wird lange gespeichert und zerfällt mit der physikalischen Halbwertszeit von 87 Tagen.

8.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung einer Urinprobe mittels Flüssigszintillationszähler.

Messschwelle: 150 Bq/l

Inkorporationsmessung

Messung der S-35-Konzentration C_u im Urin in Bq/l mittels Flüssigszintillationszähler nach chemischer Extraktion (Sulfatfällung).

8.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}:	60 Tage	$T_{Messung}$:	60 Tage	$t_{Ereignis}$:	1 Tag

8.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = $C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

C_u: Messwert in Bq/l

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Ausscheidungsanteil im Tagesurin (=1,4 l) in l^{-1}

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

Überwachungsintervall T = 60 Tage

t [Tage]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	$0{,}0070\times10^{-6}$
2	$0{,}057\times10^{-6}$
3	$0{,}42\times10^{-6}$
4	$0{,}77\times10^{-6}$
5	$0{,}81\times10^{-6}$
6	$0{,}86\times10^{-6}$
7	$0{,}91\times10^{-6}$
15	$1{,}2\times10^{-6}$
30	$2{,}1\times10^{-6}$
60	$5{,}7\times10^{-6}$
90	14×10^{-6}

8.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 60 Tage: $E_{50} = C_u \cdot 2{,}1 \cdot 10^{-6} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}15$

9. Ca-45

9.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Calcium (Absorptionsklasse Typ M) wird zu etwa 90 % via Nase und Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f_1= 0,3) rasch ausgeschieden. Calcium, das in die Blutbahn gelangt, wird von den Knochen und vom Weichgewebe aufgenommen. Im Fall von Ca-45 bestimmt beim erwachsenen Menschen die physikalische Halbwertszeit von 163 Tagen die Verweilzeit im Knochen. Die biologische Halbwertszeit bestimmt die Verweilzeit im Weichgewebe. Von dort wird Calcium etwa zu gleichen Teilen via Urin und Verdauungstrakt ausgeschieden.

9.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung einer Urinprobe mittels Flüssigszintillationszähler.

Messschwelle: 150 Bq/l

Inkorporationsmessung

Messung der Ca-45-Konzentration C_u im Urin in Bq/l mittels Flüssigszintillationszähler.

9.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}:	30 Tage	$T_{Messung}$:	30 Tage	$t_{Ereignis}$:	2 Tage

9.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = $C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

C_u: Messwert in Bq/l

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Ausscheidungsanteil im Tagesurin (=1,4 l) in l^{-1}

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation. Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

Überwachungsintervall T = 30 Tage

t [Tage]	e_{inh}/m(t) [Sv·l/Bq]
1	$0{,}29\times10^{-6}$
2	$0{,}63\times10^{-6}$
3	$0{,}87\times10^{-6}$
4	$1{,}1\times10^{-6}$
5	$1{,}2\times10^{-6}$
6	$1{,}5\times10^{-6}$
7	$1{,}6\times10^{-6}$
15	$3{,}2\times10^{-6}$
30	$8{,}1\times10^{-6}$
45	17×10^{-6}

9.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 30 Tage:

$$E_{50} = C_u \cdot 3{,}2 \cdot 10^{-6} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}19$$

10. Cr-51

10.1 Stoffwechsel

Je nach chemischer Form (Cr III oder Cr VI) wird Chrom vom Körper verschieden aufgenommen und zurückgehalten. Da das dosimetrische Modell darauf basiert, dass einerseits die kleinen Mengen inhaliertes Cr III in der Lunge zu Cr VI oxidiert werden und dass anderseits aber Cr VI in Zirkulation zu Cr III reduziert wird, verschwinden diese Unterschiede weitgehend. Inhaliertes Chrom (Absorptionsklasse Typ M) wird zu etwa 90 % via Nase und Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f_1= 0,1) rasch wieder ausgeschieden. Chrom, das in die Blutbahn gelangt, wird zu 25 % längerfristig im ganzen Körper gespeichert. Dies wird im Fall von Cr-51 durch die physikalische Halbwertszeit von 28 Tagen verhindert.

10.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung der Gammastrahlung mit einem Thoraxmessgerät.

Messschwelle: 120 000 Bq

Inkorporationsmessung

Messung der Cr-51-Aktivität M in Bq mit einem Ganzkörperzähler.

10.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: 30 Tage	$T_{Messung}$: 30 Tage	$t_{Ereignis}$: Sofort

10.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

M: Messwert in Bq

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Retentionsanteil

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

Überwachungsintervall T = 30 Tage

t [Tage]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	$0{,}071\times10^{-9}$
2	$0{,}13\times10^{-9}$
3	$0{,}23\times10^{-9}$
4	$0{,}31\times10^{-9}$
5	$0{,}37\times10^{-9}$
6	$0{,}41\times10^{-9}$
7	$0{,}45\times10^{-9}$
15	$0{,}67\times10^{-9}$
30	$1{,}2\times10^{-9}$
45	$2{,}0\times10^{-9}$

10.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 30 Tage: $E_{50} = M \cdot 0{,}67 \cdot 10^{-9} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}34$

11. Fe-59

11.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Eisen (Absorptionsklasse Typ M) wird zu etwa 10 % vom Körper aufgenommen, der Rest wird via Nase oder Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f_1=0,1) im Verlauf weniger Stunden und Tage ausgeschieden. Vom Körper aufgenommenes Eisen wird zu rund 70 % ins Hämoglobin (rotes Blutprotein) eingebaut, der Rest in verschiedenen Organen gespeichert. Einmal aufgenommenes Eisen wird vom Körper sorgfältig zurückgehalten; bei einem Eisendepot von rund 3,5 g werden täglich nur etwa 0,6 mg ausgeschieden. Somit bestimmt beim Fe-59 die physikalische Halbwertszeit von 44,5 Tagen die Verweilzeit des aufgenommenen Eisens im Körper.

11.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung der Gammastrahlung mit einem Thoraxmessgerät.

Messschwelle: 2500 Bq

Inkorporationsmessung

Messung der Fe-59-Aktivität M in Bq mit einem Ganzkörperzähler.

11.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}:	30 Tage	$T_{Messung}$:	30 Tage	$t_{Ereignis}$:	Sofort

11.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv
M: Messwert in Bq
e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq
m(t): Retentionsanteil
t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

Überwachungsintervall T = 30 Tage

t [Tage]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	$0{,}64\times10^{-8}$
2	$1{,}1\times10^{-8}$
3	$1{,}8\times10^{-8}$
4	$2{,}3\times10^{-8}$
5	$2{,}7\times10^{-8}$
6	$2{,}7\times10^{-8}$
7	$2{,}9\times10^{-8}$
15	$3{,}4\times10^{-8}$
30	$4{,}4\times10^{-8}$
45	$5{,}8\times10^{-8}$
60	$7{,}4\times10^{-8}$

11.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 30 Tage:

$$E_{50} = M \cdot 3{,}4 \cdot 10^{-8} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}59$$

12. Co-57

12.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Kobalt (Absorptionsklasse Typ S) wird zu 90 % via Nase, Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f_1=0,05) und Urin im Verlauf von Stunden bis Tagen wieder ausgeschieden. Knapp 10 % bleiben längerfristig im Körper, primär in der Lunge. Die Verweilzeit dieses Anteils im Körper wird für Co-57 primär durch die physikalische Halbwertszeit von 271 Tagen bestimmt.

12.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung der Gammastrahlung mit einem Thoraxmessgerät.

Messschwelle: 25 000 Bq

Inkorporationsmessung

Messung der Co-57-Aktivität M in Bq mit einem Ganzkörperzähler.

12.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: 180 Tage	$T_{Messung}$: 180 Tage	$t_{Ereignis}$: Sofort

12.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

M: Messwert in Bq

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Retentionsanteil

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

Überwachungsintervall T = 180 Tage

t [Tage]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	$1{,}22\times10^{-9}$
2	$2{,}40\times10^{-9}$
3	$4{,}29\times10^{-9}$
4	$6{,}19\times10^{-9}$
5	$7{,}58\times10^{-9}$
6	$8{,}37\times10^{-9}$
7	$8{,}78\times10^{-9}$
15	$10{,}1\times10^{-9}$
30	$12{,}0\times10^{-9}$
60	$15{,}3\times10^{-9}$
90	$18{,}4\times10^{-9}$
180	$27{,}5\times10^{-9}$
270	$38{,}2\times10^{-9}$

12.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 180 Tage:

$$E_{50} = M \cdot 1{,}84 \cdot 10^{-8} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}48$$

13. Co-58

13.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Kobalt (Absorptionsklasse Typ S) wird zu 90 % via Nase, Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f_1=0,05) und Urin im Verlauf von Stunden bis Tagen wieder ausgeschieden. Knapp 10 % bleiben längerfristig im Körper, primär in der Lunge. Die Verweilzeit dieses Anteils im Körper wird für Co-58 primär durch die physikalische Halbwertszeit von 70,8 Tagen bestimmt.

13.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung der Gammastrahlung mit einem Thoraxmessgerät.

Messschwelle: 2600 Bq

Inkorporationsmessung

Messung der Co-58-Aktivität M in Bq mit einem Ganzkörperzähler.

13.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}:	30 Tage	$T_{Messung}$:	30 Tage	$t_{Ereignis}$:	Sofort

13.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

M: Messwert in Bq

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Retentionsanteil

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

Überwachungsintervall T = 30 Tage

t [Tage]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	$0{,}35\times10^{-8}$
2	$0{,}68\times10^{-8}$
3	$1{,}2\times10^{-8}$
4	$1{,}8\times10^{-8}$
5	$2{,}2\times10^{-8}$
6	$2{,}5\times10^{-8}$
7	$2{,}6\times10^{-8}$
15	$3{,}2\times10^{-8}$
30	$4{,}3\times10^{-8}$
45	$5{,}3\times10^{-8}$
60	$6{,}8\times10^{-8}$
90	10×10^{-8}

13.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 30 Tage: $E_{50} = M \cdot 3{,}2 \cdot 10^{-8} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}60$

14. Co-60

14.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Kobalt (Absorptionsklasse Typ S) wird zu 90 % via Nase, Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f_1=0,05) und Urin im Verlauf von Stunden bis Tagen wieder ausgeschieden. Knapp 10 % bleiben längerfristig im Körper, primär in der Lunge. Die Verweilzeit dieses Anteils im Körper wird wegen der langen physikalischen Halbwertszeit primär durch die Mechanismen der Lungenclearance bestimmt.

14.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung der Gammastrahlung mit einem Thoraxmessgerät.

Messschwelle: 1200 Bq

Inkorporationsmessung

Messung der Co-60-Aktivität M in Bq mit einem Ganzkörperzähler.

14.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: 180 Tage	$T_{Messung}$: 180 Tage	$t_{Ereignis}$: Sofort

14.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

M: Messwert in Bq

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Retentionsanteil

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

Überwachungsintervall T = 180 Tage

t [Tage]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	$0{,}35\times10^{-7}$
2	$0{,}68\times10^{-7}$
3	$1{,}2\times10^{-7}$
4	$1{,}7\times10^{-7}$
5	$2{,}1\times10^{-7}$
6	$2{,}3\times10^{-7}$
7	$2{,}5\times10^{-7}$
15	$2{,}8\times10^{-7}$
30	$3{,}1\times10^{-7}$
60	$3{,}8\times10^{-7}$
90	$4{,}3\times10^{-7}$
180	$5{,}3\times10^{-7}$
270	$6{,}1\times10^{-7}$

14.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 180 Tage: $E_{50} = M \cdot 4{,}3 \cdot 10^{-7} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}70$

15. Zn-65

15.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Zink (Absorptionsklasse Typ S) wird zu etwa 90 % via Nase und Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f_1=0,5) rasch wieder ausgeschieden. Der Rest verteilt sich über das Blut zu 80 % im ganzen Körper und zu 20 % im Skelett. Die im Skelett und 70 % der im ganzen Körper gespeicherten Aktivität werden mit einer biologischen Halbwertszeit von 400 Tagen ausgeschieden. Der Rest wird mit einer biologischen Halbwertszeit von 20 Tagen ausgeschieden.

15.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung der Gammastrahlung mit einem Thoraxmessgerät.

Messschwelle: 25 000 Bq

Inkorporationsmessung

Messung der Zn-65-Aktivität M in Bq mit einem Ganzkörperzähler.

15.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}:	180 Tage	$T_{Messung}$:	180 Tage	$t_{Ereignis}$:	Sofort

15.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = $M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

M: Messwert in Bq

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Retentionsanteil

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

Überwachungsintervall T = 180 Tage

t [Tage]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	$5{,}19\times10^{-9}$
2	$7{,}39\times10^{-9}$
3	$9{,}06\times10^{-9}$
4	$10{,}0\times10^{-9}$
5	$10{,}4\times10^{-9}$
6	$10{,}7\times10^{-9}$
7	$10{,}9\times10^{-9}$
15	$11{,}8\times10^{-9}$
30	$13{,}5\times10^{-9}$
90	$19{,}4\times10^{-9}$
180	$29{,}4\times10^{-9}$
270	$43{,}4\times10^{-9}$
360	$63{,}6\times10^{-9}$

15.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 180 Tage:

$$E_{50} = M \cdot 1{,}94 \cdot 10^{-8} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}45$$

16. Ga-67

16.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Gallium (Annahme: Oxide; Absorptionsklasse Typ M) wird via Nase und Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f_1=0.001) im Verlaufe von Stunden bis Tagen wieder ausgeschieden. Gallium, das ins Blut gelangt, wird primär im ganzen Körper verteilt. 30 % wird sehr rasch ausgeschieden. Der Rest wird mit einer biologischen Halbwertszeit von 50 Tagen aus dem Körper ausgeschieden.

16.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung der Gammastrahlung mit einem Thoraxmessgerät.

Messschwelle: 5500 Bq

Inkorporationsmessung

Messung der Ga-67-Aktivität M in Bq mit einem Ganzkörperzähler.

16.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: 7 Tage	$T_{Messung}$: 7 Tage	$t_{Ereignis}$: Sofort

16.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = $M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

Überwachungsintervall T = 7 Tage

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv
M: Messwert in Bq
e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq
m(t): Retentionsanteil
t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.

t [Tage]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	$0{,}70\times10^{-9}$
2	$1{,}65\times10^{-9}$
3	$3{,}55\times10^{-9}$
4	$6{,}32\times10^{-9}$
5	$9{,}49\times10^{-9}$
6	$12{,}9\times10^{-9}$
7	$16{,}7\times10^{-9}$
8	$21{,}2\times10^{-9}$
9	$26{,}7\times10^{-9}$
10	$33{,}3\times10^{-9}$
14	$81{,}6\times10^{-9}$

16.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 7 Tage:

$$E_{50} = M \cdot 3{,}55 \cdot 10^{-9} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}11$$

17. Ga-68

17.1 Stoffwechsel

Aufgrund der Kurzlebigkeit (Halbwertszeit 68 Min.) zerfällt dieses Nuklid zum grössten Teil vollständig im Körper, bevor es ausgeschieden wird. Des Weiteren verursacht inhaliertes oder über Ingestion aufgenommenes Ga-68 den grössten Dosisbeitrag in der Lunge (Inhalation) bzw. im Magen-Darm-Trakt (Ingestion).

17.2 Messmethoden

Triagemessung (obligatorisch)

Direkte Messung der Strahlung vor dem Magen / Abdomen mindestens alle 4 Stunden.

Messschwelle: 1 µSv/h vor dem Magen

Inkorporationsmessung

Wegen der kurzen physikalischen Halbwertszeit ist eine Inkorporationsmessung nicht möglich.

17.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: 4 Stunden	$T_{Messung}$: –	$t_{Ereignis}$: Sofort

17.4 Interpretation

Nach einer Überschreitung der Messschwelle ist eine spezielle Untersuchung und Interpretation der Daten zur Ermittlung der effektiven Folgedosis E_{50} durch einen Sachverständigen im Einvernehmen mit der Aufsichtsbehörde erforderlich.

18. Sr-85

18.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Sr-85 (Absorptionsklasse Typ S) wird zu 90 % via Nase und Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f_1=0,01) im Verlauf von Stunden bis Tagen wieder ausgeschieden. Etwa 5 % bleiben längerfristig in der Lunge. Die Verweilzeit dieses Anteils im Körper wird durch die physikalische Halbwertszeit des Sr-85 bestimmt. Die geringe Menge Strontium, die ins Blut gelangt, wird in die Knochen eingebaut oder, primär über den Urin, wieder ausgeschieden.

18.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung der Gammastrahlung mit einem Thoraxmessgerät.

Messschwelle: 6400 Bq

Inkorporationsmessung

Messung der Sr-85-Aktivität M in Bq mit einem Ganzkörperzähler.

18.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: 30 Tage	$T_{Messung}$: 30 Tage	$t_{Ereignis}$: Sofort

18.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

M: Messwert in Bq

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Retentionsanteil

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

Überwachungsintervall T = 30 Tage

t [Tage]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	$0{,}13\times10^{-8}$
2	$0{,}26\times10^{-8}$
3	$0{,}49\times10^{-8}$
4	$0{,}72\times10^{-8}$
5	$0{,}90\times10^{-8}$
6	$1{,}0\times10^{-8}$
7	$1{,}1\times10^{-8}$
15	$1{,}3\times10^{-8}$
30	$1{,}7\times10^{-8}$
45	$2{,}2\times10^{-8}$
60	$2{,}8\times10^{-8}$
90	$4{,}3\times10^{-8}$

18.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 30 Tage: $E_{50} = M \cdot 1{,}3 \cdot 10^{-8} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}59$

19. Sr-89

19.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Sr-89 (Absorptionsklasse Typ S) wird zu 90 % via Nase und Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f_1=0,01) im Verlauf von Stunden bis Tagen wieder ausgeschieden. Etwa 5 % bleiben längerfristig in der Lunge. Die Verweilzeit dieses Anteils im Körper wird durch die physikalische Halbwertszeit des Sr-89 bestimmt. Die geringe Menge Strontium, die ins Blut gelangt, wird in die Knochen eingebaut oder, primär über den Urin, wieder ausgeschieden.

19.2 Messmethoden

Triagemessung

Messung einer Urinprobe mittels Flüssigszintillationszähler.

Messschwelle: 0,5 Bq/l

Inkorporationsmessung

Messung der Sr-89 Konzentration C_u im Urin in Bq/l mittels Flüssigszintillationszähler nach chemischer Aufbereitung.

19.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}:	30 Tage	$T_{Messung}$:	30 Tage	$t_{Ereignis}$:	1 Tag

19.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = $C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedose in Sv

C_u: Messwert in Bq/l

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Ausscheidungsanteil im Tagesurin (=1,4 l) in l^{-1}

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation. Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

Überwachungsintervall T = 30 Tage

t [Tage]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	$0{,}0098\times10^{-3}$
2	$0{,}024\times10^{-3}$
3	$0{,}037\times10^{-3}$
4	$0{,}049\times10^{-3}$
5	$0{,}065\times10^{-3}$
6	$0{,}080\times10^{-3}$
7	$0{,}096\times10^{-3}$
15	$0{,}26\times10^{-3}$
30	$0{,}65\times10^{-3}$
45	$1{,}5\times10^{-3}$
60	$2{,}6\times10^{-3}$

19.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 30 Tage:

$$E_{50} = C_u \cdot 0{,}26 \cdot 10^{-3} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}17$$

20. Sr-90

20.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Sr-90 (Absorptionsklasse Typ S) wird zu 90 % via Nase und Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f_1=0,01) im Verlauf von Stunden bis Tagen wieder ausgeschieden. Etwa 5 % bleiben längerfristig in der Lunge. Die Verweilzeit dieses Anteils im Körper wird wegen der langen physikalischen Halbwertszeit durch die Mechanismen der Lungenclearance bestimmt. Strontium, das ins Blut gelangt, wird in die Knochen eingebaut oder, primär über den Urin, wieder ausgeschieden.

20.2 Messmethoden

Triagemessung

Messung einer Urinprobe mittels Flüssigszintillationszähler.

Messschwelle: 0,05 Bq/l

Inkorporationsmessung

Messung der Sr-90-Konzentration C_u im Urin in Bq/l mittels Flüssigszintillationszähler nach chemischer Aufbereitung.

20.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: 30 Tage	$T_{Messung}$: 30 Tage	$t_{Ereignis}$: 1 Tag

20.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = $C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

C_u: Messwert in Bq/l

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Ausscheidungsanteil im Tagesurin (=1,4 l) in l^{-1}

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation. Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

Überwachungsintervall T = 30 Tage

t [Tage]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	$0{,}13\times10^{-3}$
2	$0{,}32\times10^{-3}$
3	$0{,}49\times10^{-3}$
4	$0{,}67\times10^{-3}$
5	$0{,}83\times10^{-3}$
6	$0{,}98\times10^{-3}$
7	$1{,}2\times10^{-3}$
15	$2{,}7\times10^{-3}$
30	$6{,}0\times10^{-3}$
45	11×10^{-3}
60	16×10^{-3}

20.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 30 Tage:

$$E_{50} = C_u \cdot 2{,}7 \cdot 10^{-3} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}25$$

21. Y-90

21.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Yttrium (Absorptionsklasse Typ M) wird via Nase und Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f_1=0.0001) rasch ausgeschieden. Etwa 5 % bleiben längerfristig in der Lunge. Die Verweilzeit dieses Anteils im Körper wird durch die physikalische Halbwertszeit von 2.67 Tagen bestimmt. Die geringe Menge Yttrium, die ins Blut gelangt, wird hauptsächlich in die Knochen und die Leber eingebaut (65 %) oder direkt wieder ausgeschieden.

21.2 Messmethoden

Triagemessung

Messung der Kontamination der Hände nach Ausziehen der Handschuhe mit einem Kontaminationsmonitor.

Messschwelle: 3000 Bq cm^{-2}

Inkorporationsmessung

Messung der Y-90-Konzentration C_u im Urin in Bq/l mittels Proportionalzähler nach chemischer Aufbereitung.

21.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: nach jeder Anwendung	$T_{Messung}$: bei Überschreitung der Messschwelle	$t_{Ereignis}$: 1 Tag

21.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = C_u·{e/m(t)}

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

C_u: Messwert in Bq/l

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Ausscheidungsanteil im Tagesurin (=1,4 l) in l^{-1}

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

t [Tage]	e_{inh}/m(t) [Sv·l/Bq]
1	$9{,}48\times10^{-7}$
2	$1{,}30\times10^{-5}$
3	$1{,}01\times10^{-4}$
4	$1{,}95\times10^{-4}$
5	$2{,}64\times10^{-4}$
6	$3{,}48\times10^{-4}$
7	$4{,}59\times10^{-4}$
10	$1{,}05\times10^{-3}$
15	$4{,}13\times10^{-3}$
20	$1{,}63\times10^{-2}$
30	2.49×10^{-1}

22. Tc-99m

22.1 Stoffwechsel

Das Technetium fixiert sich aktiv in der Schilddrüse, der Speicheldrüse, im Magen und Darm. Man nimmt an, dass der Rest der Aktivität sich gleichmässig im ganzen Organismus verteilt. Die Ausscheidung erfolgt über Stuhl und Urin (Resorptionsanteil $f1$=0,8).

22.2 Messmethoden

Triagemessung (obligatorisch)

Direkte Messung der Strahlung vor dem Magen respektive vor der Schilddrüse.

Messschwelle: 1 µSv/h

Inkorporationsmessung

Messung der Tc-99m-Aktivität in Bq mit einem Ganzkörperzähler.

22.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: am Tagesende	$T_{Messung}$: (bei Überschreitung der Messschwelle)	$t_{Ereignis}$: Sofort

22.4 Interpretation

Wegen der kurzen physikalischen Halbwertszeit (6h) ist eine Standardinterpretation der Messdaten nicht möglich. Inkorporationen im Normalfall (kBq) führen nur zu kleinen Dosen (10^{-5} mSv). Bei einem Unfall oder nach Überschreitung der Messschwelle sind eine spezielle Untersuchung und Interpretation der Daten erforderlich.

23. In-111

23.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Indium (Absorptionsklasse Typ M) wird via Nase und Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f_1=0.02) rasch ausgeschieden. Indium, das ins Blut gelangt, verteilt sich relativ gleichmässig im ganzen Körper. Es wird angenommen, dass dieser Anteil nicht mehr ausgeschieden wird. Die Verweilzeit des kurzlebigen In-111 im Körper wird somit durch die physikalische Halbwertszeit von 2.8 Tagen bestimmt.

23.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung der Gammastrahlung mit einem Thoraxmessgerät.

Messschwelle: 5000 Bq

Inkorporationsmessung

Messung der In-111-Aktivität in M in Bq mit einem Ganzkörperzähler.

23.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: 7 Tage	$T_{Messung}$: 7 Tage	$t_{Ereignis}$: Sofort

23.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = $M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

Überwachungsintervall T = 7 Tage

M: Messwert in Bq

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Retentionsanteil

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

t [Tage]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	$0{,}80\times10^{-9}$
2	$1{,}88\times10^{-9}$
3	$3{,}99\times10^{-9}$
4	$6{,}97\times10^{-9}$
5	$10{,}4\times10^{-9}$
6	$14{,}2\times10^{-9}$
7	$18{,}7\times10^{-9}$
8	$24{,}2\times10^{-9}$
9	$31{,}2\times10^{-9}$
10	$40{,}1\times10^{-9}$
14	109×10^{-9}

23.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 7 Tage:

$$E_{50} = M \cdot 3.99 \cdot 10^{-9} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}10$$

24. I-123

24.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Jod (Absorptionsklasse Typ F) wird zu 50 % wieder ausgeatmet. Die andere Hälfte gelangt rasch ins Blut (Resorptionsanteil f_1=1). Davon werden 30 % im Verlauf eines Tages in die Schilddrüse eingebaut, 70 % werden über den Urin ausgeschieden. Die biologische Halbwertszeit in der Schilddrüse beträgt 80 Tage. Die Verweilzeit des kurzlebigen I-123 in der Schilddrüse wird somit durch die physikalische Halbwertszeit von 13,2 Stunden bestimmt.

24.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung der Schilddrüse mit einem Kontaminationsmonitor.

Messschwelle: 1400 Bq

Inkorporationsmessung

Messung der I-123-Aktivität M in Bq mit einem Schilddrüsenmonitor.

24.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: am Tagesende (= 12 h)	$T_{Messung}$: bei Überschreitung der Messschwelle	$t_{Ereignis}$: 6–12 h

24.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = $M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

M: Messwert in Bq

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Retentionsanteil

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

t [Tage]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1/4	$0{,}0022\times10^{-6}$
1/2	$0{,}0020\times10^{-6}$
1	$0{,}0029\times10^{-6}$
1,5	$0{,}0052\times10^{-6}$
2	$0{,}010\times10^{-6}$
3	$0{,}034\times10^{-6}$
4	$0{,}12\times10^{-6}$
5	$0{,}44\times10^{-6}$
6	$1{,}5\times10^{-6}$
7	$5{,}5\times10^{-6}$

25. I-124

25.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Jod (Absorptionsklasse Typ F) wird zu 50 % wieder ausgeatmet. Die andere Hälfte gelangt rasch ins Blut (Resorptionsanteil f_1=1). Davon werden 30 % im Verlauf eines Tages in die Schilddrüse eingebaut, 70 % werden über den Urin ausgeschieden. Die biologische Halbwertszeit in der Schilddrüse beträgt 80 Tage. Die Verweilzeit des kurzlebigen I-124 in der Schilddrüse wird somit durch die physikalische Halbwertszeit von 4,2 Tagen bestimmt.

25.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung der Schilddrüse mit einem Kontaminationsmonitor.

Messschwelle: 3000 Bq

Inkorporationsmessung

Messung der I-124-Aktivität M in Bq mit einem Schilddrüsenmonitor.

25.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: 7 Tage	$T_{Messung}$: 14 Tage	$t_{Ereignis}$: 6–12 h

25.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = $M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

M: Messwert in Bq

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Retentionsanteil

.

Überwachungsintervall T = 14 Tage

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

t [Tage]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	$0{,}56\times10^{-7}$
2	$0{,}62\times10^{-7}$
3	$0{,}74\times10^{-7}$
4	$0{,}88\times10^{-7}$
5	$1{,}04\times10^{-7}$
6	$1{,}24\times10^{-7}$
7	$1{,}48\times10^{-7}$
10	$2{,}49\times10^{-7}$
14	$5{,}00\times10^{-7}$
15	$5{,}94\times10^{-7}$
21	$14{,}1\times10^{-7}$

25.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 14 Tage:

$$E_{50} = M \cdot 1.48 \cdot 10^{-7} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}10$$

26. I-125

26.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Jod (Absorptionsklasse Typ F) wird zu 50 % wieder ausgeatmet. Die andere Hälfte gelangt rasch ins Blut (Resorptionsanteil f_1=1). Davon werden 30 % im Verlauf eines Tages in die Schilddrüse eingebaut, 70 % werden über den Urin ausgeschieden. Die biologische Halbwertszeit in der Schilddrüse beträgt 80 Tage und die physikalische Halbwertszeit 60 Tage.

26.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung der Schilddrüse mit einem Kontaminationsmonitor.

Messschwelle: 1 300 Bq

Inkorporationsmessung

Messung der I-125-Aktivität M in Bq mit einem Schilddrüsenmonitor.

26.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}:	30 Tage	$T_{Messung}$:	90 Tage	$t_{Ereignis}$:	6–12 h

26.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

M: Messwert in Bq

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Retentionsanteil

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

Überwachungsintervall T = 90 Tage

t [Tage]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	$0{,}56\times10^{-7}$
2	$0{,}52\times10^{-7}$
3	$0{,}52\times10^{-7}$
4	$0{,}56\times10^{-7}$
5	$0{,}56\times10^{-7}$
6	$0{,}56\times10^{-7}$
7	$0{,}56\times10^{-7}$
15	$0{,}66\times10^{-7}$
30	$0{,}90\times10^{-7}$
45	$1{,}2\times10^{-7}$
60	$1{,}6\times10^{-7}$
90	$2{,}6\times10^{-7}$
135	$6{,}1\times10^{-7}$

26.5 Interpretation für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 90 Tage: $E_{50} = M \cdot 1{,}2 \cdot 10^{-7} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}20$

27. I-131

27.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Jod (Absorptionsklasse Typ F) wird zu 50 % wieder ausgeatmet. Die andere Hälfte gelangt rasch ins Blut (Resorptionsanteil f_1=1). Davon werden 30 % im Verlauf eines Tages in die Schilddrüse eingebaut, 70 % werden über den Urin ausgeschieden. Die biologische Halbwertszeit in der Schilddrüse beträgt 80 Tage. Die Verweilzeit des I-131 in der Schilddrüse wird somit durch die physikalische Halbwertszeit von 8 Tagen bestimmt.

27.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung der Schilddrüse mit einem Kontaminationsmonitor.

Messschwelle: 2000 Bq

Inkorporationsmessung

Messung der I-131-Aktivität M in Bq mit einem Schilddrüsenmonitor.

27.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}:	7 Tage	$T_{Messung}$:	30 Tage	$t_{Ereignis}$:	6–12 h

27.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

E_{50}:	50-Jahre-Folgedosis in Sv
M:	Messwert in Bq
e_{inh}:	Dosisfaktor in Sv/Bq
m(t):	Retentionsanteil
t:	Tage zwischen Messung und Inkorporation. Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

Überwachungsintervall T = 30 Tage

t [Tage]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	$0{,}092\times10^{-6}$
2	$0{,}092\times10^{-6}$
3	$0{,}10\times10^{-6}$
4	$0{,}11\times10^{-6}$
5	$0{,}12\times10^{-6}$
6	$0{,}13\times10^{-6}$
7	$0{,}15\times10^{-6}$
15	$0{,}31\times10^{-6}$
30	$1{,}3\times10^{-6}$
45	$5{,}2\times10^{-6}$

27.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 30 Tage:

$$E_{50} = M \cdot 0{,}31 \cdot 10^{-6} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}06$$

28. Ba-133

28.1 Stoffwechsel

Der Stoffwechsel von Barium im Körper hängt sehr stark von der Löslichkeit der jeweiligen Verbindung ab, grundsätzlich verhält sich Barium aber ähnlich wie Ca oder Sr. Lösliche Bariumverbindungen Absorptionsklasse Typ F) gelangen sehr schnell fast vollständig in die Blutbahn, schwer lösliche Bariumverbindungen werden zu je etwa 50% über die Blutbahn und den Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f1 = 0,1) im Verlauf von wenigen Tagen aus der Lunge entfernt und teilweise über den Stuhl ausgeschieden. Barium, das in die Blutbahn gelangt, wird in die Knochen eingebaut oder, primär über den Urin, wieder ausgeschieden.

28.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung der Gammastrahlung mit einem Thoraxmessgerät.

Messschwelle: 6000 Bq

Inkorporationsmessung

Messung der Ba-133-Aktivität M in Bq mit einem Ganzkörperzähler.

28.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: 180 Tage	$T_{Messung}$: 180 Tage	$t_{Ereignis}$: sofort

28.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = $M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

M: Messwert in Bq

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Retentionsanteil

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

t [Tage]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	3.69×10^{-9}
2	6.60×10^{-9}
3	1.10×10^{-8}
4	1.64×10^{-8}
5	2.20×10^{-8}
6	2.75×10^{-8}
7	3.24×10^{-8}
15	4.79×10^{-8}
30	5.78×10^{-8}
60	6.89×10^{-8}
90	7.99×10^{-8}
180	1.06×10^{-7}
270	1.25×10^{-7}

29. Cs-134

29.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Cäsium (Absorptionsklasse Typ F) wird zu 50 % wieder ausgeatmet. Die andere Hälfte gelangt rasch ins Blut (Resorptionsanteil f_1=1). Dieser Anteil verteilt sich gleichmässig über den ganzen Körper. 10 % dieser Aktivität wird mit einer biologischen Halbwertszeit von 2 Tagen primär im Urin ausgeschieden, die restlichen 90 % mit einer solchen von 110 Tagen bei Männern, etwa 70 Tagen bei Frauen. Zur Inkorporationsüberwachung wird die für Männer bestimmte Halbwertszeit verwendet.

29.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung der Gammastrahlung mit einem Thoraxmessgerät. Da Cäsium aus der Lunge rasch in den Körper gelangt, kann nicht erwartet werden, dass das Thoraxmessgerät das inhalierte Cäsium total erfasst. Um das zu korrigieren, wird davon ausgegangen, dass die Thoraxmessung nur 50 % der inkorporierten Menge erfasst.

Messschwelle: 6 000 Bq

Inkorporationsmessung

Messung der Cs-134-Aktivität M in Bq mit einem Ganzkörperzähler.

29.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}:	180 Tage	$T_{Messung}$:	180 Tage	$t_{Ereignis}$:	Sofort

29.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = $M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

M: Messwert in Bq

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Retentionsanteil

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

Überwachungsintervall T = 180 Tage

t [Tage]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	$0{,}16\times10^{-7}$
2	$0{,}19\times10^{-7}$
3	$0{,}21\times10^{-7}$
4	$0{,}22\times10^{-7}$
5	$0{,}22\times10^{-7}$
6	$0{,}23\times10^{-7}$
7	$0{,}23\times10^{-7}$
15	$0{,}25\times10^{-7}$
30	$0{,}27\times10^{-7}$
60	$0{,}34\times10^{-7}$
90	$0{,}42\times10^{-7}$
180	$0{,}80\times10^{-7}$
270	$1{,}5\times10^{-7}$

29.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 180 Tage:

$$E_{50} = M \cdot 0{,}42 \cdot 10^{-7} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}28$$

30. Cs-137

30.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Cäsium (Absorptionsklasse Typ F) wird zu 50 % wieder ausgeatmet. Die andere Hälfte gelangt rasch ins Blut (Resorptionsanteil f_1=1). Dieser Anteil verteilt sich gleichmässig über den ganzen Körper. 10 % dieser Aktivität wird mit einer biologischen Halbwertszeit von 2 Tagen primär im Urin ausgeschieden, die restlichen 90 % mit einer solchen von 110 Tagen bei Männern, etwa 70 Tagen bei Frauen. Zur Inkorporationsüberwachung wird die für Männer bestimmte Halbwertszeit verwendet.

30.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung der Gammastrahlung mit einem Thoraxmessgerät. Da Cäsium aus der Lunge rasch in den Körper gelangt, kann nicht erwartet werden, dass das Thoraxmessgerät das inhalierte Cäsium total erfasst. Um das zu korrigieren, wird davon ausgegangen, dass die Thoraxmessung nur 50 % der inkorporierten Menge erfasst.

Messschwelle: 9 000 Bq

Inkorporationsmessung

Messung der Cs-137-Aktivität M in Bq mit einem Ganzkörperzähler.

30.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}:	180 Tage	$T_{Messung}$:	180 Tage	$t_{Ereignis}$:	Sofort

30.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

E_{50}:	50-Jahre-Folgedosis in Sv
M:	Messwert in Bq
e_{inh}:	Dosisfaktor in Sv/Bq
m(t):	Retentionsanteil
t:	Tage zwischen Messung und Inkorporation. Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

Überwachungsintervall T = 180 Tage

t [Tage]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	$1{,}1\times10^{-8}$
2	$1{,}3\times10^{-8}$
3	$1{,}5\times10^{-8}$
4	$1{,}5\times10^{-8}$
5	$1{,}6\times10^{-8}$
6	$1{,}6\times10^{-8}$
7	$1{,}6\times10^{-8}$
15	$1{,}7\times10^{-8}$
30	$1{,}9\times10^{-8}$
60	$2{,}2\times10^{-8}$
90	$2{,}8\times10^{-8}$
180	$4{,}8\times10^{-8}$
270	$8{,}6\times10^{-8}$

30.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 180 Tage:

$$E_{50} = M \cdot 2{,}8 \cdot 10^{-8} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}33$$

31. Eu-152

31.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Europium (Absorptionsklasse Typ M) wird zu einem grossen Teil via Nase und Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f1 = 0,005) rasch wieder ausgeschieden. Europium, das in die Blutbahn gelangt, wird zu je etwa 40% in die Knochen eingebaut oder gelangt in die Leber (biologische Halbwertszeit 3500 Tage), 6% gelangen in die Nieren, wo sie mit einer biologischen Halbwertszeit von etwa 10 Tagen ausgeschieden werden.

31.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung der Gammastrahlung mit einem Thoraxmessgerät.

Messschwelle: 1000 Bq

Inkorporationsmessung

Messung der Eu-152-Aktivität M in Bq mit einem Ganzkörperzähler.

31.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: 180 Tage	$T_{Messung}$: 180 Tage	$t_{Ereignis}$: sofort

31.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = $M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

M: Messwert in Bq

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Retentionsanteil

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

t [Tage]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	5.48×10^{-8}
2	1.04×10^{-7}
3	1.80×10^{-7}
4	2.52×10^{-7}
5	3.02×10^{-7}
6	3.27×10^{-7}
7	3.39×10^{-7}
15	3.65×10^{-7}
30	4.01×10^{-7}
60	4.49×10^{-7}
90	4.81×10^{-7}
180	5.29×10^{-7}
270	5.64×10^{-7}

32. Sm-153

32.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Samarium (Absorptionsklasse Typ M) wird via Nase und Verdauungstrakt rasch wieder ausgeschieden (Resorptionsanteil f_1=0.0005). Die geringe Menge Samarium, die ins Blut gelangt, wird zu 90 % in die Knochen und in die Leber eingebaut, mit einer biologischen Halbwertszeit von 3500 Jahren. Die Verweilzeit von Samarium-153 im Körper wird somit durch die physikalische Halbwertzeit von 46.7 Stunden bestimmt.

32.2 Messmethoden

Triagemessung (obligatorisch)

Messung der Kontamination der Hände nach Ausziehen der Handschuhe mit einem Kontaminationsmonitor.

Messschwelle: 3000 Bq cm^{-2}

Inkorporationsmessung

Messung der Sm-153-Aktivität M in Bq mit einem Ganzkörperzähler.

32.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: nach jeder Anwendung	$T_{Messung}$: bei Überschreitung der Messschwelle	$t_{Ereignis}$: sofort

32.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

M: Messwert in Bq

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Retentionsanteil

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

t [Tage]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	$1{,}96\times10^{-9}$
2	$5{,}31\times10^{-9}$
3	$1{,}30\times10^{-8}$
4	$2{,}61\times10^{-8}$
5	$4{,}42\times10^{-8}$
6	$6{,}83\times10^{-8}$
7	$1{,}01\times10^{-7}$
10	$3{,}05\times10^{-7}$
15	$1{,}87\times10^{-6}$
20	$1{,}14\times10^{-5}$
30	$4{,}22\times10^{-4}$

33. Eu-154

33.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Europium (Absorptionsklasse Typ M) wird zu einem grossen Teil via Nase und Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f1 = 0,005) rasch wieder ausgeschieden. Europium, das in die Blutbahn gelangt, wird zu je etwa 40% in die Knochen eingebaut oder gelangt in die Leber (biologische Halbwertszeit 3500 Tage), 6% gelangen in die Nieren, wo sie mit einer biologischen Halbwertszeit von etwa 10 Tagen ausgeschieden werden.

33.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung der Gammastrahlung mit einem Thoraxmessgerät.

Messschwelle: 800 Bq

Inkorporationsmessung

Messung der Eu-154-Aktivität M in Bq mit einem Ganzkörperzähler.

33.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: 180 Tage	$T_{Messung}$: 180 Tage	$t_{Ereignis}$: sofort

33.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = $M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

M: Messwert in Bq

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Retentionsanteil

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation. Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

t [Tage]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	7.10×10^{-8}
2	1.35×10^{-7}
3	2.33×10^{-7}
4	3.27×10^{-7}
5	3.92×10^{-7}
6	4.24×10^{-7}
7	4.40×10^{-7}
15	4.74×10^{-7}
30	5.21×10^{-7}
60	5.85×10^{-7}
90	6.27×10^{-7}
180	6.95×10^{-7}
270	7.46×10^{-7}

34. Er-169

34.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Erbium (Absorptionsklasse Typ M) wird via Nase und Verdauungstrakt rasch wieder ausgeschieden (Resorptionsanteil f_1=0.0005). Etwa 5 % bleiben längerfristig in der Lunge. Die Verweilzeit dieses Anteils wird durch die physikalische Halbwertszeit von 9.4 Tagen bestimmt. Die geringe Menge Erbium, die ins Blut gelangt, wird zu 65 % in die Knochen und in die Leber eingebaut oder direkt wieder ausgeschieden.

34.2 Messmethoden

Triagemessung (obligatorisch)

Messung der Kontamination der Hände nach Ausziehen der Handschuhe mit einem Kontaminationsmonitor.

Messschwelle: 10 000 Bq cm^{-2}

Inkorporationsmessung

Messung der Er-169-Konzentration Cu im Urin in Bq/l mittels Proportionalzähler nach chemischer Aufbereitung.

34.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}:	nach jeder Anwendung	$T_{Messung}$:	bei Überschreitung der Messschwelle	$t_{Ereignis}$:	1 Tag

34.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = $C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}:	50-Jahre-Folgedosis in Sv
Cu:	Messwert in Bq/l
e_{inh}:	Dosisfaktor in Sv/Bq
m(t):	Ausscheidungsanteil im Tagesurin (=1,4 l) in l^{-1}
t:	Tage zwischen Messung und Inkorporation. Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

T [Tage]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	$4{,}25\times10^{-7}$
2	$4{,}75\times10^{-6}$
3	$2{,}95\times10^{-5}$
4	$4{,}60\times10^{-5}$
5	$5{,}17\times10^{-5}$
6	$5{,}65\times10^{-5}$
7	$6{,}16\times10^{-5}$
10	$8{,}05\times10^{-5}$
15	$1{,}24\times10^{-4}$
20	$1{,}91\times10^{-4}$
30	$4{,}47\times10^{-4}$

35. Lu-177

35.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Lutetium (Absorptionsklasse Typ M) wird via Nase und Verdauungstrakt rasch wieder ausgeschieden (Resorptionsanteil f_1=0.0005). Die geringe Menge Lutetium, die ins Blut gelangt, wird zu etwa 62 % vom Körper (hauptsächlich von den Knochen) aufgenommen, mit einer biologischen Halbwertszeit von 3500 Jahren. Der Rest wird etwa zu gleichen Teilen via Stuhl und Urin ausgeschieden. Die Verweilzeit vom Lutetium-177 im Körper wird durch die physikalische Halbwertszeit von 6.7 Tagen bestimmt.

35.2 Messmethoden

Triagemessung (obligatorisch)

Messung der Kontamination der Hände nach Ausziehen der Handschuhe mit einem Kontaminationsmonitor.

Messschwelle: 3000 Bq cm^{-2}

Inkorporationsmessung

Messung der Lu-177-Aktivität M in Bq mit einem Ganzkörperzähler.

35.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: nach jeder Anwendung	$T_{Messung}$: nach Überschreitung der Messschwelle	$t_{Ereignis}$: sofort

35.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = $M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv
M: Messwert in Bq
e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq
m(t): Retentionsanteil
t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

t [Tage]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	$3{,}48\times10^{-9}$
2	$7{,}63\times10^{-9}$
3	$1{,}56\times10^{-8}$
4	$2{,}58\times10^{-8}$
5	$3{,}57\times10^{-8}$
6	$4{,}38\times10^{-8}$
7	$5{,}08\times10^{-8}$
10	$7{,}27\times10^{-8}$
15	$1{,}27\times10^{-7}$
20	$2{,}23\times10^{-7}$
30	$6{,}75\times10^{-7}$

36. Re-186

36.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Rhenium (Absorptionsklasse Typ M) gelangt rasch in die Schilddrüse, den Magen, die Leber und den Darm. Man nimmt an, dass der Rest der Aktivität sich gleichmässig im ganzen Organismus verteilt. Etwa 70 % des Rhenium wird mit einer biologischen Halbwertszeit von 1.6 Tagen zu gleichen Teilen via Stuhl und Urin ausgeschieden (Resorptionsanteil $f_1 = 0.8$).

36.2 Messmethoden

Triagemessung

Messung der Kontamination der Hände nach Ausziehen der Handschuhe mit einem Kontaminationsmonitor.

Messschwelle: 3000 Bq cm^{-2}

Inkorporationsmessung

Messung der Re-186-Aktivität M in Bq mit einem Ganzkörperzähler.

36.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: nach jeder Anwendung	$T_{Messung}$: bei Überschreitung der Messschwelle	$t_{Ereignis}$: sofort

36.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

M: Messwert in Bq

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Retentionsanteil

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

t [Tage]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	$2{,}74\times10^{-9}$
2	$4{,}90\times10^{-9}$
3	$8{,}22\times10^{-9}$
4	$1{,}30\times10^{-8}$
5	$1{,}94\times10^{-8}$
6	$2{,}80\times10^{-8}$
7	$3{,}90\times10^{-8}$
10	$9{,}09\times10^{-8}$
15	$2{,}89\times10^{-7}$
20	$8{,}28\times10^{-7}$
30	$6{,}22\times10^{-6}$

37. Re-188

37.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Rhenium (Absorptionsklasse Typ M) gelangt rasch in die Schilddrüse, den Magen, die Leber und den Darm. Man nimmt an, dass der Rest der Aktivität sich gleichmässig im ganzen Organismus verteilt. Etwa 70 % des Rhenium wird mit einer biologischen Halbwertszeit von 1.6 Tagen zu gleichen Teilen via Stuhl und Urin ausgeschieden (Resorptionsanteil $f_1 = 0.8$).

37.2 Messmethoden

Triagemessung

Messung der Kontamination der Hände nach Ausziehen der Handschuhe mit einem Kontaminationsmonitor.

Messschwelle: 3000 Bq cm^{-2}

Inkorporationsmessung

Messung der Re-188-Aktivität M in Bq mit einem Ganzkörperzähler.

37.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: nach jeder Anwendung	$T_{Messung}$: bei Überschreitung der Messschwelle	$t_{Ereignis}$: sofort

37.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

M: Messwert in Bq

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Retentionsanteil

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

t [Tage]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	$3{,}75\times10^{-9}$
2	$1{,}49\times10^{-8}$
3	$5{,}53\times10^{-8}$
4	$1{,}93\times10^{-7}$
5	$6{,}43\times10^{-7}$
6	$2{,}06\times10^{-6}$
7	$6{,}33\times10^{-6}$
10	$1{,}61\times10^{-4}$
15	$2{,}75\times10^{-2}$

38. Tl-201

38.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Thallium (Absorptionsklasse Typ F) wird zu 50 % wieder ausgeatmet. Der andere Teil gelangt rasch ins Blut (Resorptionsanteil f_1=1). Dieser Anteil wird zu 97 % gleichmässig über den ganzen Körper verteilt und 3 % gehen in die Nieren. Das Thallium wird mit einer biologischen Halbwertszeit von 10 Tagen ausgeschieden.

38.2 Messmethoden

Triagemessung

Direkte Messung der Gammastrahlung mit einem Thoraxmessgerät.

Messschwelle: 55 000 Bq

Inkorporationsmessung

Messung der Tl-201-Aktivität M in Bq mit einem Ganzkörperzähler.

38.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: 14 Tage	$T_{Messung}$: 14 Tage	$t_{Ereignis}$: Sofort

38.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)}

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv
M: Messwert in Bq
e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq
m(t): Retentionsanteil

Überwachungsintervall T = 14 Tage.

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

t [Tage]	e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	$0{,}16\times10^{-9}$
2	$0{,}25\times10^{-9}$
3	$0{,}35\times10^{-9}$
4	$0{,}48\times10^{-9}$
5	$0{,}66\times10^{-9}$
6	$0{,}89\times10^{-9}$
7	$1{,}19\times10^{-9}$
8	$1{,}61\times10^{-9}$
9	$2{,}16\times10^{-9}$
10	$2{,}91\times10^{-9}$
14	$9{,}55\times10^{-9}$
21	$56{,}7\times10^{-9}$

39. Ra-223

39.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Radium (Absorptionsklasse Typ M) wird via Nase und Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f_1=0.2) im Verlauf von Stunden bis Tagen wieder ausgeschieden. Etwa 5 % bleiben längerfristig in der Lunge. Die Verweilzeit in der Lunge wird durch die Mechanismen der Lungenclearance bestimmt. Radium, das ins Blut gelangt, wird primär in die Knochen eingebaut.

39.2 Messmethoden

Triagemessung

Messung der Kontamination der Hände nach Ausziehen der Handschuhe mit einem Kontaminationsmonitor.

Messschwelle: 300 Bq cm^{-2}

Inkorporationsmessung

Messung der Aktivitätskonzentration C_u im Urin in Bq/l des Ra-223 und der Folgenuklide.

39.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}:	nach jeder Anwendung	$T_{Messung}$:	bei Überschreitung der Messschwelle	$t_{Ereignis}$:	1 Tag

39.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = $C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

C_u: Messwert in Bq/l

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Ausscheidungsanteil im Tagesurin (=1,4 l) in l^{-1}

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

t [Tage]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l /Bq]
1	5.23×10^{-3}
2	3.05×10^{-2}
3	4.79×10^{-2}
4	7.16×10^{-2}
5	1.06×10^{-1}
6	1.54×10^{-1}
7	2.20×10^{-1}
8	3.06×10^{-1}
9	4.16×10^{-1}
10	5.48×10^{-1}
30	5.21
40	1.10×10^{1}

40. Ra-226

40.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Radium (Absorptionsklasse Typ M) wird via Nase und Verdauungstrakt (Resorptionsanteil f_1=0.2) im Verlauf von Stunden bis Tagen wieder ausgeschieden. Etwa 5 % bleiben längerfristig in der Lunge. Die Verweilzeit in der Lunge wird durch die Mechanismen der Lungenclearance bestimmt. Radium, das ins Blut gelangt, wird primär in die Knochen eingebaut.

40.2 Messmethoden

Triagemessung

Messung der α-Aktivitätskonzentration der Raumluft am Arbeitsplatz.

Messschwelle: 380 Bq h/m^3 (Integralwert über 1 Jahr)

Inkorporationsmessung

Messung der Aktivitätskonzentration C_u im Urin in Bq/l des Ra-226 und der Folgenuklide.

40.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: –	$T_{Messung}$: 180 Tage	$t_{Ereignis}$: Sofort

40.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

E_{50} = $C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

C_u: Messwert in Bq/l

E_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Ausscheidungsanteil im Tagesurin (=1,4 l) in l^{-1}

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

Überwachungsintervall T = 180 Tage

t [Tage]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
1	$0{,}20\times10^{-2}$
2	$0{,}99\times10^{-2}$
3	$1{,}50\times10^{-2}$
4	$2{,}11\times10^{-2}$
5	$2{,}93\times10^{-2}$
6	$4{,}03\times10^{-2}$
7	$5{,}42\times10^{-2}$
15	$17{,}6\times10^{-2}$
30	$32{,}6\times10^{-2}$
60	$48{,}8\times10^{-2}$
90	$68{,}8\times10^{-2}$
180	151×10^{-2}
270	275×10^{-2}

40.5 Korrektur für vorangehende Inkorporation

Überwachungsintervall T = 180 Tage: $E_{50} = M \cdot 6{,}9 \cdot 10^{-1} - E_{50}^{a} \cdot 0{,}25$

41. Th-232

41.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Th-232 (Annahmen: Oxid oder Hydroxid, Absorptionsklasse Typ S) wird zu 90 % via Nase und Verdauungstrakt (Resorptionsanteil $f_1=2\times10^{-4}$) im Verlauf von Stunden bis Tagen wieder ausgeschieden. Etwa 5 % bleiben längerfristig in der Lunge. Die Verweilzeit in der Lunge wird, wegen der langen physikalischen Halbwertszeit, durch die Mechanismen der Lungenclearance bestimmt. Thorium, das ins Blut gelangt, wird primär im Knochen langzeitig deponiert, wobei wegen des andauernden Knochenumbaus auch das Knochenmark einer relativ hohen Dosis ausgesetzt wird.

41.2 Messmethoden

Triagemessung (obligatorisch)

Messung der Th-232-Konzentration in der Luft am Arbeitsplatz (Atemluftüberwachung).

Messschwelle: 70 Bq·h/m^3 (Integralwert über 1 Jahr)

Bei Überschreitung der Messschwelle ist während den ersten 3 Tagen der Stuhl und Urin zu sammeln und auszumessen. Ab der 10-fachen Messschwelle ist auch eine Ganzkörpermessung durchzuführen.

Als Ergänzung der Triagemessungen ist einmal pro Jahr eine Messung der Th-232 Konzentration C_u im Urin in Bq/l durchzuführen.

41.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: –	$T_{Messung}$: 360 Tage	$t_{Ereignis}$: Sofort

41.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

Jeder positive Befund ist individuell abzuklären.

E_{50}·= C_u·{e_{inh}/m(t)} bei Urinmessungen
E_{50}·= M_{st}·{e_{inh}/m(t)} bei Stuhlmessungen
E_{50}·= M·{e_{inh}/m(t)} bei Ganzkörpermessungen

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

C_u: Messwert in Bq/l (Urin-Messung)

M_{st}: Messwert in Bq/d (Stuhl-Messung)

M: Messwert in Bq (GK-Messung)

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Ausscheidungsanteil im Tagesurin (=1,4 l) in l^{-1}; oder im Stuhl in d^{-1}; oder GK-Retentionsanteil

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

t [Tage]	Urin e_{inh}/m(t) [Sv·l/Bq]	Stuhl e_{inh}/m(t) [Sv·d/Bq]	GK e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	1,3	$0{,}011\times10^{-2}$	$0{,}24\times10^{-4}$
2	5,1	$0{,}0075\times10^{-2}$	$0{,}48\times10^{-4}$
3	8,8	$0{,}014\times10^{-2}$	$0{,}86\times10^{-4}$
4	11	$0{,}034\times10^{-2}$	$1{,}3\times10^{-4}$
5	12	$0{,}086\times10^{-2}$	$1{,}6\times10^{-4}$
6	13	$0{,}21\times10^{-2}$	$1{,}8\times10^{-4}$
7	15	$0{,}48\times10^{-2}$	$1{,}9\times10^{-4}$
15	22	$2{,}4\times10^{-2}$	$2{,}1\times10^{-4}$
30	28	$3{,}4\times10^{-2}$	$2{,}4\times10^{-4}$
45	34	$4{,}8\times10^{-2}$	$2{,}6\times10^{-4}$
90	44	11×10^{-2}	$3{,}1\times10^{-4}$
180	53	32×10^{-2}	$3{,}6\times10^{-4}$

42. U-235

42.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Uranium (Annahme Oxid, Absorptionsklasse Typ S) wird zu rund 90 % via Nase und Verdauungstrakt (Resorptionsanteil $f_1=2\times10^{-3}$) im Verlauf von Stunden bis Tagen wieder ausgeschieden. Etwa 5 % bleiben längerfristig in der Lunge. Die Verweilzeit in der Lunge wird durch die Mechanismen der Lungenclearance bestimmt. Uranium, das ins Blut gelangt, wird über die Nieren recht effizient ausgeschieden. Die Lungendosis dominiert; die Retention im Knochen ist unwichtig. Speziell bei löslichen Uranverbindungen wie UF_6 ist die chemische Toxizität zu beachten.

42.2 Messmethoden

Triagemessung

Messung der U-235-Konzentration in der Luft am Arbeitsplatz (Atemluftüberwachung).

Messschwelle: 140 Bq·h/m^3 (Integralwert über 1 Jahr)

Bei Überschreitung der Messschwelle ist während den ersten 3 Tagen der Stuhl und Urin zu sammeln und auszumessen.

Inkorporationsmessung

Messung der U-235-Konzentration C_u im Urin in Bq/l.

42.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: –	$T_{Messung}$: 90 Tage	$t_{Ereignis}$: Sofort

42.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

Jeder positive Befund ist individuell abzuklären

E_{50} = C_u {e_{inh}/m(t)}
E_{50} = M_{st} {e_{inh}/m(t)}

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv
C_u: Messwert in Bq/l (Urin-Messung)
M_{st}: Messwert in Bq/d (Stuhl-Messung)
e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq
m(t): Ausscheidungsanteil im Tagesurin (=1,4 l) in l^{-1} oder im Stuhl in d^{-1}
t: Tage zwischen Messung und Inkorporation. Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

t [Tage]	Urin e_{inh}/m(t) [Sv·l/Bq]	Stuhl e_{inh}/m(t) [Sv·d/Bq]
1	0,012	$0{,}055\times10^{-3}$
2	0,19	$0{,}038\times10^{-3}$
3	0,33	$0{,}073\times10^{-3}$
4	0,36	$0{,}17\times10^{-3}$
5	0,39	$0{,}44\times10^{-3}$
6	0,43	$1{,}1\times10^{-3}$
7	0,45	$2{,}4\times10^{-3}$
15	0,71	12×10^{-3}
30	1,1	17×10^{-3}
45	1,4	24×10^{-3}
90	2,0	55×10^{-3}
180	2,6	165×10^{-3}

43. U-238

43.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Uranium (Annahme Oxid, Absorptionsklasse Typ S) wird zu rund 90 % via Nase und Verdauungstrakt (Resorptionsanteil $f_1=2\times10^{-3}$) im Verlauf von Stunden bis Tagen wieder ausgeschieden. Etwa 5 % bleiben längerfristig in der Lunge. Die Verweilzeit in der Lunge wird durch die Mechanismen der Lungenclearance bestimmt. Uranium, das ins Blut gelangt, wird über die Nieren recht effizient ausgeschieden. Die Lungendosis dominiert; die Retention im Knochen ist unwichtig. Speziell bei löslichen Uranverbindungen wie UF_6 dominiert die chemische Toxizität.

43.2 Messmethoden

Triagemessung

Messung der U-238-Konzentration in der Luft am Arbeitsplatz (Atemluftüberwachung).

Messschwelle: 150 Bq·h/m^3 (Integralwert über 1 Jahr)

Bei Überschreitung der Messschwelle ist während den ersten 3 Tagen der Stuhl und Urin zu sammeln und auszumessen.

Inkorporationsmessung

Messung der U-238-Konzentration C_u im Urin in Bq/l.

43.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: -	$T_{Messung}$: 90 Tage	$t_{Ereignis}$: Sofort

43.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

Jeder positive Befund ist individuell abzuklären

$E_{50} = C_u \{e_{inh}/m(t)\}$
$E_{50} = M_{st} \{e_{inh}/m(t)\}$

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

C_u: Messwert in Bq/l (Urin-Messung)

M_{st}: Messwert in Bq/d (Stuhl-Messung)

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Ausscheidungsanteil im Tagesurin (=1,4 l) in l^{-1} oder im Stuhl in d^{-1}

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation. Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

t [Tage]	Urin e_{inh}/m(t) [Sv·l/Bq]	Stuhl e_{inh}/m(t) [Sv·d/Bq]
1	0,011	$0{,}052\times10^{-3}$
2	0,18	$0{,}036\times10^{-3}$
3	0,31	$0{,}068\times10^{-3}$
4	0,33	$0{,}16\times10^{-3}$
5	0,36	$0{,}41\times10^{-3}$
6	0,40	$1{,}0\times10^{-3}$
7	0,42	$2{,}3\times10^{-3}$
15	0,67	12×10^{-3}
30	1,0	16×10^{-3}
45	1,3	23×10^{-3}
90	1,9	52×10^{-3}
180	2,4	154×10^{-3}

44. Np-237

44.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Neptunium (Annahme: Typ M) wird zu rund 90 % via Nase und Verdauungstrakt (Resorptionsanteil $f_1=5\times10^{-4}$) im Verlauf von Stunden bis Tagen wieder ausgeschieden. Etwa 5 % bleiben längerfristig in der Lunge. Die relativ kurze Verweilzeit in der Lunge wird durch die Mechanismen der Lungenclearance bestimmt. Neptunium, das ins Blut gelangt, wird im Knochen und in der Leber langzeitig deponiert. Relativ hohe Dosen erhalten auch das Knochenmark und die Keimzellen. Bei fortgeschrittener Lungenclearance erfolgt die Ausscheidung primär über den Urin.

44.2 Messmethoden

Triagemessung

Messung der Np-237-Konzentration der Raumluft am Arbeitsplatz (Atemluftüberwachung).

Messschwelle: 60 Bq·h/m^3 (Integralwert über 1 Jahr)

Bei Überschreitung der Messschwelle ist während den ersten 3 Tagen der Stuhl und Urin zu sammeln und auszumessen.

Inkorporationsmessung

Messung der Np-237-Konzentration C_u im Urin in Bq/l.

44.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: –	$T_{Messung}$: 90 Tage	$t_{Ereignis}$: Sofort

44.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

Jeder positive Befund ist individuell abzuklären.

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ bei Urinmessungen
$E_{50} = M_{st} \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ bei Stuhlmessungen
$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$ bei Lungenmessungen

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv
C_u: Messwert in Bq/l (Urin-Messung)
M_{st}: Messwert in Bq/d (Stuhl-Messung)
M: Messwert in Bq (Lungen-Messung)
e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq
m(t): Ausscheidungsanteil im Tagesurin (=1,4 l) in l^{-1}; oder im Stuhl in d^{-1}; oder Lungen-Retentionsanteil
t: Tage zwischen Messung und Inkorporation. Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

t [Tage]	Urin $e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]	Stuhl $e_{inh}/m(t)$ [Sv·d/Bq]	Lunge $e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
1	$3{,}4\times10^{-3}$	$0{,}014\times10^{-2}$	$2{,}6\times10^{-4}$
2	$1{,}6\times10^{-2}$	$0{,}010\times10^{-2}$	$2{,}7\times10^{-4}$
3	$3{,}0\times10^{-2}$	$0{,}019\times10^{-2}$	$2{,}7\times10^{-4}$
4	$4{,}4\times10^{-2}$	$0{,}045\times10^{-2}$	$2{,}8\times10^{-4}$
5	$6{,}2\times10^{-2}$	$0{,}12\times10^{-2}$	$2{,}8\times10^{-4}$
6	$8{,}1\times10^{-2}$	$0{,}28\times10^{-2}$	$2{,}8\times10^{-4}$
7	0,11	$0{,}65\times10^{-2}$	$2{,}9\times10^{-4}$
15	0,21	$3{,}6\times10^{-2}$	$3{,}3\times10^{-4}$
30	0,27	$5{,}4\times10^{-2}$	$3{,}9\times10^{-4}$
45	0,32	$7{,}9\times10^{-2}$	$4{,}5\times10^{-4}$
90	0,48	0,23	$6{,}8\times10^{-4}$
180	0,78	1,0	13×10^{-4}

45. Pu-239

45.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Plutonium (Annahme Oxid, Absorptionsklasse Typ S) wird zu rund 90 % via Nase und Verdauungstrakt (Resorptionsanteil $f_1=1\times10^{-5}$) im Verlauf von Stunden bis Tagen wieder ausgeschieden. Etwa 5 % bleiben längerfristig in der Lunge. Die Verweilzeit in der Lunge wird durch die Mechanismen der Lungenclearance bestimmt. Plutonium, das ins Blut gelangt, wird im Knochen und in der Leber langzeitig deponiert, wobei, wegen dem andauernden Knochenumbau, auch das Knochenmark zu den stärker bestrahlten Organen gehört.

45.2 Messmethoden

Triagemessung (obligatorisch)

Messung der Pu-239-Konzentration in der Luft am Arbeitsplatz (Atemluftüberwachung).

Messschwelle: 100 Bq·h/m^3 (Integralwert über 1 Jahr)

Bei Überschreitung der Messschwelle ist während den ersten 3 Tagen der Stuhl und Urin zu sammeln und auszumessen.

Als Ergänzung der Triagemessungen ist einmal pro Jahr eine Messung der Pu-239-Konzentration C_u im Urin in Bq/l durchzuführen.

45.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: –	$T_{Messung}$: 360 Tage	$t_{Ereignis}$: Sofort

45.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

Jeder positive Befund ist individuell abzuklären

E_{50} = C_u {e_{inh}/m(t)} bei Urinmessungen
E_{50} = M_{st} {e_{inh}/m(t)} bei Stuhlmessungen

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv

C_u: Messwert in Bq/l (Urin-Messung)

M_{st}: Messwert in Bq/d (Stuhl-Messung)

e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq

m(t): Ausscheidungsanteil im Tagesurin (=1,4 l) in l^{-1}; oder im Stuhl in d^{-1}

t: Tage zwischen Messung und Inkorporation.
Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

t [Tage]	Urin e_{inh}/m(t) [Sv·l/Bq]	Stuhl e_{inh}/m(t) [Sv·d/Bq]
1	5,1	$0{,}0075\times10^{-2}$
2	8,3	$0{,}0052\times10^{-2}$
3	14	$0{,}0099\times10^{-2}$
4	20	$0{,}024\times10^{-2}$
5	26	$0{,}059\times10^{-2}$
6	31	$0{,}15\times10^{-2}$
7	37	$0{,}33\times10^{-2}$
15	61	$1{,}7\times10^{-2}$
30	68	$2{,}4\times10^{-2}$
45	68	$3{,}3\times10^{-2}$
90	73	$7{,}5\times10^{-2}$
180	73	22×10^{-2}

46. Am-241

46.1 Stoffwechsel

Inhaliertes Americium (alle Verbindungen; Annahme: Absorptionsklasse Typ M) wird zu rund 90 % via Nase und Verdauungstrakt (Resorptionsanteil $f_1=5\times10^{-4}$) im Verlauf von Stunden bis Tagen wieder ausgeschieden. Etwa 5 % bleiben längerfristig in der Lunge. Die relativ kurze Verweilzeit in der Lunge wird durch die Mechanismen der Lungenclearance bestimmt. Americium, das ins Blut gelangt, wird im Knochen und in der Leber langzeitig deponiert. Relativ hohe Dosen erhalten auch das Knochenmark und die Keimzellen. Bei fortgeschrittener Lungenclearance erfolgt die Ausscheidung primär über den Urin.

46.2 Messmethoden

Triagemessung

Messung der Am-241-Konzentration in der Luft am Arbeitsplatz (Atemluftüberwachung).

Messschwelle: 30 Bq·h/m^3 (Integralwert über 1 Jahr)

Bei Überschreitung der Messschwelle ist während den ersten 3 Tagen der Stuhl und Urin zu sammeln und auszumessen. Falls der Messwert die 10fache Messschwelle überschreitet, ist die Americium-Aktivität in der Lunge mit einem Thoraxmessgerät zu bestimmen.

Inkorporationsmessung

Messung der Am-241-Konzentration C_u im Urin in Bq/l.

46.3 Überwachungsintervalle T und Zeitpunkt t der ersten Messung nach Ereignis

T_{Triage}: –	$T_{Messung}$: 90 Tage	$t_{Ereignis}$: Sofort

46.4 Interpretation ohne Berücksichtigung einer früheren Inkorporation

Jeder positive Befund ist individuell abzuklären.

E_{50} = C_u·{e_{inh}/m(t)} bei Urinmessungen
E_{50} = M_{st}·{e_{inh}/m(t)} bei Stuhlmessungen
E_{50} = M·{e_{inh}/m(t)} bei Lungenmessungen

E_{50}: 50-Jahre-Folgedosis in Sv
C_u: Messwert in Bq/l (Urin-Messung)
M_{st}: Messwert in Bq/d (Stuhl-Messung)
M: Messwert in Bq (Lungen-Messung)
e_{inh}: Dosisfaktor in Sv/Bq
m(t): Ausscheidungsanteil im Tagesurin (=1,4 l) in l^{-1}; oder im Stuhl in d^{-1}; oder Lungen-Retentionsanteil
t: Tage zwischen Messung und Inkorporation. Bei unbekanntem Inkorporationszeitpunkt ist t = T/2

t [Tage]	Urin e_{inh}/m(t) [Sv·l/Bq]	Stuhl e_{inh}/m(t) [Sv·d/Bq]	Lunge e_{inh}/m(t) [Sv/Bq]
1	0,021	$0,025\times10^{-2}$	$4,7\times10^{-4}$
2	0,16	$0,018\times10^{-2}$	$4,8\times10^{-4}$
3	0,29	$0,034\times10^{-2}$	$4,9\times10^{-4}$
4	0,42	$0,082\times10^{-2}$	$5,0\times10^{-4}$
5	0,53	$0,21\times10^{-2}$	$5,1\times10^{-4}$
6	0,60	$0,51\times10^{-2}$	$5,1\times10^{-4}$
7	0,65	$1,2\times10^{-2}$	$5,2\times10^{-4}$
15	0,97	$6,4\times10^{-2}$	$5,9\times10^{-4}$
30	1,5	$9,6\times10^{-2}$	$7,1\times10^{-4}$
45	1,8	14×10^{-2}	$8,2\times10^{-4}$
90	2,4	41×10^{-2}	12×10^{-4}
180	3,4	159×10^{-2}	23×10^{-4}

C Erläuterungen zu den Datenblättern

Die nuklidspezifischen Datenblätter sind nach einem einheitlichen Schema aufgebaut. Jedes Blatt besteht aus 5 Teilen. Im ersten Teil wird kurz und als Übersicht das Stoffwechselverhalten des Isotops zusammengefasst. Im zweiten Teil sind die Messmethoden bei der Inkorporation- und Triagemessung aufgeführt. Wird die angegebene Messschwelle nie überschritten, so kann in der Regel angenommen werden, dass die jährliche effektive Folgedosis 1 mSv nicht übersteigt. In einem weiteren Abschnitt sind die Überwachungsintervalle zusammengefasst. Die zwei letzten Abschnitte dienen der Interpretation der Messwerte nach Anhang 9.

Referenzen:	1. Stoffwechsel:	ICRP 30[1], ICRP 78, ICRP 119
	2. m(t):	ICRP 78, BfS[2]
	3. e_{inh}:	ICRP 68 (identisch mit BSS[3]- und Richtlinie 96/29/Euratom[4])

1 International Commission on Radiological Protection, www.icrp.org
2 Deutsches Bundesamt für Strahlenschutz, www.bfs.de
3 International Atomic Energy Agency (IAEA): International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources (1996), Safety Series No. 115, www.iaea.org.
4 Richtlinie 96/29/Euratom des Rates vom 13. Mai 1996 zur Festlegung der grundlegenden Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen die Gefahren durch ionisierende Strahlungen, ABl. L 159 vom 29.6.1996, S. 1 ff.

Verordnung
über die Gebühren im Strahlenschutz
(GebV-StS)

vom... Entwurf Anhörung

Der Schweizerische Bundesrat,

gestützt auf Artikel 42 des Strahlenschutzgesetzes vom 22. März 1991[1] (StSG),

verordnet:

Art. 1 Gegenstand

Diese Verordnung regelt die Gebühren für Massnahmen, Dienstleistungen und Verfügungen des Bundesamtes für Gesundheit (BAG), der von ihm beauftragten Stellen und des Paul-Scherrer-Instituts (PSI) auf dem Gebiet des Strahlenschutzes.

Art. 2 Anwendbarkeit der Allgemeinen Gebührenverordnung

Soweit diese Verordnung keine besondere Regelung enthält, gelten die Bestimmungen der Allgemeinen Gebührenverordnung vom 8. September 2004[2] (AllgGebV).

Art. 3 Gebührenpflicht

Eine Gebühr muss bezahlen, wer eine Massnahme, Dienstleistung oder Verfügung nach Artikel 1 veranlasst.

Art. 4 Gebührenfreiheit

Behörden des Bundes müssen keine Gebühren bezahlen, wenn sie die Dienstleistung für sich selbst in Anspruch nehmen. Ausgenommen sind Dienstleistungen für die Entsorgung radioaktiver Abfälle.

Art. 5 Verzicht auf Gebührenerhebung

[1] In begründeten Einzelfällen kann auf die Erhebung von Gebühren verzichtet werden, insbesondere:

a. für die Entsorgung radioaktiver Quellen, bei deren Entstehung das StSG noch nicht anwendbar war oder deren Eigentümerin oder Eigentümer nicht oder nicht mehr eruierbar ist;

SR **814.56**
1 SR **814.50**
2 SR **172.041.1**

b. für Dienstleistungen, die im Ereignisfall zur Sicherheit der Bevölkerung erbracht werden müssen und wo kein Verursacher mehr eruierbar ist.

[2] Kann die Eigentümerin oder der Eigentümer beziehungsweise die Verursacherin oder der Verusacher nach Absatz 1 Buchstaben a und b zu einem späteren Zeitpunkt eruiert werden, kann das BAG die entsprechende Gebühr nachträglich in Rechnung stellen.

Art. 6 Gebührenbemessung

[1] Für die Gebühren gelten die im Anhang festgelegten Pauschalen.

[2] Für Massnahmen, Dienstleistungen und Verfügungen, die nicht im Anhang aufgeführt sind oder für die im Anhang eine Gebühr nach Aufwand festgelegt ist, werden die Gebühren nach Zeitaufwand bemessen. Der Stundenansatz beträgt, je nach der erforderlichen Sachkenntnis und der Funktionsstufe der ausführenden Personen, 100–200 Franken. Reise- und Wartezeiten werden als Arbeitszeit verrechnet.

Art. 7 Gebührenzuschlag

Das BAG, die von ihm beauftragten Stellen und das PSI können einen Zuschlag von bis zu 50 Prozent der ordentlichen Gebühr verlangen, wenn die Dienstleistung auf Ersuchen hin dringlich oder ausserhalb der normalen Arbeitszeit verrichtet wird oder einen ausserordentlichen Verwaltungsaufwand erfordert.

Art. 8 Auslagen

Als Auslagen gelten über die Kosten nach Artikel 6 AllgGebV[3] hinaus die Kosten, die für die einzelnen Dienstleistungen zusätzlich anfallen, namentlich Honorare nach den Artikeln 8*l*–8*t* der Regierungs- und Verwaltungsorganisationsverordnung vom 25. November 1998[4].

Art. 9 Rechnungsstellung, Gebührenverfügung

[1] Hat das BAG eine Aufgabe einer anderen Stelle übertragen, so kann es diese ermächtigen, die Gebühr selbst in Rechnung zu stellen.

[2] Bei Streitigkeiten über die Rechnung erlässt das BAG eine Gebührenverfügung.

Art. 10 Aufhebung eines anderen Erlasses

Die Verordnung vom 5. Juli 2006[5] über die Gebühren im Strahlenschutz wird aufgehoben.

3 SR **172.041.1**
4 SR **172.010.1**
5 AS **2006** 2949, **2013** 3407

Art. 11 Übergangsbestimmung

Für Massnahmen, Dienstleistungen und Verfügungen, die beim Inkrafttreten dieser Verordnung noch nicht abgeschlossen bzw. noch nicht rechtskräftig sind, finden die Vorschriften dieser Verordnung Anwendung.

Art. 12 Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am...in Kraft.

… Im Namen des Schweizerischen Bundesrates

Die Bundespräsidentin: Simonetta Sommaruga
Die Bundeskanzlerin: Corina Casanova

Pauschalen

A. Bewilligungen für den Umgang mit ionisierender Strahlung (Art. 21 StSV)

		Franken
I.	**Medizinische Anwendungen**	
1.	Anlagen in Bezirks- / Regionalspital, Kantonsspital, Privatinstitut, Unispital, Zahnarztpraxis, Zahnklinik	
1.1.	Dentales Röntgenkleingerät bis 70 kV	400
1.2	Orthopantomograf / Panoramaröntgengerät, Orthopantomograf mit Fernröntgen, Digitaler Volumentomograf	650
2.	Anlagen in Arztpraxis, Chiropraktor	
2.1	Röntgenanlage für Aufnahmen	650
2.2	Röntgenanlage für Aufnahmen und Durchleuchtung	700
3.	Anlagen in Bezirks- / Regionalspital, Kantonsspital, Privatinstitut, Unispital	
3.1	Röntgenanlage für Aufnahmen	950
3.2	Röntgenanlage für Aufnahmen und Durchleuchtung	1000
3.3	Mammografiegerät	950
3.4	Simulator	1000
3.5	Röntgenanlage für die Oberflächentherapie	950
3.6	Röntgenanlage für die Tiefentherapie	1600
3.7	Anlage für Hochdosisanwendungen in der Kardiologie und Interventionellen Radiologie	1150
3.8	Computertomograf	1600
3.9	Afterloadinggerät, Bestrahlungseinheit	2000
3.10	Linearbeschleuniger	2600
4.	Nuklearmedizin	
4.1	Diagnostik, Arbeitsbereich C	1400
4.2	Therapie, Arbeitsbereich B / C	2600
4.3	PET-CT Einrichtung	2000
4.4	SPECT-CT Einrichtung	1750
4.5	Patientenzimmer	1400
5.	Anlagen in Veterinärmedizin, Rechtsmedizin, Forschung, Aus-	

		Franken
	bildung	
5.1	Dentales Röntgenkleingerät bis 70 kV	400
5.2	Röntgenanlage für Aufnahmen	650
5.3	Röntgenanlage für Aufnahmen und Durchleuchtung	700
5.4	Computertomograph	1150
5.5	Linearbeschleuniger	2600
6.	Knochendensitometer	500
II.	**Nichtmedizinische Anwendungen**	
1.	Nichtmedizinische Röntgenanlagen	
1.1	mit Vollschutz	500
1.2	ohne Vollschutz	800
2.	Nichtmedizinischer Beschleuniger	1400
3.	Abwasserkontrollanlage	1400
4.	Handel, Verleih, Qualitätssicherung	
4.1	*Ausschliesslich* Handel (Bezug, Abgabe), oder Verleih von Anlagen oder *ausschliesslich* Durchführung qualitätssichernder Massnahmen an Anlagen und nuklearmedizinischen Mess- und Untersuchungsgeräten sowie an Zusatzsystemen der medizinischen Diagnostik nach Art. 21 Abs. 1 Bst. c StSV.	2100
4.2	Handel (Bezug, Abgabe), Einrichtung, Abnahmeprüfung, Wartung, Zustandsprüfung, Nachkontrolle, Experimente, Demonstrationen, Vorführung, Übergabe zum Diagnostikbetrieb von Anlagen im Niedrig- und mittleren Dosisbereich nach Art. 37 Bst. a und b StSV *einschliesslich* Durchführung qualitätssichernder Massnahmen an Anlagen und nuklearmedizinischen Mess- und Untersuchungsgeräten sowie an Zusatzsystemen der medizinischen Diagnostik nach Art. 21 Abs. 1 Bst. c StSV.	3900
4.3	Handel (Bezug, Abgabe), Einrichtung, Abnahmeprüfung, Wartung, Zustandsprüfung, Nachkontrolle, Experimente, Demonstrationen, Vorführung, Übergabe zum Diagnostik-/Therapiebetrieb von Anlagen im Hochdosisbereich nach Art. 37 Bst. c StSV *einschliesslich* Durchführung qualitätssichernder Massnahmen an Anlagen und nuklearmedizinischen Mess- und Untersuchungsgeräten sowie an Zusatzsystemen der medizinischen Diagnostik nach Art. 21 Abs. 1 Bst. c StSV.	5100
5.	Handel mit radioaktiven Quellen	550

		Franken
6.	Schulen	
6.1	Umgang mit Quellen oder Anlagen	650
7.	Umgang mit geschlossenen Quellen	
7.1	bis 10 Quellen	650
7.2	mehr als 10 Quellen	1150
8	Umgang mit hochaktiven Quellen	
8.1	bis 3 Quellen	800
8.2	mehr als 3 Quellen	1400
9.	Umgang mit offenen radioaktiven Quellen	
9.1.	Einfacher Umgang im Kontrollbereich	650
9.2	Arbeitsbereich Typ C	1100
9.3	Arbeitsbereich Typ B	1400
10.	Transportbewilligung	800
11.	Bewilligungserteilung für Betriebe im Aufsichtsbereich der Suva	200

B. Anerkennung von Aus- und Weiterbildungen (Art. 17 StSV)

		Franken
1.	Anerkennung von Kursen und Ausbildungsgängen im Strahlenschutz	1000
2.	Anerkennung von Kursen und Ausbildungsgängen für die Weiterbildung im Strahlenschutz	500

C. Anerkennung von Personendosimetriestellen (Art. 80 StSV)

		Franken
1.	Anerkennung von Personendosimetriestellen im Aufsichtsbereich des BAG oder der Suva durch das BAG	1200
2.	Anerkennung von akkreditierten Personendosimetriestellen im Aufsichtsbereich des BAG oder der Suva durch das BAG	500

D. Anerkennung von Radonmessstellen (Art. 168 StSV)

		Franken
	Anerkennung von Radonmessstellen	500

E. Einmalige Gebühren im Zusammenhang mit Bewilligungen und Anerkennungen

		Franken
1.	Erteilung einer provisorischen Bewilligung für den dringlichen Ersatz einer bestehenden Anlage	100
2.	Separate Ein-/Ausfuhrbewilligung für hoch radioaktive geschlossene Quellen	350
3.	Individuelle Anerkennungen von Ausbildungen im Strahlenschutz (Art. 15 StSV)	250

F. Messungen (Art. 27 Abs. 3 StSV)

		Franken
1.	Gamma-Messung	300
2.	Messungen im Flüssigkeitsszintillator	200

G. Konditionierung, Zwischenlagerung und geologische Tiefenlagerung ablieferungspflichtiger radioaktiver Abfälle (Art. 132 und 133 StSV)

		Franken
1.	Konditionierung und Zwischenlagerung	
1.1	Konditionierte Abfälle pro m^3	17500
1.2	Nicht konditionierte Abfälle	
	(effektives Abfallvolumen)	
	a. geschlossene radioaktive Quellen	
	β/γ-Strahler	
	Pro Quelle Q2: 10-4 A_2[6]<Q2≤10-3 A_2	3875

6 A2 –Werte sind im europäischen Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (ADR) zu finden.

		Franken
	Pro Quelle Q3: 10-3 A_2<Q3≤10-1 A_2	5766
	Pro Quelle Q4: 10-1 A_2<Q4	nach Aufwand
	α-Strahler	
	Pro Quelle QA2: 10-3 A_2<QA2≤10-1 A_2	3875
	Pro Quelle QA3: 10-1 A_2<QA3	nach Aufwand
	b. übrige nicht konditionierte Abfälle pro m^3	90000
1.3	Minimum bei Kleinmengen	100
2.	geologische Tiefenlagerung	
2.1	Konditionierte Abfälle pro m^3	24000
2.2	Nicht konditionierte Abfälle	
	a. geschlossene radioaktive Quellen	
	β/γ-Strahler	
	Pro Quelle Q2: 10-4 A_2<Q2≤10-3 A_2	800
	Pro Quelle Q3: 10-3 A_2<Q3≤10-1 A_2	3500
	Pro Quelle Q4: 10-1 A_2<Q4	nach Aufwand
	α-Strahler	
	Pro Quelle QA2: 10-3 A_2<QA2≤10-1 A_2	800
	Pro Quelle QA3: 10-1 A_2<QA3	nach Aufwand
	b. übrige nicht konditionierte Abfälle pro m^3	24000

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

Grundlagenpapier zur Revision der Verordnungen im Strahlenschutz

Version für die Anhörung, Oktober 2015

1 Ausgangslage

1.1 Schweizer Strahlenschutzgesetzgebung

Die Schweizer Strahlenschutzgesetzgebung beruht auf Artikel 118 Absatz 2 Buchstabe c der Bundesverfassung[1], welche dem Bund die Kompetenz zum Erlass von Vorschriften über ionisierende Strahlung überträgt. Die Strahlenschutzgesetzgebung umfasst alle relevanten Bereiche der ionisierenden Strahlung (Ausbildung, Bewilligung, Aufsicht, Dosimetrie, Abfälle, Umwelt, Forschung, Notfälle etc.) und basiert für alle Gebiete (Medizin, Forschung, Industrie, Kernanlagen) auf einheitlichen Konzepten. Nichtionisierende Strahlung wird durch die Strahlenschutzgesetzgebung nicht geregelt.
Die wichtigsten Erlasse der Strahlenschutzgesetzgebung sind das Strahlenschutzgesetz vom 22. März 1991[2] (StSG) und die Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994[3] (StSV). Darauf basieren weitere Verordnungen zum Strahlenschutz, welche zumeist technische Aspekte regeln.

1.2 Internationale Richtlinien

Die International Commission on Radiological Protection (ICRP) überprüft regelmässig den Forschungsstand zu den gesundheitlichen Auswirkungen ionisierender Strahlung und gibt basierend darauf Empfehlungen zum Strahlenschutz heraus. Diese Empfehlungen werden international anerkannt und dienen als Basis für die nationale Gesetzgebung.
Die Schweizer Strahlenschutzgesetzgebung basiert auf den Empfehlungen der ICRP von 1990 (ICRP 60). Im Jahr 2007 erschien eine neue Version der Empfehlungen (ICRP 103), welche diejenige von 1990 ersetzt und neue wissenschaftliche Erkenntnisse umsetzt.
Basierend auf den Empfehlungen ICRP 103 hat die International Atomic Energy Agency (IAEA) 2014 Internationale Richtlinien (International Basic Safety Standards) – IAEA BSS – herausgegeben, welche als Vorlage für die nationale Gesetzgebung dienen soll, wobei jedoch für die Mitgliedstaaten, wie die Schweiz, keine Pflicht zur Übernahme besteht.
Auch basierend auf den ICRP-Empfehlungen und in enger Zusammenarbeit mit der IAEA erarbeitete die Europäische Atomgemeinschaft (Euratom) eine Strahlenschutzrichtlinie, die Euratom BSS[4].
Die Euratom BSS wurden am 17. Januar 2014 im Amtsblatt der Europäischen Union publiziert. Die EU-Mitgliedstaaten haben bis zum 6. Februar 2018 Zeit, diese Richtlinie in nationales Recht umzusetzen. Einige Bereiche, wie Dosisgrenzwerte und Freigrenzen, sind verbindlich und müssen wortgetreu umgesetzt werden. In anderen Bereichen, wie Radon, sind die Freiheiten der Mitgliedstaaten grösser und es dürfen nationale Gegebenheiten berücksichtigt werden

1.3 Grundsätze zur Revision

Artikel 9 StSG legt fest, dass Massnahmen zur Begrenzung der Strahlenexposition gemäss dem neu-

[1] SR **101**
[2] SR **814.50**
[3] SR **814.501**
[4] Richtlinie 2013/59/Euratom

esten Stand von Wissenschaft und Technik ergriffen werden müssen. Die Schweizer Strahlenschutzgesetzgebung wird deshalb gemäss den internationalen Empfehlungen für den Strahlenschutz revidiert. Dabei wird in erster Linie der Umsetzungsvorschlag der Euratom BSS berücksichtigt, dies auf jeden Fall in Bereichen, in welchen der Austausch mit den Nachbarländern von Bedeutung ist. Es wird jedoch auch auf nationale Gegebenheiten Rücksicht genommen und Bewährtes wird beibehalten.
Das hohe Schutzniveau wird beibehalten. Jedoch soll, wenn immer möglich, ein nach Risiko abgestuftes System eingeführt werden.

2 Revisionspaket

2.1 Gesetz

Im StSG sind die Prinzipien des Strahlenschutzes, Rechtfertigung, Optimierung und Dosisbegrenzung, verankert. An diesen wird nichts geändert, das StSG wird deshalb zu diesem Zeitpunkt nicht revidiert.

2.2 Verordnungen

2.2.1 Bundesratsverordnungen

1. SR 814.501: Strahlenschutzverordnung (**StSV**)
2. SR 814.56: Verordnung über die Gebühren im Strahlenschutz (**GebV-StS** *bisher:* GStSV)

2.2.2 EDI-Verordnungen

3. SR 814.501.43: Verordnung des EDI über die Personen- und Umgebungsdosimetrie (**Dosimetrieverordnung**)
   bisheriger Name: Verordnung über die Personendosimetrie (Dosimetrieverordnung)
4. SR 814.501.261: Verordnung des EDI über die Ausbildungen und Weiterbildungen und die erlaubten Tätigkeiten im Strahlenschutz (**Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung**)
   bisheriger Name: Verordnung über die Ausbildungen und die erlaubten Tätigkeiten im Strahlenschutz (Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung)
5. SR 814.501.51: Verordnung des EDI über den Strahlenschutz bei nichtmedizinischen Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung (**SnAV**)
   bisheriger Name: Verordnung über den Strahlenschutz bei nichtmedizinischen Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung (Strahlenschutz-Anlagenverordnung)
6. SR 814.501.512: Verordnung des EDI über den Umgang mit geschlossenen radioaktiven Quellen in der Medizin (**MeQV**)
   bisheriger Name: Verordnung über den Umgang mit geschlossenen radioaktiven Strahlenquellen in der Medizin (Medizinische Strahlenquellen-Verordnung, MeSV).
7. SR 814.501.513: Verordnung des EDI über den Strahlenschutz bei medizinischen Teilchenbeschleuniger-Anlagen (**Beschleunigerverordnung**; **BeV**)
   bisheriger Name: Verordnung des EDI über den Strahlenschutz bei medizinischen Elektronenbeschleuniger-Anlagen (Beschleunigerverordnung, BeV)
8. SR 814.542.1: Verordnung des EDI über den Strahlenschutz bei medizinischen Röntgensystemen (**Röntgenverordnung**; **RöV**)
   bisheriger Name: Verordnung über den Strahlenschutz bei medizinischen Röntgenanlagen (Röntgenverordnung)
9. SR 814.554: Verordnung des EDI über den Umgang mit radioaktiven Quellen (**UraQ**)
   bisheriger Name: Verordnung über den Umgang mit offenen radioaktiven Strahlenquellen
10. SR 814.557: Verordnung des EDI über die ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle

3 Neuerungen

3.1 Strahlenschutzverordnung

Die internationalen Richtlinien haben den bisherigen Strahlenschutzansatz, welcher von Tätigkeiten und Interventionen ausging, weiter entwickelt und gehen nun von verschiedenen Expositionssituationen aus,

in welchen sich Personen befinden können: Geplante Expositionssituationen, bestehende Expositionssituationen, Notfall-Expositionssituationen. Dies erlaubt es, für die einzelnen Situationen angepasste und verhältnismässige Schutzziele und Massnahmen vorzusehen und diese dann aber auch konsequent umzusetzen. Diese Philosophie wird in die StSV übernommen.
In allen Bereichen des Strahlenschutzes ist eine gute Ausbildung der verantwortlichen Personen sehr wichtig. Damit die erlernten Kompetenzen erhalten bleiben und aktualisiert werden können, wird neu eine regelmässige, ***obligatorische Weiterbildung*** eingeführt.

3.1.1 Geplante Expositionssituationen

Die meisten Expositionssituationen sind geplant. Es handelt sich dabei um ***berufliche Expositionen***, wenn am Arbeitsplatz mit radioaktiven Materialien oder mit Anlagen, welche ionisierende Strahlung erzeugen, umgegangen wird. Zudem handelt es sich um die ***Exposition der Bevölkerung*** zum Beispiel durch das Betreiben einer Anlage oder das Entsorgen von radioaktiven Abfällen. Auch die gewollte ***Exposition von Patientinnen und Patienten*** in der Medizin gehört dazu. Für diese Tätigkeiten besteht eine Bewilligungspflicht und es besteht eine Aufsichtstätigkeit durch das Bundesamt für Gesundheit (BAG), das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) oder die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (Suva).
Die Verfahren und der Aufwand bei Bewilligung und Aufsicht basiert auf dem nach Risiken abgestuften System. Bei kleinen Risiken ist das Bewilligungsverfahren vereinfacht und die Aufsichtstätigkeit stark reduziert.
Zur Begrenzung der Strahlenexposition gelten Dosisgrenzwerte für Personen aus der Bevölkerung und für berufliche Expositionen. Bei medizinischen Expositionen gelten keine Dosisgrenzwerte, da der individuelle Nutzen für die Patientin oder den Patienten dem Risiko der Strahlenbelastung gegenübergestellt wird.

a) Berufliche Exposition

Neu werden für die beruflichen Expositionen vermehrt auch natürliche Strahlenquellen berücksichtigt. Dies betrifft Arbeitsplätze, welche stark mit ***Radon*** belastet sind, und Industrien, welche mit ***natürlich vorkommenden radioaktiven Materialien*** arbeiten. Diese Betriebe brauchen neu eine Bewilligung und müssen für ihr Personal individuell die Strahlendosis überwachen.
Auch das ***Flugpersonal*** gilt neu als beruflich strahlenexponiert und die Dosis muss individuell bestimmt werden. Dies ist in Europa heute schon so üblich und wird auch in der Schweiz von den meisten Fluggesellschaften bereits gemacht. Beim Flugpersonal handelt es sich um eine grosse Anzahl exponierter Personen, welche eine relativ hohe Strahlendosis erhalten. Die zuständige Aufsichtsbehörde ist das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL).
Die Dosisgrenzwerte bleiben weitgehend gleich. Aufgrund von neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen wird jedoch der Grenzwert am Arbeitsplatz für die Exposition der ***Augenlinse*** stark gesenkt. Beruflich strahlenexponierte Personen werden so besser vor Katarakt geschützt.

b) Exposition der Bevölkerung

Um die Exposition der Bevölkerung zu begrenzen, wird mit ***Immissionsgrenzwerten*** festgelegt, wie viel Radioaktivität ins Wasser und in die Luft gelangen darf. Zudem werden Untersuchungsschwellen eingeführt, um die Überwachung der Umwelt sicher zu stellen und, falls nötig, Optimierungsmassnahmen zu ergreifen. Für natürliche Radionuklide werden weitgehend die Anforderungen der EU-Richtlinie über radioaktive Stoffe in Wasser für den menschlichen Gebrauch[5] umgesetzt, für künstliche Radionuklide sind strengere Anforderungen vorgesehen.
Die ***Freigrenzen*** definieren die Aktivität, ab welcher ein radioaktiver Stoff wie ein nichtaktiver Stoff behandelt werden kann. Die Freigrenzen in der StSV werden an diejenigen der internationalen Richtlinien angepasst. Dies ist wichtig, damit für solche Stoffe oder Abfälle beim grenzüberschreitenden Warenverkehr keine Probleme entstehen. Je nach Nuklid bedeutet dies eine Anpassung nach oben oder nach unten. Dies hat einen Einfluss auf die zukünftige Menge des radioaktiven Abfalls (siehe Kapitel 4.1.5).
Wenn radioaktive Quellen unbeabsichtigt im Abfall landen, so kann Radioaktivität in die Umwelt gelangen oder es kann beim Metallrecycling kontaminiertes Metall hergestellt werden. Aus diesem Grund

[5] Richtlinie 2013/51/Euratom

müssen Kehrichtverbrennungsanlagen und Betriebe, welche Metall verarbeiten, mit geeigneten Überwachungsverfahren überprüfen, ob solche ***herrenlosen radioaktiven Quellen*** vorhanden sind. Damit unbeabsichtigte oder illegale Ein-/Ausfuhren herrenloser radioaktiver Quellen überprüft werden können, wird das BAG in Zusammenarbeit mit der Oberzolldirektion künftig Schwerpunktkontrollen bei der Ein-/Aus-/ und Durchfuhr von Waren organisieren.

c) Expositionen von Patientinnen und Patienten

Da bei der Exposition von Patientinnen und Patienten keine Dosisgrenzwerte zur Anwendung kommen, sind die Optimierung und die Rechtfertigung umso wichtiger. Für die Optimierung ist schon heute ein etabliertes System vorhanden. Bis anhin wurde jedoch die Rechtfertigung für die Indikation einer Strahlenanwendung nicht überprüft. In der StSV wird nun die rechtliche Grundlage geschaffen, dass ***klinische Audits*** durchgeführt werden können, wie dies im Ausland schon üblich ist. Bei diesen wird die Rechtfertigung medizinischer Anwendungen in der Radiologie, der Radio-Onkologie und der Nuklearmedizin durch ebenbürtige Personen überprüft (peer review). Zudem sollen ***Zuweisungsrichtlinien*** (referral guidelines) erarbeitet werden für zuweisende Ärzte, welche Strahlenanwendungen verschreiben. Diese sollen durch eine zukünftige Expertengruppe der Eidgenössischen Kommission für Strahlenschutz (KSR) erarbeitet und vom BAG herausgegeben werden.

3.1.2 Notfall-Expositionssituationen

Wenn bei einem Unfall oder Anschlag die Bevölkerung oberhalb der Dosisgrenzwerte bestrahlt wird oder werden kann, so handelt es sich um eine Notfall-Expositionssituation. Diese erfordert Sofortmassnahmen. Da das Durchsetzen von Dosisgrenzwerten in solchen Situationen allenfalls nicht sinnvoll ist, werden neu gemäss den internationalen Empfehlungen Referenzwerte eingeführt zum Schutz der ***Bevölkerung*** und von ***beruflich exponierten Personen*** im Notfall. Die Referenzwerte liegen oberhalb der Dosisgrenzwerte. Die StSV legt damit die Rahmenbedingungen fest für Massnahmen zum Schutz der Gesundheit im Notfall und regelt neu die Zuständigkeiten zur Vorbereitung von Massnahmen im Notfall. Bestimmungen zu den Sofortmassnahmen im Notfall sind in der ABCN-Einsatzverordnung[6] und in der Notfallschutzverordnung[7] festgelegt.

3.1.3 Bestehende Expositionssituationen

Es handelt sich dabei um Situationen, die bereits bestehen, wenn eine Entscheidung über ihre Kontrolle getroffen werden muss. Es sind keine Sofortmassnahmen erforderlich. Auch hier werden Referenzwerte angewendet statt Dosisgrenzwerte. Die Referenzwerte können oberhalb der Dosisgrenzwerte liegen. Die Höhe der Referenzwerte sowie die getroffenen Massnahmen orientieren sich stark an der Verhältnismässigkeit.
Aufgrund von epidemiologischen Studien wird in internationalen Richtlinien und durch die Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfohlen, den Referenzwert für ***Radon*** in Wohn- und Aufenthaltsräumen zu senken. Diese Empfehlungen werden nun durch die StSV umgesetzt. Es gilt neu ein Referenzwert von 300 Bq/m^3 statt eines Grenzwertes von 1000 Bq/m^3. Aufgrund der Verhältnismässigkeit soll der neue Referenzwert vor allem bei Neubauten und bei einer Renovation beachtet werden..
Es werden neue Bestimmungen eingeführt zu ***radioaktiven Altlasten*** aus früheren Tätigkeiten. Aktuelles Beispiel dafür sind die Kontaminationen durch Radium, die in den 1960-er Jahren durch Heimarbeiten für die Uhrenindustrie verursacht wurden.

3.2 Verordnung über die Gebühren im Strahlenschutz

Die Gebührenansätze, die seit 1999 mehrheitlich unverändert geblieben sind, wurden für sämtliche Bewilligungsarten detailliert neu berechnet. Hauptziel dabei war eine möglichst vollständige Kostendeckung beim Aufwand auf Behördenseite. Die nötigen Gebührenerhöhungen betreffen deshalb sämtliche Betriebe, die Umgang mit ionisierender Strahlung haben. Die Erhöhungen sind für sämtliche betroffenen Betriebe zumutbar und gerecht, da sie den Behördenaufwand, das Risikopotenzial des betreffenden

[6] SR **520.17**
[7] SR **732.33**

Umgangs mit ionisierender Strahlung sowie die Anpassung an das aktuelle Preisniveau berücksichtigen. Am stärksten betroffen sind grosse medizinische Betriebe wie Spitäler oder Röntgeninstitute und Forschungseinrichtungen. Durchschnittlich steigen die Gebühren um ca. 20%. Stärker ins Gewicht fallen - ebenfalls aufgrund aktueller Berechnungen - die Erhöhungen bei den Gebühren für die Konditionierung, Zwischenlagerung und Beseitigung ablieferungspflichtiger radioaktiver Abfälle.
Die neu berechneten Pauschalen umfassen sämtliche Aufwände der Behörden für Bewilligungserteilung und -anpassung sowie für die Aufsicht (sogenannte "All-in-one"-Gebühr). Diese Praxisänderung bringt eine administrative Entlastung für die Behörden, aber auch für die Bewilligungsinhaber, da für die Bewilligungsfrist von zehn Jahren nur einmal eine Gebühr erhoben wird bzw. bezahlt werden muss.

3.3 Dosimetrieverordnung

Die wichtigsten Änderungen für diese Verordnung sind Konkretisierungen von Neuerungen in der StSV. Zudem werden Erfahrungen aus der Aufsichtstätigkeit mit einbezogen, wie z.B. eine konkretere Regelung, wann zusätzliche Dosimeter getragen werden müssen. Neu wird die passive Umgebungsdosimetrie geregelt. Gesetzliche Bestimmungen dazu fehlten bisher.
Da gemäss StSV die individuellen Dosen für Flugpersonal und Personen an Radonbelasteten Arbeitsplätzen bestimmt werden müssen, regelt die Verordnung, wie diese Dosen ermittelt werden müssen.
Da der neue Grenzwert für die Augenlinsendosis in der StSV viel tiefer angesetzt ist als früher, muss das Einhalten des Grenzwertes neu mittels geeigneter Dosimetrie überwacht werden. Es wird eine möglichst einfache und praxistaugliche Methode festgelegt.
In Hinblick auf den KKW-Rückbau, werden die Nukliddatenblätter zu Überwachung der Inkorporation durch vier Nuklide ergänzt, welche für diesen Bereich wichtig sind.

3.4 Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung

Für die Ausbildung im Strahlenschutz werden neu neben den Lerninhalten auch die zu erlernenden Kompetenzen geregelt. Es wird für einige Angehörige von Organisationen des Bevölkerungsschutzes und der Armee sowie für Betreiber kritischer Infrastrukturen und andere verpflichtete Personen oder Organisationen neu eine anerkannte Ausbildung verlangt. Neu gibt es für alle Personen, welche Umgang mit ionisierender Strahlung haben, eine Pflicht, sich periodisch im Strahlenschutz weiterzubilden. Die Verordnung berücksichtigt zudem neue Berufe.

3.5 Strahlenschutz-Anlageverordnung

Die Verordnung wird an den Stand der Technik und an aktuelle Tätigkeiten und Anlagen angepasst. Zusätzlich zu den Bestimmungen für Anlagen mit Vollschutzeinrichtung werden neu auch Anlagen mit Teilschutzeinrichtung geregelt. Die Verordnung wird zudem mit den anderen Ausführungsbestimmungen harmonisiert, insbesondere mit der RöV und der UraQ.

3.6 Verordnung über den Umgang mit radioaktiven Quellen

Die UraQ regelt nebst dem Umgang mit offenen radioaktiven Quellen neu auch den Umgang mit nichtmedizinischen geschlossenen Quellen, welcher bisher ausschliesslich in der StSV geregelt war. Basierend auf Empfehlungen der IAEA werden Massnahmen zur Verbesserung der Sicherung von hochradioaktiven Quellen festgelegt. Die Entlassungskriterien für Patienten nach einer nuklearmedizinischen Therapie werden gelockert und an europäische Empfehlungen angepasst. Die Qualitätssicherungsmassnahmen und der Umfang des Einbezugs von Medizinphysikerinnen und Medizinphysikern für nuklearmedizinische Anwendungen werden präzisiert.

3.7 Medizinische Quellenverordnung

Zwei neue Anhänge regeln die Anforderungen an die Qualitätssicherung für radioaktive medizinische Quellen und Bestrahlungseinheiten sowie jene für den Einsatz und die Prüfung von Messgeräten. Zudem wird der Mindestumfang des Einsatzes von Medizinphysikerinnen und Medizinphysikern festgelegt.

3.8 Beschleunigerverordnung

Die Verordnung regelt neu nicht nur Elektronenbeschleuniger-Anlagen in der Medizin sondern auch Protonentherapieanlagen. Der Mindestumfang des Einsatzes von Medizinphysikerinnen und Medizinphysikern wird festgelegt. Regelungen, die sich nicht auf Strahlenschutzaspekte beziehen, wie z.B. die Forderung der Einhaltung der Luftreinhalteverordnung oder bauliche Anforderungen zum Schutz vor einem Einklemmen von Personen, wurden gestrichen.

3.9 Röntgenverordnung

Die Verordnung regelt neu die ganze Aufnahmekette eines Röntgensystems; also von der Strahlerzeugung, über den Bildempfänger, die Bildverarbeitung bis zur Bildbetrachtung durch den Arzt. Der Einbezug von Medizinphysikerinnen und Medizinphysikern gemäss StSV wird für die Röntgensysteme präzisiert. Die Anforderungen an die technischen Installationen werden an den heutigen Stand der Technik angepasst. Die Anhänge zu den Anforderungen an die Qualitätssicherung von Röntgensystemen der bisherigen Röntgenverordnung werden ausgegliedert und neu in Form von Wegleitungen durch das BAG publiziert. Diese Form ermöglicht es, eine zeitnahe Anpassung an die schnell fortschreitende Entwicklung auf dem Gebiet der Röntgentechnik vorzunehmen.

3.10 Verordnung über die ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle

An dieser Verordnung wurden nur kleine Anpassungen technischer Natur und Präzisierungen vorgenommen.

4 Auswirkungen

4.1.1 Bund

Die neu eingeführte Philosophie der "nach Risiko abgestuften Vorgehensweise" im Bewilligungswesen und der Aufsicht bewirkt eine Fokussierung auf die hohen Risiken. Die Ressourcen auf Behördenseite können so gezielt dort eingesetzt werden, wo das Gefährdungspotenzial für Mensch (Patientinnen und Patienten, Arbeitende, Bevölkerung), und Umwelt gross ist. Neu werden allerdings mehr Betriebe der Bewilligungspflicht unterstellt z.B. Betriebe mit radonexponierten Arbeitsplätzen oder Betriebe, in denen mit natürlich vorkommenden radioaktiven Materialien (NORM) umgegangen wird. Auch die Aufsicht über diese Betriebe und die Dosimetrie verursachen Mehraufwand. Da das Flugpersonal neu als beruflich strahlenexponiert gilt, ist das BAZL neue Aufsichtsbehörde für die betreffenden Artikel in der Strahlenschutzverordnung.
Es wird nach der Revision der StSV zudem ganz neue Aufgaben im BAG geben, für die es mehr Ressourcen benötigt. Dazu gehören die Einführung klinischer Audits in der Medizin, die Einführung der Weiterbildungspflicht für Sachverständige und der Messpflicht für Kehrichtverbrennungsanlagen und Metallverarbeiter sowie neu eingeführte Kontrollen am Zoll, die auch für die Eidgenössische Zollverwaltung mit einem Mehraufwand verbunden sind.
Die Mehreinnahmen aufgrund der angepassten Gebührensätze in der Gebührenverordnung werden rund CHF 150‘000 - 200'000 jährlich betragen.

4.1.2 Kantone

Die Kantone vollziehen heute schon den Schutz der Bevölkerung vor Radon. Im Gegensatz zu vorher gibt es nicht mehr spezielle Radongebiete. Ausser in Schulen und Kindergärten haben die Kantone keine Messaufgaben mehr. Neu sorgen die Kantone für die Berücksichtigung der Radonschutzmassnahmen innerhalb der Baubewilligungsverfahren für Neu- und Umbauten. Dieses Vorgehen ist in einigen Kantonen heute schon üblich. Die neue Praxis wird mehr Koordinationsaufwand zwischen Gesundheits- und Baudepartement innerhalb der Kantone verursachen

4.1.3 Bewilligungsinhaberinnen und - inhaber

Für die aktuellen Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber gibt es einige Änderungen, beispielsweise durch die neu eingeführte Weiterbildungspflicht für Sachverständige, durch die Gebührenanpassungen

sowie durch einige organisatorische Neuerungen (z.B. die Einteilung der bisherigen kontrollierten Zonen in Überwachungs- und Kontrollbereiche). Für Neuerungen, die einen etwas grösseren Initialaufwand erfordern gibt es Übergangsfristen.
Bei der Hälfte der aktuell gültigen Bewilligungen (ca. 11'000) entsteht durch die Einführung des vereinfachten Bewilligungsverfahrens eine administrative Entlastung für Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber: Bewilligungspflichtige Tätigkeiten, bei denen das Gefährdungspotenzial für Mensch und Umwelt klein ist, beurteilt das BAG neu im vereinfachten Verfahren. Dies betrifft z.B. Anwendungen in der Medizin, die im Niedrigdosisbereich liegen (z.B. Röntgenkleinanlagen in Zahnarztpraxen). Solche Bewilligungsinhaber müssen z.B. keine Strahlenschutzpläne oder Gefährdungsanalysen einreichen und können die Dosimetrie für ihr Personal quartalsweise ermitteln.
Es gibt einige Betriebe (ca. 150), die aufgrund der Revision neu bewilligungspflichtig werden (Umgang mit Radon und NORM, die Weiterverwendung radiologischer Altlasten, der Umgang mit herrenlosen radioaktiven Quellen oder die Durchführung qualitätssichernder Massnahmen an Bildempfangs- und Bildwiedergabesystemen).

4.1.4 Spitäler und radiologische Institute

Es wird davon ausgegangen, dass in der Schweiz, wie auch im Ausland, Verbesserungspotenzial besteht bei vielen Untersuchungen und Behandlungen mit ionisierender Strahlung, insbesondere bei der Rechtfertigung dieser Anwendungen. Dank der Einführung von ***klinischen Audits*** in Spitälern und radiologischen Instituten können ungerechtfertigte Untersuchungen und Behandlungen mit ionisierender Strahlung minimiert und Prozesse und Ressourcen optimiert werden.
Nach der Durchführung von Pilotaudits, welche für 2015 geplant sind, wird eine präzisere Berechnung der Kosten möglich sein. Bei jedem bisher berechneten Szenario übertreffen die potentiellen Einsparungen die Kosten klar.
In einigen Betrieben wird es mehr ***Medizinphysikerinnen*** und Medizinphysiker brauchen, da nun klar geregelt wird, wie viele es für die verschiedenen Anwendungen braucht.

4.1.5 Abfälle: Kernkraftwerke, Medizin, Industrie, Forschung

Die geänderten Freigrenzen bedeuten in gewissen Bereichen eine Reduktion des Abfalls, in anderen wird es jedoch zu mehr radioaktivem Abfall kommen. Die Arbeitsgruppe des Bundes für die nukleare Entsorgung (AGNEB) hat dazu einen Bericht erarbeitet, in welchem sie die Folgen der neuen Freigrenzen auf die Menge der Betriebs- und ***Stilllegungsabfälle*** für KKW und Forschung aufzeigt. Im Bereich der Stilllegung der Kernkraftwerke sowie der Forschungsanlagen führt die Übernahme der neuen Freigrenzen zu einer ungefähren Verdoppelung der Abfallmengen. Dies lässt sich aber grösstenteils durch eine konsequente Abklinglagerung von 30 Jahren kompensieren (Lagerung zur Nutzung der relativ kurzen Halbwertzeiten gewisser Radionuklide), die bei den KKW bis anhin nicht in der Planung stand. Auf die Menge der Betriebsabfälle der KKW haben die neuen Freigrenzen kaum Auswirkungen.
Auch auf die Menge der Betriebsabfälle aus Industrie und Forschung haben die neuen Freigrenzen kaum einen Einfluss. In der Medizin ist die Abfallmenge sehr klein, die neuen Freigrenzen haben keinen Einfluss darauf.

4.1.6 Hauseigentümer

Falls bei einem Neubau erdberührende Wohnräume bzw. ein Naturkeller erstellt werden, ist für ein Einfamilienhaus mit Zusatzkosten für den ***Schutz vor Radon*** von ca. 2'000 CHF zu rechnen (das sind weniger als 0,5% der Gesamtkosten eines Neubaus). Ansonsten schützen die Abdichtungsmassnahmen gegen Feuchtigkeit auch vor Radon. Eine fachgerechte Radonsanierung kostet in der Regel ca. 4‘000 bis 8‘000 CHF für ein Einfamilienhaus. Diese Kosten reduzieren sich beträchtlich, wenn die Radonsanierung mit anderen Umbauarbeiten an der Gebäudehülle kombiniert wird. Der Referenzwert bietet mehr Flexibilität als der bisherige Grenzwert insbesondere für die Radonsanierung. In ca. 15‘000 bestehenden Gebäuden in der Schweiz wird der neue Referenzwert von 300 Bq/m^3 überschritten.

4.1.7 Betriebe mit natürlichen Strahlenquellen

Betriebe, in welchen eine berufliche Strahlenexposition aufgrund von natürlichen Strahlenquellen vorliegt, brauchen neu eine Bewilligung und müssen ihr Personal dosimetrieren.

Von natürlich vorkommenden radioaktiven Materialien (***NORM***) sind folgende Bereiche betroffen: Grundwasserfilteranlagen, Erdgasproduktion, Gewinnung geothermischer Energie, Zirkon- und Zirkonium-Industrie, Zementherstellung und Giessereien. Es wird geschätzt, dass es in der Schweiz ca. 25 NORM-Betriebe gibt, die von der neuen Regelung betroffen sein werden.
Radonbelastete Arbeitsplätze sind vor allem in Bergwerken, Höhlen und Versorgungsanlagen anzutreffen. Es wird geschätzt, dass in ca. 25 Betrieben solche Arbeitsplätze zu finden sein werden.
Fluggesellschaften, welche höher als 8000 m fliegen, müssen die Dosis des Personals neu auch individuell überwachen. Die meisten Fluggesellschaften machen das heute schon.

4.1.8 Betriebe mit herrenlosen radioaktiven Quellen

Betriebe, in welchen eine erhöhte Gefahr besteht, dass herrenlose radioaktive Quellen auftauchen, müssen diese mit geeigneten Überwachungsverfahren auffinden können. Dazu müssen gegebenenfalls Messeinrichtungen beschafft und Personal entsprechend geschult werden. Es werden ca. 30-50 Metallverwerter und Kehrichtverbrennungsanlagen betroffen sein. Viele davon haben diese Forderungen bereits heute auf freiwilliger Basis aufgrund möglicher wirtschaftlicher Risiken durch eine Verbreitung der Quellen umgesetzt

4.1.9 Betriebe, welche Qualitätssichernde Massnahmen durchführen

Betriebe, welche qualitätssichernde Massnahmen an Bildempfangs- und Bildwiedergabesystemen in der Human- und Veterinärmedizin sowie an nuklearmedizinischen Mess- und Untersuchungsgeräten durchführen, benötigen neu für diese Tätigkeit eine Bewilligung. Dies wird ca. 30 Betriebe betreffen.

Verordnung des EDI über den Umgang mit geschlossenen radioaktiven Quellen in der Medizin (MeQV)

vom ... Entwurf Anhörung

Das Eidgenössische Departement des Innern,

gestützt auf die Artikel 24 Absatz 3, 47 Absatz 2, 98 Absatz 4, 101, 103 Absatz 2, 111 Absatz 2, 112 Absatz 2 und 114 der Strahlenschutzverordnung vom …[1] (StSV),

verordnet:

1. Kapitel: Allgemeine Bestimmungen

Art. 1 Zweck, Geltungsbereich, Begriffe

[1] Diese Verordnung bezweckt den Schutz vor ionisierender Strahlung von Patientinnen und Patienten, Anwenderinnen und Anwendern sowie Dritten beim Umgang mit geschlossenen radioaktiven Quellen zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken in der Human- und der Veterinärmedizin (medizinische Quellen).

[2] Für das Inverkehrbringen von geschlossenen radioaktiven Quellen gelten die Vorschriften der Medizinprodukteverordnung vom 17. Oktober 2001[2] (MepV).

[3] Es gelten die Begriffsbestimmungen nach Artikel 2 und Anhang 1 StSV sowie nach Anhang 1 dieser Verordnung.

Art. 2 Bauart, Kennzeichnung und Prüfung medizinischer Quellen

[1] Bauart, Kennzeichnung und Prüfung medizinischer Quellen richten sich nach den Artikeln 105–107 StSV.

[2] Die Lieferantin oder der Lieferant von medizinischen Quellen und medizinischen Bestrahlungseinheiten muss zu Handen des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) die für den Strahlenschutz relevanten Unterlagen bezüglich Bauart zur Verfügung halten.

[3] Bestrahlungseinheiten müssen bezüglich Sicherheit, Funktions- und Leistungsparametern dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen. Hierfür sind die einschlägigen internationalen Normen zu berücksichtigen, insbesondere die Normen der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) und die europäisch harmonisierten Normen.

SR **814.501.512**

1 SR **814.501**

2 SR **812.213**

Art. 3 Quellenzertifikat

Die Lieferantin oder der Lieferant muss zu jeder medizinischen Quelle ein Quellenzertifikat der Herstellerin oder des Herstellers beilegen, aus dem mindestens folgende Angaben ersichtlich sind:

a. ISO-Klassifizierung aufgrund einer Typenprüfung;

b. Radionuklid, physikalische/chemische Form, Aktivität, Art und Abmessung der Kapselung, Herstellungs- und Messdatum;

c. Ergebnisse der Dichtheits- und Kontaminationsfreiheits-Prüfung.

Art. 4 Abweichungen

In Einzelfällen kann das Bundesamt für Gesundheit (BAG) auf Gesuch hin Ausnahmen von den Vorschriften dieser Verordnung zulassen, wenn:

a. die Erfahrung und der Stand von Wissenschaft und Technik dies bei einer technischen Neuerung oder Spezialanwendung erfordern; und

b. geeignete Massnahmen gewährleisten, dass das radiologische Risiko dabei gleich bleibt.

Art. 5 Dokumentation der Bestrahlung

[1] Alle dosisbestimmenden Daten der einzelnen Bestrahlungen einer Patientin oder eines Patienten sind in einem Bestrahlungsprotokoll festzuhalten. Dabei sind auch die Dosen aus den bildgebenden Verfahren für die Bestrahlungsplanung, sowie für Positionskontrollen und Nachkontrollen zu registrieren.

[2] Das Protokoll kann mit Methoden der elektronischen Datenverarbeitung (EDV) erstellt, gespeichert und verwaltet werden, sofern der Zugriff sichergestellt und eine unbeabsichtigte Löschung der Daten ausgeschlossen ist.

[3] Die Daten sind gemäss den für die Krankengeschichte geltenden Bestimmungen aufzubewahren, mindestens jedoch während 20 Jahren seit der letzten Bestrahlung.

Art. 6 Einbezug von Medizinphysikerinnen und Medizinphysikern

[1] Für die Inbetriebsetzung, für die Bestrahlungsplanung bei der Anwendung sowie für die regelmässige Überprüfung der Qualität und Sicherheit von medizinischen Quellen muss eine Medizinphysikerin oder ein Medizinphysiker nach Artikel 19 StSV beigezogen werden.

[2] Für jeden Anwendungstyp muss eine angemessene Arbeitskapazität, im Minimum jedoch 20 Stellenprozente zur Verfügung stehen.

[3] Die Aufsichtsbehörde ordnet im Einzelfall den Einbezug einer Medizinphysikerin oder eines Medizinphysikers von mehr als dem nach Absatz 2 vorgeschriebenen Mindestumfang an, wenn die Erfahrung oder der Stand von Wissenschaft und Technik und die übrigen Grundsätze des Strahlenschutzes dies gebieten.

[4] Die Aufsichtsbehörde kann im Einzelfall den Einbezug einer Medizinphysikerin oder eines Medizinphysikers von weniger als dem nach Absatz 2 vorgeschriebenen

Mindestumfang zulassen, wenn geeignete Massnahmen gewährleisten, dass das radiologische Risiko dabei gleich bleibt.

5 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss die Aufgaben und Kompetenzen der Medizinphysikerin oder des Medizinphysikers schriftlich festhalten. Die Stellvertretung muss sichergestellt und schriftlich geregelt sein.

2. Kapitel: Baulicher Strahlenschutz und Ausrüstung

Art. 7 Richtwerte für die Ortsdosis

1 In Bereichen angrenzend an Räume, in denen medizinische Quellen verwendet oder gelagert werden, dürfen folgende Ortsdosen an keiner Stelle überschritten werden:

a.	0,02 mSv in einer Woche	an Orten, an denen sich nichtberuflich strahlenexponierte Personen dauernd oder durch die Bewilligungsinhaberin oder den Bewilligungsinhaber nicht kontrollierbar aufhalten können;
b.	0,1 mSv in einer Woche	an Orten, an denen sich nur beruflich strahlenexponierte Personen aufhalten können oder die nicht für Daueraufenthalt vorgesehen sind.

2 An Orten, an denen sich während der Anwendung medizinischer Quellen keine Personen aufhalten können, unterliegt die Ortsdosis keiner Beschränkung.

Art. 8 Berechnung von Abschirmungen

1 Die baulichen Abgrenzungen von Räumen, in denen medizinische Quellen verwendet oder gelagert werden, müssen unter Berücksichtigung der vorgesehenen Betriebsparameter so dimensioniert sein, dass die Richtwerte für die Ortsdosis nach Artikel 7 nicht überschritten werden. Die Einwirkung mehrerer Strahlenquellen am gleichen Ort ist entsprechend zu berücksichtigen.

2 Die Berechnungsgrundlagen für die erforderlichen Abschirmungen richten sich nach den Anhängen 2 und 3.

3 Soweit die Anhänge 2 und 3 bei Spezialanwendungen zu einem falschen Ergebnis führen, sind die anwendbaren Berechnungsgrundlagen im Einzelfall nach der Erfahrung und dem Stand von Wissenschaft und Technik zu bestimmen.

Art. 9 Standort von Bestrahlungseinheiten

Bestrahlungseinheiten müssen in einem Bestrahlungsraum betrieben werden. Die Bedienungsvorrichtung muss sich ausserhalb des Bestrahlungsraumes befinden.

Art. 10 Anforderungen an den Bestrahlungsraum

1 Der Bestrahlungsraum ist als Überwachungsbereich nach Artikel 97 StSV einzurichten.

2 Der Bestrahlungsraum muss neben den Bestimmungen nach Artikel 8 über die Abschirmwirkung der Raumbegrenzungen folgenden Anforderungen genügen:

a. Die Türen zum Bestrahlungsraum müssen mit Vorrichtungen versehen sein, die beim Öffnen die Bestrahlung unterbrechen; das Einschalten darf nur vom Schaltpult aus möglich sein.

b. Der Bestrahlungsraum muss jederzeit verlassen werden können; ein Hinweis, wie und wo der Raum im Notfall verlassen werden kann, ist im Bestrahlungsraum gut sichtbar anzubringen.

c. Wenn die Anlage in Betrieb ist, muss dies im Bestrahlungsraum und an der Bedienungsvorrichtung durch ein gut sichtbares Signal angezeigt werden.

d. Die Patientin oder der Patient muss während der Bestrahlung dauernd beobachtet werden können und mit dem Personal in Sprechverbindung stehen.

e. Im Bedienungsraum ist eine schriftliche Anweisung in betriebsüblicher Sprache über das Vorgehen im Falle eines Versagens der automatischen Quellentransportvorrichtung oder des Quellenverschlusssystems der Bestrahlungseinheit gut sichtbar anzubringen.

f. Im Bestrahlungs- und Bedienungsraum muss eine Notabschaltvorrichtung vorhanden sein, mit der die Bestrahlung jederzeit unterbrochen werden kann.

g. Bestrahlungsräume müssen mindestens der Feuerwiderstandsklasse F60 beziehungsweise T30 nach der Brandschutzrichtlinie der Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen vom 1. Januar 2015[3] entsprechen.

h. Der Bestrahlungsraum muss entweder mit einer anlageunabhängigen Raumüberwachung für die Ortsdosisleistung ausgerüstet sein, die bei erhöhter Dosisleistung beim Öffnen der Türe ein deutlich hörbares Warnsignal von sich gibt, oder das Bedienpersonal muss ein akustisches Warngerät tragen. Die Anforderungen an die Geräte richten sich nach Anhang 6 Ziffer 1.3.

3 Bestrahlungsräume, in denen Afterloading-Einrichtungen betrieben werden, müssen zusätzlich folgenden Anforderungen entsprechen:

a. Der im Strahlenschutzplan festgelegte Aufstellungsbereich der Patientenliege muss am Boden des Bestrahlungsraums deutlich sichtbar markiert sein.

b. Im Bestrahlungsraum muss ein geeigneter Bleibehälter vorhanden sein, der im Falle einer Transportstörung den Strahler samt Applikator aufnehmen kann.

Art. 11 Anforderungen an Applikationsräume

1 In Räumen, wo medizinische Quellen mit manuellen Methoden appliziert werden, insbesondere in Operationssälen, müssen neben einer genügenden Abschirmwirkung

3 Diese Brandschutzrichtlinie (10-15de) und die dazugehörige Brandschutznorm (1-15de) können bezogen werden bei der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF), Bundesgasse 20, Postfach, CH - 3001 Bern oder gratis im Internet eingesehen werden unter www.vkf.ch (E-Mail: mail@vkf.ch).

der Raumbegrenzungen nach Artikel 8 geeignete mobile Abschirmungen vorhanden sein. Diese sind so zu bemessen, dass dahinter eine Ortsdosisleistung von 25 µSv/h nicht überschritten werden kann.

[2] Bei der Anwendung von medizinischen Quellen mittels Applikator muss ein geeigneter, abgeschirmter Behälter vorhanden sein, der im Falle einer Störung die medizinische Quelle samt Applikator aufnehmen kann.

Art. 12 Anforderungen an Therapiepatientenzimmer

[1] In Therapiepatientenzimmern müssen neben einer genügenden Abschirmwirkung der Raumbegrenzungen nach Artikel 8 geeignete mobile Abschirmungen vorhanden sein.

[2] Falls nichtmobile bettlägrige Patientinnen oder Patienten während der Therapie betreut werden müssen, ist entlang dem Patientenbett eine stationäre Abschirmung von mindestens 110 cm Höhe anzubringen. Diese ist so zu bemessen, dass dahinter eine Ortsdosisleistung von 25 µSv/h nicht überschritten werden kann.

Art. 13 Anforderungen an Lagerstellen

[1] Lagerstellen für medizinische Quellen, insbesondere Räume, Schränke, Tresore, Behälter, müssen folgenden Anforderungen genügen:

a. Sie müssen mindestens der Feuerwiderstandsklasse F30 nach der Brandschutzrichtlinie der Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen vom 1. Januar 2015[4] entsprechen, wenn die Gesamtaktivität der gelagerten medizinischen Quellen mindestens 100 Bewilligungsgrenzen nach Anhang 3 Spalte 10 StSV beträgt und mindestens der Feuerwiderstandsklasse F60 für die Lagerung von geschlossenen hoch radioaktiven Quellen nach Anhang 9 StSV.

b. Die einzelnen medizinischen Quellen und Bestrahlungseinheiten sind so zu lagern, dass die Richtwerte für die Ortsdosis nach Artikel 7 nicht überschritten werden können.

c. Werden an einer Lagerstelle mehrere radioaktive Quellen gemeinsam gelagert, so sind diese derart abzuschirmen, dass die Handhabung einer einzelnen Quelle die Abschirmung der übrigen möglichst wenig beeinträchtigt.

[2] Die Lagerstellen sind als solche zu bezeichnen. Sie sind als Überwachungsbereich einzurichten und dürfen nur der Lagerung von radioaktiven Quellen dienen.

4 Diese Brandschutzrichtlinie (10-15de) und die dazugehörige Brandschutznorm (1-15de) können bezogen werden bei der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF), Bundesgasse 20, Postfach, CH - 3001 Bern oder gratis im Internet eingesehen werden unter www.vkf.ch (E-Mail: mail@vkf.ch).

Art. 14 Bautechnische Strahlenschutzunterlagen

[1] Für Räume, in denen medizinische Quellen verwendet werden, müssen dem BAG mit dem Bewilligungsgesuch die bautechnischen Strahlenschutzunterlagen mit folgenden Angaben eingereicht werden:

a. Grundriss und Seitenansicht der entsprechenden Räume und deren Umgebung im Massstab 1:20 oder 1:50; die Anordnung der medizinischen Quelle und die Bezugspunkte, welche für die Bestimmung der Abstände angenommen wurden, müssen eingezeichnet sein.

b. Berechnungstabellen nach Anhang 4, welche die nach den Anhängen 2 und 3 aufgeführten Angaben enthalten

[2] Die Planunterlagen sind im Format A4 oder A3 einzureichen.

[3] Die Unterlagen müssen durch die Strahlenschutz-Sachverständige oder den Strahlenschutz-Sachverständigen nach Artikel 16 des Strahlenschutzgesetzes vom 22. März 1991[5] auf ihre Korrektheit geprüft sein.

Art. 15 Kontrolle der Bauausführung

Die oder der Strahlenschutz-Sachverständige kontrolliert, ob die Bauausführung gemäss den bewilligten Strahlenschutz-Bauzeichnungen korrekt erfolgt ist.

3. Kapitel: Operationeller Strahlenschutz

1. Abschnitt: Allgemeine Massnahmen

Art. 16 Lagerung, Zugriff, Quelleninventar

[1] Medizinische Quellen müssen in Lagerstellen nach Artikel 13 so gelagert werden, dass sie nur Personen zugänglich sind, die zu ihrer Benützung befugt sind.

[2] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt für die Führung eines Quelleninventars, welches laufend auf dem neuesten Stand zu halten ist.

[3] Sie oder er sorgt dafür, dass unmittelbar nach einer abgeschlossenen Behandlung von Patientinnen und Patienten alle nicht in Bestrahlungseinheiten eingebauten medizinischen Quellen wieder nach Absatz 1 gelagert werden. Dabei ist jedesmal das Quelleninventar auf Vollständigkeit zu überprüfen. Diese Vorschrift gilt nicht für medizinische Quellen, die nach der Behandlung im Körper verbleiben.

Art. 17 Sicherung von geschlossenen hoch radioaktiven Quellen

[1] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sichert geschlossene hoch radioaktive Quellen durch geeignete Massnahmen vor Entwendung und unbefugter Einwirkung. Die Sicherungsmassnahmen sind in einem von der Aufsichtsbehörde zu genehmigenden Sicherungsplan festzuhalten.

5 SR **814.50**

[2] Sie oder er stellt durch geeignete Massnahmen sicher, dass nur befugte Personen Zugang zu geschlossenen hoch radioaktiven Quellen haben.

[3] Sensible Informationen zur Sicherung geschlossener hoch radioaktiver Quellen müssen durch administrative und technische Massnahmen vor unbefugtem Zugriff geschützt werden.

[4] Das Vorhandensein und die Unversehrtheit gesclossener hoch radioaktiver Quellen muss regelmässig überprüft werden. Die Periodizität muss im Sicherungsplan festgelegt werden.

Art. 18 Messgeräte

[1] Für den Umgang mit medizinischen Quellen müssen im entsprechenden Anwendungsbereich geeignete Messgeräte nach Anhang 6 Ziffer 1 jederzeit verfügbar sein.

[2] Die Messgeräte gemäss Absatz 1 müssen regelmässig nach Anhang 6 Ziffer 2 überprüft werden.

Art. 19 Kontrolle auf Dichtheit und Kontamination

[1] Medizinische Quellen sind mindestens jährlich mit geeigneten Methoden auf ihre Dichtheit, d. h. auf eine von ihnen ausgehende Kontamination zu überprüfen.

[2] Die Prüfmethode und das Prüfergebnis sind zu protokollieren.

Art. 20 Meldepflicht

Die Meldung nach Artikel 33 StSV hat bei Verlust oder Beschädigung von medizinischen Quellen sofort, bei Beseitigung, Ersatz oder Änderung des Aufbewahrungsortes vor deren Vornahme zu erfolgen.

Art. 21 Beseitigung

Nicht mehr benötigte medizinische Quellen sind entweder der Weiterverwendung zuzuführen oder als radioaktiver Abfall vorschriftsgemäss zu beseitigen.

Art. 22 Transport von medizinischen Quellen im Betriebsareal

[1] Beim Transport im Betriebsareal müssen medizinische Quellen ständig unter direkter Aufsicht stehen oder so gesichert werden, dass Unbefugte keinen Zugriff haben. Es ist sicherzustellen, dass Dritte keine unnötigen Strahlendosen erhalten können.

[2] Die Verpackung oder der Behälter müssen folgenden Anforderungen genügen:

a. Sie sind aussen mit deutlich erkennbaren Gefahrenzeichen nach Anhang 5 StSV zu versehen.

b. Sie haben die Strahlung so weit abzuschirmen, dass im Abstand von 1 m von der Oberfläche eine Ortsdosisleistung von 0,1 mSv pro Stunde und an der Oberfläche eine Ortsdosisleistung von 2 mSv pro Stunde nicht überschritten wird.

c. Sie dürfen an den Aussenflächen keine übertragbare Kontamination aufweisen, welche die in Anhang 3 Spalte 12 StSV festgelegten Werte überschreitet.

3 In Einzelfällen dürfen Transporte ohne Verpackung oder Behälter nach Absatz 2 durchgeführt werden, sofern der zuständige Strahlenschutz-Sachverständige zustimmt und der Strahlenschutz gewährleistet bleibt.

4 Bei Anlieferung oder Versand von medizinischen Quellen, deren Verpackung oder Behälter den Vorschriften für Transporte ausserhalb des Betriebsareals entspricht, müssen für den Transport innerhalb des Betriebsareals keine zusätzlichen Massnahmen zur Einhaltung der Anforderung nach Absatz 2 Buchstabe b getroffen werden.

5 Für Transporte ausserhalb des Betriebsareals gilt Artikel 113 StSV.

Art. 23 Betriebsinterner Strahlenschutz

1 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt für die Erstellung von schriftlichen Strahlenschutzweisungen, insbesondere für die bei Störfällen notwendigen ersten Massnahmen und Verhaltensregeln. Diese sind laufend den aktuellen Gegebenheiten anzupassen und allen Personen, die mit medizinischen Quellen umgehen, auszuhändigen oder leicht zugänglich zu machen.

2 Neueintretende Personen sind vor der Aufnahme der Arbeit durch einen im betreffenden Tätigkeitsbereich verantwortlichen Strahlenschutz-Sachverständigen über die üblichen und grundsätzlichen Strahlenschutzregeln aufzuklären.

3 Reinigungspersonal darf nur in Kontroll- oder Überwachungsbereich arbeiten, wenn es durch eine im Strahlenschutz ausgebildete Person instruiert wurde.

4 Die oder der Strahlenschutz-Sachverständige überwacht und kontrolliert periodisch die Einhaltung der Strahlenschutzvorschriften im Betrieb und die Anwendung einer angemessenen Arbeitstechnik.

Art. 24 Instruktion für Feuerwehr

Die zuständige Feuerwehr ist durch die Bewilligungsinhaberin oder den Bewilligungsinhaber schriftlich zu informieren:

a. über die Lage der Kontroll- und Überwachungsbereiche;

b. über das Vorhandensein radioaktiver Quellen;

c. dass die Feuerwehr bei Brandausbrüchen eventuell speziell vorzugehen hat.

Art. 25 Aufenthaltsbeschränkungen während der Bestrahlung

Der Aufenthalt von Personen in der Nähe von Therapiepatientinnen und -patienten ist während der Behandlung auf das absolute Minimum zu beschränken. Bei Behandlungen mit Bestrahlungseinheiten darf sich ausser der Patientin oder dem Patienten niemand im Bestrahlungsraum aufhalten.

Art. 26 Qualitätssicherung

[1] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt für die regelmässige Anwendung eines Qualitätssicherungsprogrammes, welches sowohl die medizinischen Aspekte der Strahlenbehandlung als auch die gerätespezifischen und medizinphysikalischen Belange erfasst.

[2] Es sind die Erfahrung und der Stand von Wissenschaft und Technik zu berücksichtigen. Hierfür sind zu berücksichtigen:

a. die einschlägigen nationalen und internationalen Normen und die Empfehlungen nationaler und internationaler Fachorganisationen;

b. die Wegleitungen des BAG.

[3] Für die Durchführung der technischen Qualitätsprüfungen sind die Anforderungen gemäss Anhang 5 zu berücksichtigen.

2. Abschnitt: Anwendungen medizinischer Quellen ohne Bestrahlungseinheit

Art. 27 Vorbereitung der Anwendung, Qualitätsprüfungen

[1] Vor der Applikation von medizinischen Quellen ist deren Aktivität mit einem geeigneten Messgerät nach Anhang 6 Ziffer 1.1 zu überprüfen.

[2] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt für die regelmässige Durchführung der Qualitätsprüfungen nach Anhang 5 Ziffer 1.

[3] Das Ergebnis der Prüfungen nach den Absätzen 1 und 2 ist zu protokollieren.

Art. 28 Aufenthalt und Stationierung von behandelten Patientinnen und Patienten

[1] Beträgt die Ortsdosisleistung in 1 m Entfernung von einer Patientin oder einem Patienten mehr als 5 µSv pro Stunde, so ist diese oder dieser getrennt von nicht mit medizinischen Quellen behandelten Patientinnen oder Patienten in entsprechend abgeschirmten Therapiepatientenzimmern zu stationieren. Die Aufsichtsbehörde kann Ausnahmen gewähren.

[2] Therapiepatientinnen oder -patienten sind solange getrennt von anderen, nicht mit medizinischen Quellen behandelten Patientinnen oder Patienten in separaten Patientenzimmern zu stationieren, als unzulässige Bestrahlungen von Drittpersonen nach den Grenzwerten der StSV möglich sind.

Art. 29 Entlassung von Patientinnen und Patienten

[1] Therapiepatientinnen oder –patienten, bei denen medizinische Quellen ohne Bestrahlungseinheiten angewendet wurden, dürfen nur dann aus dem Kontroll- oder Überwachungsbereich oder aus dem Spital entlassen werden, wenn aufgrund einer Messung mit einem geeigneten Strahlenmessgerät nachgewiesen wurde, dass sich

keine Quellen mehr auf oder im Körper der Patientin oder des Patienten befinden. Die entsprechenden Messresultate sind zu protokollieren.

2 Müssen Therapiepatientinnen oder –patienten mit medizinischen Quellen entlassen werden, ist zu gewährleisten, dass die Strahlenexposition für nichtberuflich pflegende Personen 5 mSv in einem Jahr und für andere Personen 1 mSv in einem Jahr nicht überschreitet.

3 Entlassungen nach Absatz 2 bedürfen der Zustimmung des BAG. Die verantwortliche Ärztin oder der verantwortliche Arzt muss vorgängig dem BAG einen Antrag stellen und nachweisen, beispielsweise mit Bezug auf die persönliche Situation der Patientin oder des Patienten, die Dosisabschätzung für Personen in der Umgebung der Patientin oder des Patienten oder angeordnete Verhaltensregelungen, dass Familienangehörige und andere Drittpersonen nicht gefährdet sind oder nach den Grenzwerten der StSV unzulässig bestrahlt werden können.

4 Für Entlassungen nach Absatz 2 von Prostata-Therapie-Patienten mit dauerhaft implantierten I-125-Seeds ist die Zustimmung des BAG nach Absatz 3 nicht notwendig.

5 Die maximale Strahlenexposition von Personen nach Absatz 2 gilt als eingehalten, wenn der Richtwert der Ortsdosisleistung von 5 µSv pro Stunde in 1 m Entfernung vom Patienten nach Absatz 4 bei dessen Entlassung nicht überschritten wird.

6 Vor einer Entlassung nach Absatz 2 sind der Patientin oder dem Patienten in einem persönlichen Gespräch mit der verantwortlichen Ärztin oder dem verantwortlichen Arzt die notwendigen Verhaltensmassregeln bezüglich Strahlenschutz für Angehörige und weitere Drittpersonen zu erteilen. Dabei ist ihr oder ihm ein Merkblatt und Begleitpapier auszuhändigen, welches Auskunft gibt über die erfolgte Therapie und nachfolgend während einer bestimmten Zeit zu beachtenden Punkte.

3. Abschnitt: Anwendungen medizinischer Quellen in Bestrahlungseinheiten

Art. 30 Betriebsanleitung und Anlagebuch

1 Zu jeder Bestrahlungseinheit muss die Lieferantin oder der Lieferant die Produktinformation nach Artikel 7 MepV[6] abgeben.

2 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber und die Lieferantin oder der Lieferant erstellen zusammen ein Anlagebuch.

3 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt dafür, dass über die Produktinformation hinaus erforderliche Angaben im Anlagebuch oder in der Betriebsanleitung erfasst werden.

4 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt dafür, dass diese Unterlagen jederzeit verfügbar sind.

5 Die Betriebsanleitung enthält mindestens:

6 SR **812.213**

a. Angaben zur Identifikation der Anlage;

b. Anweisungen für korrekten Betrieb und korrekte Anwendung;

c. Anweisungen für periodischen Unterhalt und Prüfungen;

d. Konformitätserklärung der Herstellerin oder des Herstellers nach der MepV.

6 Das Anlagebuch enthält mindestens:

a. Bewilligungsgesuch und Strahlenschutz-Bauzeichnungen;

b. Bewilligung des BAG für das Einrichten und Betreiben der Anlage;

c. Protokolle und Angaben über alle durchgeführten Prüfungen und Kontrollen wie Abnahme-, Zustands- und Konstanzprüfungen, Wartungsberichte, Kontaminationsprüfungen;

d. Quellenzertifikat nach Artikel 3;

e. Angaben über den Aufbewahrungsort und Zugang zu den aufgezeichneten Strahlenereignissen und Störfällen sowie deren Behebung.

7 Betriebsanleitungen müssen in der betriebsüblichen Sprache abgefasst sein.

8 Die elektronische Buchführung ist möglich, wenn die Vollständigkeit gewährleistet bleibt.

Art. 31 Qualitätsprüfungen

1 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt für die regelmässige Durchführung der Qualitätsprüfungen nach Anhang 5 Ziffer 2.

2 Das Ergebnis der Prüfungen nach Absatz 1 ist zu protokollieren und im Anlagebuch abzulegen.

4. Kapitel: Schlussbestimmungen

Art. 32 Aufhebung eines anderen Erlasses

Die Verordnung vom 15. November 2001[7] über den Umgang mit geschlossenen radioaktiven Strahlenquellen in der Medizin wird aufgehoben.

Art. 33 Bestehende Bewilligungen

Inhaberinnen und Inhaber von Bewilligungen für den Umgang mit medizinischen Quellen, die vor Inkrafttreten dieser Verordnung erteilt wurden, müssen die Vorschriften dieser Verordnung einhalten.

Art. 34 Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am ... in Kraft.

7 [AS **2001** 2848]

…

Eidgenössisches Departement des Innern:

Alain Berset

Anhang 1
(Art. 1 Abs. 3)

Begriffsbestimmungen

Die Begriffe sind in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt

Abnahmeprüfung

Prüfung eines zur Lieferung offerierten oder gelieferten Produkts um festzustellen, ob für die vorgesehene Anwendung die technischen Spezifikationen und Sicherheitserfordernisse erfüllt sind.

Afterloading-Einrichtungen

Einrichtung zur Brachytherapie mit Gammastrahlern, die automatisch oder manuell ferngesteuert zur Erzeugung räumlicher Dosisverteilungen in Applikatoren bewegt oder angeordnet und nach Abschluss einer vorgewählten Zeit in den Strahlenaufbewahrungsbehälter zurücktransportiert werden.

Bestrahlung mit hoher Dosisleistung (HDR-Bestrahlung)

Bestrahlung mit Afterloading-Einrichtung, bei der eine Energiedosisleistung von mehr als 12 Gy/h im Referenz-Dosispunkt eingesetzt wird.

Bestrahlung mit mittlerer Dosisleistung (MDR-Bestrahlung)

Bestrahlung mit Afterloading-Einrichtung, bei der eine Energiedosisleistung zwischen 2 und 12 Gy/h im Referenz-Dosispunkt eingesetzt wird.

Bestrahlung mit niedriger Dosisleistung (LDR-Bestrahlung)

Bestrahlung mit Afterloading-Einrichtung, bei der eine Energiedosisleistung unter 2 Gy/h im Referenz-Dosispunkt eingesetzt wird.

Bestrahlungseinheiten

Ein zu therapeutischen Bestrahlungszwecken benutzbares Gerät (Gamma-Bestrahlungsanlage, Afterloading-Einrichtung), das eine oder mehrere geschlossene radioaktive Quellen enthält. Die Quellen sind in einer Abschirmung eingeschlossen, mit welcher sie in jedem Betriebszustand mechanisch verbunden bleiben.

Bestrahlungsraum

Raum, in dem eine therapeutische Anwendung mit ionisierender Strahlung durchgeführt wird.

Bestrahlungsprotokoll

Einer bestimmten Patientin oder einem bestimmten Patienten zugeordnete, zusammenfassende Bezeichnung für die strahlentherapeutische Verordnung und den Bestrahlungsnachweis.

Brachytherapie

Strahlentherapeutische Methode, bei welcher der Abstand zwischen Primärstrahlungsquelle und dem zu bestrahlenden Gewebe weniger als 10 cm beträgt. Die radioaktive medizinische Quelle wird dabei auf oder in den Patientenkörper verbracht (intracavitär, interstitiell).

Durchlassstrahlung

Ionisierende Strahlung , die solche Bauteile durchdringt, die den Austritt von ionisierender Strahlung aus einer radiologischen Einrichtung oder einer ihrer Komponenten verhindern oder die Strahlung in ausreichendem Masse schwächen sollen, um Strahlenschutzanforderungen zu erfüllen.

Feuerwiderstand

Der Begriff Feuerwiderstand wird durch die Brandschutzvorschriften (Brandschutznorm, Brandschutzrichtlinien und Prüfbestimmungen) der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF) definiert. Das Brandverhalten von Bauteilen wird durch die Feuerwiderstandsdauer gekennzeichnet. Sie ist die Mindestdauer in Minuten, während der ein Bauteil die an ihn gestellten Anforderungen erfüllen muss (Feuerwiderstandsklasse F30/T30/R30 = Feuerwiderstandsdauer > 30 Minuten für: F = tragende und raumabschliessende Bauteile, T = bewegliche Abschlüsse wie Türen und Tore, R = rauch- und flammendichte Abschlüsse).

Gamma-Bestrahlungsanlagen

Bestrahlungseinrichtung zur Erzeugung von Strahlenfeldern aus Gammastrahlen für die Teletherapie.

Konstanzprüfung

Prüfung bestimmter Parameter auf Abweichungen gegenüber Referenzwerten in regelmässigen Abständen. Sie hat zum Zweck, eine Verschlechterung der Qualität, Funktionstüchtigkeit und Sicherheit durch Prüfung bestimmter Parameter auf Abweichungen gegenüber Referenzwerten rechtzeitig zu erkennen und Massnahmen treffen zu können.

Nutzstrahlung

Ionisierende Strahlung innerhalb des Primärstrahlungsbereichs. Dieser ist der Raum innerhalb der von der Primärstrahlungsquelle ausgehenden und über die wirksamen Kanten des Blendensystems verlaufenden geometrischen Strahlen.

Orte ohne Daueraufenthalt

Warte-/Umkleideräume, Archiv-/Lager-/Kellerräume ohne fest eingerichteten Arbeitsplatz, Toiletten, Gänge, Treppen, Liftschächte, Trottoirs, Strassen, Baustellen, Grünflächen, Gärten.

Qualitätssicherung

Planung, Überwachung, Prüfung und Korrektur der Ausführung eines Produktes oder einer Tätigkeit mit dem Ziel, vorgegebene Qualitätsforderungen zu erfüllen.

Schaltraum

Raum, der das Steuerpult enthält, und von dem aus der Patient während der Behandlung überwacht wird.

Sekundärstrahlung

Ionisierende Strahlung, die durch Wechselwirkung von Primärstrahlung mit Materie entsteht.

Quellen, medizinische

Radioaktive Quellen in geschlossener Form, die zu diagnostischen oder therapeutischen Zwecken an Menschen oder Tieren angewendet werden. Sie werden entweder in Bestrahlungseinheiten eingebaut verwendet oder manuell appliziert in Form von Nadeln, Drähten, Stäbchen, Perlen, Seeds, etc.

Teletherapie

Strahlentherapeutische Methode mit Gamma-Bestrahlungsanlagen, bei welcher der Abstand zwischen Primärstrahlungsquelle und dem zu bestrahlenden Gewebe mehr als 10 cm beträgt.

Tertiärstrahlung

Ionisierende Strahlung, die durch Wechselwirkung von Sekundärstrahlung mit Materie entsteht.

Therapiepatientenzimmer

Spezielles Patientenzimmer für hospitalisierte Personen, in dem eine therapeutische Anwendung mit medizinischen Quellen durchgeführt wird.

Wartung/Instandhaltung

Sicherstellung der Funktionalität und Sicherheit einer Einrichtung durch vorbeugende Massnahmen gemäss Herstellerangaben, anerkannten Normen und MepV.

Zustandsprüfung

Prüfung des Zustandes eines in Gebrauch stehenden Produktes und Feststellung der Erfüllung vorgegebener Erfordernisse. Sie hat zum Zweck, die Erhaltung der erforderlichen Qualität, Funktionstüchtigkeit und Sicherheit nachzuweisen und wird im Anschluss an eine Wartung oder nach Eingriffen oder Reparaturen durchgeführt.

Anhang 2
(Art. 8 Abs. 2)

Berechnungsgrundlagen für die erforderlichen Abschirmungen bei Afterloading-Einrichtungen und Therapiezimmern

1 Angaben des Herstellers und des Betreibers

Zu den bautechnischen Strahlenschutzunterlagen gemäss Artikel 14 müssen folgende Angaben vorhanden sein:

a. Allgemeine Angaben wie Standort, Raumbezeichnung, und Anlagentyp

b. Angaben zur Strahlenschutzbauzeichnung wie Massstab, Planhersteller und Erstellungsdatum

c. Angaben zur medizinischen Quelle gemäss Artikel 3 Buchstabe b

d. Betriebsbelastung (W_A) der Bestrahlungseinheit

e. Berechnungstabellen gemäss Anhang 4

2 Betriebsbelastung W_A (Betriebsfrequenz)

Die Betriebsbelastung gibt den Umfang der Auslastung der Afterloading-Einrichtung an. Sie ist gleich dem Produkt aus der möglichen Anzahl von Einzelbestrahlungen in der Woche und deren mittleren Äquivalentdosis im Abstand von 1m zur medizinischen Quelle. Der bauliche Strahlenschutz ist auf der Grundlage der zu erwartenden Betriebsbelastung der Afterloadingeinrichtung zu berechnen. Für die Berechnung sind folgende minimalen Betriebsbelastungen anzusetzen:

a. für Anlagen zur Bestrahlung mit hoher und mittlerer Dosisleistung:
(HDR) 300 mSv in einer Woche

b. für Anlagen zur Bestrahlung mit niedriger Dosisleistung:
(LDR) 150 mSv in einer Woche

Falls höhere Betriebsbelastungen zu erwarten sind, so muss die Bemessung der Strahlenschutzabschirmungen darauf abgestimmt werden.

Die Abschirmungen für Therapiezimmer müssen für eine Dauerbelegung ausgelegt werden.

3 Bauliche Strahlenschutzvorkehrungen

Die baulichen Strahlenschutzvorkehrungen sind grundsätzlich so zu treffen, dass die zu schützenden Orte sowohl gegen direkt wirkende Strahlung als auch gegen indirekt wirkende Strahlung genügend geschützt sind.

Die meisten Raumbegrenzungen werden massgeblich von ungeschwächt direkt wirkender Strahlung getroffen. Deren Abschirmwirkung wird berechnet nach 3.1, wobei die indirekt wirkende Strahlung vernachlässigt werden kann.

Der Zugangsbereich zum Bestrahlungsraum ist typischerweise abgegrenzt durch eine Zugangstüre an welche eine Schleuse (Labyrinth) anschliesst. Dieser kann von beiden Strahlenkomponenten massgeblich getroffen werden und ist im zutreffenden Fall folgendermassen abzuschirmen:

a. gegen direkt wirkende Strahlung nach 3.1: durch die Schleusenwand (gegen ungeschwächt direkt wirkende Strahlung) und die Türe (gegen geschwächt direkt wirkende Strahlung)

b. gegen indirekt wirkende Strahlung nach 3.2: durch die Türe

Die Einwirkung der beiden Strahlenkomponenten auf den gleichen zu schützenden Ort ist zu berücksichtigen, indem bei der Berechnung der Schwächungsgrade nach 3.1 und 3.2 reduzierte Werte für die zulässige Ortsdosis eingesetzt werden, sodass deren Summe die zulässige Ortsdosis nach Artikel 7 nicht überschreitet.

3.1 Bauliche Strahlenschutzvorkehrungen gegen direkt wirkende Strahlung

Der Schwächungsgrad F einer Abschirmung ist das Verhältnis der Ortsdosis ohne Abschirmung zu jener mit Abschirmung. Die Berechnung der Schwächungsgrade F gegenüber einer direkt auf einen zu schützenden Ort einwirkenden Strahlung erfolgt nach der Gleichung:

$$F = \frac{W_A \cdot a_0^2}{H_w \cdot a^2}$$

Dabei sind:

F	der Schwächungsgrad gegenüber direkt wirkender Strahlung
W_A	die Betriebsbelastung in mSv/Woche nach Abschnitt 2
H_W	die zulässige Ortsdosis nach Artikel 7 in mSv/Woche
a	Abstand zwischen medizinischer Quelle und dem zu schützenden Ort in m wobei der geringste Abstand zwischen dem markierten Aufstellungsbereich der Patientenliege gemäss Artikel 10 Absatz 3 Buchstabe a und dem zu schützenden Ort zu berücksichtigen ist
a_0	Bezugsabstand (1 m)

Besteht eine Abschirmung aus mehreren hintereinander liegenden Teilabschirmungen mit den Schwächungsgraden F1, F2, …, Fn, so ist der gesamte Schwächungsgrad F gleich dem Produkt aus den einzelnen Schwächungsgraden F1·F2· … ·Fn.

3.2 Bauliche Strahlenschutzvorkehrungen gegen indirekt wirkende Strahlung

Bei der Berechnung der Schwächungsgrade F_S gegenüber gestreuter (indirekter) Strahlung ist $F_S = F/10$ anzunehmen.

a berechnet sich aus der Summe von a_1 und a_2

Dabei sind:

a_1 Mittelwert der Abstände zwischen medizinischer Quelle und Schwerpunkten der relevanten Streuflächen in m

a_2 Mittelwert der Abstände zwischen Schwerpunkten der relevanten Streuflächen und zu schützendem Ort in m

4 Berechnung der Abschirmdicken

Die Berechnung der Abschirmdicken ergibt sich aus der Formel:

$$ZWD = \log(F) \; oder \log(Fs)$$

Dabei sind:

ZWD die erforderliche Anzahl Zehntelwertsdicken mit denen die Schichtdicke der benötigten Abschirmung aus der Tabelle 1 ermittelt werden kann

F, Fs die berechneten Schwächungsfaktoren aus 3.1 und 3.2, ggf. unter Verwendung von reduzierten Werten für die zulässige Ortsdosis gemäss Abschnitt 3 bei massgeblicher Einwirkung beider Strahlenkomponenten auf den gleichen zu schützenden Ort

log der Zehnerlogarithmus

Tabelle 1

Zehntelwertdicken bei verschiedenen Nukliden/Materialien

Baustoff	Blei	Bleiglas	Eisen	Barytbeton	Beton	Ziegel
Dichte in g/cm³	11.34	variabel, ρ	7.8	3.2	2.3	1.4
Co-60	4 cm	47/ρ cm	7 cm	16 cm	22 cm	36 cm
Cs-137	2.1 cm	32/ρ cm	5.5 cm	12 cm	17 cm	28 cm
Ir-192	1.7 cm	25/ρ cm	4.5 cm	10 cm	14 cm	23 cm

Anhang 3
(Art. 8 Abs. 2)

Berechnungsgrundlagen für die erforderlichen Abschirmungen bei Gamma-Bestrahlungsanlagen

1. Angaben des Herstellers und des Betreibers

Zu den bautechnischen Strahlenschutzunterlagen gemäss Artikel 14 müssen folgende Angaben vorhanden sein:

a. Allgemeine Angaben wie Standort, Raumbezeichnung, und Anlagentyp

b. Angaben zur Strahlenschutzbauzeichnung wie Massstab, Planhersteller und Erstellungsdatum

c. Angaben zur medizinischen Quelle gemäss Artikel 3 Buchstabe b

d. Betriebsbelastung (W_A) der Bestrahlungseinheit

e. Berechnungstabellen gemäss Anhang 5

2. Betriebsbelastung W_A (Betriebsfrequenz)

Die Betriebsbelastung gibt den Umfang der Auslastung der Bestrahlungseinheit an. Der bauliche Strahlenschutz ist auf der Grundlage der zu erwartenden Betriebsbelastung W_A der Anlage zu berechnen. Für die Berechnung sind folgende minimalen Betriebsbelastungen anzusetzen:

a. Für Gamma-Bestrahlungsanlagen mit Co-60; $W_A = 10^6$ mSv/Woche

b. Für Gamma-Bestrahlungsanlagen mit Cs-137; $W_A = 10^5$ mSv/Woche

Werden andere Nuklide eingesetzt oder höhere Betriebsbelastungen erwartet, errechnet sich die Betriebsbelastung W_A aus dem Produkt der vorgesehenen Anzahl der Einzelbestrahlungen in der Woche mit der mittleren Ortsdosis für den grössten Nutzstrahlenbündelquerschnitt im Bezugsabstand a_0=100 cm von der medizinischen Quelle.

3. Richtungsfaktoren

Der Richtungsfaktor U berücksichtigt die Richtung des Nutzstrahlenbündels in Bezug auf die zu bemessende bauliche Strahlenschutzvorkehrung. Dafür sind alle Richtungen massgebend, die bei der beabsichtigten Betriebsweise im Bereich des Nutzstrahlenbündels liegen können.

Für den Schutz gegen Nutzstrahlung gilt U=1, wenn die regelmässige Benutzung des Nutzstrahlenbündels in Richtung auf den zu schützenden Platz beabsichtigt ist.

Für den Schutz gegen Nutzstrahlung gilt U=0.1, wenn das Nutzstrahlenbündel in höchstens 10 % der zugrundegelegten Betriebsbelastung oder nur im Fall der Bewegungsbestrahlung auf den zu schützenden Platz gerichtet wird.

Für den Schutz gegen sekundäre Photonenstrahlung und gegen Durchlassstrahlung gilt U=1, unabhängig von der Richtung des Nutzstrahlenbündels.

Für den Schutz gegen sekundäre Photonenstrahlung, die von Wandflächen ausgeht, die in höchstens 10 % der zugrundegelegten Betriebsbelastung von Nutzstrahlung getroffen werden, gilt abweichend vom obigen Abschnitt; U=0.1.

4. Berechnung der Schwächungsgrade F

4.1 Allgemeines Berechnungsschema

Die Abschirmdicke gegen jede einzelne Strahlungskomponente, die auf den zu schützenden Aufenthaltsplatz von Personen einwirkt, ergibt sich aus dem Schwächungsgrad nach Bild 1 bis Bild 4. Die Berechnung des Schwächungsgrades der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen gegen jede einzelne Strahlungskomponente, die auf einen zu schützenden Aufenthaltsplatz einwirkt, erfolgt nach der allgemeinen Formel:

$$F_i = \frac{W_A \cdot U \cdot K_i}{H_w} \qquad (1)$$

Dabei sind:

F	der Schwächungsgrad
i	der Index zur Kennzeichnung der jeweiligen Strahlungskomponente
W_A	die Betriebsbelastung in mSv/Woche nach Abschnitt 2
U	der Richtungsfaktor nach Abschnitt 3
K_i	der Reduktionsfaktor für die Dosisleistung nach Abschnitt 4.2 bis 4.6 . Er ist das Verhältnis der Dosisleistung der abzuschirmenden Strahlung am zu schützenden Aufenthaltsplatz zur Dosisleistung der Nutzstrahlung in a_0=100 cm Abstand zur Quelle
H_W	die zulässige Ortsdosis nach Artikel 7 in mSv/Woche

Bei schräg einfallender Strahlung sind die baulichen Strahlenschutzvorkehrungen so zu bemessen, als ob die Strahlung senkrecht auf die Wand einfallen würde.

4.2 Schwächungsgrade bei baulichen Strahlenschutzvorkehrungen gegen Nutzstrahlung (N)

Für die Berechnung des Schwächungsgrades F_N der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen gegen Nutzstrahlung ist die Formel (1) nach Abschnitt 4.1 zu verwenden.

Für den Reduktionsfaktor K_N ist einzusetzen:

$$K_N = \frac{a_o^{\,2}}{a_N^{\,2}} \qquad (2)$$

Dabei sind:

a_0 100 cm
a_N der Abstand des zu schützenden Platzes von der medizinischen Quelle in cm.

Die Schichtdicke s_N der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen ergibt sich aus dem Schwächungsgrad F_N für Co-60 aus Bild 1 und für Cs-137 aus Bild 2.

4.3 Schwächungsgrade bei baulichen Strahlenschutzvorkehrungen gegen Durchlassstrahlung (D)

Für die Berechnung des Schwächungsgrades F_D der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen gegen Durchlassstrahlung in Bestrahlungsstellung der Gammabestrahlungsanlage ist die Formel (1) nach Abschnitt 4.1 zu verwenden.

Für den Reduktionsfaktor K_D ist einzusetzen:

$$K_D = g_D \frac{a_o^{\,2}}{a_D^{\,2}} \qquad (3)$$

Dabei sind:

$g_D = 5 \times 10^{-3}$ das Verhältnis der Dosisleistung der Durchlassstrahlung in Bestrahlungsstellung der Gammabestrahlungsanlage im Abstand a_0=100 cm von der medizinischen Quelle zur Dosisleistung auf der Achse des Nutzstrahlenbündels im Abstand a_0=100 cm von der medizinischen Quelle.

a_0 100 cm
a_D der Abstand des zu schützenden Platzes von der medizinischen Quelle

Die Schichtdicke s_D der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen ergibt sich aus dem Schwächungsgrad F_D für Co-60 aus Bild 1 und für Cs-137 aus Bild 2.

4.4 Schwächungsgrade bei baulichen Strahlenschutz vorkehrungen gegen vom Patienten ausgehende sekundäre Strahlung (S)

Für die Berechnung des Schwächungsgrades F_S der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen gegen sekundäre Strahlung ist die Formel (1) nach Abschnitt 4.1 zu verwenden.

Für den Reduktionsfaktor K_S bei vom Patienten ausgehender sekundärer Strahlung ist einzusetzen:

$$K_S = \frac{A_{max}}{A_o} \cdot g_S \cdot \frac{a_1^2}{a_S^2} \qquad (4)$$

Dabei sind:

A_{Max} die maximale Feldgrösse im Abstand B_0=100 cm von der Quelle
A_0 100 cm²
g_S der Maximalwert für das Verhältnis der Dosisleistung der sekundären Strahlung im Abstand a_1=100 cm vom Patienten zur Dosisleistung der Nutzstrahlung bei einer Feldgrösse von A_0=100 cm² im Abstand B_0=100 cm von der Quelle nach Tabelle 2.
a_1 100 cm
a_s der Abstand des zu schützenden Platzes von der Auftreffstelle des Nutzstrahlenbündels.

Tabelle 2

g_S in Abhängigkeit vom kleinsten Winkel φ_s , den die Richtung des Nutzstrahlenbündels mit der Richtung bilden kann, in der die vom Patienten ausgehende Sekundärstrahlung den zu schützenden Aufenthaltsplatz trifft.

φ_S	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	> 90°
g_S	$12 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$

Die Schichtdicke S_s der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen ergibt sich aus dem Schwächungsgrad F_s für Co-60 bzw. Cs-137 aus Bild 3 bzw. Bild 4.

4.5 Schwächungsgrade bei baulichen Strahlenschutzvorkehrungen gegen von Wänden ausgehende sekundäre Strahlung (W)

Für die Berechnung des Schwächungsgrades F_W der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen gegen von Wänden, Fussboden und Decke (im Folgenden kurz «Wände» genannt) ausgehende sekundäre Strahlung ist die Formel (1) von Abschnitt 4.1 zu verwenden.

Für den Reduktionsfaktor K_W bei von Wänden ausgehender sekundärer Strahlung ist einzusetzen:

$$K_w = \frac{A_w}{A_1} \cdot g_W \cdot \frac{a_o^2}{a_Q^2} \cdot \frac{a_1^2}{a_w^2} \qquad (5)$$

Dabei sind:

A_w der Querschnitt des Nutzstrahlenbündels an der Auftreffstelle bei maximaler Feldgrösse, der in Richtung auf den zu schützenden Platz nicht durch andere Abschirmungen verdeckt wird.

A_1 = 100 cm²

g_W der Maximalwert für das Verhältnis der Dosisleistung der sekundären Strahlung im Abstand a_1=100 cm von der Auftreffstelle des Nutzstrahlenbündels zur Dosisleistung der Nutzstrahlung bei einem Nutzstrahlenbündelquerschnitt von A_1=100 cm² an dieser Auftreffstelle nach Tabelle 3.

a_0 = 100 cm

a_1 = 100 cm

a_Q der Abstand der Auftreffstelle der Nutzstrahlung von der medizinischen Quelle

a_w der Abstand des zu schützenden Platzes von der Auftreffstelle der Nutzstrahlung

Tabelle 3

g_W in Abhängigkeit vom kleinsten Winkel φ_w, der die Richtung des Nutzstrahlenbündels mit der Richtung bilden kann, in der der Schutz gegen Sekundärstrahlung zu bemessen ist.

φ_w	80°	90°	> 110°
g_w	$2 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$0.6 \cdot 10^{-4}$

Die Schichtdicke S_w der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen gegen von Wänden ausgehende sekundäre Strahlung ergibt sich aus dem Schwächungsgrad F_w nach der Formel

$$S_w = Z_w \cdot \log(F_w) \qquad (6)$$

Dabei sind:

Z_w die Zehntelwertdicke nach Tabelle 4

F_w der Schwächungsgrad nach Ziffer 4.4

Tabelle 4

Zehntelwertdicken für von Wänden ausgehende sekundäre Strahlung

Abschirm-Material	Blei	Eisen	Beton	Barytbeton
Dichte (g/cm³)	11,3	7,8	2,3	3,2
Zehntelwertdicke Z_w	0.5 cm	5 cm	14 cm	7 cm

4.6 Schwächungsgrade bei baulichen Strahlenschutzvorkehrungen gegen tertiäre Strahlung (T)

Für die Berechnung des Schwächungsgrades F_T der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen gegen tertiäre Strahlung ist die Formel (1) nach Abschnitt 4.1 zu verwenden.

Für den Reduktionsfaktor K_T bei tertiärer Strahlung ist einzusetzen:

$$K_T = \frac{A_T}{A_1} \cdot g_T \cdot \frac{a_2^2}{a_T^2} \cdot (K_S + K_W) \qquad (7)$$

Dabei sind:

A_T der Querschnitt der Auftreffstelle der sekundären Strahlung an der Wand, der in Richtung auf den zu schützenden Platz nicht durch andere Abschirmungen abgedeckt wird.

A_1 = 100 cm²

g_T das Verhältnis der Dosisleistung der tertiären Strahlung im Abstand a_2=100 cm von der Auftreffstelle der sekundären Strahlung zur Dosisleistung der sekundären Strahlung an dieser Auftreffstelle bei einer Streufläche von a_1 = 100 cm².
Für den Geltungsbereich dieser Verordnung ist $g_T = 1 \cdot 10^{-4}$ zu setzen.

a_2 = 100 cm

a_T Abstand des zu schützenden Platzes von der Auftreffstelle der sekundären Strahlung

K_S der Reduktionsfaktor für sekundäre Strahlung nach Abschnitt 4.3, wobei für a_S der Abstand des Ursprungs der sekundären Strahlung von der Auftreffstelle einzusetzen ist, von der die tertiäre Strahlung ausgeht.

K_W der Reduktionsfaktor für sekundäre Strahlung nach Abschnitt 4.4, wobei für a_W der Abstand der Auftreffstelle der Nutzstrahlung von der Auftreffstelle der sekundären Strahlung einzusetzen ist.

Die Schichtdicke S_T der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen gegen tertiäre Strahlung ergibt sich aus dem Schwächungsgrad F_T nach der Formel

$$S_T = Z_T \cdot \log(F_T) \qquad (8)$$

Dabei sind:

Z_T die Zehntelwertdicke nach Tabelle 5

F_T der Schwächungsgrad nach Ziffer 4.1

Tabelle 5

Zehntelwertdicken für Tertiärstrahlung

Abschirm-Material	Blei	Eisen	Beton	Barytbeton
Dichte (g/cm^3)	11,3	7,8	2,3	3,2
Zehntelwertdicke Z_T	0.2 cm	4 cm	12 cm	4 cm

Bild 1

Schwächungsgrade F_N und F_D für Co-60-Nutz- und Durchlass-Strahlung als Funktion der Schichtdicke verschiedener Abschirmwerkstoffe

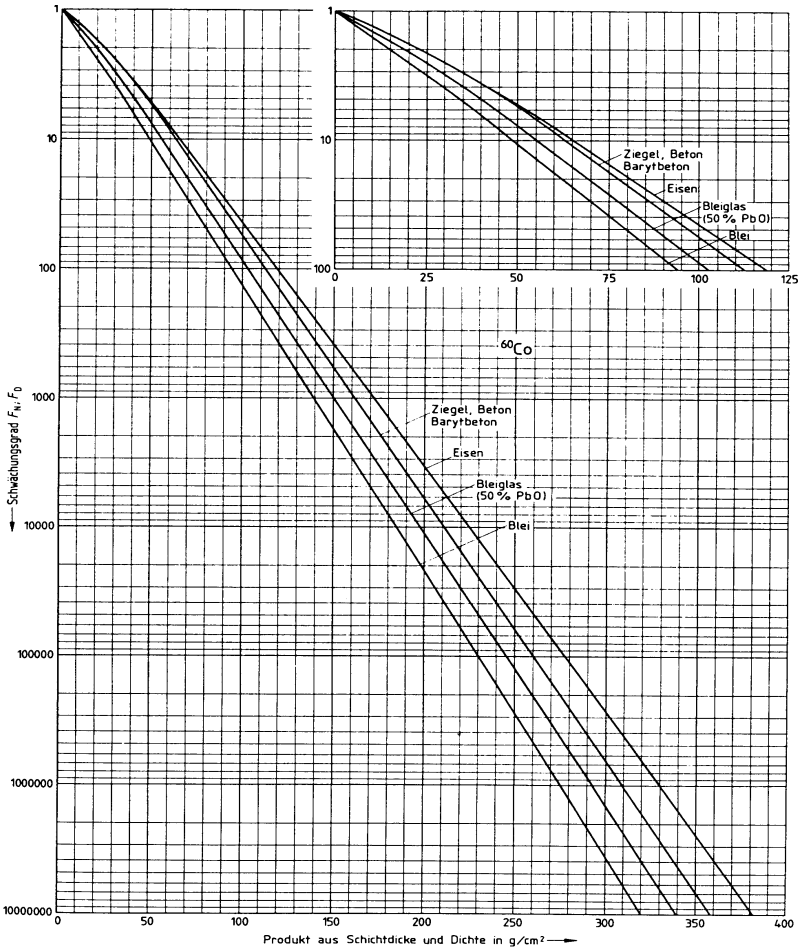


Bild 2

Schwächungsgrade F_N und F_D für Cs-137-Nutz- und Durchlass-Strahlung als Funktion der Schichtdicke verschiedener Abschirmwerkstoffe

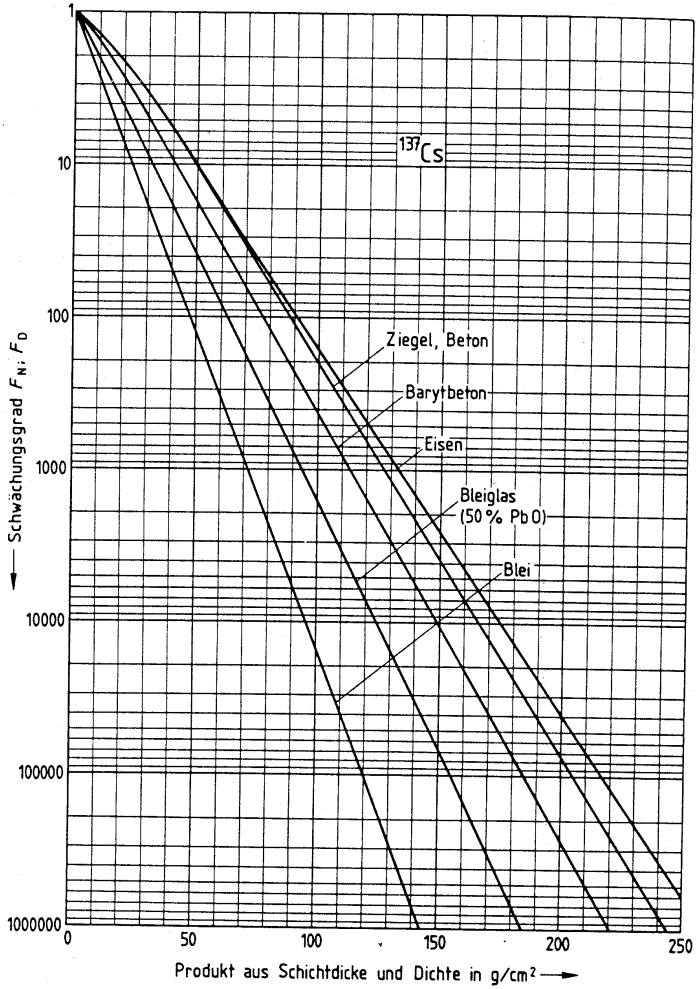
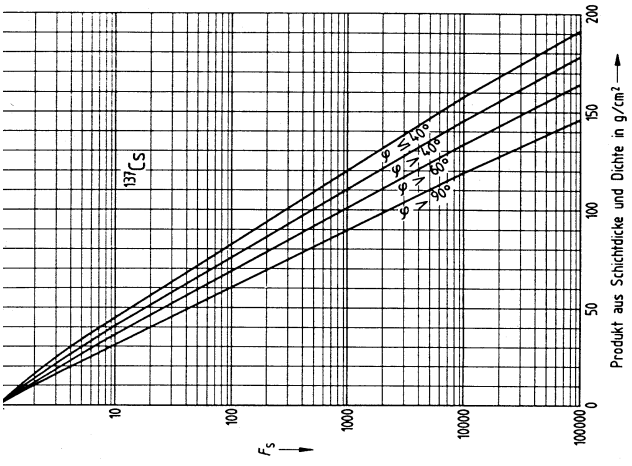


Bild 3

Schwächungsgrade F_s für Co-60- bzw. Cs-137-Sekundärstrahlung als Funktion der Schichtdicke in Ziegelstein, Beton, Barybeton und Eisen in Abhängigkeit vom Streuwinkel φ_s



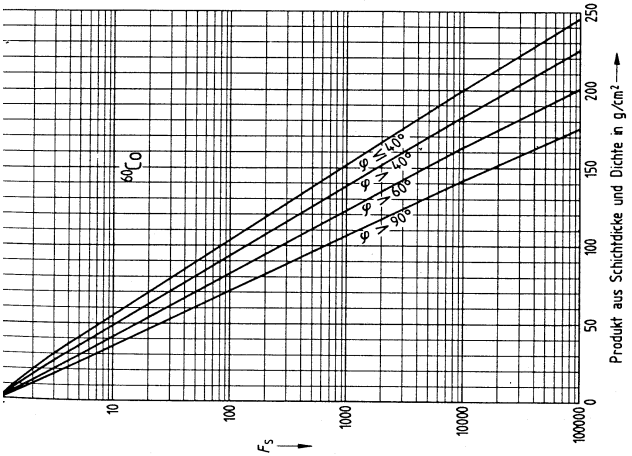
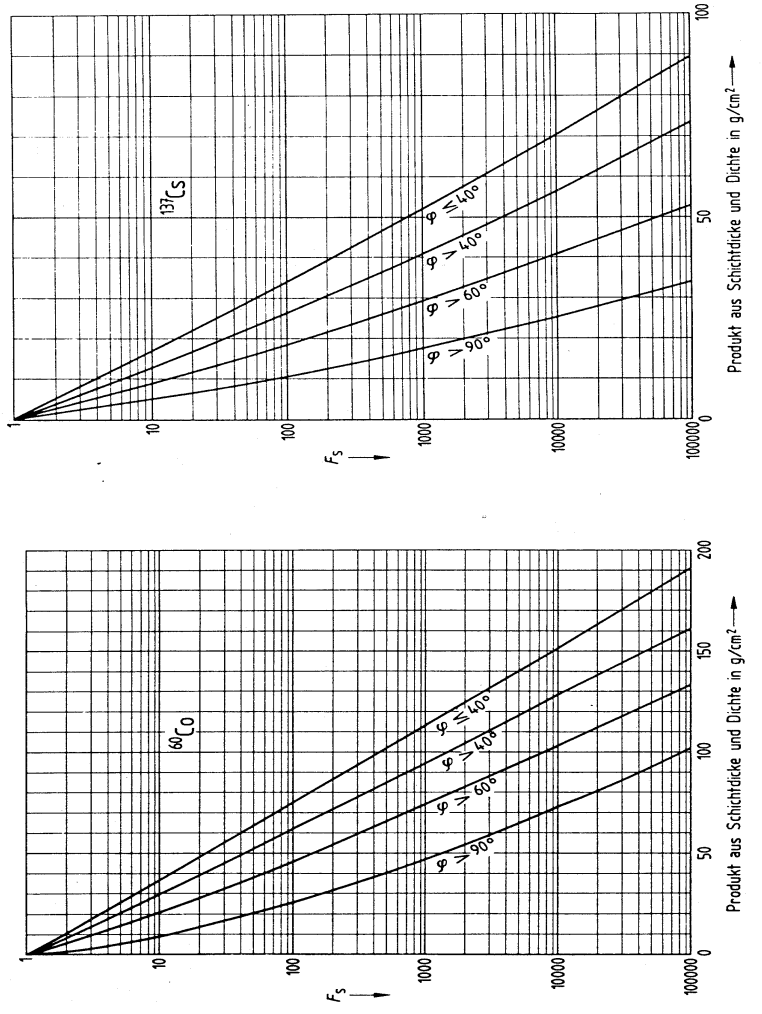


Bild 4

Schwächungsgrade F_s für Co-60- bzw. Cs-137-Sekundärstrahlung als Funktion der Schichtdicke in Blei in Abhängigkeit vom Streuwinkel φ_s



Anhang 4
(Art. 14 Abs. 1 Bst. b)

Musterberechnungstabelle für Afterloading-Einrichtungen

Die Berechnungstabelle für Afterloadingeinrichtungen muss die unten aufgeführten Angaben enthalten:

a. Zweckbestimmung der an den Bestrahlungsraum angrenzenden Bereich nach Artikel 7
b. der Richtwert der Ortsdosis H im angrenzenden Bereich nach Artikel 7
c. Abstand a zwischen medizinischer Quelle und dem zu schützenden Bereich, wobei der geringste Abstand des markierten Aufstellungsbereichs der Patientenliege zu berücksichtigen ist
d. Schwächungsgrade F bzw. F_S nach Anhang 2 Abschnitt 3 und 4
e. Das für die Raumbegrenzungen verwendete Material, dessen Schichtdicke und Dichte
f. Die vorhandene Anzahl Zehntelwertsdicken des Materials der Raumbegrenzung gemäss Anhang 2 Tab.1

Nuklid:	Aktivität: [GBq]	Betriebsbelastung W_A: [mSv/W]	Stockwerk:

Anlagebezeichnung:	Raumbezeichnung:	Raumhöhe: cm

	a.	b.	c.	d.	d.		e.	e.	e.	f.	
Pos.	Angrenzender Bereich	H [mSv/W]		F	F_S	Erford. ZWD log(F)	Baustoff	Brutto dichte [g/cm^3]	Schicht-dicke [cm]	vorh. ZWD	Zusätzlich notwendige Abschirmung [cm]
...											

Musterberechnungstabelle für Gamma-Bestrahlungsanlage

Die Berechnungstabelle für Gamma-Bestahlungsanlagen müssen die unten aufgeführten Angaben enthalten:

a. Zweckbestimmung der an den Bestrahlungsraum angrenzenden Bereich nach Artikel 7
b. der Richtwert der Ortsdosis H im angrenzenden Bereich gemäss Artikel 7
c. Richtungsfaktor U nach Anhang 3 Abschnitt 3
d. Abstand der jeweiligen Strahlungskomponente zum zu schützenden Bereich $a_i = a_N, a_S, a_D, a_Q, a_T$
e. Reduktionsfaktor der Dosisleistung der jeweiligen Strahlungskomponente $K_i = K_N, K_D, K_S, K_W, K_T$
f. Schwächungsgrad F_i der jeweiligen Strahlungskomponente $F_i = F_N, F_D, F_S, F_W, F_T$
g. Produkt aus Schichtdicke und Dichte in g/cm^2 (Flächendichte) nach Anhang 3, Bild 1-4
h. das für die Raumbegrenzungen verwendete Material, dessen Schichtdicke und Dichte
i. Produkt aus Schichtdicke und Dichte (Flächendichte) des vorhandenen Materials für die Raumbegrenzung

Nuklid:	Aktivität: TBq	Betriebsbelastung W_A: [mSv/W]	Stockwerk:

Anlagebezeichnung:	Raumbezeichnung:	Raumhöhe: cm

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	h.	h.	i.	
Pos.	Angrenzender Bereich	H [mSv/W]	U	a_i [m]	K_i	F_i	Index Strahl. komp.	Flächen-dichte [g/cm^2]	Baustoff	Brutto dichte [g/cm^3]	Schicht-dicke [cm]	vorh. Flächen-dichte [g/cm^2]	Zusätzlich notwendige Abschirmung [cm]
...													

Anhang 5
(Art. 26 Abs. 3, Art. 27 Abs. 2, Art. 31 Abs. 1)

Qualitätsprüfungen an medizinischen Quellen und Bestrahlungseinheiten

1. Medizinische Quellen ohne Bestrahlungseinheit

Beim Umgang mit medizinischen Quellen ist regelmässig ein Qualitätssicherungsprogramm anzuwenden, welches die notwendigen Kontrollen und Prüfungen, deren Periodizitäten sowie die Verantwortlichkeiten regelt. Es soll im Minium die folgenden Aspekte berücksichtigen:

a. Vollständigkeit des Quelleninventars
b. Sicherheit beim Transport und bei der Aufbewahrung der medizinischen Quellen
c. Kontrolle bezüglich Dichtheit und Beschädigung der medizinischen Quellen
d. Kontrolle der Aktivität der medizinischen Quellen
e. Qualität und Sicherheit der Anwendungsmethode (inklusive eventuell notwendiges Zubehör)

2. Medizinische Quellen in Bestrahlungseinheiten

Bei der Einrichtung und während der gesamten Betriebsdauer von Bestrahlungseinheiten ist regelmässig ein Qualitätssicherungsprogramm anzuwenden, welches die im folgenden aufgeführten Prüfungen umfasst.

a. Abnahmeprüfung
Die Lieferantin oder der Lieferant von Bestrahlungseinheiten führt vor deren Übergabe an den Betreiber eine Abnahmeprüfung durch. Dabei sind die sicherheits- und dosisrelevanten Komponenten in Zusammenarbeit mit der zuständigen Medizinphysikerin oder dem zuständigen Medizinphysiker zu überprüfen.
Anlässlich der Abnahmeprüfung müssen auch die Referenzwerte für die nachfolgenden Konstanzprüfungen festgelegt werden.

b. Zustandsprüfung
Bestrahlungseinheiten müssen mindestens jährlich einer Zustandsprüfung unterzogen werden. Sie erfolgt im Rahmen einer Instandhaltung / Wartung durch eine Fachfirma. Dabei sind die sicherheits- und dosisrelevanten Komponenten in Zusammenarbeit mit der zuständigen Medizinphysikerin oder dem zuständigen Medizinphysiker zu überprüfen. Eine Zustandsprüfung ist immer auch nach Reparaturen / Eingriffen erforderlich.
Anlässlich der Zustandsprüfung müssen auch die Referenzwerte für die nachfolgenden Konstanzprüfungen festgelegt werden.

c. Konstanzprüfung
Bestrahlungseinheiten müssen mindestens vierteljährlich einer Konstanzprüfung durch den Betreiber oder von diesem beauftragten Dritten unterzogen

werden. Die Verantwortung für die dosimetrischen Kontrollen unterliegt der zuständigen Medizinphysikerin oder dem zuständigen Medizinphysiker.

d. Durchführung der Prüfungen

Bei der Durchführung der Prüfungen sind die Erfahrung und der Stand von Wissenschaft und Technik zu berücksichtigen. Hierfür sind zu berücksichtigen:

1. die Herstellerangaben;
2. die einschlägigen nationalen und internationalen Normen (IEC-Normen) ;
3. die Empfehlungen nationaler und internationaler Fachorganisationen, insbesondere der Schweizerischen Gesellschaft für Strahlenbiologie und Medizinische Physik (SGSMP),;
4. die Wegleitungen des BAG.

Für HDR-Afterloading-Einrichtungen ist die Empfehlung Nr. 13[8] der SGSMP „Dosimetry and Quality Assurance in High Dose Rate Brachytherapy with Iridium-192“ zu beachten.
Lieferanten, Hersteller oder Fachfirmen, welche Qualitätsprüfungen an Bestrahlungseinheiten durchführen, müssen über eine diesbezügliche Bewilligung des BAG und entsprechend ausgebildetes technisches Fachpersonal verfügen.
Die Intervalle für die Prüfungen können prüfpunktspezifisch gegenüber den angegebenen minimalen Periodizitäten verkürzt werden.
Intervalle und Umfang der Instandhaltung / Wartung richten sich nach den Bestimmungen der MepV[9] und werden duch den Hersteller festgelegt.

8 Empfehlung Nr. 13 der Schweizerischen Gesellschaft für Strahlenbiologie und Medizinische Physik, "Dosimetry and Quality Assurance in High Dose Rate Brachytherapy with Iridium-192", Januar 2005 ISBN: 3 908 125 36-7 Die Empfehlung kann im Buchhandel bezogen oder www.sgsmp.ch eingesehen werden.

9 SR **812.213**

Anhang 6
(Art. 10 Abs. 2 Bst. h, Art. 18, Art. 27 Abs. 1)

Anforderungen an und Prüfung von Messgeräten für die Verwendung beim Umgang mit medizinischen Quellen

1. Art und Einsatzbereich

Zur Kontrolle von medizinischen Quellen und für die Überwachung der Strahlenschutzsituation müssen für den entsprechenden Einsatzbereich geeignete Messgeräte gemäss folgender Auflistung in genügender Zahl zur Verfügung stehen.

1.1 Messung der Aktivität von medizinischen Quellen
Messsystem mit Schachtionisationskammer zur Bestimmung der Aktivität von medizinischen Quellen (Ir-192-HDR). Die Anforderungen richten sich nach Artikel 16 und 17 StmMv.

1.2 Umgebungsüberwachung
- Tragbares Kontaminationsmessgerät mit interner oder externer Sonde zur Kontrolle der Dichtheit von medizinischen Quellen und möglichen Kontaminationen (Messfläche ab ca. 9 cm^2).
- Dosisleistungsmessgerät zur Kontrolle und Überwachung der Dosisleistungen in der Umgebung von medizinischen Quellen sowie zum Nachweis von medizinischen Quellen.
Falls das Dosisleistungsmessgerät für die Verwendung in Bereichen mit zu erwartenden Ortsdosisleistungen von mehr als 100 µSv/h vorgesehen ist, richten sich die Anforderungen nach Artikel 13 und 14 StmMv.

1.3 Raum- und Personenüberwachung
- Dosisleistungsmessgerät mit Warnfunktion und definierter Ansprechschwelle zur Ueberwachung der Dosisleistung in Bestrahlungsräumen (von der Anlage unabhängige Raumüberwachung)
oder
- Persönliches, akustisches Dosisleistungswarngerät mit Warnfunktion und definierter Ansprechschwelle zur Ueberwachung der Dosisleistung bei Arbeiten in Bestrahlungsräumen

2. Art und Periodizität der Prüfungen

Zur Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit der Messgeräte sorgt die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber für die regelmässige Durchführung der Prüfungen gemäss nachfolgender Auflistung.

2.1 Art der Prüfungen

Eichung
Die Eichung ist die amtliche Prüfung und Bestätigung, dass ein einzelnes Messgerät den gesetzlichen Vorschriften entspricht und damit dessen Freigabe für den vorgesehenen Zweck. Die anlässlich der Eichung mittels Kalibrierung festgestellte Abweichung von einem rückverfolgbaren Normal muss in-

nerhalb der rechtsgültig festgelegten Eichfehlergrenze liegen. Es wird ein Eichzertifikat ausgestellt mit einer bestimmten Gültigkeitsdauer. Nach Ablauf der Gültigkeitsdauer ist eine Nacheichung erforderlich. Eichungen können nur durch eine vom Eidgenössischen Institut für Metrologie (METAS) anerkannte Eichstelle durchgeführt werden und richten sich nach den Anforderungen von Artikel 14, 15, 17 und 18 StmMv.

Kalibrierung
Bei der Kalibrierung wird der Zusammenhang zwischen dem wahren Wert der Messgrösse und dem vom Gerät angezeigten Messwert bestimmt. Dabei wird das Messgerät mit einem rückverfolgbaren Normal (kalibrierte radioaktive Quelle) verglichen und die Abweichung festgestellt. Die Resultate werden in einem Kalibrierzertifikat festgehalten. Die Kalibrierung des Messgerätes erfolgt durch den Hersteller oder eine andere befähigte Stelle unter festgelegten Bedingungen. Das Datum der letzten Kalibrierung muss am Gerät angeschrieben sein.

Konstanzprüfung
Bei der Konstanzprüfung wird die Abweichung der Anzeige des Messgerätes gegenüber einem Referenzwert bezüglich Einhaltung der vorgegebenen Toleranz in regelmässigen Abständen geprüft. Sie erfolgt durch den Anwender. Unmittelbar nach der Eichung oder Kalibrierung eines Messgerätes muss mit einer geeigneten radioaktiven Quelle (Sollwert-, Check- oder Flächenquelle) ein Referenzwert für die periodische Konstanzprüfung ermittelt werden. Die Messgeometrie, die verwendeten radioaktiven Quellen, die Referenzwerte und die Resultate der Konstanzprüfungen müssen in einer betriebsinternen Weisung festgehalten und protokolliert werden. Nach einer Reparatur oder bei einer Abweichung vom Referenzwert, der grösser ist als die vorgegebene Toleranz, muss das Messgerät neu justiert und geeicht oder kalibriert werden.

Funktionskontrolle
Für die Funktionskontrolle müssen geeignete radioaktive Quellen zur Verfügung stehen. Sie erfolgt durch den Anwender und umfasst folgende Prüfpunkte:
- Batterietest
- Überprüfungen des Untergrundes (Background-Strahlung)
- Funktionstest mit einer radioaktiven Quelle (z.B. Sollwertquelle) oder in einem bekannten Strahlenfeld.

Dabei soll überprüft werden, ob das Strahlenschutzmessgerät auf Strahlung anspricht. Die Resultate der Funktionskontrollen müssen nicht protokolliert werden.

2.2 Periodizität der Prüfungen

Messmittel / Art der Prüfung	Messsystem mit Schachtionisationskammer	- Tragbares Kontaminationsmessgerät - Dosisleistungsmessgerät [1)] - Dosisleistungsmessgerät zur Raumüberwachung - Persönliches Dosisleistungswarngerät
Eichung	- vor der ersten Verwendung - alle 4 Jahre - Nacheichung bei Abweichung grösser 0,5% gegenüber Eichzertifikat	*[1)] nur für Dosisleistungsmessgerät und Erwartungswerte > 100 µSv/h* - vor der ersten Verwendung - alle 3 Jahre - Nacheichung bei Abweichung grösser 10% vom Referenzwert
Kalibrierung		*[1)] nicht für Dosisleistungsmessgerät und Erwartungswerte > 100 µSv/h* - vor der ersten Verwendung - nach Justierung / Reparatur - bei Abweichung grösser 10% vom Referenzwert
Konstanzprüfung	- alle 3 Monate	- jährlich - Ermittlung Referenzwert nach Kalibrierung oder Eichung
Funktionskontrolle		- täglich oder vor jedem Einsatz bei mobilen Geräten - monatlich bei fest stationierten Raumüberwachungsgeräten

3. Zuständige Stellen

3.1 Eichstellen

Die vom METAS anerkannten Eichstellen sind zur Zeit der Inkraftsetzung der vorliegenden Verordnung die folgenden:
- Paul Scherrer Institut, PSI, Villigen
- Institut de radiophysique, IRA, CHUV Lausanne

3.2 Kalibrierstellen

Kalibrierstellen sind Hersteller von Messgeräten oder andere befähigte Stellen (PSI, IRA). Sie müssen über die folgenden Fachkompetenzen verfügen:
- Kenntnis von Funktion und Bedienung des zu kalibrierenden Messgerätes
- Kenntnis in der Bestimmung der Messunsicherheit
- Kenntnis über die Rückverfolgbarkeit der eingesetzten Normale
- Angemessene messtechnische Infrastruktur
- Dokumentation und Validierung der Kalibrierverfahren
- Umsetzung von Qualitätssicherungsmassnahmen

Das von der Kalibrierstelle ausgestellte Kalibrierzertifikat muss folgende Elemente enthalten:
- Auftragnehmer und Auftraggeber
- Beschreibung und eindeutige Identifikation des Messgerätes
- Datum der Kalibrierung
- Name und Unterschrift der für die Kalibrierung betrauten Person
- Angaben über die Rückverfolgbarkeit
- Umfang der Kalibrierung
- Kurzbeschreibung des Messverfahrens und der Messbedingungen
- Messresultate und Angabe der Messunsicherheit

Verordnung des EDI über den Strahlenschutz bei medizinischen Röntgensystemen

(Röntgenverordnung; RöV)

vom ... Entwurf Anhörung

Das Eidgenössische Departement des Innern,

gestützt auf die Artikel 24 Absatz 3, 47 Absatz 2, 98 Absatz 4, 101, 103 Absatz 2 und 112 Absatz 2 der Strahlenschutzverordnung vom ...[1] (StSV),

verordnet:

1. Abschnitt: Allgemeine Bestimmungen

Art. 1 Zweck und Geltungsbereich

[1] Diese Verordnung bezweckt den Schutz vor ionisierender Strahlung von Patientinnen und Patienten, Personal sowie Drittpersonen bei der Inbetriebnahme und bei der Anwendung von medizinischen Röntgensystemen (Röntgensysteme).

[2] Sie gilt für Röntgensysteme mit Röhrenspannungen bis 300 Kilovolt (kV), mit denen Photonenstrahlung mit einer Energie von über 5 Kiloelektronenvolt (keV) künstlich erzeugt wird und die zur Diagnose oder Therapie an Menschen oder Tieren dienen.

[3] Dazu gehören auch:

a. bildgebende radiologische Systeme zur Positionskontrolle, Planung und Simulation in der Strahlentherapie;

b. Röntgensysteme, die medizinischen Schulungs-, Demonstrations- oder Forschungsszwecken dienen oder in der Rechtsmedizin zur Anwendung gelangen.

[4] Diese Verordnung regelt insbesondere:

a. die Rechtfertigung und Optimierung medizinischer Expositionen (1. Abschnitt);

b. den baulichen Strahlenschutz (2. Abschnitt);

c. die Inbetriebnahme (3. Abschnitt);

d. die Anwendung (4. Abschnitt);

e. die Qualitätssicherung, insbesondere Prüfung und Wartung (5. Abschnitt).

SR **814.542.1**

1 SR **814.501**

5 Für das Inverkehrbringen der Röntgensysteme gilt die Medizinprodukteverordnung vom 17. Oktober 2001[2] (MepV).

Art. 2 Begriffe

Es gelten die Begriffsbestimmungen nach Artikel 2 und Anhang 1 StSV sowie nach Anhang 1 dieser Verordnung.

Art. 3 Röntgensysteme für andere Zwecke

Für Röntgensysteme, die medizinischen Schulungs-, Demonstrations- oder Forschungsszwecken dienen, oder die in der Rechtsmedizin zur Anwendung gelangen, aber die nicht zur Diagnose oder Therapie an Menschen oder Tieren dienen, gelten die Anforderungen dieser Verordnung an veterinärmedizinische Anlagen.

Art. 4 Rechtfertigung

Die Indikation zur radiologischen Untersuchung erfordert eine Rechtfertigung nach den Artikeln 39–40 StSV. Sie muss in der Krankengeschichte festgehalten werden.

Art. 5 Optimierung medizinischer Expositionen

1 Die diagnostischen Untersuchungen müssen mit der nach Artikel 43 StSV optimierten Untersuchungstechnik so abgestimmt sein, dass die diagnostisch erforderliche Information mit einer minimalen Dosis gewonnen wird.

2 Es sind die Erfahrung und der Stand von Wissenschaft und Technik zu berücksichtigen. Hierfür sind zu berücksichtigen:

a. die Empfehlungen der internationalen und nationalen Fachorganisationen;

b. die vom Bundesamt für Gesundheit (BAG) publizierten diagnostischen Referenzwerte;

c. die Wegleitungen des BAG.

3 Die Aufnahmepraxis muss regelmässig überprüft und optimiert werden.

Art. 6 Beobachtung

Die Patientin oder der Patient muss während der Aufnahme, Durchleuchtung oder Bestrahlung beobachtet werden können.

Art. 7 Einbezug von Medizinphysikerinnen und Medizinphysikern

1 Für die Optimierung, die Weiterbildung und das Qualitätsmanagement bei interventionellen radiologischen Anwendungen, bei der Fluoroskopie im mittleren Dosisbereich und in der Computertomografie muss die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber eine Medizinphysikerin oder einen Medizinphysiker nach

2 SR **812.213**

Artikel 19 StSV beiziehen. Dabei sind die internationalen und nationalen Empfehlungen zu berücksichtigen.

2 Als Mindestumfang für den Einbezug pro Anlage gelten folgende Werte:

a. Computertomografen: 3 Tage pro Jahr

b. Fluoroskopie-Anlage im Hochdosisbereich: 4 Tage pro Jahr

c. Fluoroskopie-Anlage im mittleren Dosisbereich: 1 Tag pro Jahr

3 Die Aufsichtsbehörde ordnet im Einzelfall den Einbezug einer Medizinphysikerin oder eines Medizinphysikers von mehr als dem nach Absatz 2 vorgeschriebenen Mindestumfang an, wenn die Erfahrung oder der Stand von Wissenschaft und Technik und die übrigen Grundsätze des Strahlenschutzes dies gebieten.

4 Die Aufsichtsbehörde kann im Einzelfall den Einbezug einer Medizinphysikerin oder eines Medizinphysikers von weniger als dem nach Absatz 2 vorgeschriebenen Mindestumfang zulassen, wenn geeignete Massnahmen gewährleisten, dass das radiologische Risiko dabei gleich bleibt.

5 Der Einbezug von Medizinphysikerinnen und Medizinphysikern nach Artikel 19 StSV bei den übrigen Anwendungen im mittleren und niedrigen Dosisbereich muss bei Bedarf geplant werden.

6 Für jede Röntgentherapieanlage ist eine Medizinphysikerin oder ein Medizinphysiker nach Artikel 19 StSV für die Qualitätssicherung nach Artikel 26–31 beizuziehen.

Art. 8 Abweichungen

In Einzelfällen kann das Bundesamt für Gesundheit (BAG) auf Gesuch hin Ausnahmen von den Vorschriften dieser Verordnung zulassen, wenn:

a. die Erfahrung und der Stand von Wissenschaft und Technik dies bei einer technischen Neuerung oder Spezialanwendung erfordern; und

b. geeignete Massnahmen gewährleisten, dass das radiologische Risiko dabei gleich bleibt.

2. Abschnitt: Baulicher Strahlenschutz

Art. 9 Richtwerte für die Ortsdosis

1 Räume, in denen Röntgenanlagen betrieben werden, müssen unter Berücksichtigung der vorgesehenen Betriebsparameter so abgeschirmt sein, dass an keiner Stelle ausserhalb dieser Räume, in denen sich nicht beruflich strahlenexponierte Personen dauernd aufhalten können, die Ortsdosis 0,02 mSv in einer Woche übersteigt.

2 In angrenzenden Bereichen, in denen sich nicht beruflich strahlenexponierte Personen nicht dauernd aufhalten, darf die Ortsdosis bis 0,1 mSv in einer Woche betragen. Als solche Bereiche gelten insbesondere Warteräume, Umkleideräume, Toilet-

ten, Gänge, Treppen, Liftschächte, Trottoirs, Strassen, Grünflächen, Gärten, Räume ohne fest eingerichteten Arbeitsplatz, wie Archiv, Lager oder Keller.

3 Schutzwände im Röntgenraum und die Raumbegrenzungen des Röntgenraumes sind so zu bemessen, dass in angrenzenden Bereichen, in denen sich nur beruflich strahlenexponierte Personen aufhalten, die Ortsdosis an keiner Stelle 0,1 mSv in einer Woche übersteigt.

4 An Orten, an denen sich während des Betriebes der Röntgenanlage keine Personen aufhalten können, unterliegt die Ortsdosis keiner Beschränkung.

Art. 10 Grundlage zur Berechnung der Abschirmungen

Der bauliche Strahlenschutz ist auf der Grundlage der zu erwartenden Parameter, namentlich der Betriebsfrequenz der Röntgenanlage, der Röhrenspannung und der Abstände nach Anhang 3 zu berechnen.

Art. 11 Berechnung der Abschirmungen gegen Nutzstrahlung

1 Raumbegrenzungen (Wände, Böden, Decken, Türen, Fenster usw.) welche beim vorgesehenen Betrieb von Nutzstrahlung getroffen werden können, sind nach den Anhängen 3, 5 und 10 zu bemessen.

2 Für die Abschirmung von angrenzenden Bereichen nach Artikel 9 Absätze 2 und 3 kann die Abschirmstärke gegen Nutzstrahlung nach den Anhängen 3, 6 und 10 bestimmt werden.

Art. 12 Berechnung der Abschirmungen gegen Störstrahlung

1 Die Abschirmstärke von Raumbegrenzungen, die nicht von der Nutzstrahlung getroffen werden, ist aufgrund der Anhänge 3, 7 und 10 zu bemessen.

2 Für die Abschirmung von angrenzenden Bereichen nach Artikel 9 Absätze 2 und 3 kann die Abschirmstärke gegen Störstrahlung nach den Anhängen 3, 8 und 10 bestimmt werden.

3 Die Abschirmstärke von Raumbegrenzungen bei Computertomografen ist nach den Anhängen 3, 9 und 10 zu bestimmen.

4 Die Abschirmstärke von Raumbegrenzungen bei zahnärztlichen Kleinröntgenanlagen ist nach den Anhängen 3, 7, 8 und 10 zu bestimmen.

Art. 13 Bauliche Abschirmungen und Bestrahlungsräume

1 Auf Türen, Fenstern und Wänden, welche zusätzliche Abschirmungen enthalten, ist das Bleiäquivalent dauerhaft anzuschreiben.

2 Bewegliche Schutzvorrichtungen bei Fenstern, die mehr als 0,5 mm Bleiäquivalent erfordern, und Türen, die von Nutzstrahlung getroffen werden, müssen eine elektrische Verriegelung aufweisen, die das Einschalten der Strahlung nur bei korrekter Position der Schutzvorrichtungen bzw. bei vollständig geschlossenen Türen ermöglicht.

3 Ausserhalb von Röntgenräumen muss die Schutzwirkung der nach den Artikeln 8 und 9 bemessenen Abschirmungen bis auf eine Höhe von mindestens 200 cm über Boden gewährleistet sein.

4 Schutzwände und Abschirmungen, die nicht integraler Bestandteil der Röntgenanlage sind, müssen mindestens 200 cm hoch und mindestens 70 cm breit sein. Sie müssen mit dem Raum oder der Röntgenanlage fest verbunden sein.

5 In Intensivpflegestationen müssen fahrbare Schutzwände mit den folgenden Minimalabmessungen und der Aufschrift «Strahlenschutzwand» vorhanden sein und angewendet werden:

a. Höhe 150 cm;

b. Breite 100 cm;

c. Schutzwirkung 0,25 mm Bleiäquivalent.

6 Röntgentherapieanlagen mit Röhrenspannungen über 50 kV müssen in einem Bestrahlungsraum installiert sein, der den folgenden Anforderungen genügt:

a. Die Türen zum Bestrahlungsraum müssen mit Vorrichtungen versehen sein, die beim Öffnen die Bestrahlung unterbrechen. Das Einschalten der Strahlung darf nur vom Schaltpult aus möglich sein.

b. Der Bestrahlungsraum muss jederzeit verlassen werden können.

c. Wenn die Röntgentherapieanlage in Betrieb ist, muss dies im Bestrahlungsraum durch ein hörbares oder sichtbares Signal angezeigt werden.

d. Die Patientin oder der Patient muss während der Bestrahlung beobachtet werden können und mit dem Personal in Sicht- und Sprechverbindung stehen.

7 Bei Computertomografen muss der Schaltraum vollständig vom Röntgenraum getrennt und abgeschirmt sein.

Art. 14 Bedienung der Röntgenanlage

Bei allen ortsfesten Röntgenanlagen sowie bei Röntgentherapieanlagen mit einer Röhrenspannung bis 50 kV muss die Schalteinrichtung so angeordnet sein, dass:

a. sich die bedienende Person in einer getrennten Kabine, in genügendem Abstand von Röhre und Patientin oder Patient, hinter einer Schutzwand oder hinter einer anderen ausreichenden Abschirmung aufhalten kann; und

b. die Anforderungen nach Artikel 6 erfüllt werden können.

Art. 15 Unterlagen zum bautechnischen Strahlenschutz

1 Für Räume, in denen Röntgenanlagen betrieben werden sollen, müssen dem BAG mit dem Bewilligungsgesuch Strahlenschutz-Bauzeichnungen mit folgenden Angaben eingereicht werden:

a. einen Grundriss des Röntgenraumes im Massstab 1:20 oder 1:50, auf dem eingezeichnet sind: Die Anordnung von Röhre(n) und Untersuchungsge-

rät(en) sowie die Bezugspunkte, welche für die Bestimmung der Abstände angenommen wurden;

b. Schnittzeichnungen, falls für die Beurteilung der zu schützenden Bereiche erforderlich;

c. Berechnungstabellen, welche die in Anhang 4 aufgeführten Angaben enthalten.

2 Für Spitäler, Kliniken, und Röntgeninstitute ist auf Verlangen des BAG zusätzlich ein Übersichtsplan (Architektenplan) der Stockwerke (oder ihrer wichtigsten Teile), auf denen sich die Röntgenanlagen befinden, im Massstab 1:100 bis 1:500 einzureichen.

3 Für zahnärztliche Kleinröntgenanlagen und Anlagen für die Knochendensitometrie sind keine Strahlenschutz-Bauzeichnungen erforderlich, sofern in einem Raum nur eine Röntgenanlage betrieben wird und nach den Anhängen 3, 7 und 8 keine Abschirmung erforderlich ist. Für Anlagen für die Knochendensitometrie ist ein Situationsplan einzureichen, auf welchem der Standort der Anlage ersichtlich ist.

4 Die Planunterlagen sind im Format A4 oder A3 einzureichen. Die Pläne müssen dem BAG massstabsgerecht im Originalformat vorliegen.

5 Die Unterlagen müssen durch die Strahlenschutz-Sachverständige oder den Strahlenschutz-Sachverständigen nach Artikel 16 des Strahlenschutzgesetzes vom 22. März 1991[3] auf ihre Korrektheit geprüft sein.

Art. 16 Kontrolle der Bauausführung

Die oder der Strahlenschutz-Sachverständige kontrolliert, ob die Bauausführung gemäss den bewilligten Strahlenschutz-Bauzeichnungen korrekt erfolgt ist.

3. Abschnitt: Inbetriebnahme

Art. 17 Betriebsanleitung und Anlagebuch

1 Zu jeder Röntgenanlage hat die Lieferantin oder der Lieferant die Produktinformation nach Artikel 7 MepV[4] abzugeben.

2 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber und die Lieferantin oder der Lieferant erstellen zusammen ein Anlagebuch.

3 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt dafür, dass über die Produktinformation hinaus erforderliche Angaben im Anlagebuch oder in der Betriebsanleitung erfasst werden.

4 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt dafür, dass die Produktinformation, das Anlagebuch und die Betriebsanleitung jederzeit verfügbar sind.

3 SR **814.50**
4 SR **812.213**

5 Eine elektronische Buchführung ist möglich, wenn die Vollständigkeit gewährleistet werden kann.

6 Die Betriebsanleitung enthält mindestens:

a. Angaben zur Identifikation der Röntgenanlage, der Bildempfangs-, der Bildwiedergabe- und Bilddokumentationssysteme;

b. Anweisungen für den korrekten Betrieb und die korrekte Anwendung der Röntgenanlage, der Bildempfangs-, der Bildwiedergabe- und Bilddokumentationssysteme;

c. die Beschreibung der mit einer Anwendung verknüpften technischen Daten (z. B. Betriebsparameter für verschiedene Betriebsarten wie Aufnahme und Durchleuchtungsarten);

d. Anweisungen für periodischen Unterhalt und Prüfungen, welche für alle Komponenten des Röntgensystems erforderlich sind;

e. die Konformitätserklärung des Herstellers nach MepV;

f. die Herstellerdeklaration zur Zweckbestimmung des Bildwiedergabegerätes für die medizinische Befundung.

7 Das Anlagebuch enthält mindestens:

a. das Bewilligungsgesuch und Strahlenschutz-Bauzeichnungen;

b. die Bewilligung des BAG für das Einrichten und Betreiben der Röntgenanlage;

c. Protokolle und Angaben über alle durchgeführten Prüfungen und Kontrollen wie Abnahmeprüfung, Konstanzprüfungen, Wartungen, Zustandsprüfungen, Strahlenschutz-Nachkontrollen.

8 Betriebsanleitung und Anlagebuch müssen in der betriebsüblichen Sprache abgefasst sein.

Art. 18 Abnahmeprüfung

Die Lieferantin oder der Lieferant eines Röntgensystems führt vor der Übergabe an die Betreiberin oder den Betreiber eine Abnahmeprüfung gemäss Artikel 112 Absatz 1 Buchstabe a StSV am gesamten Röntgensystem durch. Die Abnahmeprüfung richtet sich nach Artikel 28.

4. Abschnitt: Anwendung

Art. 19 Normen, Empfehlungen und Wegleitungen

Bei der Anwendung von Röntgensystemen sind die Erfahrung und der Stand von Wissenschaft und Technik zu berücksichtigen. Insbesondere sind für die Ermittlung der technischen Parameter des Röntgensystems zu berücksichtigen:

a. die einschlägigen internationalen und nationalen Normen und Empfehlungen;

b. die Wegleitungen des BAG.

Art. 20 Dokumentation von Strahlenanwendung und Betriebsauslastung

[1] Für jede Röntgentherapieanlage muss die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber eine Dokumentation führen, in der sämtliche Bestrahlungen mit den Personalien der Patientin oder des Patienten, mit Eintrittsdosis, Fokus-Haut-Abstand, Feldgrösse, Bestrahlungsgebiet, Dauer, Röhrenstrom, Röhrenspannung und Filterung einzutragen sind. Diese Bestrahlungsdaten sind zudem in der Krankengeschichte zu hinterlegen und gemäss den für die Krankengeschichte geltenden Bestimmungen, mindestens jedoch während 20 Jahren, aufzubewahren.

[2] Für jede diagnostische Röntgenanlage für Anwendungen im mittleren und Hochdosisbereich und bei der Mammografie müssen die für die nachträgliche Ermittlung der Patientendosis relevanten Expositionsparameter in der Krankengeschichte festgehalten werden. Diese müssen mindestens umfassen:

a. Radiografie: Art, Organregion, Anzahl Aufnahmen, Dosisflächenprodukt (DFP), oder falls nicht vorhanden Röhrenspannung (kV), Röhrenstrom-Zeit Produkt (mAs) und Fokus-Bildempfänger-Distanz;

b. Fluoroskopie: Art, Organregion, Durchleuchtungszeit, Anzahl Aufnahmen, DFP, kumulierte Dosis am interventionellen Referenzpunkt (IRP), oder falls nicht vorhanden Röhrenspannung (kV), Röhrenstrom (mA) und Fokus-Bildempfänger-Distanz;

c. Computertomografie: Art, Organregion, Volume Computed Tomography Dose Index $CTDI_{vol}$ und Dosislängenprodukt (DLP);

d. Mammografie: Art, Anzahl Aufnahmen, mittlere Parenchymdosis (AGD) bzw. Einfalldosis K_E oder falls nicht vorhanden Röhrenspannung (kV), Röhrenstrom-Zeit Produkt (mAs) und Fokus-Bildempfänger-Distanz.

[3] Die Daten sind gemäss den für die Krankengeschichte geltenden Bestimmungen, mindestens jedoch während 10 Jahren aufzubewahren.

[4] Alle relevanten Daten zur Überprüfung der Betriebsauslastung müssen dem BAG auf Verlangen anlage- und raumbezogen zur Verfügung gestellt werden.

Art. 21 Unterlagen zur Bauart von Röntgensystemen

Die Lieferantin oder der Lieferant von Röntgensystemen muss zu Handen des BAG die für den Strahlenschutz relevanten Unterlagen bezüglich der Bauart zur Verfügung halten.

Art. 22 Anzeige der Dosisgrössen in der Humanmedizin

[1] Röntgensysteme für Untersuchungen im mittleren und Hochdosisbereich müssen über eine Einrichtung zur Bestimmung und Anzeige des akkumulierten DFP verfü-

gen. Die Anzeige des DFP muss in $mGy \cdot cm^2$ und für Anlagen in der interventionellen Radiologie in $Gy \cdot cm^2$ erfolgen.

2 Röntgensysteme für Untersuchungen in der interventionellen Radiologie müssen zusätzlich über eine Anzeige der kumulierten Dosis am IRP verfügen.

3 Computertomografen müssen über eine Anzeige des $CTDI_{vol}$ und für das DLP verfügen.

4 Mammografieanlagen müssen über eine Anzeige der AGD oder der Einfalldosis K_E verfügen.

Art. 23 Dosis und Dosisleistung von Röntgenanlagen

1 Röntgensysteme für Aufnahmen in der Humanmedizin im mittleren und Hochdosisbereich müssen über eine Belichtungsautomatik (AEC) verfügen.

2 Röntgensysteme für Durchleuchtung müssen über eine Vorrichtung zur automatischen Regelung der Dosisleistung verfügen, welche Röhrenstrom und Röhrenspannung regelt. Für Durchleuchtungsgeräte, die es der Anwenderin und dem Anwender gestatten, aus mehreren vorprogrammierten Kennlinien zur automatischen Regelung der Dosisleistung auszuwählen, müssen der Verlauf der Kennlinien und die Dosisleistung dokumentiert sein.

Art. 24 Schutzausrüstungen und Schutzmittel

1 Personen, die sich beim Betrieb von Röntgenanlagen im Röntgenraum in der Nähe der Patientin oder des Patienten aufhalten müssen, sind durch geeignete Massnahmen zu schützen, in bestimmten Fällen mittels Verwendung von fahrbaren oder festmontierten Schutzausrüstungen.

2 Bei jeder Röntgenanlage müssen adäquate Schutzmittel zur Verfügung stehen. Mindestens müssen die Schutzmittel nach Anhang 2 vorhanden sein. Die sinnvolle Verwendung der Schutzmittel muss der Betrieb intern regeln.

3 Die Schutzmittel müssen gemäss Herstellerangaben sachgerecht gelagert und gereinigt werden, und sie müssen mindestens jährlich auf ihre Funktionstüchtigkeit geprüft werden.

Art. 25 Sicherheitsabstände für Personal und Dritte

1 Bei zahnärztlichen Kleinröntgenanlagen sowie bei ortsveränderlichen Röntgenanlagen müssen sich alle Personen wenn immer möglich ausserhalb des Nutzstrahlenbündels in wenigstens 2 m Entfernung von der Röntgenröhre und vom durchstrahlten Körper aufhalten.

2 Bei diagnostischen Röntgenuntersuchungen dürfen beruflich strahlenexponierte Personen Kinder, unruhige Patientinnen oder Patienten sowie Tiere nur dann festhalten, wenn diese nicht fixiert werden können und keine anderen Personen zum Festhalten zur Verfügung stehen.

3 Während der Therapie mit Röntgenanlagen darf sich ausser der Patientin oder dem Patienten niemand im Bestrahlungsraum aufhalten. Ausgenommen ist die Oberflächentherapie bis 50 Kilovolt (kV).

5. Abschnitt: Qualitätssicherung, Prüfung, Wartung

Art. 26 Grundsatz

Die korrekte und optimierte Funktionsweise des gesamten Röntgensystems ist durch ein Qualitätssicherungsprogramm sicherzustellen.

Art. 27 Normen, Empfehlungen und Wegleitungen

1 Bei der Qualitätssicherung, hauptsächlich für die Bereiche Prüfung und Wartung, sind die Erfahrung und der Stand von Wissenschaft und Technik zu berücksichtigen, insbesondere für die Bestimmung des Umfangs und der Periodizität der Qualitätssicherung nach Artikel 112 StSV. Hierfür sind zu berücksichtigen:

a. die einschlägigen internationalen und nationalen Normen;

b. die Empfehlungen nationaler und internationaler Fachorganisationen, insbesondere der Schweizerischen Gesellschaft für Strahlenbiologie und Medizinische Physik (SGSMP);

c. die Wegleitungen des BAG.

2 Die minimalen Anforderungen an die Periodizität der Qualitätssicherung richten sich nach Anhang 11.

Art. 28 Abnahmeprüfung

1 Zur Abnahmeprüfung gehört auch die Ermittlung der Referenzwerte für die spätere Durchführung der Konstanzprüfungen nach Artikel 29 mit den von der Bewilligungsinhaberin oder vom Bewilligungsinhaber gewählten Prüfmethoden und Prüfmitteln. Die Referenzwerte für Röntgentherapieanlagen werden durch die Medizinphysikerin oder den Medizinphysiker festgelegt.

2 Die Ergebnisse der Prüfung sind im Anlagebuch nach Artikel 17 zu protokollieren.

Art. 29 Konstanzprüfung

1 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt dafür, dass regelmässig Konstanzprüfungen am gesamten Röntgensystem durchgeführt werden.

2 Bei Röntgentherapieanlagen sorgt die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber für eine Überprüfung der sicherheitsrelevanten und der dosisbestimmenden Elemente innerhalb einer regelmässig stattfindenden Konstanzprüfung durch die Medizinphysikerin oder den Medizinphysiker.

3 Die Ergebnisse der Prüfungen sind im Anlagebuch nach Artikel 17 zu protokollieren.

Art. 30 Wartung, Zustandsprüfung, Strahlenschutz-Nachkontrolle

[1] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt für den Unterhalt des Röntgensystems, indem sie oder er dieses regelmässig durch technisches Fachpersonal warten und dabei auf seinen Zustand überprüfen lässt (Zustandsprüfung).

[2] Die Häufigkeit und der Umfang der Wartung richten sich gemäss MepV[5] nach den Angaben des Herstellers.

[3] Zur Zustandsprüfung gehört auch die Ermittlung der Referenzwerte für die spätere Durchführung der Konstanzprüfungen nach Artikel 29 mit der von der Bewilligungsinhaberin oder vom Bewilligungsinhaber gewählten Prüfmethode und Prüfmitteln. Die Referenzwerte für Röntgentherapieanlagen werden durch die Medizinphysikerin oder den Medizinphysiker festgelegt.

[4] Nach Reparaturen, Änderungen oder dem Austausch von Komponenten, welche die Dosis oder die Bildqualität beeinflussen, muss je nach Fall eine teilweise oder vollständige Zustandsprüfung durchgeführt werden. Gegebenenfalls sind die Referenzwerte für die Konstanzprüfungen neu zu ermitteln.

[5] Anlässlich der Zustandsprüfung ist in Betrieben eine Strahlenschutz-Nachkontrolle nach Artikel 187 Buchstabe a StSV durchzuführen, welche die baulichen und operationellen Aspekte umfasst.

[6] Die Ergebnisse von Wartung, Zustandsprüfung und Strahlenschutz-Nachkontrolle sind im Anlagebuch nach Artikel 17 zu protokollieren.

Art. 31 Meldung

Die Fachfirma, welche nach Artikel 21 StSV für die Durchführung qualitätssichernder Massnahmen autorisiert wurde, meldet dem BAG die Durchführung und das Resultat der Prüfungen und Strahlenschutz-Nachkontrolle. Die Aufsichtsbehörde legt Umfang, Form und Inhalt der Meldung fest.

Art. 32 Messgeräte

Für die Durchführung der Prüfungen nach Artikel 28–30 sind Messgeräte zu verwenden, die den Anforderungen der Verordnung des EJPD vom 7. Dezember 2012[6] über Messmittel für ionisierende Strahlung (StMmV) genügen.

6. Abschnitt: Schlussbestimmungen

Art. 33 Aufhebung eines anderen Erlasses

Die Röntgenverordnung vom 20. Januar 1998[7] wird aufgehoben.

5 SR **812.213**
6 SR **941.210.5**
7 [AS **1998** 1084]

Art. 34 Bestehende Bewilligungen

[1] Inhaberinnen und Inhaber von vor Inkrafttreten dieser Verordnung erteilten Bewilligungen für den Umgang mit Röntgensystemen müssen die Vorschriften dieser Verordnung einhalten.

[2] Die Anforderung nach Artikel 13 Absatz 7 gilt nicht für vor Inkrafttreten dieser Verordnung installierte Computertomografen.

[3] Röntgensysteme für Aufnahmen in der Humanmedizin im mittleren und im Hochdosisbereich, deren Erstinstallation vor Inkrafttreten dieser Verordnung bewilligt wurde, sind nur bei Ersatz der Röntgenanlage oder bei einem Generatorwechsel an die Bestimmungen nach Artikel 22 Absatz 1 anzupassen.

[4] Nur Röntgensysteme für Aufnahmen in der Humanmedizin im mittleren und im Hochdosisbereich, deren Erstinstallation ab dem 1. Januar 2008 bewilligt wurde, sind bis am 1. Januar 2018 an Artikel 23 Absatz 1 anzupassen.

Art. 35 Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am … in Kraft.

… Eidgenössisches Departement des Innern:

Alain Berset

Anhang 1
(Art. 2)

Begriffsbestimmungen

Die Begriffe sind in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt.

Abnahmeprüfung

Prüfung eines zur Lieferung offerierten oder gelieferten Produkts um festzustellen, ob für die vorgesehene Anwendung die technischen Spezifikationen und Sicherheitserfordernisse erfüllt sind.

Bildempfangssystem

Das Bildempfangssystem wandelt das Strahlungsbild in für die weitere Bildverarbeitung geeignete Signale um. Der Begriff umfasst bei digitaler Bildaufzeichnung den Detektor (direkte und indirekte digitale Konversion), bei analoger Bildaufzeichnung den Röntgenfilm und die Film-Foliensysteme.

Bildwiedergabesystem

Funktionseinheit mit einem Bildschirm zur Darstellung der verarbeiteten Bilder.

Bilddokumentationssystem

Aufzeichnungssystem (z.B. Drucker) für medizinische Bilder in Form von Grauwerten. Bei analoger Bildaufzeichnung umfasst der Begriff auch Filmverarbeitungseinrichtungen (tageslicht- oder dunkelkammerbasierte Systeme).

Bruttodichte

Für homogene Materialien wie Walzblei, Eisenblech, Glasplatten, Gipsplatten, gegossener und verdichteter Beton und Barytbeton sowie Natursteine ist die Bruttodichte gleich der gewöhnlichen Materialdichte in kg/m^3.

Für Hohlkörperelemente wie Tonziegel- und Kalksandsteine und gleichartige Bauelemente ist die Bruttdichte diejenige Dichte, welche sich aus der Masse des Hohlkörperelementes dividiert durch dessen Volumen ergibt. Das Volumen des Bauelementes berechnet sich aus seinen äusseren Abmessungen.

Digitale Volumentomografie

Bildgebendes Verfahren, das aus einer Anzahl von zweidimensionalen, digitalen Röntgenaufnahmen durch Rekonstruktion eine dreidimensionale Volumendarstellung erzeugt.

Dosisflächenprodukt

Produkt aus der Schnittfläche durch das Nutzstrahlenbündel und der mittleren Dosis (Luftkerma) in dieser Schnittfläche.

Zur Messung muss die Schnittfläche des Nutzstrahlenbündels vollständig in den aktiven Bereich der Messkammer fallen. Die Messkammer muss zwischen Fokus

und Patientin oder Patient angeordnet sein. Falls die Röntgenanlage über die notwendigen Einrichtungen verfügt, kann das Dosisflächenprodukt auch rechnerisch ermittelt werden.

Dosislängenprodukt

Längs einer Achse normal zu dem fächerförmigen Nutzstrahlenbündel integriertes Dosisprofil (Luftkermaprofil) in einem definierten Abstand vom Fokus.

Das Dosislängenprodukt wird bei Kontrollmessungen an Computertomografen im Isozentrum frei Luft gemessen. Für die Bestimmung während des diagnostischen Betriebes wird das Dosislängenprodukt an einer Stelle zwischen Fokus und Patientin oder Patient gemessen und auf das Isozentrum umgerechnet oder vollständig rechnerisch ermittelt.

Interventioneller Referenzpunkt

Für isozentrische Durchleuchtungsanlagen liegt der interventionelle Referenzpunkt auf der Strahlachse in einem Abstand von 15 cm vom Isozentrum in Richtung des Fokus.

Kleinröntgenanlagen, zahnärztliche

Röntgenanlagen mit einer Röhrenspannung bis zu 70 kV, einem Röhrenstrom bis zu 15 Milliampere (mA) und einer Grösse des Strahlungsfeldes von ≤ 6 cm Durchmesser.

Konstanzprüfung

Prüfung bestimmter Parameter auf Abweichungen gegenüber Referenzwerten in regelmässigen Abständen.

Nutzstrahlung

Strahlung innerhalb des Nutzstrahlenbereiches. Der Nutzstrahlenbereich ist der kegel- oder pyramidenförmige Bereich, der durch die Strahlenquelle (Brennfleck des Röntgenstrahlers) und durch die wirksamen Kanten des Blendensystems festgelegt ist.

Ortsdosis

Sie entspricht der Grösse $H^*(10)$ (Umgebungs-Äquivalentdosis) bei durchdringungsfähiger Strahlung.

Qualitätssicherung

Planung, Überwachung, Prüfung und Korrektur der Ausführung eines Produktes oder einer Tätigkeit mit dem Ziel, vorgegebene Qualitätsforderungen zu erfüllen.

Radiographie, direkte

Radiografie mit Bildaufzeichnung in der Bildempfangsebene.

Radiografie, indirekte

Radio***graf***ie mit Bildaufzeichnung nach einer Übertragung der Information aus der Bildempfangsebene.

Röhrenspannung

Scheitelwert der an die Röntgenröhre angelegten Hochspannung.

Röhrenstrom

Der Mittelwert der Stromstärke im Hochspannungskreis der Röntgenröhre.

Röntgenanlage

Als Röntgenanlage gilt die gesamte Anlage, in der Regel bestehend aus:

a. Röntgenröhre (Strahler) mit Zubehör;
b. Untersuchungsgeräte;
c. Hochspannungsgenerator;
d. mechanischer und elektrischer Ausrüstung zur Bedienung und Bilderzeugung.

Röntgenanlage, ortsfeste

Röntgenanlage, die in einem Raum fest installiert ist oder nur in einem bestimmten Raum betrieben wird.

Röntgenanlage, ortsveränderliche

Mobile Röntgenanlage, die an verschiedenen Standorten betrieben werden kann.

Röntgensystem

Das Röntgensystem besteht aus Röntgenanlage, Bildempfangssystem, Bildwiedergabesystem und Bilddokumentationssystem.

Störstrahlung

Die gesamte Strahlung ausserhalb des Nutzstrahlenbündels.

Wartung / Instandhaltung

Sicherstellung der Funktionalität und Sicherheit einer Einrichtung durch vorbeugende Massnahmen gemäss Herstellerangaben, anerkannten Normen und MepV[8].

Zustandsprüfung

Prüfung des Zustandes eines in Gebrauch stehenden Produktes und Feststellung der Erfüllung vorgegebener Erfordernisse. Sie wird im Anschluss an eine Wartung oder nach Eingriffen oder Reparaturen durchgeführt.

8 SR **812.213**

Anhang 2
(Art. 24 Abs. 2)

Schutzmittel

Als Minimalausrüstung an Mitteln zum Schutz von Patientin oder Patient, Personal und Dritten gilt:

a. Humanmedizin:
   1. Strahlenschutzschürze, Bleiäquivalent mindestens 0,25 mm, zum Schutz des Körpers von Patientin oder Patient, Personal und Dritten, vom Halsansatz bis mindestens 10 cm unterhalb des Knies;
   2. Gonadenschutzschürze, Bleiäquivalent min. 0,5 mm, zum Schutz der Patientin oder des Patienten in der Region der Gonaden, von der Gürtellinie bis mindestens 10 cm unterhalb der Gonaden, für Untersuchungen, bei denen die Strahlenschutzschürze nicht verwendet werden kann;
   3. Hoden- und Ovarienschutz, Bleiäquivalent mindestens 1 mm;
   4. Thyroidschutz und Bleiglasbrille, Bleiäquivalent mindestens 0,5 mm, zum Schutz des Personals in der interventionellen Radiologie;
   5. Thyroidschutz, Bleiäquivalent mindestens 0,5 mm, zum Schutz der Patientin oder des Patienten in der Computertomografie sowie zum Schutz des Personals bei interventionellen Untersuchungen in der Computertomografie

b. Zahnmedizin:
   1. Geeignete Strahlenschutzschürzen für den jeweiligen Anwendungsbereich, Bleiäquivalent mindestens 0,25 mm, vom Halsansatz bis unterhalb der Gonaden, rundum eng am Hals anliegend, mit Anpassungsmöglichkeiten oder Dental-Schutzschild, Bleiäquivalent mindestens 0,25 mm, für zahnärztliche Kleinröntgenanlagen

c. Veterinärmedizin:
   1. Strahlenschutzschürze, Bleiäquivalent mindestens 0,25 mm, vom Halsansatz bis mindestens 10 cm unterhalb des Knies
   2. Strahlenschutzhandschuhe, Bleiäquivalent mindestens 0,25 mm, zum allseitigen Schutz von Hand und Unterarm
   3. Thyroidschutz, Bleiäquivalent mindestens 0,5 mm, zum Schutz des Personals

Anhang 3
(Art. 10, 11 Abs. 1 und 2, 12 Abs. 2 bis 5, 15 Abs. 3)

Grundlage zur Berechnung der Abschirmungen

a. Betriebsfrequenz der Röntgenanlage:

Die in der nachfolgenden Tabelle genannten Betriebsfrequenzen gelten als Minimalanforderung für die aufgeführten Anwendungen. Für alle übrigen Anwendungsbereiche dieser Verordnung sind die Betriebsfrequenzen individuell zu ermitteln.

Typ der Röntgenanlage oder Einsatzort	Minimale Betriebsfrequenz in mA·min pro Woche	
	Arztpraxis	Spital/Klinik Röntgeninstitut
Ortsfeste Röntgenanlage		
Zahnärztliche Kleinröntgenanlagen bis 70 kV	3	10
Dentaltomografen-/Fernröntgen	30	30
Digitale Volumentomografen	100	100
Röntgenanlagen für Aufnahmen und Durchleuchtung	30	1 000
Röntgenanlagen für Aufnahmen	30	300
Oberflächentherapie	100	300
Tiefentherapie	–	1 000

Typ der Röntgenanlage oder Einsatzort	Minimale Betriebsfrequenz in mA·min pro Woche	
	Arztpraxis	Spital/Klinik Röntgeninstitut
Ortsveränderliche Röntgenanlage		
Operationsräume und Gipszimmer	100	100
Intensivpflegestationen und ähnlich genutzte Räume	–	3
Ein-/Ausleitung, Reanimation, Schockraum	30	30

Computertomografie	Minimale Betriebsfrequenz in Gy·cm pro Woche
	Spital/Klinik Röntgeninstitut
Betriebe mit geringer Patientenzahl	50
Betriebe mit mittlerer Patientenzahl	100
Betriebe mit hoher Patientenzahl (z. B. Notfallstation)	200

b. Röhrenspannung:

Es ist eine der Verwendung der Röntgenanlage entsprechende mittlere Röhrenspannung zu berücksichtigen, wobei für die Berechnung folgende Werte nicht unterschritten werden dürfen:

Verwendung/Einsatzort	Minimale Röhrenspannung in Kilovolt
Mammografie	50
Dentaltomografen-/Fernröntgen	75
Digitale Volumentomografie	75
Allgemeine Diagnostik (Arztpraxis)	75
Universal-Arbeitsplatz	100
Interventionelle Radiologie	100
Ausschliesslich Thorax	125
Ausschliesslich Skelett	75
Operationsraum, Ein-/Ausleitung, Gipszimmer	75
Schockraum, Intensivpflegestation, Reanimation usw.	75
Oberflächentherapie	50
Tiefentherapie	200

c. Abstände:

Für Nutzstrahlung sind die Abstände zwischen den gebräuchlichen Positionen des Strahlers und den zu schützenden Bereichen zu verwenden.

Für Störstrahlung sind die Abstände zwischen der meist vorkommenden Position der Patientin oder des Patienten (des Streukörpers) und den zu schützenden Bereichen zu verwenden.

Anhang 4
(Art. 15 Abs. 1 Bst. c)

Musterberechnungstabelle

Die Berechnungstabelle muss die unten aufgeführten Angaben enthalten:

a. Röhrenspannung nach Anhang 3, Buchstabe b;

b. Betriebsfrequenz nach Anhang 3, Buchstabe a in mA·min pro Woche bzw. Gy·cm pro Woche;

c. Zweckbestimmung der an den Röntgenraum angrenzenden Bereiche nach Artikel 9;

d. Richtwerte für die Ortsdosis in den Bereichen nach Artikel 9;

e. Angabe von Artikel/Absatz (Artikel 9 Absätze 2–4) zur Rechtfertigung der Anwendung der Ortsdosis von 0,1 mSv in einer Woche (reduzierte Abschirmungen);

f. Abstände nach Anhang 3 Buchstabe c mit Angabe, ob Nutzstrahlung (NS) oder Störstrahlung (SS);

g. die nach den Artikeln 10, 11 und 12 erforderlichen Abschirmdicken in Millimeter Bleiäquivalent;

h. das für die Raumbegrenzungen (inkl. Türen und Fenster) und für Abschirmungen verwendete Material, dessen Dicke, Bruttodichte und Bleiäquivalent.

a. Röhrenspannung

(Anh. 3, Bst. b) _____ kV

b. Betriebsfrequenz

(Anh. 3, Bst. a) _____ mA·min/W bzw. Gy·cm/W

Stockwerk: _____

Generator: _____

Raumbezeichnung :_____

Raumhöhe: _____ m

	c.	d.	e.	f.	f.	g.	h.	h.	h.	h.		
Pos.		Ortsdosis mSv/W	Artikel-Absatz	NS m	SS m	Erford. Pb-Aeq mm	Baustoff	Brutto-dichte kg/m^3	Dicke cm	Baustoff Pb-Aeq mm	Zusätzlich notwendige Abschirmung	Zusätzlich eingebaute Abschirmung
Boden												
Decke												

Anhang 5
(Art. 11 Abs. 1)

Abschirmung der Nutzstrahlung (0,02 mSv in einer Woche)

Abschirmstärken[9] in Millimeter Bleiäquivalent zur Abschirmung der Nutzstrahlung auf eine Ortsdosis von 0,02 Millisievert in einer Woche

Röhrenspannung	Betriebsfrequenz	Abstand						
kV	mA·min pro Woche	1 m	2 m	4 m	8 m	15 m	30 m	60 m
50	3	0,3	0,2	0,1	0,0			
50	10	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0		
50	30	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	
50	100	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
50	300	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
50	1000	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
75	3	0,8	0,5	0,3	0,2	0,1	0,0	
75	10	1,1	0,8	0,5	0,3	0,1	0,0	
75	30	1,3	1,0	0,7	0,4	0,3	0,1	0,0
75	100	1,5	1,3	1,0	0,7	0,4	0,2	0,1
75	300	1,7	1,5	1,2	0,9	0,6	0,4	0,2
75	1000	2,0	1,7	1,5	1,2	0,9	0,6	0,4
100	3	1,6	1,1	0,7	0,4	0,2	0,0	
100	10	2,0	1,5	1,1	0,7	0,4	0,2	0,0
100	30	2,4	1,9	1,4	1,0	0,6	0,3	0,1
100	100	2,9	2,4	1,9	1,4	1,0	0,6	0,3
100	300	3,3	2,8	2,3	1,8	1,3	0,9	0,5
100	1000	3,7	3,2	2,7	2,2	1,7	1,3	0,8
100	3000	4,1	3,6	3,1	2,6	2,1	1,6	1,2
125	3	1,9	1,4	0,9	0,5	0,3	0,1	0,0
125	10	2,3	1,8	1,3	0,8	0,5	0,2	0,1
125	30	2,8	2,2	1,7	1,2	0,8	0,5	0,2
125	100	3,2	2,7	2,2	1,7	1,2	0,7	0,4
125	300	3,6	3,1	2,6	2,1	1,6	1,1	0,7
125	1000	4,1	3,6	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
150	30	3,1	2,5	2,0	1,4	1,0	0,6	0,3
150	100	3,6	3,0	2,4	1,9	1,4	0,9	0,5
150	300	4,0	3,4	2,9	2,3	1,8	1,3	0,8
150	1000	4,5	3,9	3,4	2,8	2,3	1,8	1,2
200	1000	6,7	5,9	5,1	4,4	3,7	2,9	2,2
200	3000	7,3	6,6	5,8	5,0	4,3	3,5	2,7
250	1000	12,8	11,1	9,4	7,8	6,4	4,9	3,4
250	3000	14,3	12,5	10,7	9,1	7,6	6,1	4,6

9 Für Distanzen zwischen den tabellierten Werten dürfen die Abschirmstärken linear interpoliert werden. Für Distanzen kleiner als 1 m und grösser als 60 m dürfen die Abschirmstärken in erster Näherung linear extrapoliert werden.

Röhrenspannung	Betriebsfrequenz	Abstand						
kV	mA·min pro Woche	1 m	2 m	4 m	8 m	15 m	30 m	60 m
300	1000	19,8	17,2	14,6	12,1	10,2	8,0	5,7
300	3000	22,1	19,3	16,6	14,1	11,8	9,7	7,5

Anhang 6
(Art. 11 Abs. 2)

Abschirmung der Nutzstrahlung (0,10 mSv in einer Woche)

Abschirmstärken[10] in Millimeter Bleiäquivalent zur Abschirmung der Nutzstrahlung auf eine Ortsdosis von 0,10 Millisievert in einer Woche

Röhrenspannung	Betriebsfrequenz	Abstand						
kV	mA·min pro Woche	1 m	2 m	4 m	8 m	15 m	30 m	60 m
50	3	0,2	0,1	0,0				
50	10	0,3	0,2	0,1	0,0			
50	30	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0		
50	100	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0		
50	300	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	
50	1000	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
75	3	0,5	0,3	0,1	0,0			
75	10	0,7	0,5	0,3	0,1	0,0		
75	30	0,9	0,7	0,4	0,2	0,1	0,0	
75	100	1,2	0,9	0,6	0,4	0,2	0,1	0,0
75	300	1,5	1,2	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1
75	1000	1,7	1,4	1,1	0,8	0,6	0,3	0,2
100	3	1,1	0,7	0,3	0,1	0,0		
100	10	1,5	1,0	0,6	0,3	0,1	0,0	
100	30	1,9	1,4	0,9	0,5	0,3	0,1	0,0
100	100	2,3	1,8	1,3	0,9	0,5	0,2	0,1
100	300	2,7	2,2	1,7	1,2	0,8	0,5	0,2
100	1000	3,1	2,6	2,1	1,6	1,2	0,8	0,4
100	3000	3,5	3,0	2,5	2,0	1,6	1,1	0,7
125	3	1,3	0,8	0,5	0,2	0,1	0,0	
125	10	1,7	1,2	0,8	0,4	0,2	0,0	
125	30	2,2	1,6	1,1	0,7	0,4	0,2	0,0
125	100	2,6	2,1	1,6	1,1	0,7	0,4	0,1
125	300	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,6	0,3
125	1000	3,5	2,9	2,4	1,9	1,5	1,0	0,6
150	30	2,4	1,9	1,3	0,9	0,5	0,2	0,0
150	100	2,9	2,4	1,8	1,3	0,8	0,5	0,2
150	300	3,4	2,8	2,2	1,7	1,2	0,7	0,4
150	1000	3,9	3,3	2,7	2,2	1,7	1,2	0,7
200	1000	5,8	5,0	4,2	3,5	2,8	2,1	1,4
200	3000	6,4	5,6	4,9	4,1	3,4	2,6	1,9

[10] Für Distanzen zwischen den tabellierten Werten dürfen die Abschirmstärken linear interpoliert werden. Für Distanzen kleiner als 1 m und grösser als 60 m dürfen die Abschirmstärken in erster Näherung linear extrapoliert werden.

Röhrenspannung	Betriebsfrequenz	Abstand						
kV	mA·min pro Woche	1 m	2 m	4 m	8 m	15 m	30 m	60 m
250	1000	10,8	9,2	7,6	6,0	4,6	3,1	1,9
250	3000	12,2	10,4	8,8	7,2	5,9	4,3	2,8
300	1000	16,8	14,2	11,7	9,6	7,6	5,4	3,4
300	3000	18,9	16,2	13,7	11,3	9,4	7,2	4,9

Anhang 7
(Art. 12 Abs. 1 und 4 und 15 Abs. 3)

Abschirmung der Störstrahlung (0,02 mSv in einer Woche)

Abschirmstärken[11] in Millimeter Bleiäquivalent zur Abschirmung der Störstrahlung auf eine Ortsdosis von 0,02 Millisievert in einer Woche

Röhrenspannung	Betriebsfrequenz	Abstand						
kV	mA·min pro Woche	1 m	2 m	4 m	8 m	15 m	30 m	60 m
50	3	0,0						
50	10	0,1	0,0					
50	30	0,1	0,0					
50	100	0,2	0,1	0,0				
50	300	0,3	0,2	0,1	0,0			
50	1000	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0		
75	3	0,1	0,0					
75	10	0,2	0,1	0,0				
75	30	0,4	0,2	0,0				
75	100	0,6	0,4	0,1	0,0			
75	300	0,8	0,5	0,3	0,1	0,0		
75	1000	1,1	0,8	0,5	0,3	0,1	0,0	
100	3	0,1	0,0					
100	10	0,4	0,1	0,0				
100	30	0,7	0,2	0,1	0,0			
100	100	1,1	0,6	0,2	0,1	0,0		
100	300	1,4	1,0	0,5	0,2	0,0		
100	1000	1,8	1,3	0,9	0,5	0,2	0,0	
100	3000	2,2	1,7	1,3	0,8	0,5	0,1	0,0
125	3	0,1	0,0					
125	10	0,6	0,2	0,0				
125	30	0,8	0,3	0,1	0,0			
125	100	1,2	0,7	0,3	0,1	0,0		
125	300	1,6	1,1	0,7	0,3	0,0		
125	1000	2,1	1,6	1,0	0,7	0,2	0,0	
150	30	0,9	0,4	0,1	0,0			
150	100	1,3	0,9	0,4	0,1	0,0		
150	300	1,7	1,2	0,8	0,3	0,1	0,0	
150	1000	2,2	1,6	1,1	0,8	0,3	0,1	0,0
200	1000	3,9	3,1	2,2	1,6	0,9	0,3	0,0
200	3000	4,6	3,7	2,9	2,0	1,5	0,6	0,3

[11] Für Distanzen zwischen den tabellierten Werten dürfen die Abschirmstärken linear interpoliert werden. Für Distanzen kleiner als 1 m und grösser als 60 m dürfen die Abschirmstärken in erster Näherung linear extrapoliert werden.

Röhrenspannung	Betriebsfrequenz	Abstand						
kV	mA·min pro Woche	1 m	2 m	4 m	8 m	15 m	30 m	60 m
250	1000	7,6	5,9	4,1	2,8	1,5	0,3	0,0
250	3000	8,8	7,3	5,5	3,8	2,6	0,8	0,3
300	1000	14,5	11,1	8,1	5,5	3,1	0,6	0,0
300	3000	16,9	13,7	10,3	7,4	5,1	1,5	0,5

Anhang 8
(Art. 12 Abs. 2 und 4 und 15 Abs. 3)

Abschirmung der Störstrahlung (0,10 mSv in einer Woche)

Abschirmstärken[12] in Millimeter Bleiäquivalent zur Abschirmung der Störstrahlung auf eine Ortsdosis von 0,10 Millisievert in einer Woche

Röhrenspannung	Betriebsfrequenz	Abstand						
kV	mA·min pro Woche	1 m	2 m	4 m	8 m	15 m	30 m	60 m
50	3	0,0						
50	10	0,0						
50	30	0,0						
50	100	0,1	0,0					
50	300	0,2	0,1	0,0				
50	1000	0,3	0,2	0,1	0,0			
75	3	0,0						
75	10	0,0						
75	30	0,1	0,0					
75	100	0,3	0,1	0,0				
75	300	0,5	0,3	0,1	0,0			
75	1000	0,8	0,5	0,2	0,1	0,0		
100	3	0,0						
100	10	0,1	0,0					
100	30	0,2	0,1	0,0				
100	100	0,5	0,2	0,0				
100	300	0,9	0,5	0,1	0,0			
100	1000	1,3	0,8	0,5	0,1	0,0		
100	3000	1,6	1,2	0,7	0,2	0,1	0,0	
125	3	0,0						
125	10	0,1	0,0					
125	30	0,3	0,1	0,0				
125	100	0,7	0,2	0,0				
125	300	1,0	0,6	0,2	0,0			
125	1000	1,5	0,9	0,6	0,2	0,0		
150	30	0,3	0,1	0,0				
150	100	0,8	0,3	0,1	0,0			
150	300	1,1	0,8	0,3	0,0			
150	1000	1,6	1,1	0,6	0,2	0,0		
200	1000	2,9	2,1	1,5	0,6	0,3	0,0	
200	3000	3,6	2,7	1,9	1,4	0,6	0,2	0,0

[12] Für Distanzen zwischen den tabellierten Werten dürfen die Abschirmstärken linear interpoliert werden. Für Distanzen kleiner als 1 m und grösser als 60 m dürfen die Abschirmstärken in erster Näherung linear extrapoliert werden.

Röhrenspannung	Betriebsfrequenz	Abstand						
kV	mA·min pro Woche	1 m	2 m	4 m	8 m	15 m	30 m	60 m
250	1000	5,6	3,9	2,5	0,8	0,3	0,0	
250	3000	7,0	5,2	3,5	2,2	0,7	0,3	0,0
300	1000	10,5	7,6	4,9	1,5	0,9	0,0	
300	3000	13,2	9,8	6,8	4,3	1,3	0,0	0,0

Anhang 9
(Art. 12 Abs. 3)

Abschirmung der Störstrahlung von Computertomografen

A. Abschirmstärken[13] in Millimeter Bleiäquivalent zur Abschirmung der Störstrahlung auf eine Ortsdosisl von 0,02 Millisievert in einer Woche

Röhrenspannung	Betriebsfrequenz	Abstand						
kV	Gy·cm pro Woche	1 m	2 m	4 m	8 m	15 m	30 m	60 m
120	50	2,00	1,50	1,25	0,60	0,30	0,10	0
120	100	2,50	2,00	1,25	0,80	0,50	0,20	0
120	200	2,75	2,00	1,50	1,25	0,70	0,30	0,10
150	50	2,25	1,75	1,25	0,70	0,40	0,10	0
150	100	2,50	2,00	1,50	1,00	0,60	0,20	0
150	200	2,75	2,25	1,75	1,25	0,80	0,40	0,1

B. Abschirmstärken[14] in Millimeter Bleiäquivalent zur Abschirmung der Störstrahlung auf eine Ortsdosisleistung von 0,10 Millisievert in einer Woche

Röhrenspannung	Betriebsfrequenz	Abstand						
kV	Gy·cm pro Woche	1 m	2 m	4 m	8 m	15 m	30 m	60 m
120	50	1,50	1,00	0,60	0,20	0,10	0	0
120	100	1,75	1,25	0,80	0,40	0,20	0	0
120	200	2,00	1,50	1,00	0,60	0,30	0,10	0
150	50	1,75	1,25	0,70	0,30	0,10	0	0
150	100	2,00	1,50	0,90	0,50	0,20	0	0
150	200	2,25	1,75	1,25	0,70	0,30	0,10	0

13 Für Distanzen zwischen den tabellierten Werten dürfen die Abschirmstärken linear interpoliert werden.
14 Für Distanzen zwischen den tabellierten Werten dürfen die Abschirmstärken linear interpoliert werden.

Anhang 10
(Art. 11 Abs. 1 und 2 sowie 12 Abs. 2–4)

Bleiäquivalent verschiedener Baumaterialien

Bleidicke in mm	Materialdicke[15] in mm zur Erreichung gleicher Schwächung von Röntgenstrahlung, erzeugt bei Röhrenspannungen von							
	50 kV	75 kV	100 kV	125 kV	150 kV	200 kV	250 kV	300 kV
Eisen (Bruttodichte 7800 kg/m^3)								
0,2	1.1	1.0	0.8	1.4	2.7	2.5	3.0	3.0
0,4	2.2	2.0	1.6	2.4	5.0	5.0	5.5	5.5
0,6	3.5	3.3	3.0	4.5	7.7	8.0	7.5	8.0
0,8	4.8	4.7	4.6	8.0	10.0	11.0	10.0	10.0
1		6.2	6.4	9.0	13.2	15.0	12.5	12.5
1,2		7.6	8.0	11.0	16.0	17.5	14.0	14.0
1,4		9.0	9.2	13.0	18.7	21.0	16.5	16.0
1,6		10.2	10.5	15.0	21.7	25.0	18.8	17.5
1,8		11.2	12.4	18.0	23.6	28.0	20.0	19.6
2		12.2	13.6	20.0	26.7	30.5	22.5	21.0
2,5		15.0	16.4	23.0	33.3	37.5	28.8	25.0
3			20.0	29.5	40.3	45.0	33.0	29.0
4			25.6	41.0	54.3	57.5	44.0	37.5
Barytbeton (Bruttodichte 3200 kg/m^3)								
0,25	3.2	1.5	1.1	1	1.6	2.4	2.3	2
0,5	6.5	2.6	2	2	3.2	4.8	4.4	4
0,75	10	3.8	2.8	3.3	5	9	7.7	6.8
1		4.9	3.8	4.6	7.4	13	10	9
1,25		6	4.8	6.6	10.4	17.2	13.4	11.7
1,5		7	5.8	9	13.6	22	16.7	14
1,75		8	7	10.6	17.2	26	19	16.7
2		9	8.4	12.5	20.4	30	22.3	18.8
2,5		11.5	10.7	16.2	26	38	28	24
3			13.2	20	32	45.4	34.7	29.8
4			17.6	27.6	44	58	46.7	41.3
5			22	35	55	70	58	54
6						81.2	70	64
7						92	80.7	74.6
8						104	93.3	83.5
9							104	93.3
10							116	101
Glas (Bruttodichte 2500 kg/m^3)								
0,1	13	10	7	10	10	10	10	6
0,2	26	18	14	17	20	19	18	12
0,3	38	28	21	25	29	28	27	18
0,4	48	36	30	34	38	36	33	24
0,5		44	37	39	46	43	38	30

[15] Bei gleicher Röhrenspannung dürfen für Materialdicken zwischen den tabellierten Werten die Bleidicken linear interpoliert werden.

Bleidicke in mm	Materialdicke[15] in mm zur Erreichung gleicher Schwächung von Röntgenstrahlung, erzeugt bei Röhrenspannungen von							
	50 kV	75 kV	100 kV	125 kV	150 kV	200 kV	250 kV	300 kV
Glas (Bruttodichte 2500 kg/m^3)								
0,6								34
0,8								42
1								48
Beton (Bruttodichte 2100 kg/m^3)								
0,25	30	22	18	19	28	25	25	20
0,5	56	44	36	40	51	42	38	30
0,75	81	65	55	63	70	68	57	45
1		85	75	81	90	90	71	53
1,25		105	90	98	110	106	83	64
1,5		122	105	112	130	128	95	75
1,75		140	118	128	149	146	108	84
2		153	130	144	167	162	118	92
2,5		184	155	176	202	194	142	108
3			185	210	240	225	162	126
4			244	290	328	281	203	162
5			306	372	425	333	239	196
6						383	275	225
7						433	308	248
8						484	347	270
9							383	302
10							416	327
Kalksandstein (Bruttodichte 1900 kg/m^3)								
0,25	39	28	20	29	36	30	27	20
0,5	83	56	44	50	61	52	43	34
0,75	128	82	67	75	85	78	67	49
1		110	90	96	110	99	81	61
1,25		135	107	118	135	123	94	73
1,5		159	124	135	157	146	110	84
1,75		182	144	151	179	168	123	94
2		202	160	170	202	186	137	105
2,5		244	193	206	247	229	164	123
3			228	249	291	265	188	141
4			287	341	392	330	237	180
5			348	437	496	392	276	215
6						453	323	250
7						516	360	283
8						576	404	307
9							444	344
10							484	370

Bleidicke in mm	Materialdicke[15] in mm zur Erreichung gleicher Schwächung von Röntgenstrahlung, erzeugt bei Röhrenspannungen von							
	50 kV	75 kV	100 kV	125 kV	150 kV	200 kV	250 kV	300 kV
Backstein (Bruttodichte 1200 kg/m³)								
0,25	110	56	44	54	54	51	46	35
0,5	185	96	83	85	96	88	69	60
0,75	240	138	122	120	130	122	104	90
1		172	160	154	170	154	127	108
1,25		208	190	187	212	190	146	130
1,5		244	220	212	250	225	167	152
1,75		277	245	240	288	269	192	170
2		315	267	272	320	297	212	190
2,5		390	312	323	394	356	260	220
3			360	400	469	414	298	250
4			460	530	603	516	375	312
5			560	672	742	605	433	366
6						695	500	417
7						781	560	450
8						875	625	500
9							683	542
10							738	583
Gips (Bruttodichte 840 kg/m³)								
0,2	53	44	36	48	53	52	48	36
0,4	109	87	74	84	98	96	77	65
0,6	163	131	112	126	148	144	115	97
0,8	218	173	154	165	183	181	144	128
1		211	183	200	225	225	168	140
1,2		250	216	232	265	264	190	161
1,4		289	243	266	308	303	213	182
1,6		331	277	304	352	347	243	208
1,8		365	309	327	391	386	267	222
2		394	330	360	424	405	288	240
2,5		480	390	440	510	486	336	285
3			456	525	600	550	400	318
4			588	684	780	660	480	400
Schaumbeton (Bruttodichte 680 kg/m³)								
0,2	90	72	54	75	80	76	64	48
0,4	186	140	108	135	152	125	114	104
0,6	278	210	162	203	228	187	170	156
0,8	352	272	217	256	282	248	209	171
1		333	275	306	337	304	244	200
1,2		389	317	360	396	360	274	230
1,4		437	360	397	448	410	301	252
1,6		499	412	453	512	468	344	288
1,8		543	448	492	561	517	386	309
2		582	481	532	600	548	412	330
2,5		690	568	637	712	645	472	380
3			656	735	825	735	551	440
4			821	944	1042	885	668	545

Anhang 11
(Art. 27 Abs. 2)

Anforderungen zur Periodizität der Qualitätssicherung

a. Verantwortlichkeit für die Durchführung der Prüfungen:

Die Verantwortlichkeiten zur Veranlassung und Durchführung der qualitätssichernden Massnahmen richten sich nach Artikel 112 Absatz 1 StSV sowie Artikel 28–30.

b. Minimale Periodizitäten für die Durchführung qualitätssichernder Massnahmen:

A. Standardanwendungen

		Röntgenanlage	Bildempfangssystem		Bildwiedergabesystem	Bilddokumentationssystem
			D	A		
Röntgensysteme für die Humanmedizin[16]	AP	vor Übergabe				
	KP	j	j	---	w	w
	ZP	6j	6j	j	j	j
Röntgensysteme für die Zahnmedizin[17]	AP	vor Übergabe				
	KP	j	j	---	w	w
	ZP	6j	6j	j	3j	j[18]
Röntgensysteme für die Veterinärmedizin	AP	vor Übergabe				
	KP	---	---	---	m	m
	ZP	6j	6j	j	3j	j[19]

AP: Abnahmeprüfung nach Artikel 28;

KP: Konstanzprüfung nach Artikel 29;

ZP: Zustandsprüfung (im Anschluss an eine Wartung) nach Artikel 30;

A: Analoge Bildaufzeichnung; D: Digitale Bildaufzeichnung

6j: alle 6 Jahre; 3j: alle 3 Jahre; j: jährlich; m: monatlich; w: wöchentlich

16 mitgemeint sind: Osteodensitometriesysteme, Digitale Volumentomografiesysteme
17 mitgemeint sind: Digitale Volumentomografiesysteme
18 bei ausschliesslich für die Verarbeitung von intraoralen Dentalfilmen konzipierten Filmverarbeitungseinrichtungen: 6j
19 bei Verarbeitung mittels Handentwicklung in der Veterinärmedizin: 3j

B. Spezialanwendungen

		Röntgenanlage	Bildempfangssystem		Bildwiedergabesystem	Bilddokumentationssystem
			D	A		
Systeme für die Computertomografie	AP	vor Übergabe				
	KP	3m	3m		w	w
	ZP	j	j		j	j
Mammografiesysteme	AP	vor Übergabe				
	KP	w	w	t	w	w
	ZP	j	j	j	j	j
Röntgensysteme für die Interventionelle Radiologie	AP	vor Übergabe				
	KP	j	j	j	w	w
	ZP	3j	3j	3j	j	j
Röntgentherapiesysteme bis 100 kV	AP	vor Übergabe[20]				
	KP	j[20]				
	ZP	3j[20]				
Röntgentherapiesysteme über 100 kV	AP	vor Übergabe[20]				
	KP	---				
	ZP	j[20]				
Bildgebende Systeme zur Positionskontrolle, Planung und Simulation in der Strahlentherapie	AP	vor Übergabe				
	KP	Gemäss SGSMP-Empfehlung Nr. 16[21]				
	ZP	3j				

AP: Abnahmeprüfung nach Artikel 28;

KP: Konstanzprüfung nach Artikel 29;

ZP: Zustandsprüfung (im Anschluss an eine Wartung) nach Artikel 30;

A: Analoge Bildaufzeichnung; D: Digitale Bildaufzeichnung
3j: alle 3 Jahre; j: jährlich; 3m: alle 3 Monate; w: wöchentlich; t: arbeitstäglich

20 Aufgabenteilung zwischen Medizinphysiker gemäss Artikel 7Absatz 5 und Fachfirma
21 Empfehlung Nr. 16 der Schweizerischen Gesellschaft für Strahlenbiologie und Medizinische Physik, "Quality assurance of gantry-mounted image-guided radiotherapy system", ISBN: 3 908 125 48 0 oder unter www.sgsmp.ch

Verordnung des EDI über den Strahlenschutz bei nichtmedizinischen Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung (SnAV)

vom ... Entwurf Anhörung

Das Eidgenössische Departement des Innern, im Einvernehmen mit dem Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI),

gestützt auf die Artikel 24 Absatz 3, 98 Absatz 4, 101, 103 Absatz 2 und 112 Absatz 2 der Strahlenschutzverordnung vom ... [1] (StSV),

verordnet:

1. Abschnitt: Allgemeine Bestimmungen

Art. 1 Geltungsbereich

[1] Diese Verordnung gilt für:

a. Anlagen, die der Erzeugung von Photonen- oder Korpuskularstrahlen dienen und die für nichtmedizinische Anwendungen bestimmt sind;

b. Störstrahler, sofern die Ortsdosisleistung in 10 cm Abstand zur Oberfläche mehr als 1 µSv pro Stunde beträgt und sie für nichtmedizinische Anwendungen bestimmt sind.

[2] Erfasst werden insbesondere Anlagen zur Werkstoffprüfung, Werkstoffveränderung, Mess- und Regeltechnik, Herstellung von Radionukliden sowie Anlagen zu Forschungs- und Sterilisationszwecken.

Art. 2 Begriffe

Es gelten die Begriffsbestimmungen nach Artikel 2 und Anhänge 1 und 4 StSV sowie nach Anhang 1 dieser Verordnung.

Art. 3 Anerkannte Regeln der Technik

Die Anlagen und deren Betrieb müssen den anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Als anerkannte Regeln der Technik gelten insbesondere die international harmonisierten Normen der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC), des Europäischen Komitees für Normung (CEN) und des Europäischen Komitees für Elektrotechnische Normung (CENELEC).

SR **814.501.51**

1 SR **814.501**

Art. 4 Abweichungen

In Einzelfällen kann das Bundesamt für Gesundheit (BAG) auf Gesuch hin Ausnahmen von den Vorschriften dieser Verordnung zulassen, wenn:

a. die Erfahrung und der Stand von Wissenschaft und Technik dies bei einer technischen Neuerung oder Spezialanwendung erfordern; und

b. geeignete Massnahmen gewährleisten, dass das radiologische Risiko gleich oder geringer ist, als wenn die Vorschriften dieser Verordnung befolgt werden.

2. Abschnitt: Einrichtung und Betrieb von Anlagen

Art. 5 Ortsfeste Anlagen

Für das Einrichten und das Betreiben von ortsfesten Anlagen ohne Voll- oder Teilschutzeinrichtung in Überwachungsbereichen gelten die besonderen Anforderungen nach Anhang 2.

Art. 6 Handgehaltene Röntgenanlagen

Für das Betreiben von handgehaltenen Röntgenanlagen mit beschränkter Leistung gelten die besonderen Anforderungen nach Anhang 3.

Art. 7 Anlagen im mobilen Einsatz

Für das Einrichten und das Betreiben von Anlagen im mobilen Einsatz gelten die besonderen Anforderungen nach Anhang 4.

Art. 8 Anlagen in Bestrahlungsräumen

[1] Für das Einrichten und das Betreiben von Anlagen in Bestrahlungsräumen gelten die besonderen Anforderungen nach Anhang 5.

[2] Für das Einrichten und das Betreiben von Anlagen in Bestrahlungsräumen mit einer Strahlenergie ab 1 MeV gelten die besonderen Anforderungen nach den Anhängen 5 und 6.

[3] Industrielle Betriebe, die Bestrahlungsräume für Anlagen einrichten oder umgestalten, haben die Vorschriften betreffend Plangenehmigung durch die kantonale Behörde nach Art. 7 Abs. 1 des Arbeitsgesetzes (ArG) vom 13. März 1964 zu beachten.

Art. 9 Übrige Anlagen

Für das Einrichten und Betreiben von nicht in den Artikeln 5–8 geregelten Anlagen, sind die Erfahrung und der Stand von Wissenschaft und Technik zu berücksichtigen.

Art. 10 Bedienungseinrichtungen von Anlagen ohne Voll- oder Teilschutzeinrichtung

[1] Die Bedienungseinrichtungen müssen ausserhalb von Überwachungsbereichen installiert werden. Das Einschalten der Strahlung darf nur von der Bedienungseinrichtung aus möglich sein.

[2] Ist die Installation der Bedienungseinrichtung ausserhalb von Überwachungsbereichen aus organisatorischen oder technischen Gründen nicht möglich, muss sichergestellt werden, dass die Ortsdosis an der Bedienungseinrichtung unter Berücksichtigung der Betriebsfrequenz nicht mehr als 0,1 mSv in einer Woche beträgt.

[3] Anlagen müssen im Bereich der Bedienungseinrichtung mit einem gut sichtbaren Schalter zur Ausserbetriebsetzung ausgestattet sein.

[4] Die Anlagen müssen gegen unbefugtes Einschalten gesichert werden können.

Art. 11 Warneinrichtungen

[1] Mindestens ein Warnlicht muss anzeigen, dass die Strahlung eingeschaltet ist.

[2] Warnlichter müssen von allen Seiten von der Begrenzung des Kontroll- oder Überwachungsbereichs her leicht erkennbar sein.

[3] Bei Anlagen ohne Vollschutzeinrichtung, die ausserhalb von Bestrahlungsräumen betrieben werden, muss sichergestellt sein, dass sie bei defektem Warnlicht nicht in Betrieb genommen werden können.

[4] Anlagen und Überwachungsbereiche sind mit dem Gefahrenzeichen und einer Bezeichnung gemäss Anhang 8 StSV zu kennzeichnen.

Art. 12 Sicherheitseinrichtungen

[1] Strahlenschutzeinrichtungen von Anlagen und Zugänge zu Bestrahlungsräumen müssen mit Überwachungsschaltern ausgerüstet werden. Dies gilt insbesondere für:

a. ohne Werkzeuge entfernbare Abschirmungen und Abdeckungen;

b. Beladungsöffnungen;

c. Verschlussblenden.

[2] Die Überwachungsschalter müssen zwangsbetätigt und zwangsöffnend sein oder auf anderem Wege mindestens das gleiche Schutzniveau erreichen. Das Schutzniveau muss dem Risiko der Anlage angepasst sein. Beim Ansprechen der Überwachungsschalter muss automatisch der Strahlbetrieb unterbrochen werden. Die Wiederaufnahme des Strahlbetriebs darf nur von der Bedienungseinrichtung aus möglich sein.

[3] Die Wiederaufnahme des Strahlbetriebs darf automatisch erfolgen, wenn es sich um eine Beladungsöffnung handelt und bei geschlossener Beladungsöffnung keine Körperteile der Strahlung ausgesetzt sein können.

Art. 13 Ausserbetriebsetzung von Sicherheitseinrichtungen

[1] Sicherheitseinrichtungen dürfen nur für Wartungs-, Reparatur- und Justierarbeiten ausser Betrieb gesetzt werden. Während dieser Ausserbetriebsetzung dürfen Anlagen nur mit der kleinstmöglichen Dosisleistung betrieben werden.

[2] Die Ausserbetriebsetzung von Sicherheitseinrichtungen muss an der Anlage gut sichtbar angezeigt werden.

Art. 14 Dokumentation zur Anlage

[1] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt dafür, dass in unmittelbarer Nähe der Anlage jederzeit die Betriebsanleitung einsehbar ist. Diese ist in betriebsüblicher Sprache abgefasst und muss mindestens folgende Angaben enthalten:

a. Anweisungen für den bestimmungsgemässen Betrieb der Anlage;

b. Anweisungen für die periodischen Kontrollen, die Wartung und die Justierungen der Anlage;

c. Anweisungen für die Behebung von Störungen.

[2] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt dafür, dass für jede Anlage mindestens folgende Unterlagen verfügbar sind:

a. Bewilligung der zuständigen Behörde für das Einrichten und Betreiben der Anlage;

b. Protokolle und Angaben über alle durchgeführten Prüfungen und Kontrollen;

c. Strahlenschutz-Bauzeichnungen und Berechnungen, soweit erforderlich;

d. Betriebsinterne Weisungen für den Strahlenschutz.

3. Abschnitt: Standort und Abschirmung von Anlagen

Art. 15 Standort

[1] Anlagen ohne Voll- oder Teilschutzeinrichtung müssen innerhalb von Bestrahlungsräumen betrieben werden.

[2] Ist der Betrieb von Anlagen ohne Voll- oder Teilschutzeinrichtung innerhalb von Bestrahlungsräumen aus betrieblichen oder technischen Gründen nicht möglich, so kann die Aufsichtsbehörde den Betrieb innerhalb von anderen Überwachungsbereichen zulassen.

Art. 16 Abschirmung und Zugänglichkeit von Anlagen

[1] Die Abschirmung von Bestrahlungsräumen oder der Abmessung des Überwachungsbereichs richtet sich nach Artikel 98 StSV. Dabei dürfen die folgenden Orts-

dosisrichtwerte unter Berücksichtigung der Betriebsparameter nicht überschritten werden:

a. 0,02 mSv in einer Woche: in Räumen ausserhalb von Überwachungsbereichen;

b. 0,1 mSv in einer Woche: an Orten ausserhalb von Überwachungsbereichen, die nicht für einen Daueraufenthalt vorgesehen sind;

c. 0,1 mSv in einer Woche: an Orten innerhalb von Überwachungsbereichen, an denen sich nur beruflich strahlenexponierte Personen aufhalten können.

[2] Die zugrundegelegte Betriebsfrequenz muss mindestens eine Stunde pro Woche betragen.

[3] An Orten, an denen sich während des Betriebes der Anlagen keine Personen aufhalten können, unterliegt die Ortsdosis keiner Beschränkung.

Art. 17 Unterlagen zum bautechnischen Strahlenschutz

[1] Für den Betrieb von Anlagen ohne Voll- oder Teilschutzeinrichtung in Bestrahlungsräumen muss die Gesuchstellerin oder der Gesuchsteller dem Bewilligungsgesuch Unterlagen zum bautechnischen Strahlenschutz beilegen, insbesondere:

a. einen Grundriss der Räume im Massstab 1:20 oder 1:50, auf dem eingezeichnet ist: Die Anordnung von Strahlenquellen, der möglichen Strahlrichtungen und der Untersuchungsgeräte, welche für die Bestimmung der Abstände massgebend sind;

b. Schnittzeichnungen, falls diese für die Beurteilung der zu schützenden Bereiche erforderlich sind;

c. Berechnungstabellen, welche die in Anhang 7 aufgeführten Angaben enthalten;

d. eine Beschreibung der Warn- und Sicherheitseinrichtung.

[2] Die Unterlagen zum bautechnischen Strahlenschutz müssen durch Sachverständige nach Artikel 9 Absatz 1 Buchstabe c StSV auf Korrektheit geprüft worden sein. Sie oder er sorgt dafür, dass die Bauausführung gemäss diesen Vorgaben erfolgt.

4. Abschnitt: Schutz von Personen

Art. 18

Als beruflich strahlenexponiert im Sinne von Artikel 63 StSV gelten insbesondere:

a. Personen, die Anlagen ohne Voll- oder Teilschutzeinrichtungen benutzen;

b. Personen, die für Wartungs-, Reparatur- und Justierarbeiten an Anlagen mit Voll- oder Teilschutzeinrichtung die bestehenden Sicherheitseinrichtungen ganz oder teilweise ausser Betrieb setzen müssen.

5. Abschnitt: Wartung, Umbau, Reparatur und Kontrolle

Art. 19

1 Anlagen müssen gemäss den Angaben der Herstellerin oder des Herstellers, der Lieferantin oder des Lieferanten regelmässig gewartet und auf ihren Zustand geprüft werden. Die Resultate der Prüfungen müssen dokumentiert werden.

2 Das bestimmungsgemässe Funktionieren von Sicherheitseinrichtungen ist regelmässig zu kontrollieren. Die Kontrolle erfolgt umso häufiger, je höher der Sicherheitsstandard ist.

3 Bei wenig benutzten Anlagen oder nach jedem längeren Betriebsunterbruch und nach Reparaturen oder Umbauten muss die Kontrolle jeweils bei der erneuten Inbetriebnahme der Anlage erfolgen. Die Resultate der Kontrollen müssen dokumentiert werden.

4 Nach Wartung, Reparatur oder Umbau von strahlenschutzrelevanten Anlageteilen ist zu prüfen, ob der Richtwert für die Ortsdosisleistung eingehalten wird. Dafür müssen geeignete Messmittel nach Artikel 102 StSV zur Verfügung stehen.

6. Abschnitt: Schlussbestimmungen

Art. 20 Aufhebung eines anderen Erlasses

Die Verordnung vom 31. Januar 2001[2] über den Strahlenschutz bei nichtmedizinischen Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung wird aufgehoben.

Art. 21 Bestehende Bewilligungen

Inhaberinnen und Inhaber von Bewilligungen für den Umgang mit nichtmedizinischen Anlagen, die vor Inkrafttreten dieser Verordnung erteilt worden sind, müssen:

a. für das Betreiben der Anlagen die Vorschriften dieser Verordnung einhalten;

b. vor dem Inkrafttreten dieser Verordnung installierte Anlagen und Einrichtungen an die neuen Vorschriften anpassen.

Art. 22 Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am ... in Kraft.

… Eidgenössisches Departement des Innern:

Alain Berset

2 AS **2001** 922

Anhang 1
(Art. 2)

Begriffsbestimmungen

Vorbemerkung
Die Begriffe sind in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt.

Anlagen für die Mess- und Regeltechnik

Als Anlagen für die Mess- und Regeltechnik gelten insbesondere:

a. Dicken- und Dichtemessanlagen;

b. Positionsmessanlagen;

c. Niveaumessanlagen;

d. Aschemessfühler (Rückstreuverfahren).

Anlagen für die Werkstoffprüfung

Anlagen zur Untersuchung der Zusammensetzung oder der Feinstruktur von Materialien und die zerstörungsfreie Prüfung von Gegenständen und Materialien.

Anlagen für die Werkstoffveränderung

Als Anlagen für die Werkstoffveränderung gelten insbesondere:

a. Ionenimplanter;

b. Elektronenstrahlschweissanlagen.

Bestrahlungsraum

Raum, in dem Anlagen ohne Voll- oder Teilschutzeinrichtung stationär betrieben werden, und der die Anforderungen von Artikel 98 StSV erfüllt.

Betriebsparameter

Betriebsdaten und die Betriebsart einer Anlage, die für die Ortsdosis bestimmend sind, insbesondere die tatsächliche Betriebsfrequenz in Stunden pro Woche, die maximale Röhrenspannung, der maximale Röhrenstrom, die möglichen Strahlrichtungen, der Öffnungswinkel der Nutzstrahlung (Strahlenblende) und die Distanz zur Aussenbegrenzung des Raumes bzw. des Überwachungsbereichs.

Orte ohne Daueraufenthalt

Räume oder Bereiche, in denen keine fest eingerichteten Arbeitsplätze vorhanden sind bzw. die nicht Wohn- oder Aufenthaltsräume sind. Insbesondere sind dies Umkleideräume, Toiletten, Archive, Lager, Keller oder Verkehrsflächen wie Treppen, Liftschächte, Gänge, begehbare Bereiche von Produktionsanlagen, Trottoirs, Strassen, Baustellen, Grünflächen, Gärten.

Personensicherheitssystem

Ein Personensicherheitssystem stellt mit technischen Mitteln sicher, dass sich beim Betrieb der Anlage keine Personen im Bestrahlungsraum aufhalten können. Dessen Zuverlässigkeit muss dem Stand der Technik entsprechen.

Sicherheitseinrichtungen

Technische Sicherheitsmassnahme zum Schutz von Personen, insbesondere Warneinrichtungen und Überwachungsschalter an den Zugängen zu Bestrahlungsräumen, Überwachungsschalter an Leuchtschirm- und Beladungsöffnungen sowie an ohne Werkzeug entfernbaren Sicherheitsverdeckungen und Abschirmungen.

Teilschutzeinrichtung

Anlage mit einer Abschirmung, die beim Betrieb der Anlage Nutz-, Streu- und Störstrahlung bis auf die Öffnungen für Proben vollständig umschliesst und derart abschirmt, dass die Ortsdosisleistung in 10 cm Abstand von der Oberfläche auf weniger als 1 µSv pro Stunde gesenkt wird und an allen für den bestimmungsgemässen Umgang zugänglichen Stellen die für Personen aus der Bevölkerung geltenden Dosisgrenzwerte nicht überschritten werden können.

Überwachungsschalter, zwangsbetätigte und zwangsöffnende

Positionsschalter mit Personenschutzfunktion, der so konstruiert ist, dass der verwendete Schaltkontakt elektrisch geschlossen ist, wenn eine Sichherheitsverdeckung, ein Zugang oder ein Beschickungsfenster geschlossen bzw. in Schutzstellung ist. Beim Verlassen der Schutzstellung muss eine Kraft auf den Überwachungsschalter ausgeübt werden, welche den Schaltkontakt öffnet (Zwangsbetätigung); ferner muss gewährleistet sein, dass beim allfälligen Verschweissen eines betätigten Schaltkontaktes dieser nicht geschlossen bleibt oder ein geöffneter Schaltkontakt sich nicht durch Eigenfehler oder äussere Einwirkung schliessen kann (Zwangsöffnung). Die Schutzart des Schalters gegenüber Staub oder Wasser muss mindestens IP 55 gemäss Norm SN EN 60529:1989, Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code), Ausgabe 1991 entsprechen[3].

Untersuchungsgeräte

Einrichtungen mit Strahlendetektoren wie Bildempfangssysteme, Goniometer, Röntgenspektrometer zur Untersuchung von Werkstoffen und Materialien.

Vollschutzeinrichtung

Anlage mit einer Abschirmung, die beim Betrieb der Anlage Nutz-, Streu- und Störstrahlung vollständig umschliesst und derart abschirmt, dass die Ortsdosisleistung in 10 cm Abstand von der Oberfläche auf weniger als 1 µSv pro Stunde gesenkt wird und an allen zugänglichen Stellen die für Personen aus der Bevölkerung geltenden Dosisgrenzwerte nicht überschritten werden können.

[3] Diese Norm kann bei der Schweizerischen Normen-Vereinigung, Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur oder im Internet unter www.snv.ch (E-Mail: info@snv.ch bezogen werden.

Anhang 2
(Art. 5)

Ortsfeste Anlagen ohne Voll- oder Teilschutzeinrichtung in Überwachungsbereichen

1. Analytische Röntgenanlagen

1.1 Bedienungseinrichtungen müssen ausserhalb des Untersuchungstisches angeordnet, und ihre Funktion muss eindeutig gekennzeichnet sein.

1.2 Die Ortsdosisleistung beim Betrieb der Anlage mit maximaler Röhrenspannung und maximalem Röhrenstrom darf den Wert von 10 µSv pro Stunde in 10 cm Abstand von der Oberfläche insbesondere folgender Anlageteile nicht übersteigen:

a. Zugängliche Oberfläche der Bedienungseinrichtung;
b. Röhrenschutzgehäuse;
c. verschlossenes Strahlenaustrittsfenster (Shutter und Strahlenfalle bzw. nur mit Werkzeugen zu entfernende Verdeckung);
d. Zwischenstücke, die den Strahlengang abschirmen;
e. Strahlenfänger zum Absorbieren eines Strahlenbündels;
f. Untersuchungsgeräte ohne Strahlenfänger;
g. zusätzliche Sicherheitsverdeckungen.

1.3 Kann ein Untersuchungsgerät ohne Werkzeuge aus der Arbeitsposition verschoben oder entfernt werden, so ist das Strahlenaustrittsfenster durch folgende zwei mit dem Röhrenschutzgehäuse fest verbundene Sicherheitseinrichtungen zu verschliessen:

a. mit einem elektromechanisch betätigten Verschluss (Shutter);
b. mit einer Strahlenfalle, die durch eine dauernd wirksame Kraft (z. B. Feder) verschlossen wird.

Dieses Erfordernis gilt auch für unbenutzte Strahlenaustrittsfenster, wenn diese nicht mit einer nur mit Werkzeugen zu entfernenden Verdeckung versehen sind.

1.4 Der Shutter und die Strahlenfalle müssen sicherstellen, dass der Primärstrahl nur bei angeschlossenem Untersuchungsgerät freigegeben werden kann. Das Entfernen des Untersuchungsgerätes aus der Arbeitsposition muss das selbständige Verschliessen der Strahlenfalle und des Shutters bewirken.

1.5 Ist ein Strahlenaustrittsfenster geöffnet, so muss dies durch ein auf dem Röhrenschutzgehäuse oder dem Untersuchungstisch fest angebrachtes Warnlicht angezeigt werden. Bei Röntgenanlagen mit mehreren Strahlenaustrittsfenstern muss jeder Verschluss über ein eigenes Warnlicht verfügen.

1.6 Ein Warnlicht kann mit einer Lichtquelle oder mehreren voneinander unabhängigen Lichtquellen ausgerüstet sein. Wenn nur eine Lichtquelle vorhanden ist, muss ihr Ausfall bewirken, dass das Strahlenaustrittsfenster automatisch geschlossen wird.

1.7 Die Untersuchungsgeräte sind mit dem Röhrenschutzgehäuse so zu verbinden, dass der Strahlengang, soweit es der Betrieb der Anlage zulässt, mit Zwischenstücken möglichst lückenlos abgeschirmt wird. Ist das Strahlenbündel über eine Länge von mehr als 5 cm offen, so ist mit geeigneten Vorrichtungen (beispielsweise Lichtschranken oder Verdeckungen) sicherzustellen, dass kein Körperteil mit dem Strahlenbündel in Berührung kommen kann.

1.8 Strahlenfänger zur Absorption eines Primär- oder Sekundärstrahlenbündels müssen während des Betriebs mit dem Untersuchungsgerät fest verbunden sein. Wenn diese ausschwenkbar sind, müssen sie mit einer dauernd wirkenden Kraft in Betriebsstellung gehalten werden.

1.9 Die für den Betrieb einer Anlage erforderlichen Sicherheitseinrichtungen müssen mit der Anlage mechanisch verbunden sein.

1.10 Werden zur Lokalisierung der Strahlenbündel Leuchtschirme verwendet, so müssen diese einen Haltegriff von mindestens 10 cm Länge haben.

1.11 Es müssen geeignete Dosisleistungsmessgeräte zur Verfügung stehen.

2. Anlagen für die Mess- und Regeltechnik

2.1 Der Richtwert für die Ortsdosisleistung beträgt bei Anlagen im möglichen Aufenthaltsbereich von Personen aus der Bevölkerung 0,5 µSv pro Stunde bei Daueraufenthalt und 2,5 µSv pro Stunde ohne Daueraufenthalt.

2.2 Können die zulässigen Ortsdosisleistungen nach Ziffer 2.1 nicht eingehalten werden, sind die Bereiche mit erhöhter Dosisleistung deutlich zu kennzeichnen. Personen, welche sich regelmässig während des Betriebs der Anlagen innerhalb dieser Bereiche aufhalten, gelten als beruflich strahlenexponiert und müssen dosimetriert werden.

Anhang 3
(Art. 6)

Handgehaltene Röntgenanlagen mit beschränkter Leistung

1. Die Dosisleistung einer handgehaltenen Röntgenanlage darf in 1 m Abstand 5 mSv/h nicht überschreiten und die Spannung ist auf 50 kV zu begrenzen. Der Aufsichtsbehörde ist dies nachzuweisen. Andernfalls muss die Anlage zusätzlich nach den Anforderungen von Anhang 4 betrieben werden.
2. Die Anlagen müssen mit einem persönlichen Geheimcode (PIN-Code) oder mit einem Schlüsselschalter gegen die Verwendung durch unbefugte Personen gesichert sein.
3. Die Strahlfreigabe bei handgehaltenem Einsatz muss durch eine Zweihandschaltung direkt an der Anlage erfolgen.
4. Die Anlagen müssen mit mindestens zwei aus jeder Richtung gut wahrnehmbaren Leuchten ausgestattet sein.
5. Die Anlagen müssen über Sicherheitselemente verfügen, welche:
   a. die Strahlfreigabe erst ermöglichen, wenn ein überwachter, formschlüssiger Materialkontakt besteht, oder
   b. bei ungenügender Rückstreuung den Strahl innerhalb von höchstens 3 Sekunden automatisch abschalten.
6. Das Zubehör für die Probenanalyse muss die Anforderungen einer Vollschutzeinrichtung erfüllen7. Durch technische und organisatorische Massnahmen muss sichergestellt werden, dass sich beim Betrieb der Anlage keine Personen im Überwachungsbereich aufhalten.

Anhang 4
(Art. 7)

Anlagen im mobilen Einsatz

1. Für den mobilen Einsatz von Anlagen sind folgende speziellen Ausrüstungsgegenstände bereit zu stellen:
   a. Absperrmaterial (Pfosten, Seile usw.);
   b. Warntafeln, Blinklichter;
   c. gegebenenfalls Abschirmmaterial (beispielsweise Abschirmwände);
   d. für alle an mobilen Prüfeinsätzen beteiligten Personen je ein akustisches Strahlenwarngerät, das dem verwendeten Energiebereich angepasst ist;
   e. ein direkt ablesbares Dosisleistungsmessgerät, das dem verwendeten Energiebereich angepasst ist;
   f. Verbindungskabel zwischen Bedienungseinrichtung (Schaltpult) und Anlage von genügender Länge.
2. Die Ortsdosisleistung in 1 m Abstand vom Brennfleck darf bei geschlossenem Strahlenaustrittsfenster und beim Betrieb mit maximaler Röhrenspannung und maximalem Röhrenstrom bei Hochspannungen bis 200 kV 2,5 mSv pro Stunde und bei Hochspannungen über 200 kV 10 mSv pro Stunde nicht überschreiten.
3. Die Nutzstrahlung der Anlage muss mit einer Blende auf das benötigte Feld ausgeblendet werden.
4. Damit der Prüferin oder dem Prüfer bei möglichen Störfällen jederzeit Hilfe geleistet werden kann, muss vor Ort eine zweite beruflich strahlenexponierte Person anwesend sein. Diese für Hilfeleistungen bezeichnete Person muss so instruiert werden, dass sie in der Lage ist, Anlagen strahlenschutzkonform zu bedienen und die nötigen Massnahmen für die Bewältigung von Störfällen einzuleiten.
5. Der Durchstrahlungsprüfplatz ist ein Überwachungsbereich. Er ist gemäss dem abgeschätzten Sicherheitsabstand allseitig abzusperren. Beim Einsatz der Anlage ist sicherzustellen, dass unter Berücksichtigung der wöchentlichen Betriebsfrequenz an diesem Einsatzort der Richtwert für Ortsdosisleistung an der Absperrung nicht überschritten wird.
6. Sollte es aus technischen oder organisatorischen Gründen nicht möglich sein, den Prüfbereich so abzusperren, dass die Grenzwerte der wöchentlichen Ortsdosis nicht überschritten werden (beispielsweise auf einer befahrenen Strasse), so darf die Prüfung erst nach Zustimmung der Aufsichtsbehörde durchgeführt werden.

Anhang 5
(Art. 8)

Anlagen in Bestrahlungsräumen

1. Bevor eine Anlage in Betrieb gesetzt wird, muss mit technischen oder organisatorischen Massnahmen sichergestellt werden, dass sich keine Personen im Bestrahlungsraum aufhalten.
2. Die Anlage darf nur bei geschlossenen oder gesicherten Zugängen in Betrieb genommen werden können. Während des Betriebs der Anlage muss das Betreten des Bestrahlungsraumes durch geeignete Vorrichtungen verhindert werden.
3. Das Verlassen des Bestrahlungsraumes muss während des Betriebs der Anlage jederzeit möglich sein. Muss beim Verlassen des Raums der Gefahrenbereich durchquert werden, so sind zusätzlich Notausschalter zu installieren.
4. Der Betriebszustand der Anlage ist im Bestrahlungsraum, an allen Zugängen zum Bestrahlungsraum, sowie bei der Bedienungseinrichtung anzuzeigen. Im Innern des Bestrahlungsraums ist der Betriebszustand entweder mit einem Warndrehlicht oder mit einer Blitzlampe anzuzeigen. Die Funktion der Warnlichter muss von ausserhalb des Bestrahlungsraums überprüfbar sein.
5. Ist aus technischen Gründen der Einsatz von Warndrehlichtern oder Blitzlampen im Bestrahlungsraum nicht möglich, so sind mit einem akustischen Signal die Inbetriebnahme und der Betrieb anzuzeigen.

Anhang 6
(Art. 8 Abs. 2)

Anlagen in Bestrahlungsräumen mit einer Strahlenergie ab 1 MeV

Zusätzlich zu den Anforderungen gemäss Anhang 5 gilt Folgendes:

1. Es muss mit technischen Mitteln sichergestellt werden, dass sich beim Betrieb der Anlage keine Personen im Bestrahlungsraum aufhalten. Dies kann insbesondere durch folgende Einrichtungen gewährleistet werden:
   a. Rundgangschalter;
   b. Personensicherheitssystem.
2. Die beruflich strahlenexponierten Personen müssen zusätzlich zum Personendosimeter ein aktives Personendosimeter mit Warnvorrichtung bei sich tragen.
3. Die Aufsichtsbehörde kann den Einsatz von Ortsdosimetern zur Überwachung der Einhaltung der Ortsdosis nach Artikel 16 verlangen.
4. Die Anlage muss mit einer angemessenen Anzahl von Notausschaltern innerhalb des Bestrahlungsraumes ausser Betrieb gesetzt werden können.
5. Der Zugang zum Bestrahlungsraum darf nach einer Bestrahlung erst freigegeben werden, wenn die maximale Ortsdosisleistung im begehbaren Bereich 100 µSv pro Stunde unterschreitet.
6. Vor der Einrichtung und Inbetriebnahme von Anlagen mit einer Strahlenergie ab 1 MeV kann die Aufsichtsbehörde die Erstellung und Genehmigung eines Sicherheitsberichtes nach Artikel 137 StSV verlangen.
7. Falls die Möglichkeit besteht, dass Teile von Beschleunigeranlagen aktiviert werden können, müssen diese vor dem Aus- oder Rückbau der Anlage auf Dosisleistung und Kontamination überprüft werden. Für die Freigabe aktivierter Anlageteile gilt Artikel 118 StSV.

Anhang 7
(Art. 17 Abs. 1 Bst. c)

Musterberechnungstabelle

Die Berechnungstabelle nach Artikel 17 Absatz 1 Buchstabe c muss die unten aufgeführten Angaben enthalten:

a. maximal verwendete Röhrenspannung;

b. maximal verwendeter Röhrenstrom;

c. Betriebsfrequenz nach Artikel 16 Absatz 3 in Stunden pro Woche;

d. Zweckbestimmung der an den Röntgenraum angrenzenden Bereiche;

e. die zulässigen Ortsdosen in den Bereichen nach Artikel 16 Absatz 1;

f. Abstände zwischen der Strahlenquelle und dem zu schützenden Bereich mit der Angabe, ob Nutzstrahlung (NS) oder Störstrahlung (SS) vorliegt;

g. erforderlicher Schwächungsfaktor durch die Raumbegrenzung;

h. das für die Raumbegrenzungen (inkl. Türen und Fenster) und für Abschirmungen verwendete Material, dessen Dicke, Bruttodichte und Bleiäquivalent;

i. vorhandener Schwächungsfaktor der Raumbegrenzung.

a. Max. Röhrenspannung [kV]		b. Max. Röhrenstrom [mA]				c. Betriebsfrequenz [h/Woche]		Raumbezeichnung	
Anlagebezeichnung/Generator:						Stockwerk		Raumhöhe [m]	
Erforderliche Abschirmung						Vorhandene oder geplante Abschirmung			
Pos.	d. zu schützender Bereich	e. zul. Ortsdosis [mSv/W]	f. NS [m]	f. SS [m]	g. Erforderlicher Schwächungsfaktor	h. Baustoff	h. Bruttodichte [kg/m^3]	h. Dicke [cm]	i. Vorhandener Schwächungsfaktor

Strahlenschutzverordnung

(StSV)

vom ... Entwurf Anhörung

Der Schweizerische Bundesrat,

gestützt auf das Strahlenschutzgesetz vom 22. März 1991[1] (StSG)
und auf Artikel 83 des Bundesgesetzes vom 20. März 1981[2] über die Unfallversicherung,

verordnet:

1. Titel: Allgemeine Bestimmungen

1. Kapitel: Gegenstand, Geltungsbereich und Begriffe

Art. 1 Gegenstand und Geltungsbereich

[1] Diese Verordnung regelt zum Schutz des Menschen und der Umwelt vor ionisierender Strahlung und Radioaktivität:

a. für geplante Expositionssituationen:
   1. die Bewilligungen,
   2. die Exposition der Bevölkerung sowie die medizinische und die berufliche Exposition,
   3. den Umgang mit radioaktiven Quellen und mit Anlagen, von denen ionisierende Strahlung ausgeht,
   4. den Umgang mit radioaktiven Abfällen,
   5. die Vorsorge für und die Bewältigung von Störfällen;

b. für Notfall-Expositionssituationen die Vorsorge und die Bewältigung;

c. für bestehende Expositionssituationen den Umgang mit radiologischen Altlasten, mit Radon, mit natürlich vorkommenden radioaktiven Materialien sowie mit der langfristigen Kontamination nach einem Notfall;

d. die Aus- und Weiterbildung von Personen, die mit ionisierender Strahlung oder Radioaktivität umgehen;

e. die Aufsicht sowie die Beratung durch die Eidgenössische Kommission für Strahlenschutz.

SR **814.501**
1 SR **814.50**
2 SR **832.20**

[2] Sie gilt für künstliche und für natürliche Strahlenquellen.

[3] Sie gilt nicht für:

a. Expositionen gegenüber Radionukliden, die sich natürlicherweise im menschlichen Körper befinden;

b. Expositionen gegenüber der kosmischen Strahlung ausgenommen Flugpersonal;

c. oberirdische Expositionen gegenüber Radionukliden, die in der Erdkruste, welche nicht durch Eingriffe beeinträchtigt ist, vorhanden sind;

Art. 2 Begriffe

[1] In dieser Verordnung bedeuten:

a. *geplante Expositionssituation*: Expositionssituation, die durch den geplanten Betrieb einer Strahlenquelle oder durch menschliche Betätigungen, die Expositionspfade verändern, entsteht mit der Folge, dass eine Exposition oder eine mögliche Exposition von Mensch oder Umwelt verursacht wird.

b. *Notfall-Expositionssituation*: Expositionssituation infolge eines Notfalls, der Sofortmassnahmen erfordert, um nachteilige Konsequenzen zu vermeiden oder zu mindern. Notfall-Expositionssituationen sind unerwartete Situationen, die als Folge eines Unfalls während des Ablaufs einer geplanten Situation, als Folge einer böswilligen Handlung oder als Folge jeder anderen unerwarteten Situation auftreten können. In diesen Situationen kann es zu Expositionen von Personen aus der Bevölkerung, von beruflich strahlenexponierten Personen oder von verpflichteten Personen sowie zu Umweltkontaminationen kommen.

c. *bestehende Expositionssituation*: Expositionssituation, die bereits besteht, wenn eine Entscheidung über ihre Kontrolle getroffen werden muss, und Sofortmassnahmen nicht oder nicht mehr erfordert. Es handelt sich insbesondere um radiologische Altlasten, Radon, natürlich vorkommendes radioaktives Material, sowie langfristige Kontamination nach einem Notfall.

d. *berufliche Exposition*: Exposition aufgrund einer beruflichen Tätigkeit. Diese kann Arbeitnehmende, Selbstständigerwerbende, Lernende sowie Studierende betreffen.

e. *medizinische Exposition*: Exposition von Patientinnen und Patienten oder asymptomatischen Individuen zu diagnostischen oder therapeutischen Zwecken, mit dem Ziel, ihre Gesundheit zu verbessern. Ebenso gehören Expositionen von nichtberuflich pflegenden Personen in der Humanmedizin und von teilnehmenden Personen in der Humanforschung dazu.

f. *Exposition der Bevölkerung*: Exposition von Personen mit Ausnahme von beruflichen und medizinischen Expositionen. Darunter können auch Personen am Arbeitsplatz fallen.

g. *natürlich vorkommende radioaktive Materialien (NORM):* Natürlich vorkommende radioaktive Stoffe, die keine erheblichen Mengen von künstlichen Ra-

dionukliden enthalten. Stoffe, in denen die Aktivitätskonzentrationen der natürlich vorkommenden Radionuklide durch bestimmte Prozesse verändert wurden, sind in NORM inbegriffen. Werden natürliche Radionuklide zur Nutzung ihrer Radioaktivität angereichert, so gelten sie nicht mehr als NORM.

h. *ionisierende Strahlung*: Energietransfer durch Teilchen oder elektromagnetischen Wellen mit einer Wellenlänge von 100 nm oder weniger, der direkt oder indirekt ein Atom oder Molekül ionisieren kann.

i. *Freigrenze*: Wert der spezifischen Aktivität eines radioaktiven Materials, unterhalb welchem mit dem Material umgegangen werden kann wie mit einem nicht-radioaktiven Material. Die Werte sind in Anhang 2 und in Anhang 3 Spalte 9 festgelegt.

j. *Bewilligungsgrenze*: Absolute Aktivität eines radioaktiven Materials, bis zu welcher man täglich umgehen kann, ohne dass es eine Bewilligung dafür braucht. Die Werte sind in Anhang 3 Spalte 10 festgelegt.

k. *Richtwert*: Wert, der von einem Grenzwert abgeleitet wird und dessen Überschreiten gewisse Massnahmen bewirkt bzw. dessen Einhaltung auch die Einhaltung des zugehörigen Grenzwertes sicherstellt. Richtwerte für Kontaminationen der Luft (CA) und von Oberflächen (CS) sind in Anhang 3 Spalten 11 und 12 festgelegt.

l. *Strahlenquelle*: Apparate und Gegenstände, die radioaktive Stoffe enthalten (geschlossene und offene radioaktive Quellen), sowie Anlagen, die ionisierende Strahlen aussenden können.

m. *geschlossene radioaktive Quelle*: Quelle, die radioaktive Stoffe enthält und deren Bauart unter üblicher Beanspruchung ein Austreten radioaktiver Stoffe vollständig verhindert und so die Möglichkeit einer Kontamination ausschliesst.

n. *offene radioaktive Quelle*: Quelle, die radioaktive Stoffe enthält und nicht den Anforderungen einer geschlossenen radioaktiven Quelle genügt. Dies sind insbesondere Quellen, die sich ausbreiten und eine Kontamination verursachen können.

o. *herrenlose radioaktive Quelle*: Quelle, die radioaktive Stoffe enthält, mit einer spezifischen Aktivität oberhalb der Freigrenze, die nicht nach Artikel 118 freigegeben werden kann und die nicht mehr unter der Kontrolle der Eigentümerin, des Eigentümers, der Bewilligungsinhaberin oder des Bewilligungsinhabers ist. Dies ist insbesondere der Fall, wenn die radioaktive Quelle entwendet, verlegt, ohne Bewilligung weitergegeben oder nicht sachgemäss entsorgt wurde.

p. *Anlagen*: Abgekürzte Form von «Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen». Anlagen sind Einrichtungen und Apparate, die zur Erzeugung von Photonen- oder Korpuskularstrahlen dienen.

[2] Überdies gelten für diese Verordnung:

a. die Begriffe, die in den Artikeln 5-7, 12, 37, 61, 63, 91, 108, 119,135, 145 und 159 bestimmt sind;

b. die überwiegend technischen Begriffe gemäss Anhang 1 und die Dosisbegriffe gemäss Anhang 4.

2. Kapitel: Grundsätze des Strahlenschutzes

Art. 3 Rechtfertigung

Eine Tätigkeit ist im Sinne von Artikel 8 StSG gerechtfertigt, wenn die mit ihr verbundenen Vorteile die strahlungsbedingten Nachteile für Mensch und Umwelt deutlich überwiegen und keine Alternative ohne oder mit geringerer Strahlenexposition zur Verfügung steht.

Art. 4 Optimierung

[1] Der Strahlenschutz ist für alle Expositionssituationen zu optimieren.

[2] Bei der Optimierung soll so weit als möglich reduziert werden:

a. die Wahrscheinlichkeit der Exposition;

b. die Anzahl exponierter Personen;

c. die individuelle Dosis der exponierten Personen.

Art. 5 Dosisgrenzwerte

Es werden Grenzwerte festgesetzt, für die gilt, dass die Summe aller in einem Kalenderjahr akkumulierten Strahlendosen, die eine Person durch bewilligungspflichtige Tätigkeiten oder bewilligungspflichtige Strahlenquellen akkumuliert, sie nicht überschreiten darf (Dosisgrenzwert). Davon ausgenommen sind medizinische Expositionen.

Art. 6 Referenzwerte

[1] Können in bestehenden Expositionssituationen oder in Notfall-Expositionssituationen die Dosisgrenzwerte nicht eingehalten werden oder wäre die Einhaltung der Dosisgrenzwerte in diesen Situationen mit unverhältnissmäsigem Aufwand verbunden oder wäre sie kontraproduktiv, so kommen Referenzwerte zur Anwendung.

[2] Damit der Referenzwert eingehalten werden kann, sind die erforderlichen Massnahmen zu ergreifen.

Art. 7 Dosisrichtwerte

[1] Für geplante Expositionssituationen wird die Dosis durch eine einzelne Strahlenquelle oder Tätigkeit für eine Person festgelegt (Dosisrichtwert). Dieser Dosisrichtwert wird pro Strahlenquelle so festgelegt, dass die Summe aller Dosen durch mehrere Strahlenquellen den Dosisgrenzwert nicht überschreitet.

[2] Dosisrichtwerte sind Optimierungsinstrumente. Bei ihrer Festlegung ist der Stand von Wissenschaft und Technik zu berücksichtigen.

[3] Wird ein Dosisrichtwert überschritten, so sind Massnahmen zu ergreifen.

Art. 8 Nach Risiko abgestufte Vorgehensweise

Sämtliche Massnahmen im Strahlenschutz sollen nach dem zugrunde liegenden Risiko abgestuft sein.

2. Titel: Aus- und Weiterbildung

1. Kapitel: Allgemeine Bestimmungen

Art. 9 Personen, die aus- und weitergebildet oder instruiert werden müssen

[1] Folgende Personen müssen entsprechend ihrer Tätigkeit und Verantwortung im Strahlenschutz aus- und weitergebildet werden:

a. Personen, die Umgang mit ionisierender Strahlung haben und dabei die Strahlenschutzmassnahmen zum Selbstschutz treffen;

b. Personen, die Strahlenschutzaufgaben gegenüber Dritten wahrnehmen;

c. Sachverständige nach Artikel 16 StSG, die für die Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben in betrieblichen Strahlenschutzanweisungen sowie für deren Kontrolle innerhalb des Betriebs eingesetzt werden;

d. Radonfachpersonen nach Artikel 170 Absatz 1;

e. Personen, die durch ihre Tätigkeit in Behörden, Verwaltungen, im Bevölkerungsschutz, in der Armee sowie in Organisationen und Unternehmen die kritische Infrastrukturen oder öffentliche Dienste betreiben, Umgang mit ionisierender Strahlung haben können.

[2] Verpflichtete Personen nach Artikel 154 müssen im Fall einer Gefährdung durch erhöhte Radioaktivität instruiert werden.

[3] Das Eidgenössische Departement des Innern (EDI) kann im Einvernehmen mit dem Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) und dem Eidgenössischen Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS) beim Umgang mit ionisierender Strahlung mit geringem Gefährdungspotenzial Ausnahmen von der Weiterbildungspflicht erlassen.

Art. 10 Verantwortung für die Ausbildung, Weiterbildung und Instruktion

[1] Verantwortlich für die Aus- und Weiterbildung sind:

a. für Personen nach Artikel 9 Absatz 1 Buchstaben a – c: die die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber;

b. für Personen nach Artikel 9 Absatz 1 Buchstabe e: die jeweiligen Behörden, Verwaltungen, Organisationen und Unternehmen; sie stellen sicher, dass entsprechend ihrer Grösse und Struktur eine ausreichende Anzahl von im Strahlenschutz aus- und weitergebildeter Personen zur Verfügung stehen.

[2] Für die Instruktion von Personen nach Artikel 9 Absatz 2 sind die jeweiligen Behörden, Verwaltungen, Organisationen und Unternehmen verantwortlich.

[3] Die verantwortlichen Stellen sind verpflichtet, die Weiterbildungen in ihrem Betrieb zu organisieren und zu dokumentieren.

[4] Radonfachpersonen sind für Ihre Aus- und Weiterbildung im Strahlenschutz selber verantwortlich.

Art. 11 Ausbildung

[1] Personen nach Artikel 9 Absatz 1 Buchstaben b-d benötigen eine der folgenden Ausbildungen:

a. eine anerkannte Strahlenschutzausbildung mit Prüfung;

b. einen eidgenössischen Aus- oder Weiterbildungsnachweis in einem medizinischen Beruf; oder

c. einen eidgenössischen Aus- oder Weiterbildungsnachweis in einem medizinischen Beruf und eine anerkannte Strahlenschutzausbildung mit Prüfung.

[2] Das EDI bestimmt im Einvernehmen mit dem ENSI und dem VBS, welche Personen welche Ausbildung benötigen.

[3] Es legt im Einvernehmen mit dem ENSI und dem VBS fest, ob die Ausbildung für folgende Personen einer Anerkennung bedarf:

a. Personen nach Artikel 9 Absatz 1 Buchstabe a;

b. Personen nach Artikel 9 Absatz 1 Buchstabe e.

Art. 12 Weiterbildung

[1] Eine Weiterbildung zielt auf das Wissen und die Kompetenzen ab, die bereits anlässlich einer Ausbildung erworben wurden. Dabei sollen Wissen, Kenntnisse zum Stand der Technik und dessen Umsetzung in der Praxis aktualisiert und erweitert werden

[2] Weiterbildungspflichtige Personen müssen alle fünf Jahre eine Weiterbildung absolvieren.

[3] Das EDI kann im Einvernehmen mit dem ENSI und dem VBS und unter Berücksichtigung des Gefährdungspotenzials:

a. kürzere oder längere Weiterbildungsintervalle festlegen;

b. vorschreiben, dass die Weiterbildung anerkannt sein muss.

[4] Die Aufsichtsbehörden (Art. 182 Abs. 1) oder das VBS können in ihrem Zuständigkeitsbereich verlangen, dass die für die Weiterbildung verantwortliche Stelle Durchführung, Form, Inhalt und Umfang der Weiterbildung weiterbildungspflichtiger Personen meldet.

Art. 13 Aus- und Weiterbildungslehrgänge

[1] Die Aufsichtsbehörden und das Paul-Scherrer-Institut (PSI) führen bei Bedarf Aus- und Weiterbildungslehrgänge durch.

[2] Die Aufsichtsbehörden können andere Stellen oder Institutionen mit der Durchführung von Aus- und Weiterbildungslehrgängen im Strahlenschutz beauftragen.

[3] Das VBS stellt sicher, dass für Personen nach Artikel 9 Absatz 1 Buchstabe e genügend Aus- und Weiterbildungslehrgänge angeboten werden. Es koordiniert die Lehrgänge.

Art. 14 Finanzhilfen

[1] Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) und das ENSI können im Rahmen der bewilligten Kredite Finanzhilfen gewähren an Aus- oder Weiterbildungslehrgänge im Strahlenschutz, die von Dritten, insbesondere von Schulen, von Fachorganisationen und der Industrie, durchgeführt werden.

[2] Die Finanzhilfen werden nur gewährt, wenn die Aus- oder Weiterbildung von der Aufsichtsbehörde anerkannt ist.

[3] Die Finanzhilfen sind so zu bemessen, dass sie zusammen mit den übrigen Einnahmen des Veranstalters dessen nachgewiesene Kosten nicht übersteigen.

Art. 15 Anerkennung individueller Aus- und Weiterbildungen

Die Aufsichtsbehörde anerkennt eine individuelle Aus- oder Weiterbildung, die eine Person im Ausland oder für eine andere Tätigkeit erworben hat, als gleichwertig, wenn die Aus- oder Weiterbildung die Anforderungen nach dem 2. Kapitel erfüllt.

Art. 16 Aus- und Weiterbildungsdatenbank

[1] Die Aufsichtsbehörden führen gemeinsam eine Aus- und Weiterbildungsdatenbank, in der alle aus- und weiterbildungspflichtigen Personen verzeichnet sind. Die Datenbank enthält:

a. diejenigen Personen, welche die Voraussetzungen erfüllen, um die Funktion als Sachverständige nach Artikel 9 Absatz 1 Buchstabe c ausüben zu können;

b. die Strahlenschutzfachkräfte und Strahlenschutztechnikerinnen und -techniker nach Artikel 20 Buchstabe b;

c. andere Personen, die eine anerkannte Weiterbildung nach Artikel 19 Buchstaben b benötigen;

d. die Radonfachpersonen nach Artikel 170 Absatz 1.

[2] Die Datenbank hat zum Zweck:

a. die für die Erteilung von Bewilligungen notwendigen Informationen über die Aus- und Weiterbildung der betreffenden Person bereitzustellen;

b. die für die Erteilung von Bewilligungen notwendigen administrativen Abläufe zu vereinfachen;

c. die Aufsichtstätigkeiten der Behörden im Bereich der individuellen Aus- und Weiterbildung zu vereinfachen.

[3] Die folgenden Daten werden in der Datenbank gespeichert:

a. Namen, frühere Namen, Vornamen;

b. Geburtsdatum;

c. Heimatort (bei Ausländerinnen und Ausländern: Geburtsort und Nationalität);

d. Berufsausbildung;

e. Art, Ausbildungsstätte und Datum der Strahlenschutzausbildungen;

f. Art, Ausbildungsstätte und Datum der Strahlenschutzweiterbildungen;

g. Datum einer Anerkennung der Gleichwertigkeit bei Aus- und Weiterbildungen nach Artikel 15.

[4] Die zuständigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Aufsichtsbehörden sind berechtigt, die Daten von Personen in ihrem Aufsichtsbereich im Online-Verfahren zu bearbeiten.

[5] Ausbildungsinstitutionen, die anerkannte Strahlenschutzlehrgänge anbieten, können im Online-Verfahren die Daten derjenigen Personen erfassen und abfragen, die ihre Aus- oder Weiterbildung an der entsprechenden Institution absolviert haben. Sie können von den betreffenden Personen Daten zu den Lehrgängen ändern, die sie selber durchgeführt haben.

[6] Die Daten zu einer Person werden spätestens 100 Jahre nach ihrer letzten anerkannten Aus- oder Weiterbildung beziehungsweise nach ihrer letzten Tätigkeit als Sachverständige nach Artikel 9 Absatz 1 Buchstabe c aus der Datenbank gelöscht.

Art. 17 Anerkennungsbehörden

[1] Die folgenden Behörden anerkennen die nachstehenden Aus- und Weiterbildungslehrgänge:

a. das BAG: für die Bereiche Medizin, Lehre und Forschung;

b. das ENSI: für den Bereich Kernanlagen;

c. die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (Suva): für die Bereiche Industrie und Gewerbe;

d. das Generalsekretariat des Eidgenössischen Departements für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (GS VBS): für Personen, die durch ihre Tätigkeit in Behörden, Verwaltungen, im Bevölkerungsschutz, in der Armee sowie in Organisationen und Unternehmen, die kritische Infrastrukturen oder öffentliche Dienste betreiben, Umgang mit ionisierender Strahlung haben können.

[2] Bei Unklarheit über die Zuständigkeit zur Anerkennung sprechen sich das BAG, das ENSI, die Suva und das GS VBS gegenseitig ab.

[3] Ausbildungslehrgänge, die von einer Anerkennungsbehörde angeboten werden, bedürfen der Anerkennung durch eine andere Anerkennungsbehörde.

2. Kapitel: Regelungsinhalte

Art. 18 Regelungsinhalte im Allgemeinen

[1] Das EDI regelt im Einvernehmen mit dem ENSI und dem VBS die Aus- und Weiterbildungen. Insbesondere legt es fest:

a. die Ziele, die Anforderungen und den Umfang der Aus- und Weiterbildung im Strahlenschutz;

b. die zu erlangenden Kompetenzen und Kenntnisse für Personen nach Artikel 9;

c. die anerkennungspflichtigen Aus- und Weiterbildungen nach den Artikeln 11, 12, 13, 15 und 17–20;

d. die Voraussetzungen für die Anerkennung von Aus- und Weiterbildungen nach Buchstabe c;

e. den Inhalt der Prüfungen und das Prüfungsverfahren;

f. die erlaubten Tätigkeiten von Personen mit anerkennungspflichtigen Aus- und Weiterbildungen im Bereich des Strahlenschutzes.

[2] Es regelt im Einvernehmen mit dem ENSI und dem VBS die Instruktion von verpflichteten Personen nach Artikel 154. Insbesondere legt es fest:

a. die Instruktionsziele;

b. die Tätigkeiten, welche die Personen aufgrund ihrer Instruktion im Strahlenschutz ausüben dürfen.

Art. 19 Regelungsinhalte für den Bereich der Medizin

[1] Das EDI regelt die Anforderungen an die Aus- und Weiterbildung im Strahlenschutz folgender Personen, die für den Strahlenschutz von Patientinnen und Patienten oder von Tieren verantwortlich sind:

a. Personen, die diagnostische Anwendungen mit ionisierender Strahlung in der Humanmedizin und der Chiropraktik verschreiben;

b. Ärztinnen und Ärzte, die therapeutische oder diagnostische medizinische Anwendungen mit Strahlenquellen durchführen;

c. Zahnärztinnen und Zahnärzte;

d. Chiropraktorinnen und Chiropraktoren;

e. Tierärztinnen und Tierärzte.

[2] Es regelt die Anforderungen an die Aus- und Weiterbildung folgender weiterer Personen in der Medizin, die im Strahlenschutz tätig sind:

a. Medizinphysikerinnen und -physiker;

b. tiermedizinische Praxisassistentinnen und -assistenten mit eidgenössischem Fähigkeitszeugnis (EFZ);

c. Dentalassistentinnen und -assistenten EFZ;

d. diplomierte Dentalhygienikerinnen und -hygieniker mit einem Abschluss einer höheren Fachschule (HF);

e. medizinische Praxisassistentinnen und -assistenten EFZ;

f. diplomierte Fachfrauen und Fachmänner für medizinisch-technische Radiologie HF;

g. Personen mit einem Bachelorabschluss in medizinisch-technischer Radiologie;

h. diplomierte Fachfrauen und Fachmänner Operationstechnik HF sowie diplomierte Pflegefachfrauen und Pflegefachmänner Operationsbereich mit einem Fähigkeitsausweis des Schweizer Berufsverbands der Pflegefachfrauen und Pflegefachmänner SBK.

[3] Die folgenden Personen erfüllen, wenn sie eine entsprechende Ausbildung im Strahlenschutz absolviert haben und die Weiterbildungspflicht erfüllen, die Voraussetzungen, um in ihrem Tätigkeitsbereich die Funktion als sachverständige Personen nach Artikel 16 StSG auszuüben:

a. Ärztinnen, Ärzte, Chiropraktorinnen und Chiropraktoren mit einem entsprechenden eidgenössischen Weiterbildungstitel;

b. Zahnärztinnen, Zahnärzte, Tierärztinnen und Tierärzte mit einem entsprechenden eidgenössischen Diplom;

c. Medizinphysikerinnen und -physiker mit einer entsprechenden Ausbildung;

d. Fachpersonen für medizinisch-technische Radiologie (MTRA) oder Personen mit Bachelorabschluss in medizinisch-technischer Radiologie mit einer entsprechenden Ausbildung.

Art. 20 Regelungsinhalte für Bereiche ausserhalb der Medizin

Das EDI regelt im Einvernehmen mit dem ENSI und dem VBS die Anforderungen an die Aus- und Weiterbildung im Strahlenschutz folgender Personen:

a. Strahlenschutzsachverständige sowie Personen aus den Bereichen Industrie, Gewerbe, Lehre und Forschung, die Umgang mit ionisierender Strahlung haben;

b. Strahlenschutzfachkräfte sowie Strahlenschutztechnikerinnen und -techniker in Kernanlagen und am PSI;

c. Radonfachpersonen;

d. Personen, die durch ihre Tätigkeit in Behörden, Verwaltungen, im Bevölkerungsschutz, in der Armee sowie in Organisationen und Unternehmen die kritische Infrastrukturen oder öffentliche Dienste betreiben, Umgang mit ionisierender Strahlung haben können.

3. Titel: Geplante Expositionssituationen
1. Kapitel: Bewilligungen
1. Abschnitt: Bewilligungspflicht

Art. 21 Bewilligungspflichtige Tätigkeiten und Strahlenquellen

[1] Der Bewilligungspflicht unterstehen Tätigkeiten nach Artikel 28 StSG sowie:

a. der Umgang mit Abfällen, Reststoffen oder Materialien zur Wiederverwertung, die herrenlose radioaktive Quellen enthalten können;

b. der Einsatz von beruflich strahlenexponierten Personen nach Artikel 63 Absatz 1 im eigenen oder in einem anderen Betrieb im In- oder Ausland.

c. die Durchführung von qualitätssichernden Massnahmen an Anlagen, nuklearmedizinischen Mess- und Untersuchungsgeräten oder Bildempfangs- und Bildwiedergabesystemen der medizinischen Diagnostik;

d. die Weiterverwendung radiologischer Altlasten nach Artikel 160 Absatz 2.

[2] Der Bewilligungspflicht unterstehen weitere Tätigkeiten, bei denen mit NORM umgegangen wird, wenn dieser Umgang zu einer Dosis für Personen aus der Bevölkerung führen kann, die aus Sicht des Strahlenschutzes nicht zu vernachlässigen ist, insbesondere:

a. bei einer Kontamination im Trinkwasser, die zu einer zusätzlichen effektiven Dosis von mehr als 100 µSv pro Jahr für Personen aus der Bevölkerung führen kann;

b. bei einer Überschreitung einer Freigrenze nach Anhang 2.

[3] Der Bewilligungspflicht unterstehen auch Strahlenquellen nach Artikel 29 Buchstabe c StSG.

Art. 22 Ausnahmen von der Bewilligungspflicht

Von der Bewilligungspflicht sind ausgenommen:

a. der Umgang mit festen oder flüssigen radioaktiven Stoffen:
   1. mit einer spezifischen Aktivität unterhalb der Freigrenze, oder
   2. mit einer absoluten Aktivität unterhalb der Bewilligungsgrenze;

b. der Umgang mit gasförmigen radioaktiven Stoffen mit einer absoluten Aktivität unterhalb der Bewilligungsgrenze;

c. der Umgang mit Konsumgütern, die radioaktive Stoffe enthalten mit einer absoluten Aktivität kleiner als die Aktivität von 1 kg eines Stoffs, dessen spezifische Aktivität der Freigrenze entspricht;

d. das Transportieren von radioaktiven Stoffen, welche die Aktivitätskonzentration für freigestellte Stoffe oder die Aktivitätsgrenzwerte für freigestellte Sendungen unterschreiten, die festgelegt sind in:

1. Anlage A Unterabschnitt 2.2.7.2 Tabelle 2.2.7.2.2.1 und 2.2.7.2.2.2 des Europäischen Übereinkommens vom 30. September 1957[3] über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (ADR) und in der Verordnung vom 29. November 2002[4] über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (SDR); und
2. der Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter (RID) nach Anhang C, Unterabschnitt 2.2.7.2, Tabelle 2.2.7.2.2.1 und 2.2.7.2.2.2 zum Protokoll vom 3. Juni 1999[5] betreffend die Änderung des Übereinkommens vom 9. Mai 1980 über den internationalen Eisenbahnverkehr (COTIF) und in der Verordnung vom 31. Oktober 2012[6] über die Beförderung gefährlicher Güter mit Eisenbahnen und Seilbahnen (RSD);

e. das Transportieren von radioaktiven Stoffen als freigestellte Versandstücke:
   1. nach Anlage A Abschnitt 3.2.1 Tabelle A (UN-Nummern 2908, 2909, 2910, 2911 und 3507) ADR und nach SDR;
   2. nach Abschnitt 3.2.1 Tabelle A (UN-Nummern 2908, 2909, 2910, 2911 und 3507) RID und nach RSD;
   3 nach Artikel 16 der Verordnung vom 17. August 2005[7] über den Lufttransport (LTrV);
   4. nach der Verordnung vom 2. März 2010[8] über die Inkraftsetzung des Europäischen Übereinkommens über die internationale Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstrassen.

f. das Transportieren von radioaktiven Stoffen in der Luft (UN-Nummern 2908, 2909, 2910, 2911 2912, 2913, 2915, 2916, 2978, 3321, 3322, 3332 und 3507

3 SR **0.741.621.** Die Anhänge zum ADR werden weder in der AS noch in der SR veröffentlicht. Sie sind gratis einsehbar auf den Internetseiten der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen (UN) für Europa (UNECE, ECE) unter www.unece.org > Legal Instruments and Recommendations > ADR; Separatdrucke können gegen Entgelt bezogen werden beim Bundesamt für Bauten und Logistik, Verkauf Bundespublikationen, 3003 Bern.
4 SR **741.621**
5 SR **0.742.403.12.** Die Anhänge zur RID werden weder in der AS noch in der SR veröffentlicht. Sie sind gratis einsehbar auf den Internetseiten der Zwischenstaatlichen Organisation für den internationalen Eisenbahnverkehr unter www.otif.org > Veröffentlichungen > RID; Separatabdrucke können gegen Entgelt bezogen werden beim Bundesamt für Bauten und Logistik, Verkauf Bundespublikationen, 3003 Bern.
6 SR **742.412**
7 SR **748.411**
8 SR **747.224.141**

nach Anhang 18 zum Übereinkommen vom 7. Dezember 1944[9] über die Internationale Zivilluftfahrt und nach den zugehörigen technischen Vorschriften[10]);

g. das Vertreiben, Verwenden, Lagern, Transportieren, Entsorgen sowie die Ein-, Aus- und Durchfuhr von fertigen Uhren mit radioaktiven Stoffen, wenn sie den ISO-Normen[11] 3157[12] und 4168[13] entsprechen, sowie von höchstens 1000 Uhrenbestandteilen mit radioaktiver Leuchtfarbe;

h. der Umgang mit Störstrahlern, sofern die Ortsdosisleistung in 10 cm Abstand zur Oberfläche 1 µSv/h[14] nicht überschreitet;

i. der Umgang mit Erzen, Mineralien- und Gesteinssammlungen mit einer spezifischen Aktivität unterhalb des Hundertfachen der Freigrenze für Natururan und natürliches Thorium oder wenn diese weniger als 10 g natürliches Thorium oder 100 g Natururan enthalten;

j. der Umgang mit Strahlenquellen, für die eine Typenbewilligung erteilt ist;

k. Tätigkeiten und Strahlenquellen, die einer Bewilligung nach dem Kernenergiegesetz vom 21. März 2003[15] (KEG) unterstehen;

l. der Einsatz von beruflich strahlenexponiertem Flugpersonal durch Luftfahrzeugbetreiber.

9 SR **0.748.0**. Dieser Anhang wird weder in der AS noch in der SR veröffentlicht. Er kann gratis eingesehen werden auf den Internetseiten des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL) unter www.bazl.admin.ch > Dokumentation > Rechtliche Grundlagen > Internationales Recht sowie gegen Entgelt bezogen werden bei der Internationalen Zivilluftfahrt-Organisation (Organisation de l'aviation civile internationale, Groupe de la vente des documents, 999, rue de l'Université Montréal, Québec, Canada H3C 5H7)..

10 Die technischen Vorschriften werden weder in der AS noch in der SR veröffentlicht. Sie können gratis eingesehen werden auf den Internetseiten des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL) unter www.bazl.admin.ch > Dokumentation > Rechtliche Grundlagen > Internationales Recht sowie gegen Entgelt bezogen werden bei der Internationalen Zivilluftfahrt-Organisation (Organisation de l'aviation civile internationale, Groupe de la vente des documents, 999, rue de l'Université Montréal, Québec, Canada H3C 5H7). Sie können auch bei den Informationsstellen der Landesflughäfen in französischer und englischer Sprache gratis eingesehen werden.
sie werden nicht ins Deutsche und Italienische übersetzt.

11 International Organization for Standardization. Die in dieser Verordnung genannten technischen Normen der ISO können beim BAG, 3003 Bern gratis eingesehen werden. Sie können gegen Entgelt bezogen werden bei der Schweizerischen Normen-Vereinigung, Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur; www.snv.ch.

12 ISO 3157, Ausgabe 1991-11, Radioaktive Leuchtfarbe für Zeitmessgeräte, Spezifikation.

13 SN ISO 4168, Ausgabe 2003-09, Zeitmessgeräte – Bedingungen für die Durchführung von Kontrollen an Radioluminezenzbeschichtungen.

14 Sv = Sievert; mSv = Millisievert; µSv = Mikrosievert

15 SR **732.1**

2. Abschnitt: Bewilligungsverfahren

Art. 23 Bewilligungsbehörden

[1] Das BAG ist, unter dem Vorbehalt von Absatz 2, Bewilligungsbehörde für alle bewilligungspflichtigen Tätigkeiten und Strahlenquellen nach dieser Verordnung.

[2] Das ENSI ist Bewilligungsbehörde für:

a. Tätigkeiten in Kernanlagen, die nicht nach KEG[16] bewilligt werden;

b. Versuche mit radioaktiven Stoffen im Rahmen von erdwissenschaftlichen Untersuchungen nach Artikel 35 KEG;

c. die Ein- und die Ausfuhr radioaktiver Stoffe für oder aus Kernanlagen;

d. den Transport radioaktiver Stoffe von und zu Kernanlagen.

Art. 24 Bewilligungsgesuche

[1] Gesuche um Erteilung oder Erneuerung einer Bewilligung sind mit den erforderlichen Unterlagen bei der Bewilligungsbehörde einzureichen.

[2] Ausländische Gesuchstellerinnen und Gesuchsteller müssen eine schweizerische Zustelladresse angeben.

[3] Die Bewilligungsbehörde kann bei hohem Gefährdungspotenzial zusätzlich eine Gefährdungsanalyse verlangen.

[4] Das EDI und das ENSI können Bestimmungen erlassen, welche Unterlagen und Nachweise in ihrem Zuständigkeitsbereich erforderlich sind.

Art. 25 Ordentliches Bewilligungsverfahren

[1] Die Bewilligungsbehörde beurteilt bewilligungspflichtige Tätigkeiten und Strahlenquellen unter Vorbehalt der Artikel 26 und 27 im ordentlichen Verfahren.

[2] Sie prüft die eingereichten Gesuchsunterlagen auf Vollständigkeit, Form, Inhalt und Umfang.

[3] Sie entscheidet, ob quellenbezogene Dosisrichtwerte erforderlich sind, und legt diese in der Bewilligung fest

Art. 26 Vereinfachtes Bewilligungsverfahren

[1] Das BAG kann bewilligungspflichtige Tätigkeiten, bei denen das Gefährdungspotenzial für Mensch und Umwelt klein ist, im vereinfachten Bewilligungsverfahren beurteilen. Dies betrifft insbesondere:

a. Anwendungen in der Medizin, die im Niedrigdosisbereich liegen (Art. 37 Abs. 1);

b. den Betrieb von Anlagen mit Voll- oder Teilschutzeinrichtungen;

16 SR **732.1**

c. den Umgang mit geschlossenen radioaktiven Quellen unterhalb des hundertfachen Werts der Bewilligungsgrenze.

[2] Im vereinfachten Verfahren prüft es die eingereichten Gesuchsunterlagen nur auf Vollständigkeit. und Form.

Art. 27 Typenbewilligung für Strahlenquellen

[1] Das BAG kann für Strahlenquellen, von denen ein besonders kleines Gefährdungspotenzial für Mensch und Umwelt ausgeht, eine Typenbewilligung erteilen, namentlich wenn:

a. durch die Konstruktion verhindert wird, dass Personen unzulässig strahlenexponiert oder radioaktiv kontaminiert werden;

b. die Ablieferung an die Sammelstelle des Bundes als radioaktiver Abfall nach Ende der Gebrauchsdauer, sofern eine solche notwendig ist, gewährleistet ist; und

c. die Ortsdosisleistung im Abstand von 10 cm von der Oberfläche 1 µSv/h nicht überschreitet.

[2] Das BAG prüft die eingereichten Gesuchsunterlagen auf Vollständigkeit, Form, Inhalt und Umfang.

[3] Es unterzieht die für die Typenbewilligung vorgesehenen Strahlenquellen einer Typenprüfung. Es kann dafür andere Stellen beiziehen.

[4] Es legt bei der Erteilung einer Typenbewilligung fest:

a. unter welchen Bedingungen mit den radioaktiven Quellen wie mit inaktiven Stoffen umgegangen werden darf;

b. ob und wie radioaktive Quellen nach dem Ende der Gebrauchsdauer als radioaktiver Abfall an die Sammelstelle des Bundes abgeliefert werden müssen;

c. ob und wie die Strahlenquellen mit einem vom BAG bestimmten Zeichen gekennzeichnet werden müssen.

Art. 28 Befristung und Mitteilung

[1] Die Bewilligungsbehörde befristet die Bewilligung auf höchstens zehn Jahre.

[2] Sie teilt ihren Entscheid der Gesuchstellerin oder dem Gesuchsteller, den betroffenen Kantonen und der Aufsichtsbehörde mit.

Art. 29 Vorgehen bei Unklarheiten über die Zuständigkeit im Bewilligungsverfahren

[1] Betrifft eine Tätigkeit beide Bewilligungsbehörden, so können die Verfahren zusammengelegt werden.

[2] Als Leitbehörde gilt, wer nach Massgabe der Gesuchsunterlagen überwiegend betroffen ist.

[3] Die Leitbehörde legt in Absprache mit der anderen Bewilligungsbehörde das Verfahren fest.

Art. 30 Bewilligungsdatenbank

[1] Das BAG führt eine Datenbank über die nach dieser Verordnung erteilten Bewilligungen.

[2] Die Datenbank hat zum Zweck:

a. notwendige Informationen für die Erteilung von Bewilligungen bereit zu stellen;

b. die administrativen Abläufe bei der Erteilung von Bewilligungen zu vereinfachen;

c. die Aufsichtstätigkeiten der zuständigen Behörden zu vereinfachen.

[3] Folgende Daten, welche die Bewilligungsinhaberin oder den Bewilligungsinhaber betreffen, können in der Datenbank gespeichert werden:

a. im Falle einer natürlichen Person: Namen, Vornamen, frühere Namen; im Falle einer juristischen Person: Firma der juristischen Person;

b. Wohn- oder Geschäftsadresse;

c. im Falle einer natürlichen Person: Funktion und akademischer Titel;

d. Telefonnummern;

e. Adressen für die elektronische Kommunikation;

f. Betriebskategorie;

g. Angaben nach Artikel 16 zu den Sachverständigen für den Strahlenschutz;

h. Unternehmens-Identifikationsnummer (UID).

[4] Überdies können technische Angaben über Strahlenquellen in der Datenbank gespeichert werden.

[5] Es gelten folgende individuellen Zugriffsberechtigungen:

a. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Abteilung Strahlenschutz des BAG, der zuständigen Abteilung des ENSI sowie des Bereichs Physik der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (Suva) sind berechtigt, die Daten in der Datenbank gemäss Bearbeitungsreglement zu bearbeiten.

b. Registrierte Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber sind berechtigt, über ein Abrufverfahren ihre Bewilligungen und die in der Datenbank über sie gespeicherten Daten einzusehen sowie Mutationsanträge zu stellen.

c. Die mit Wartungs-, Unterhalts- oder Programmieraufgaben betrauten Applikationsverantwortlichen erhalten Zugriff auf die Daten, soweit dies für die Erfüllung ihrer Aufgabe erforderlich ist.

[6] Die in der Datenbank gespeicherten Daten werden 100 Jahre nach Entzug oder Erlöschen der Bewilligung aus der Datenbank gelöscht.

3. Abschnitt: Pflichten der Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber

Art. 31 Organisatorische Pflichten

1 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss der oder dem Sachverständigen zur Erfüllung ihrer oder seiner Aufgaben die nötigen Kompetenzen erteilen und die notwendigen Mittel zur Verfügung stellen.

2 Sie oder er muss überdies:

a. betriebsinterne Weisungen über Arbeitsmethoden und Schutzmassnahmen erlassen und deren Einhaltung überwachen;

b. die Kompetenzen der verschiedenen Linienvorgesetzten und der Sachverständigen sowie jener Personen schriftlich festhalten, die mit Strahlenquellen umgehen.

3 Setzt die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber Personen aus Dienstleistungsbetrieben oder anderen Betrieben als beruflich strahlenexponierte Personen ein, so muss sie oder er diese Betriebe auf die massgebenden Strahlenschutzvorschriften aufmerksam machen.

Art. 32 Informationspflicht

Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss dafür sorgen, dass alle im Betrieb anwesenden Personen über die Gefahren, die sich aus dem betrieblichen Umgang mit ionisierenden Strahlen für ihre Gesundheit ergeben können, in angemessener Weise informiert werden.

Art. 33 Meldepflicht

1 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss der Aufsichtsbehörde jede bewilligungsrelevante Änderung melden.

2 Sie oder er muss folgende Änderungen vor ihrer Vornahme melden:

a. Änderungen der Anlageleistung, der baulichen und konstruktiven Gegebenheiten und der Strahlrichtung (Art. 35 Abs. 1 Bst. a StSG);

b. Wechsel des Sachverständigen für den Strahlenschutz (Art. 32 Abs. 2 StSG).

3 Der Verlust oder Diebstahl einer radioaktiven Quelle, deren Aktivität die Bewilligungsgrenze überschreitet, muss unverzüglich der Aufsichtsbehörde gemeldet werden.

2. Kapitel: Exposition der Bevölkerung

Art. 34 Dosisgrenzwerte für Personen aus der Bevölkerung

1 Die effektive Dosis gemäss Anhang 4 Ziffer 1 darf den Grenzwert von 1 mSv pro Kalenderjahr nicht überschreiten.

2 Die Äquivalentdosis nach Anhang 4 Ziffer 1 darf die folgenden Grenzwerte nicht übersteigen:

a. für die Augenlinse 15 mSv pro Jahr;

b. für die Haut 50 mSv pro Jahr.

Art. 35 Ermittlung der Dosen in der Umgebung von Betrieben mit einer Bewilligung für die Abgabe radioaktiver Abfälle an die Umwelt

1 Die Bewilligungsbehörde kann von Betrieben mit einer Bewilligung für die Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umwelt nach den Artikeln 122–128 eine jährliche Ermittlung der Dosis für die durch den Betrieb am meisten exponierten Personen aus der Bevölkerung verlangen.

2 Das ENSI legt die Vorgaben zur Ermittlung der Strahlendosen für seinen Aufsichtsbereich in einer Richtlinie fest.

3 Das BAG kann vergleichbare Vorgaben für seinen Aufsichtsbereich in der Bewilligung festlegen.

Art. 36 Immissionsgrenzwerte

1 Konzentrationen radioaktiver Stoffe in der Luft ausserhalb von Betriebsarealen dürfen an zugänglichen Orten im Jahresmittel die in Anhang 7 definierten Immissionsgrenzwerte für die Luft (IG_{Lf}) nicht überschreiten.

2 Konzentrationen radioaktiver Stoffe in öffentlich zugänglichen Gewässern dürfen im Wochenmittel die in Anhang 7 definierten Immissionsgrenzwerte für Gewässer (IG_{Gw}) nicht überschreiten.

3 Die externe Strahlung darf ausserhalb des Betriebsareals nicht zu Ortsdosen von mehr als 5 mSv pro Jahr führen.

4 Es muss zusätzlich gewährleistet werden, dass die durch die externe Strahlung verursachten Ortsdosen in Wohn-, Aufenthalts- und Arbeitsräumen so tief bleiben, dass sie unter Berücksichtigung der Aufenthaltszeit zu keiner Überschreitung der Dosisgrenzwerte für Personen aus der Bevölkerung sowie der quellenbezogenen Dosisrichtwerte führen können.

3. Kapitel: Medizinische Expositionen.

1. Abschnitt: Dosisbereiche in der medizinischen Bildgebung

Art. 37

Medizinische Expositionen liegen:

a. im *Niedrigdosisbereich*, wenn sie zu einer effektiven Dosis für die Patientin oder den Patienten unter 1 mSv führen; in diesen Bereich fallen insbesondere Zahnaufnahmen, Thoraxaufnahmen oder Aufnahmen der Extremitäten;

b. im *mittleren Dosisbereich*, wenn sie zu einer effektiven Dosis für die Patientin oder den Patienten zwischen 1 mSv und 5 mSv führen; dazu zählen insbesondere Untersuchungen des Achsenskeletts, des Beckens und des Abdomens sowie gewisse Einphasen-Computertomografien;

c. im *Hochdosisbereich*, wenn bei ihnen die effektive Dosis für die Patientin oder den Patienten grösser als 5 mSv ist; dazu gehören insbesondere die meisten Computertomografien und nuklearmedizinische Untersuchungen oder interventionelle radiologische Eingriffe.

2. Abschnitt: Medizinische Rechtfertigung

Art. 38 Grundsätzliche Rechtfertigung

Medizinische Expositionen gelten unter Vorbehalt der Artikel 39 und 40 grundsätzlich als gerechtfertigt

Art. 39 Rechtfertigung von diagnostischen oder therapeutischen Verfahren

[1] Eine allgemeine Anwendung von diagnostischen oder therapeutischen Verfahren muss vorgängig gerechtfertigt werden.

[2] Die Rechtfertigung bestehender diagnostischer oder therapeutischer Verfahren ist zu überprüfen, sobald neue wichtige Erkenntnisse über die Wirksamkeit oder Folgen der Verfahren vorliegen.

[3] Die Eidgenössische Kommission für Strahlenschutz (KSR) erarbeitet in Zusammenarbeit mit den betroffenen Berufs- und Fachverbänden Empfehlungen zur Rechtfertigung der Verfahren nach den Absätzen 1 und 2 und veröffentlicht diese[17].

Art. 40 Rechtfertigung der individuellen Anwendung

[1] Wer Anwendungen verschreibt oder durchführt, muss bereits vorhandene diagnostische Informationen und die Krankengeschichte berücksichtigen, um unnötige Strahlenexpositionen zu vermeiden.

[2] Wer Anwendungen verschreibt, muss eine Indikation erstellen, diese dokumentieren und an die durchführende Ärztin oder den durchführenden Arzt weiterleiten.

[3] Spitäler, radiologische Institute, Zuweiserinnen und Zuweiser müssen Zuweisungsrichtlinien erstellen und diese anwenden. Die Zuweisungsrichtlinien müssen auf nationalen oder internationalen Richtlinien oder Empfehlungen basieren.

[4] Jede Anwendung muss vorgängig und unter Berücksichtigung der Ziele der Exposition und der individuellen Charakteristik des betroffenen Individuums von der durchführenden Ärztin oder vom durchführenden Arzt gerechtfertigt werden.

[5] Ist ein diagnostisches oder therapeutisches Verfahren nach Artikel 39 nicht gerechtfertigt, so kann es je nach Umstand als spezifische, individuelle Anwendung für eine Patientin oder einen Patienten dennoch gerechtfertigt sein. Dies muss im Einzelfall

17 www.bag.admin.ch/ksr-cpr

von der durchführenden Ärztin oder vom durchführenden Arzt begründet und dokumentiert werden.

Art. 41 Radiologische Reihenuntersuchungen

1 Eine radiologische Reihenuntersuchung ist eine ohne individuelle Indikation an einer grossen Zahl von Personen systematisch durchgeführte radiologische Untersuchung. Nicht darunter fallen arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen.

2 Radiologische Reihenuntersuchungen dürfen nur im Rahmen eines Programms durchgeführt werden. Sie müssen von einer Gesundheitsbehörde veranlasst werden.

3 Sie müssen den von der zuständigen Gesundheitsbehörde für das Programm festgelegten Qualitätskriterien genügen.

Art. 42 Bildgebende Verfahren am Menschen zu nichtmedizinischen Zwecken

1 Tätigkeiten, die mit einer Exposition zwecks nichtmedizinischer Bildgebung verbunden sind, müssen im Voraus unter Berücksichtigung der besonderen Ziele des Verfahrens und der Merkmale der betroffenen Person gerechtfertigt werden.

2 Verboten sind Expositionen im mittleren oder im Hochdosisbereich für Eignungsuntersuchungen.

3 Wird eine Exposition durch die Strafverfolgungs-, Sicherheits- oder Zollbehörden veranlasst, muss das bildgebende Verfahren mit der niedrigsten möglichen Dosis durchgeführt werden, mit welcher die Fragestellung beantwortet werden kann. Kann eine Exposition nicht im Niedrigdosisbereich durchgeführt werden, muss dies begründet und dokumentiert werden.

4 Werden Expositionen aus Sicherheitsgründen routinemässig durchgeführt, muss den untersuchten Personen die Möglichkeit gegeben werden, eine andere Untersuchungsart ohne ionisierende Strahlung zu wählen.

3. Abschnitt: Medizinische Optimierung

Art. 43 Optimierung medizinischer Expositionen

1 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss bei medizinischen Untersuchungen in der diagnostischen und interventionellen Radiologie und der Nuklearmedizin alle Strahlendosen so niedrig halten, wie dies für die Gewinnung der benötigten Bildinformation möglich ist.

2 Sie oder er muss bei allen therapeutischen Expositionen eine individuelle dosimetrische Planung des Zielvolumens durchführen. Die Dosen für Risikoorgane müssen unter Berücksichtigung des beabsichtigten radiotherapeutischen Zwecks der Bestrahlung so niedrig wie möglich gehalten werden.

3 Der Optimierungsprozess beinhaltet zum Schutz der Patientinnen und Patienten insbesondere:

a. die Auswahl der geeigneten Ausrüstung einschliesslich der Software;

b. das Sicherstellen einer gleichbleibenden Qualität der adäquaten diagnostischen Information oder des therapeutischen Erfolgs;

c. das Einhalten der praktischen Aspekte der Verfahren;

d. die Qualitätssicherung;

e. die Erfassung und Evaluation der Patientendosis oder der abgebenden Aktivität;

f. die Verwendung von adäquaten Einstellparametern oder adäquaten Radionukliden;

g. den Einsatz von empfindlichen Detektoren;

h. den Einsatz der zum Schutz der Patientinnen und Patienten notwendigen Mittel zu jeder medizinischen Anlage.

4 Der Optimierungsprozess soll nicht zu erhöhten Dosen für das Personal führen.

5 Das EDI kann Bestimmungen über die technische Optimierung zum Schutz von Patientinnen und Patienten erlassen.

Art. 44 Dokumentationspflicht

Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss alle therapeutischen und diagnostischen Expositionen aus dem mittleren oder dem Hochdosisbereich und in der Mammografie so dokumentieren, dass die Strahlendosis der Patientin oder des Patienten im Nachhinein ermittelt werden kann.

Art. 45 Erhebung der medizinischen Strahlendosen

1 Das BAG erhebt regelmässig, jedoch mindestens alle zehn Jahre, die Strahlendosen der medizinischen Expositionen in der Bevölkerung.

2 Es kann bei Bewilligungsinhaberinnen und -inhabern Daten zu therapeutischen, diagnostischen, interventionellen oder nuklearmedizinischen Anwendungen einfordern, insbesondere:

a. Zeitpunkt, Art und anatomische Region der Anwendung;

b. Expositionsparameter;

c. Strahlendosiswerte oder Aktivitätswerte;

d. Anlagespezifikationen;

e. Geschlecht, Alter, Grösse und Gewicht der Patientinnen und Patienten;

f. Anzahl der jeweils durchgeführten Anwendungen, unterteilt in Art und anatomische Region der Anwendung.

3 Es kann Dritte mit dem Erstellen von Statistiken beauftragen. Es gibt ihnen hierzu die notwendigen Daten bekannt.

Art. 46 Diagnostische Referenzwerte

[1] Das BAG veröffentlicht Empfehlungen zur Strahlendosis bei diagnostischen, interventionellen oder nuklearmedizinischen Untersuchungen in Form von diagnostischen Referenzwerten.

[2] Es führt dazu auf der Basis der Daten nach Artikel 45 Absatz 2 nationale Erhebungen durch, berücksichtigt internationale Empfehlungen und publiziert die Ergebnisse.

[3] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss die eigene Praxis regelmässig analysieren und Abweichungen von diagnostischen Referenzwerten begründen.

Art. 47 Einbezug von Medizinphysikerinnen und -physikern

[1] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss bei medizinischen Expositionen eine Medizinphysikerin oder ein Medizinphysiker einbeziehen. Der Umfang des Einbezugs richtet sich nach dem radiologischen Risiko der Anwendung. Dabei gilt Folgendes:

a. Bei radiotherapeutischen Anwendungen muss die Medizinphysikerin oder der Medizinphysiker in enger Mitarbeit einbezogen sein; ausgenommen sind standardisierte Anwendungen in der Nuklearmedizin.

b. Bei standardisierten Anwendungen in der Nuklearmedizin, in der Computertomografie, bei interventionellen radiologischen Anwendungen sowie in der Fluoroskopie im mittleren Dosisbereich muss die Medizinphysikerin oder der Medizinphysiker einbezogen werden.

c. Bei Anwendungen von technologisch komplexen Untersuchungen oder neuen Untersuchungstechniken im mittleren und niedrigen Dosisbereich muss die Medizinphysikerin oder der Medizinphysiker auf Verlangen der Aufsichtsbehörde einbezogen werden.

[2] Das EDI legt für die spezifischen Anwendungsbereiche den Umfang des Einbezugs der Medizinphysikerinnen und -physiker fest.

Art. 48 Nichtberuflich pflegende Personen

[1] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss dafür sorgen, dass Personen, die nichtberuflich bei der Unterstützung und Pflege von Patientinnen und Patienten helfen, über ihre Exposition und deren Risiken informiert sind.

[2] Für nichtberuflich pflegende Personen gilt ein Dosisrichtwert von 5 mSv effektiver Dosis pro Jahr.

[3] Bei Feststellung einer Überschreitung des Dosisrichtwertes muss die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber die betroffene Person informieren.

[4] Das EDI kann für spezielle medizinische Verfahren spezifische Dosisrichtwerte festlegen.

4. Abschnitt: Patientinnen und Patienten

Art. 49 Aufklärung und Einwilligung des Patienten

Die Patientinnen und Patienten müssen über Risiken und Nutzen der medizinischen Exposition informiert werden.

Art. 50 Pädiatrie

Medizinische Expositionen an Kindern müssen mit speziell für diese Patientengruppe optimierten Expositionsparametern durchgeführt werden. Dabei müssen insbesondere berücksichtigt werden:

a. der Körperbau;

b. die Strahlensensibilität;

c. die Möglichkeit des Einsatzes spezieller technischer Hilfsmittel.

Art. 51 Schwangere und stillende Patientinnen

[1] Bei Expositionen im mittleren Dosisbereich oder im Hochdosisbereich sowie bei therapeutischen Expositionen muss die durchführende Ärztin oder der durchführende Arzt abklären, ob die Patientin schwanger ist.

[2] Besteht eine Schwangerschaft oder kann eine solche nicht ausgeschlossen werden, so ist bei der Rechtfertigung dieser Umstand gegenüber der Notwendigkeit der Exposition abzuwägen. Bei der Optimierung muss sowohl die Dosis für das ungeborene Kind als auch für die Mutter berücksichtigt werden.

[3] Liegt der Uterus einer schwangeren Patientin im Untersuchungsbereich, so ist die Uterusdosis zu dokumentieren.

[4] Stillende Frauen müssen bei nuklearmedizinischen Expositionen über die Notwendigkeit und die Dauer eines allfälligen Stillunterbruchs aufgrund der Kontamination der Muttermilch informiert werden.

5. Abschnitt: Klinische Audits in der Humanmedizin

Art. 52 Klinische Audits

[1] Zweck der klinischen Audits ist es, sicherzustellen, dass medizinische Expositionen gerechtfertigt und optimiert sind und sich die Qualität und das Ergebnis der Patientenversorgung kontinuierlich verbessern.

[2] Klinische Audits beinhalten die systematische Überprüfung der patienten- und personalbezogenen Prozesse radiologischer Verfahren mit ionisierender Strahlung in Diagnostik und Therapie.

[3] Sie müssen für folgende medizinische Strahlenanwendungen durchgeführt werden:

a. Computertomografie;

b. Nuklearmedizin;

c. Radioonkologie;

d. durchleuchtungsgestützte interventionelle diagnostische und therapeutische Verfahren.

4 Das BAG kann bei der Bewilligungsinhaberin oder beim Bewilligungsinhaber alle fünf Jahre ein klinisches Audit veranlassen.

Art. 53 Koordination und Durchführung

1 Das BAG kann Dritte mit der Koordination und der Durchführung klinischer Audits beauftragen

2 Es handelt sich bei diesen um Expertinnen und Experten aus unterschiedlichen Institutionen und Fachgesellschaften.

3 Das BAG stellt den beauftragten Dritten die notwendigen Daten über die von diesen auditierten Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber zur Verfügung.

4 Stellen die beauftragten Dritten bei der Auswertung von Audits erhebliche Abweichungen von den festgelegten Standards fest, so informieren sie das BAG.

Art. 54 Auditorinnen und Auditoren: Anforderungen und Aufgaben

1 Die Auditorinnen und Auditoren müssen:

a. über langjährige Berufserfahrung in ihrem Fachgebiet verfügen;

b. von den auditierten Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber unabhängig sein.

2 Sie führen die Audits durch und vergleichen die Ergebnisse der Audits mit nationalen und internationalen Richtlinien für gute Arbeitspraxis.

Art. 55 Eigenevaluation und Qualitätshandbuch der Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber

1 Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber führen jährlich eine Eigenevaluation ihrer Prozesse durch.

2 Sie legen den Auditorinnen und Auditoren ihr Qualitätshandbuch vor.

3 Das Qualitätshandbuch muss mindestens eine detaillierte Beschreibung der folgenden Punkte beinhalten:

a. Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten;

b. Gerätepark für Untersuchung und Behandlung;

c. Personalschulung;

d. Empfehlungen an Zuweiserinnen und Zuweiser betreffend Anforderungen von medizinischen Strahlenanwendungen oder Überweisungen;

e. Massnahmen zur Einhaltung von Artikel 40 Absatz 4;

f. Untersuchungs- und Behandlungsprotokolle und Patienteninformationen;

g. Dokumentation der Strahlendosen (Art. 44);

h. Befunderstellung und Befundkommunikation, Datenspeicherung und Datentransfer;

i. Qualitätssicherung;

j. Eigenevaluation.

4 Kann die Anforderung nach Absatz 3 Buchstabe e betriebsintern nicht erfüllt werden, so muss die durchführende Ärztin oder der durchführende Arzt:

a. der Zuweiserin oder dem Zuweiser die für sie oder ihn geltenden Zuweisungsrichtlinien bekanntgeben;

b. sicherstellen, dass die Zuweiserin oder der Zuweiser die Richtlinien einhält; und

c. die Einhaltung nach Buchstabe b im Qualitätshandbuch dokumentieren.

6. Abschnitt: Forschung am Menschen

Art. 56 Bewilligungen

1 Die Durchführung von Forschungsprojekten mit Anwendung von Strahlenquellen am Menschen bedarf einer Bewilligung nach Artikel 45 des Humanforschungsgesetzes vom 30. September 2011[18].

2 Für die Durchführung von klinischen Versuchen mit Heilmitteln, die ionisierende Strahlen aussenden können, ist zudem eine Bewilligung nach Artikel 54 des Heilmittelgesetzes vom 15. Dezember 2000[19] (HMG) erforderlich.

Art. 57 Dosisrichtwerte und Dosisberechnung

1 Bei Forschungsprojekten ohne erwarteten direkten Nutzen für die teilnehmenden Personen gilt für diese ein Dosisrichtwert von 5 mSv effektiver Dosis pro Jahr.

2 Ausnahmsweise kann der Dosisrichtwert nach Absatz 1 unter Berücksichtigung des Alters, der Fortpflanzungsfähigkeit, der Lebenserwartung oder des Gesundheitszustandes bis zu 20 mSv effektive Dosis pro Jahr betragen, sofern dies aus methodischen Gründen zwingend erforderlich ist.

3 Bei kombinierten Verfahren müssen bei der Berechnung oder der Abschätzung der Dosis teilnehmender Personen alle Strahlenquellen berücksichtigt werden.

4 Bei der Dosisberechnung oder der Dosisabschätzung muss der Unsicherheitsfaktor berücksichtigt werden.

18 SR **810.30**

19 SR **812.21**

7. Abschnitt: Radiopharmazeutika

Art. 58 Inverkehrbringen und Anwenden

[1] Für das Inverkehrbringen und die Anwendung am Menschen gelten die Bestimmungen des HMG. Insbesondere müssen Radiopharmazeutika vor dem Inverkehrbringen vom Schweizerischen Heilmittelinstitut zugelassen werden.

[2] Eine Zustimmung des BAG ist erforderlich für:

a. die Zulassung von Radiopharmazeutika nach Artikel 9 Absatz 1 HMG;

b. die vereinfachte Zulassung von Radiopharmazeutika nach Artikel 14 Absatz 1 Buchstabe d HMG;

c. die befristete Bewilligung von Radiopharmazeutika nach Artikel 9 Absatz 4 HMG.

[3] Das BAG erteilt seine Zustimmung zur Verwendung von Radiopharmazeutika unter Berücksichtigung der Einhaltung von Strahlenschutzaspekten gestützt auf die im Rahmen des Zulassungsgesuches erhaltenen Unterlagen sowie auf die Beurteilung und Begründung durch die Fachkommission für Radiopharmazeutika.

[4] Radiopharmazeutika müssen als solche gekennzeichnet sein. Ihre Kennzeichnung muss mindestens folgende Angaben enthalten:

a. die Präparatbezeichnung;

b. das Gefahrenzeichen nach Anhang 8;

c. die Radionuklide (Hauptprodukte und Verunreinigungen), ihre chemische Formen und ihre Aktivitäten an einem bestimmten Datum;

d. andere noch vorhandene chemische Formen der Radionuklide;

e. beigemengte nicht radioaktive Stoffe;

f. frühestes und spätestes Gebrauchsdatum.

Art. 59 Synthese, Zubereitung und Qualitätskontrolle

[1] Wer Radiopharmazeutika synthetisiert, zubereitet oder am Menschen anwendet, muss Qualitätskontrollen durchführen.

[2] Das BAG kann jederzeit Proben erheben, um festzustellen, ob die Voraussetzungen nach Artikel 58 noch gegeben sind. Es kann dafür spezialisierte Laboratorien beiziehen.

3 Das EDI legt die Einzelheiten der Zubereitung und Synthese von sowie der Qualitätskontrollen an Radiopharmazeutika fest; dabei berücksichtigt es nationale und internationale Richtlinien, insbesondere die Richtlinie cGRPP[20] vom März 2007 der EANM[21].

Art. 60 Fachkommission für Radiopharmazeutika

1 Die Fachkommission für Radiopharmazeutika (FKRP) ist eine ständige Verwaltungskommission im Sinne von Artikel 8*a* Absatz 2 der Regierungs- und Verwaltungsorganisationsverordnung vom 25. November 1998[22].

2 Sie berät das Schweizerische Heilmittelinstitut und das BAG in Fragen der Radiopharmazie. Sie erarbeitet Gutachten zu:

a. Gesuchen um Zulassung von Radiopharmazeutika;

b. sicherheitsrelevanten Fragestellungen im Zusammenhang mit Radiopharmazeutika.

3 Die FKRP besteht aus Fachleuten der Wissenschaftsbereiche Nuklearmedizin, Pharmazie, Chemie und Strahlenschutz.

4 Der Bundesrat wählt auf Vorschlag des EDI die Präsidentin oder den Präsidenten, die Vizepräsidentin oder den Vizepräsidenten sowie die übrigen Mitglieder.

5 Das BAG und das Schweizerische Heilmittelinstitut können dem EDI Vorschläge für Ersatz- und Neuwahlen unterbreiten.

8. Abschnitt: Medizinisches Strahlenereignis

Art. 61 Begriff

Ein medizinisches Strahlenereignis ist ein unvorhergesehenes Ereignis, eine unbedachte oder unsachgemässe Handlung mit oder ohne tatsächliche Folgen, welches aufgrund von Mängeln im Qualitätssicherungsprogramm, technischen Fehlfunktionen, Fehlmanipulationen oder anderem fehlerhaftem Verhalten von Personen zu nicht beabsichtigten Expositionen von Patientinnen und Patienten geführt hat oder hätte führen können.

Art. 62 Pflichten

1 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss über die medizinischen Strahlenereignisse Buch führen.

20 Guidelines on current Good Radiopharmacy Practice in the Production of Radiopharmaceuticals, Version 2 vom März 2007.

21 European Association of Nuclear Medicine. Die in dieser Verordnung genannten Richtlinien der EANM können kostenlos abgerufen werden auf den Internetseiten der EANM unter www.eanm.org.

22 SR **172.010.1**

[2] Sie oder er muss mit einer interdisziplinären Arbeitsgruppe regelmässig die vorgefallenen medizinischen Strahlenereignisse analysieren und die notwendigen betrieblichen Anpassungen zur Verhinderung ähnlicher Ereignisse vornehmen.

[3] Sie oder er muss folgende medizinische Strahlenereignisse innert 30 Tagen der Aufsichtsbehörde melden:

a. unvorhergesehene Expositionen, die bei der Patientin oder beim Patienten potentiell oder tatsächlich zu einer mässigen Organschädigung, einer mässigen Funktionsbeeinträchtigung oder schwereren Schäden geführt haben oder hätten führen können;

b. Patienten- oder Organverwechslungen bei therapeutischen Expositionen oder bei diagnostischen Expositionen im Hochdosisbereich;

c. unvorhergesehene Expositionen, bei denen die Patientin oder der Patient einer effektiven Dosis von mehr als 100 mSv ausgesetzt wurde.

[4] Bei medizinischen Strahlenereignissen nach Absatz 3 ist eine Untersuchung und Berichterstattung im Sinne von Artikel 142 durchzuführen.

4. Kapitel: Berufliche Expositionen

1. Abschnitt: Beruflich strahlenexponierte Personen

Art. 63 Begriff und Grundsätze

[1] Als beruflich strahlenexponiert gelten Personen, die:

a. durch ihre berufliche Tätigkeit oder Ausbildung einen Dosisgrenzwert für Personen aus der Bevölkerung nach Artikel 34 überschreiten können;

b. mindestens einmal pro Woche in Kontrollbereichen nach Artikel 91 Absatz 2 arbeiten oder ausgebildet werden;

c. mindestens einmal pro Woche in Überwachungsbereichen nach Artikel 91 Absatz 3 arbeiten oder ausgebildet werden und dabei einer erhöhten Ortsdosisleistung ausgesetzt sein können; oder

d. am Arbeitsplatz einer monatlich integrierten Radongaskonzentration von über 170 kBqh/m^3 ausgesetzt sind.

[2] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber oder beim Flugpersonal die Luftfahrzeugbetreiber bezeichnen alle beruflich strahlenexponierten Personen des Betriebs.

[3] Sie oder er informiert ihre beruflich strahlenexponierten Personen regelmässig über:

a. die bei ihrer Tätigkeit zu erwartenden Strahlendosen;

b. die für sie geltenden Dosisgrenzwerte;

c. die Gesundheitsrisiken, die ihre Tätigkeit mit sich bringt;

d. die grundsätzlichen Strahlenschutzmassnahmen, die für ihre Tätigkeit beachtet werden müssen;

e. die Risiken einer Strahlenexposition für das ungeborene Kind.

Art. 64 Kategorien

[1] Die Bewilligungsbehörde teilt die beruflich strahlenexponierte Personen für die Überwachung in die Kategorien A und B unterteilt.

[2] Zur Kategorie A gehören Personen, die:

a. bei ihrer beruflichen Tätigkeit pro Jahr folgende Dosen akkumulieren können:
   1. eine effektive Dosis über 6 mSv,
   2. eine Äquivalentdosis für die Augenlinse über 15 mSv, oder
   3. eine Äquivalentdosis für die Haut, die Hände oder die Füsse über 150 mSv;

b. am Arbeitsplatz einer monatlich integrierten Radongaskonzentration von über 170 kBqh/m^3 ausgesetzt sind.

[3] Zur Kategorie B gehören alle beruflich strahlenexponierte Personen, die nicht der Kategorie A angehören.

[4] Tätigkeiten, bei denen ein vernachlässigbares Risiko besteht, dass bei ihrer Verrichtung Dosen nach Absatz 2 Buchstabe a akkumuliert werden, können durch beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie B ausgeführt werden. Darunter fallen insbesondere:

a. Tätigkeiten beim Betrieb diagnostischer Röntgenanlagen in Arzt-, Zahnarzt- und Tierarztpraxen ausser im Hochdosisbereich;

b. Tätigkeit als beruflich strahlenexponiertes Flugpersonal.

[5] Erbringt die Gesuchstellerin oder der Gesuchsteller oder die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber den Nachweis, dass eine Tätigkeit durch beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie B ausgeführt werden kann, kann sie oder er bei der Aufsichtsbehörde eine Einteilung dieser Personen in die Kategorie B beantragen.

Art. 65 Junge Personen sowie schwangere oder stillende Frauen

[1] Personen unter 16 Jahren dürfen nicht beruflich strahlenexponiert sein.

[2] Für junge Personen über 16 Jahren und für schwangere Frauen gelten spezielle Dosisgrenzwerte nach Artikel 69.

[3] Ab Kenntnis einer Schwangerschaft bis zu ihrem Ende muss die Strahlenexposition der schwangeren Frau monatlich ermittelt werden.

[4] Das EDI legt fest, bei welchen Tätigkeiten schwangere Frauen mit einem zusätzlichen aktiven Personendosimeter ausgerüstet werden müssen.

[5] Schwangere Frauen müssen auf Verlangen von folgenden Tätigkeiten befreit werden:

a. vom Flugdienst;

b. von Arbeiten mit radioaktiven Stoffen, bei denen die Gefahr einer Inkorporation oder einer radioaktiven Kontamination besteht;

c. von Arbeiten, die nur von einer beruflich strahlenexponierten Person der Kategorie A ausgeführt werden dürfen.

6 Stillende Frauen dürfen keine Arbeiten mit radioaktiven Stoffen ausführen, bei denen die Gefahr einer Inkorporation oder einer radioaktiven Kontamination besteht.

Art. 66 Flugpersonal

Bei beruflich strahlenexponiertem Flugpersonal muss die Strahlenexposition bei der Erstellung von Arbeitsplänen optimiert werden.

Art. 67 Arbeitsmedizinische Vorsorge

1 Beruflich strahlenexponierte Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer unterstehen der arbeitsmedizinischen Vorsorge nach den Artikeln 70–89 der Verordnung vom 19. Dezember 1983[23] über die Unfallverhütung.

2 Bei selbstständigerwerbenden beruflich strahlenexponierten Personen bestimmt die Suva die Art der medizinischen Massnahmen und die Häufigkeit der Kontrollen.

2. Abschnitt: Dosisbegrenzungen

Art. 68 Dosisgrenzwerte

1 Für beruflich strahlenexponierte Personen darf die effektive Dosis den Grenzwert von 20 mSv pro Kalenderjahr nicht überschreiten.

2 Für sie darf der Grenzwert für die effektive Dosis ausnahmsweise und mit Zustimmung der Aufsichtsbehörde bis 50 mSv pro Kalenderjahr betragen, sofern die Summendosis fünf aufeinanderfolgender Jahre einschliesslich des laufenden Jahres unter 100 mSv liegt.

3 Für sie darf die Äquivalentdosis die folgenden Grenzwerte nicht übersteigen:

a. für die Augenlinse 20 mSv pro Kalenderjahr oder 100 mSv für die Summendosis fünf aufeinanderfolgender Jahre, wobei in einem einzelnen Jahr 50 mSv nicht überschritten werden dürfen;

b. für die Haut, die Hände und die Füsse 500 mSv pro Kalenderjahr.

4 Beruflich strahlenexponierte Personen eines ausländischen Betriebs dürfen in der Schweiz nur 20 mSv abzüglich der im laufenden Kalenderjahr bereits erhaltenen Dosis akkumulieren.

Art. 69 Dosisgrenzwert für junge Personen und schwangere Frauen

1 Für Personen im Alter von 16–18 Jahren darf die effektive Dosis den Grenzwert von 6 mSv pro Kalenderjahr nicht überschreiten.

23 SR **832.30**

[2] Schwangere Frauen dürfen nur als beruflich strahlenexponierte Personen eingesetzt werden, wenn gewährleistet ist, dass ab Kenntnis einer Schwangerschaft bis zu ihrem Ende die effektive Dosis von 1 mSv nicht überschritten wird.

Art. 70 Massnahmen bei einer Überschreitung von Dosisgrenzwerten

[1] Überschreitet eine beruflich strahlenexponierte Person einen Dosisgrenzwert nach Artikel 68 Absatz 1 oder 3 und Artikel 69, so darf sie für den Rest des Kalenderjahres höchstens akkumulieren:

a. eine effektive Dosis von 1 mSv;

b. eine Äquivalentdosis von 2 mSv für die Augenlinse und von 50 mSv für die Haut, die Hände und die Füsse.

[2] Schwangere Frauen dürfen bei einer Überschreitung des Grenzwertes nach Artikel 69 Absatz 2 während des weiteren Verlaufs der Schwangerschaft nicht mehr im Kontrollbereich eingesetzt werden.

[3] Vorbehalten bleibt die Zustimmung der Aufsichtsbehörde nach Artikel 68 Absatz 2.

Art. 71 Ärztliche Kontrolle bei einer Überschreitung von Dosisgrenzwerten

[1] Überschreitet eine Person einen Dosisgrenzwert nach Artikel 68 oder 69, so entscheidet die Aufsichtsbehörde, ob die Person unter ärztliche Kontrolle gestellt werden muss.

[2] Die Ärztin oder der Arzt teilt das Ergebnis ihrer oder seiner Untersuchung mit einem Antrag über die zu treffenden Massnahmen dem oder der Betroffenen, der Arbeitgeberin oder dem Arbeitgeber und der Aufsichtsbehörde mit. Sie oder er informiert die Suva, wenn es sich um eine Arbeitnehmerin oder einen Arbeitnehmer handelt.

[3] Die Ärztin oder der Arzt gibt der Aufsichtsbehörde und der Suva dabei bekannt:

a. Daten über erkannte Frühschäden;

b. Daten über Krankheiten oder besondere Veranlagungen, die einen Nichteignungsentscheid notwendig machen;

c. Daten der biologischen Dosimetrie.

[4] Die Suva bewahrt diese Daten 100 Jahre auf.

[5] Bei Personen, die in keinem Arbeitsverhältnis stehen, trifft die Aufsichtsbehörde die erforderlichen Massnahmen. Sie kann einen befristeten oder dauernden Ausschluss von Arbeiten als beruflich strahlenexponierte Person verfügen.

Art. 72 Dosisrichtwerte

[1] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber oder beim Flugpersonal die Luftfahrzeugbetreiber legen zur Optimierung des Strahlenschutzes Dosisrichtwerte für beruflich strahlenexponierte Personen fest.

[2] Der Grundsatz der Optimierung gilt als erfüllt bei Tätigkeiten, die für beruflich strahlenexponierte Personen nicht zu einer effektiven Dosis von mehr als 100 µSv pro Kalenderjahr führen.

3 Bei einer Überschreitung des Dosisrichtwertes muss die Arbeitspraxis überprüft und der Strahlenschutz verbessert werden.

3. Abschnitt: Ermittlung der Strahlendosis (Dosimetrie)

Art. 73 Dosimetrie bei beruflich strahlenexponierten Personen der Kategorie A

1 Bei beruflich strahlenexponierten Personen der Kategorie A ist die Strahlenexposition individuell und nach Anhang 4 zu ermitteln (Personendosimetrie).

2 Die externe Strahlenexposition ist monatlich zu ermitteln.

3 Die Aufsichtsbehörde kann Ausnahmen von den Absätzen 1 und 2 erlauben, wenn ein zusätzliches oder ein anderes geeignetes System zur Dosisüberwachung zur Verfügung steht.

4 Das EDI legt im Einvernehmen mit dem ENSI fest, wie und in welchen Zeitabschnitten die interne Strahlenexposition zu ermitteln ist. Es berücksichtigt dabei die Arbeitsbedingungen und die Art der verwendeten Radionuklide.

5 Es regelt im Einvernehmen mit dem ENSI, wann ein zweites, unabhängiges Dosimetriesystem, das eine zusätzliche Funktion erfüllt, eingesetzt werden muss.

Art. 74 Dosimetrie bei beruflich strahlenexponierten Personen der Kategorie B

1 Bei beruflich strahlenexponierten Personen der Kategorie B ist die Strahlenexposition individuell und nach Anhang 4 zu ermitteln (Personendosimetrie).

2 Die externe Strahlenexposition ist mindestens quartalsweise zu ermitteln. Vorbehalten bleibt Artikel 65 Absatz 3.

3 Die Aufsichtsbehörde kann Ausnahmen von den Absätzen 1 und 2 erlauben, wenn:

a. ein anderes geeignetes System zur Dosisüberwachung zur Verfügung steht;

b. kein geeignetes System zur Dosisüberwachung zur Verfügung steht, dafür jedoch erhöhte Strahlenschutzmassnahmen getroffen werden.

Art. 75 Rechnerische Ermittlung der Strahlendosis

1 Beim Flugpersonal kann eine rechnerische Ermittlung der Strahlendosis durch die Luftfahrzeugbetreiber selbst erfolgen.

2 In weiteren Fällen, in denen sich eine individuelle Dosismessung nicht eignet, ist für eine rechnerische Ermittlung der Strahlendosis durch die Bewilligungsinhaberin oder den Bewilligungsinhaber die Zustimmung der Aufsichtsbehörde erforderlich.

3 Das EDI erlässt im Einvernehmen mit dem ENSI Bestimmungen zur Berechnung der Strahlendosen.

Art. 76 Meldeschwelle pro Überwachungsperiode

[1] Für beruflich strahlenexponierte Personen in Betrieben mit einer Bewilligung des BAG gelten folgende Meldeschwellen pro dosimetrische Überwachungsperiode:

a. 2 mSv für die effektive Dosis;

b. 2 mSv für die Äquivalentdosis für die Augenlinse;

c. 10 mSv für die Äquivalentdosis für die Haut oder die Extremitäten.

[2] Beim Erreichen einer Meldeschwelle entstehen die Meldepflichten nach den Artikeln 78 Buchstabe c und 83 Buchstabe c.

[3] Das ENSI regelt die Dosismeldungen für beruflich strahlenexponierte Personen in Kernanlagen in einer Richtlinie.

Art. 77 Pflichten der Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber oder der Luftfahrzeugbetreiber

[1] Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber oder beim Flugpersonal die Luftfahrzeugbetreiber müssen die Strahlenexposition aller in ihrem Betrieb tätigen beruflich strahlenexponierten Personen von einer anerkannten Personendosimetriestelle ermitteln lassen. Eine rechnerische Ermittlung der Dosen nach Artikel 75 oder eine Triagemessungen zur Feststellung einer internen Strahlenexposition können sie auch selber durchführen.

[2] Sie tragen die Kosten der Dosimetrie.

[3] Sie müssen:

a. die betroffenen Personen über die Ergebnisse der Dosimetrie informieren.

b. ihnen eine schriftliche Zusammenfassung aller Dosen aushändigen:
   1. nach Beendigung des Arbeitsverhältnisses;
   2. vor dem Einsatz in einem anderen Betrieb.

c. der Suva die für die Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorge notwendigen Betriebs-, Personen- und Dosimetriedaten zur Verfügung stellen.

d. bei Erreichen einer Meldeschwelle nach Artikel 76 der Aufsichtsbehörde auf deren Verlangen eine Erklärung zur Ursache der Dosis abgeben. Die Erklärung muss innert zweier Wochen schriftlich erfolgen.

e. der von ihnen beauftragten Personendosimetriestelle für alle beruflich strahlenexponierten Personen in ihrem Betrieb die Daten nach Artikel 87 Absatz 1 melden; ausgenommen sind die Daten nach Artikel 87 Absatz 1 Buchstabe f.

f. die von beruflich strahlenexponierten Personen bei Auslandeinsätzen akkumulierten Dosen, die nicht von einer Schweizer Personendosimetriestelle ermittelt wurden, direkt dem zentralen Dosisregister melden. Diese Meldung muss innert eines Monats nach Ablauf des Einsatzes in einer vom BAG vorgeschriebenen Form erfolgen.

Art. 78 Pflichten der Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber oder der Luftfahrzeugbetreiber bei einer rechnerischen Ermittlung der Strahlendosis

Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber oder beim Flugpersonal die Luftfahrzeugbetreiber müssen im Falle einer im Betrieb durchgeführten rechnerischen Ermittlung der Strahlendosis nach Artikel 75 melden:

a. die Daten nach Artikel 87: dem zentralen Dosisregister (Art. 86);

b. die rechnerisch ermittelten Strahlendosen: innerhalb eines von BAG festgelegten Zeitraumes in einer vom BAG vorgeschriebenen Form dem zentralen Dosisregister;

c. eine Überschreitung einer Meldeschwelle nach Artikel 76: spätestens zehn Tage nach Berechnung der Strahlendosis der Aufsichtsbehörde;

d. einen Verdacht auf Überschreitung eines Dosisgrenzwertes: innerhalb eines Arbeitstages der Aufsichtsbehörde und, wenn es sich um eine Arbeitnehmerin oder einen Arbeitnehmer handelt, der Suva..

Art. 79 Technische Bestimmungen

[1] Das EDI erlässt im Einvernehmen mit dem ENSI und nach Anhörung des METAS technische Bestimmungen zur Personen- und Umgebungsdosimetrie.

[2] Die technischen Bestimmungen enthalten insbesondere:

a. Mindestanforderungen an die Messsysteme;

b. Mindestanforderungen an die Messgenauigkeit im Routinebetrieb und bei Vergleichsmessungen;

c. Standardmodelle zur Berechnung der Strahlendosen;

d. Format der Meldungen.

4. Abschnitt: Personendosimetriestellen

Art. 80 Anerkennungsvoraussetzungen

[1] Eine Personendosimetriestelle muss anerkannt sein.

[2] Sie wird anerkannt, wenn sie die folgenden Voraussetzungen erfüllt:

a. Sie hat ihren Sitz in der Schweiz und verfügt über eine geeignete Organisation sowie über genügend Personal.

b. Sie verfügt über eine genügende Anzahl Personen mit praktischen Kenntnissen in der betreffenden Messtechnik und im Strahlenschutz.

c. Sie weist der anerkennenden Behörde nach, dass sie über ein Qualitätssicherungsprogramm verfügt und dieses anwendet.

d. Das Messsystem entspricht dem Stand der Technik und ist durch eine ununterbrochene Kette von Vergleichsmessungen auf geeignete Normale rückführbar.

e. Sie bietet Gewähr für einwandfreie Aufgabenerfüllung; namentlich ist das Personal bei der Ausübung seiner Tätigkeit keiner Beeinflussung ausgesetzt, die zu Interessenskonflikten führt.

3 Ist eine Personendosimetriestelle für diese Tätigkeit akkreditiert, so gelten die Voraussetzungen nach Absatz 2 Buchstaben a sowie –c–e als erfüllt.

Art. 81 Verfahren und Geltung der Anerkennung

1 Die anerkennende Behörde stellt durch eine Inspektion und eine technische Prüfung fest, ob eine Personendosimetriestelle die Voraussetzungen für die Anerkennung erfüllt. Sie kann Dritte damit beauftragen.

2 Die Anerkennung kann für höchstens fünf Jahre erteilt werden.

Art. 82 Anerkennende Behörden

1 Zuständig für die Anerkennung sind:

a. das BAG, wenn eine Personendosimetriestelle ganz oder zum grösseren Teil in seinem Aufsichtsbereich oder in demjenigen der Suva tätig sein will;

b. das ENSI, wenn eine Personendosimetriestelle ganz oder zum grösseren Teil in seinem Aufsichtsbereich tätig sein will.

2 Will eine Personendosimetriestelle in verschiedenen Aufsichtsbereichen tätig sein, so sprechen sich die anerkennenden Behörden darüber ab, welche von ihnen für die Anerkennung zuständig ist.

3 Die anerkennenden Behörden dürfen keine Personendosimetriestelle betreiben.

Art. 83 Meldepflichten der Personendosimetriestelle

Die Personendosimetriestelle hat folgende Meldepflichten:

a. Sie meldet die Daten nach Artikel 87 innert eines Monats nach Ablauf der Überwachungsperiode:
   1. der Bewilligungsinhaberin oder dem Bewilligungsinhaber,
   2. beim Flugpersonal dem Luftfahrzeugbetreiber,
   3. in einer vom BAG vorgeschriebenen Form dem zentralen Dosisregister (Art. 86),
   4. wenn es sich um Daten aus dem Aufsichtsbereich des ENSI handelt: überdies dem ENSI direkt.

b. Wird eine Meldeschwelle pro Überwachungsperiode nach Artikel 76 überschritten, so meldet die Personendosimetriestelle dies der Bewilligungsinhaberin oder dem Bewilligungsinhaber und der Aufsichtsbehörde spätestens zehn Arbeitstage nach dem Eintreffen des Dosimeters.

c. Bei Verdacht auf Überschreitung eines Dosisgrenzwertes meldet die Personendosimetriestelle das Resultat der Bewilligungsinhaberin oder dem Bewilligungsinhaber oder beim Flugpersonal dem Luftfahrzeugbetreiber und der Aufsichtsbehörde innerhalb eines Arbeitstages. Sie informiert auch die Suva, wenn es sich um eine Arbeitnehmerin oder einen Arbeitnehmer handelt.

d. Für Personendosimetriestellen, die vom ENSI anerkannt werden, erlässt das ENSI eine Richtlinie für die Meldungen.

Art. 84 Weitere Pflichten der Personendosimetriestelle

1 Die Personendosimetriestelle muss die Dosiswerte und die Personalien sowie alle Rohdaten, die für eine nachträgliche Berechnung der zu meldenden Dosen notwendig sind, während zweier Jahre nach Ablieferung an das zentrale Dosisregister aufbewahren.

2 Sie muss sich nach den Weisungen der anerkennenden Behörde auf eigene Kosten an Vergleichsmessungen beteiligen.

3 Will eine Personendosimetriestelle ihre Tätigkeit einstellen, so muss sie dies der anerkennenden Behörde, ihren Auftraggeberinnen und Auftraggebern und den für ihre Auftraggeberinnen und Auftraggebern zuständigen Aufsichtsbehörden mindestens sechs Monate im Voraus ankündigen.

4 Die Personendosimetriestelle, die ihre Tätigkeit einstellt, übergibt ihr archiviertes Datenmaterial den von ihren Auftraggeberinnen oder Auftraggebern bestimmten neuen Personendosimetriestellen.

5 In ausserordentlichen Fällen bestimmt die anerkennende Behörde das Vorgehen.

6 Kündigt eine Auftraggeberin oder ein Auftraggeber das Auftragsverhältnis mit der Personendosimetriestelle, so hat diese die Auftraggeberin oder den Auftraggeber auf ihre oder seine Pflichten als Bewilligungsinhaberin oder Bewilligungsinhaber nach Artikel 77 aufmerksam zu machen und die Aufsichtsbehörde über die Kündigung zu informieren.

Art. 85 Schweigepflicht und Datenschutz

Die Personendosimetriestelle darf Personalien und Dosiswerte einer dosimetrierten Person nur bekanntgeben:

a. der dosimetrierten Person selbst;

b. der Bewilligungsinhaberin oder dem Bewilligungsinhaber;

c. beim Flugpersonal dem Luftfahrzeugbetreiber;

d. der Aufsichtsbehörde;

e. der Bewilligungsbehörde;

f. dem zentralen Dosisregister.

5. Abschnitt: Zentrales Dosisregister

Art. 86 Verantwortliche Behörde, Zweck, Regelung

[1] Das BAG führt ein zentrales Dosisregister.

[2] Das zentrale Dosisregister hat zum Zweck:

a. den Aufsichtsbehörden jederzeit eine Kontrolle der pro Überwachungsintervall akkumulierten Dosen jeder beruflich strahlenexponierten Person in der Schweiz zu ermöglichen;

b. die während der gesamten Tätigkeit als beruflich strahlenexponierte Person akkumulierte Dosis zu ermitteln und mögliche Versicherungsansprüche abzuklären;

c. statistische Aussagen oder die Evaluation der Wirksamkeit der Bestimmungen dieser Verordnung zu ermöglichen;

d. die Aufbewahrung der Daten sicherzustellen.

Art. 87 Bearbeitete Daten

[1] Die folgenden Daten beruflich strahlenexponierter Personen werden im zentralen Dosisregister gespeichert:

a. Namen, Vornamen und frühere Namen;

b. Geburtsdatum;

c. Sozialversicherungsnummer;

d. Geschlecht;

e. Name, Adresse und Unternehmens-Identifikationsnummer (UID) des Betriebs;

f. im In- und im Ausland akkumulierte Dosiswerte;

g. Berufsgruppe;

h. Tätigkeit;

i. Kategorie (A oder B).

[2] Bei nur vorübergehend in der Schweiz tätigen Personen werden die in der Schweiz akkumulierten Dosen registriert.

Art. 88 Zugriffsrechte

Direkten Zugriff im Abrufverfahren auf die Daten im zentralen Dosisregister haben:

a. die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Abteilung Strahlenschutz des BAG;

b. die Abteilung Arbeitsmedizin der Suva;

c. die Aufsichtsbehörden auf die Daten in ihrem Aufsichtsbereich;

d. Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) auf die Daten des Flugpersonals.

Art. 89 Aufbewahrung und Veröffentlichung der Daten

1 Das BAG bewahrt alle Daten, die im zentralen Dosisregister erfasst werden, 100 Jahre auf.

2 Die Aufsichtsbehörden erarbeiten jährlich einen Bericht über die Ergebnisse der Personendosimetrie.

3 Das BAG veröffentlicht den Bericht.

Art. 90 Verwendung für Forschungsprojekte

1 Das BAG kann die im zentralen Dosisregister gespeicherten Personendaten für Forschungsprojekte über Strahlenwirkungen und Strahlenschutz verwenden oder Dritten zur Verfügung stellen. Die Bestimmungen des Humanforschungsgesetzes vom 30. September 2011[24] sind anwendbar.

2 Es stellt die Personendaten nur in anonymisierter Form zur Verfügung.

5. Kapitel: Quellen und Anlagen

1. Abschnitt: Bereiche

Art. 91 Grundsätze

1 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber richtet zur Begrenzung und Kontrolle der Strahlenexposition Kontroll- oder Überwachungsbereiche ein.

2 Kontrollbereiche sind Bereiche, in denen Schutz- und Sicherheitsvorkehrungen zur Ermittlung und Begrenzung der Strahlenexposition zu treffen sind, damit Expositionen durch Inhalation, Inkorporation, externe Bestrahlung oder Verbreitung einer Kontamination verhindert werden können.

3 Überwachungsbereiche sind Bereiche, in denen sich beim Auftreten einer erhöhten Ortsdosisleistung nur beruflich strahlenexponierte Personen aufhalten dürfen.

4 Arbeiten mit offenen Quellen über der Bewilligungsgrenze sind innerhalb von Kontrollbereichen in Räumen durchzuführen, die als Arbeitsbereiche nach Artikel 95 ausgelegt sind.

5 Für Räume und Orte innerhalb von Kontrollbereichen, in denen keine Arbeiten mit offenen Quellen durchgeführt werden, jedoch Kontaminationen von Oberflächen, der Raumluft oder erhöhte Ortsdosisleistungen auftreten können, kann die Aufsichtsbehörde eine Einteilung in Zonen nach Artikel 96 anordnen.

6 Für den Betrieb von Anlagen, die Handhabung von geschlossenen radioaktiven Quellen sowie für Zonentypen 0 sind Überwachungsbereiche einzurichten, wenn eine Gefährdung von Personen möglich ist und hierfür nicht bereits Kontrollbereiche eingerichtet wurden.

24 SR **810.30**

Art. 92 Kontrollbereiche

[1] Als Kontrollbereich einzurichten sind insbesondere:

a. Arbeitsbereiche nach Artikel 95;

b. Zonentypen I–IV nach Artikel 96;

c. Bereiche, in denen die Oberflächenkontamination über 1 CS und die Luft-Kontamination über 0,05 CA liegen kann;

d. Bereiche, die von der Aufsichtsbehörde als solche bezeichnet werden.

[2] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss dafür sorgen, dass nur berechtigten Personen der Zutritt zu Kontrollbereichen möglich ist. Diese sind deutlich zu begrenzen und nach Anhang 8 zu kennzeichnen.

[3] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss die Einhaltung der zulässigen Richtwerte für Ortsdosisleistungen, Kontaminationen und Raumluftaktivitätskonzentrationen sowie der Schutzmassnahmen und Sicherheitsvorkehrungen innerhalb von Kontrollbereichen angemessen überwachen.

Art. 93 Behandlung und Freigabe von Kontrollbereichen nach Einstellung der Arbeiten

[1] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss Kontrollbereiche, in denen der Umgang mit offenen radioaktiven Quellen eingestellt wird, und nötigenfalls auch die Umgebung solcher Bereiche mit allen Installationen und dem dort verbleibenden Material mindestens so weit dekontaminieren, dass die Voraussetzungen nach Artikel 118 eingehalten und die Immissionsgrenzwerte nach Artikel 36 nicht überschritten werden.

[2] Sie oder er muss der Aufsichtsbehörde über die nach Absatz 1 durchgeführten Massnahmen einen Bericht erstatten.

[3] Sie oder er darf die betroffenen Kontrollbereiche nur nach Freigabe durch die Aufsichtsbehörde zu anderen Zwecken verwenden.

Art. 94 Richtwerte für Kontaminationen

[1] Verlassen Personen Kontrollbereiche oder werden Materialien aus diesen herausgenommen, muss zuvor mit einer Messung sichergestellt werden, dass der Richtwert für Oberflächenkontamination nicht überschritten ist.

[2] Liegt in Kontrollbereichen die Kontamination von Materialien und Oberflächen über dem zehnfachen Richtwert nach Anhang 3 Spalte 12, so müssen Dekontaminationsmassnahmen durchgeführt oder andere geeignete Schutzmassnahmen getroffen werden.

[3] Bleibt in Kontrollbereichen ein Teil einer Kontamination bei den voraussehbaren Beanspruchungen an der Oberfläche fixiert, so gelten die Richtwerte nach Anhang 3 Spalte 12 nur für die übertragbare Kontamination**.**

Art. 95 Arbeitsbereiche

1 Arbeitsbereiche sind in separaten, nur für diese Zwecke vorgesehenen Räumen einzurichten.

2 Sie werden aufgrund der pro Arbeitsgang gehandhabten oder pro Tag umgesetzten Aktivitäten offener radioaktiver Quellen in die folgenden Typen eingestuft:

a. Typ C: eine Aktivität von 1 bis zu 100 Bewilligungsgrenzen;

b. Typ B: eine Aktivität von 1 bis zu 10 000 Bewilligungsgrenzen;

c. Typ A: eine Aktivität von 1 Bewilligungsgrenze bis zu einer oberen Grenze, welche im Bewilligungsverfahren festgelegt wird.

3 Die Aufsichtsbehörde kann zur Lagerung offener radioaktiver Quellen in Arbeitsbereichen die Werte nach Absatz 2 um bis zu einem Faktor 100 erhöhen.

4 Sie kann Ausnahmen von Absatz 1 gestatten, wenn betriebstechnische Gründe vorliegen und der Strahlenschutz gewährleistet bleibt.

5 Sie kann in Ausnahmefällen für Handhabungen mit geringen Inkorporationsrisiken die Werte nach Absatz 2 um bis zum Faktor 10 erhöhen, sofern der Strahlenschutz gewährleistet ist.

6 Sie kann im Einzelfall und unter Berücksichtigung des Inkorporationsrisikos Arbeitsbereiche einem anderen Typ als nach Absatz 2 vorgesehen zuordnen, sofern darin ausschliesslich Arbeiten mit geringer Inhalationsgefahr ausgeführt werden.

7 Das EDI erlässt im Einvernehmen mit dem ENSI die erforderlichen Vorschriften über Schutzmassnahmen.

Art. 96 Zonen

1 Zonen werden je nach vorhandenem oder zu erwartendem Kontaminationsgrad in folgende Zonentypen eingeteilt:

a. Zonentyp 0:
Oberflächen-Kontamination kleiner als 1 CS und Luft-Kontamination kleiner als 0,05 CA;

b. Zonentyp I:
Oberflächen-Kontamination kleiner als 1 CS und Luft-Kontamination kleiner als 0,1 CA;

c. Zonentyp II:
Oberflächen-Kontamination zwischen 1 CS und 10 CS und Luft-Kontamination kleiner als 0,1 CA;

d. Zonentyp III:
Oberflächen-Kontamination zwischen 10 CS und 100 CS oder Luft-Kontamination zwischen 0,1 CA und 10 CA;

e. Zonentyp IV:
Oberflächen-Kontamination grösser als 100 CS oder Luft-Kontamination grösser als 10 CA.

[2] Das EDI erlässt im Einvernehmen mit dem ENSI Vorschriften über Schutzmassnahmen für die verschiedenen Zonentypen.

Art. 97 Überwachungsbereiche

[1] Als Überwachungsbereiche einzurichten sind insbesondere:

a. Räume und angrenzende Bereiche, in denen Anlagen ohne Voll- und Teilschutzeinrichtung betrieben werden;

b. Zonen des Typs 0;

c. Bereiche, in denen Personen durch externe Strahlenexposition eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv pro Jahr akkumulieren können;

d. Bereiche, die von der Aufsichtsbehörde als solche bezeichnet werden.

[2] Überwachungsbereiche sind nach Anhang 8 zu kennzeichnen.

[3] Für beruflich strahlenexponiertes Flugpersonal ist die Einrichtung von Überwachungsbereichen nicht erforderlich.

Art. 98 Begrenzung der Ortsdosis

[1] Der Raum oder Bereich, in dem Anlagen betrieben werden oder mit radioaktiven Quellen umgegangen wird, ist so zu konzipieren oder abzuschirmen, dass an Orten, die ausserhalb von Kontroll- und Überwachungsbereichen liegen und an denen sich Personen aus der Bevölkerung aufhalten können, die Ortsdosis 0,02 mSv in einer Woche nicht übersteigt. An Orten, an denen sich Personen nicht dauernd aufhalten, kann dieser Wert bis zum Fünffachen überschritten werden.

[2] Die Ortsdosis nach Absatz 1 basiert auf einer Wochenarbeitszeit von 40 Stunden. Sie darf entsprechend höher sein, wenn sie durch eine Anlage-Betriebszeit von über 40 Stunden pro Woche erzeugt wird.

[3] Die Einwirkung mehrerer Strahlenquellen auf einen zu schützenden Ort muss zur Einhaltung des entsprechenden Richtwertes für die Ortsdosisleistung berücksichtigt werden.

[4] Das EDI legt im Einvernehmen mit dem ENSI Richtwerte für die Ortsdosis innerhalb und ausserhalb von Kontroll- und Überwachungsbereichen fest.

2. Abschnitt: Pflichten beim Umgang mit Strahlenquellen

Art. 99 Inventar, Buchführungs- und Berichterstattungspflicht

[1] Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber müssen beim Umgang mit geschlossenen radioaktiven Quellen ein Inventar führen.

[2] Sie müssen über den Einkauf, die Verwendung, die Weitergabe und die Entsorgung offener radioaktiver Quellen Buch führen.

[3] Sie müssen über den Handel mit Strahlenquellen der Bewilligungsbehörde jährlich Bericht erstatten und folgende Angaben machen:

a. die Bezeichnung der Radionuklide, deren Aktivität, das Datum der Aktivitätsbestimmung sowie ihre chemische und physikalische Form;

b. die Bezeichnung der Apparate oder Gegenstände, die radioaktive Stoffe enthalten, mit Angabe der Radionuklide und ihrer Aktivität sowie das Datum der Aktivitätsbestimmung;

c. die Bezeichnung der Anlagen und deren Parameter;

e. die Adressen und Bewilligungsnummern der inländischen Bezügerinnen und Bezüger.

4 Die Aufsichtsbehörde kann in der Bewilligung zusätzliche Buchführungs- und Berichterstattungspflichten vorsehen.

Art. 100 Weitergabe durch die Vertreiberin oder den Vertreiber

Vertreiberinnen und Vertreiber dürfen bewilligungspflichtige Strahlenquellen im Inland nur an Betriebe oder Personen weitergeben, die über eine entsprechende Bewilligung verfügen.

Art. 101 Umgang mit und Standort von Strahlenquellen

Das EDI regelt im Einvernehmen mit dem ENSI die Anforderungen an den Umgang mit und den Standort von Strahlenquellen. Insbesondere legt es fest:

a. die baulichen Massnahmen und die Berechnungsgrundlagen;

b. die Anforderungen an Bestrahlungs-, Applikations- und Ruheräume sowie Räume für nuklearmedizinische Untersuchungsgeräte;

c. die Strahlenschutzmassnahmen für die Betreuung und Stationierung von Therapiepatientinnen und -patienten;

d. die Art der Lagerung und die Anforderung an die Lagerstelle radioaktiver Quellen.

3. Abschnitt: Messmittel

Art. 102 Messmittel für ionisierende Strahlung

1 In Räumen oder Bereichen, in denen Strahlenquellen gehandhabt oder betrieben werden und eine entsprechende Gefährdung vorliegt, müssen jederzeit geeignete Messmittel für ionisierende Strahlung für Dosisleistungs-, Oberflächen- und Luftkontaminationskontrollen zur Verfügung stehen.

2 Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber müssen dafür sorgen, dass der Betrieb über die notwendige Anzahl an geeigneten Messmittel für ionisierende Strahlung verfügt.

Art. 103 Anforderungen an Messmittel für ionisierende Strahlung

[1] Das Eidgenössische Justiz- und Polizeidepartement (EJPD) regelt im Einvernehmen mit dem EDI und dem Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) das Inverkehrbringen und die Prüfung der Messbeständigkeit von Messmitteln für ionisierende Strahlung.

[2] Das EDI regelt im Einvernehmen mit dem ENSI:

a. die Art und die Anzahl der erforderlichen Messmittel für ionisierende Strahlung;

b. den Umfang der Qualitätssicherung für alle anderen Messmittel für ionisierende Strahlung, die nicht nach Absatz 1 geregelt werden.

Art. 104 Pflichten der Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber

[1] Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber müssen Messmittel für ionisierende Strahlung in angemessenen Zeitabständen mit geeigneten radioaktiven Quellen auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüfen.

[2] Die Aufsichtsbehörde kann die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber verpflichten, an Vergleichsmessungen teilzunehmen.

4. Abschnitt: Bauart und Kennzeichnung geschlossener radioaktiver Quellen

Art. 105 Bauart

[1] Geschlossene radioaktive Quellen müssen bezüglich Bauart dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen.

[2] Für geschlossene radioaktive Quellen sind Radionuklide in einer chemisch möglichst stabilen Form zu wählen.

[3] Werden geschlossene radioaktive Quellen ausschliesslich als Gamma- oder Neutronenstrahler verwendet, so muss eine Abschirmung vorhanden sein, die das Austreten von Alpha- oder Beta-Strahlung verhindert.

Art. 106 Kennzeichnung

[1] Geschlossene radioaktive Quellen und deren Behälter sind so zu kennzeichnen, dass die Identifikation der Quelle jederzeit möglich ist.

[2] Die Herstellerin oder der Hersteller sowie die Lieferantin oder der Lieferant von hoch radioaktiven geschlossenen Quellen nach Artikel 108 müssen sicherstellen, dass diese durch eine eindeutige Nummer identifiziert werden kann. Diese Nummer muss auf der Quelle und auf dem Quellenbehälter eingraviert oder eingeprägt werden.

3 Aus der Kennzeichnung müssen Radionuklid, Aktivität, Herstellungs- und Messdatum und gegebenenfalls die Klassifikation nach ISO-Norm 2919[25] ersichtlich oder ableitbar sein.

4 Die Aufsichtsbehörde kann Ausnahmen von den Absätzen 1–3 gewähren, wenn sich keine Kennzeichnung anbringen lässt oder wenn wiederverwendbare Quellenbehälter verwendet werden.

Art. 107 Anforderungen an das Inverkehrbringen

1 Jede geschlossene radioaktive Quelle muss vor dem Inverkehrbringen auf Dichtheit und Kontaminationsfreiheit geprüft werden. Diese Prüfung hat durch eine für diese Tätigkeit akkreditierte Stelle zu geschehen.

2 Die Quellenkapselung geschlossener radioaktiver Quellen, deren Aktivität oberhalb des hundertfachen Werts der Bewilligungsgrenze liegt, muss für die vorgesehene Anwendung den Anforderungen der ISO-Norm 2919[26] genügen und entsprechend klassifiziert sein.

3 Die Aufsichtsbehörde kann in begründeten Fällen Ausnahmen von den Absätzen 1 und 2 zulassen oder zusätzliche Qualitätsprüfungen verlangen.

5. Abschnitt: Geschlossene hoch radioaktive Quellen

Art. 108 Begriff

Eine geschlossene hoch radioaktive Quelle ist eine geschlossene radioaktive Quelle, deren Aktivität grösser ist als der Aktivitätswert nach Anhang 9.

Art. 109 Inventar

1 Die Bewilligungsbehörde führt ein Inventar der Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber sowie über die in deren Besitz befindlichen geschlossenen hoch radioaktiven Quellen.

2 Das Inventar umfasst:

25 ISO 2919, Ausgabe 2012-02-15, Strahlenschutz – Geschlossene radioaktive Stoffe – Allgemeine Anforderungen und Klassifikation. Die in dieser Verordnung genannten technischen Normen der ISO können beim BAG, 3003 Bern gratis eingesehen werden. Sie können gegen Entgelt bezogen werden bei der Schweizerischen Normen-Vereinigung, Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur; www.snv.ch.beim Bundesamt für Gesundheit, 3003 Bern, kostenlos eingesehen oder beim Schweizerischen Informationszentrum für technische Regeln (switec), Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur oder unter der Internetadresse www.snv.ch gegen Verrechnung bezogen werden.

26 ISO 2919, Ausgabe 2012-02-15, Strahlenschutz – Geschlossene radioaktive Stoffe – Allgemeine Anforderungen und Klassifikation. Die in dieser Verordnung genannten technischen Normen der ISO können beim BAG, 3003 Bern gratis eingesehen werden. Sie können gegen Entgelt bezogen werden bei der Schweizerischen Normen-Vereinigung, Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur; www.snv.ch.beim Bundesamt für Gesundheit, 3003 Bern, kostenlos eingesehen oder beim Schweizerischen Informationszentrum für technische Regeln (switec), Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur oder unter der Internetadresse www.snv.ch gegen Verrechnung bezogen werden.

a. die Identifikationsnummer;

b. die Lieferantin oder den Lieferanten;

c. die Art und den Standort der Quelle;

d. das jeweilige Radionuklid;

e. die Aktivität der Quelle zum Zeitpunkt der Herstellung, des ersten Inverkehrbringens oder des Erwerbs der Quelle durch die Bewilligungsinhaberin oder den Bewilligungsinhaber.

3 Die Bewilligungsbehörde hält das Inventar aktuell.

Art. 110 Anforderungen

1 Die Gesuchstellerin oder der Gesuchsteller muss vor Erteilung einer Bewilligung für den Umgang mit geschlossenen hoch radioaktiven Quellen nachweisen, dass die notwendigen finanziellen Mittel für eine spätere Entsorgung zurückgestellt worden sind.

2 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber prüft mindestens jährlich, ob sich jede geschlossene hoch radioaktive Quelle und gegebenenfalls der Schutzbehälter, der die Quelle enthält, tatsächlich und in gutem Zustand am Verwendungs- bzw. Lagerungsort befindet. Sie oder er meldet das Ergebnis der Überprüfung der Bewilligungsbehörde.

Art. 111 Sicherheit und Sicherung

1 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber legt für jede geschlossene hoch radioaktive Quelle geeignete Massnahmen und Verfahren fest, die den unbefugten Zugang, den Verlust, den Diebstahl oder die Beschädigung der geschlossenen hoch radioaktive Quelle durch Brand verhindern sollen, und dokumentiert die Massnahmen und Verfahren.

2 Das EDI legt im Einvernehmen mit dem ENSI die Grundsätze für die baulichen, technischen, organisatorischen und administrativen Anforderungen an die Sicherungsmassnahmen fest.

6. Abschnitt: Qualitätssichernde Massnahmen

Art. 112

1 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss dafür sorgen, dass Strahlenquellen, dazugehörige medizinische Bildempfangssysteme, Bildwiedergabe- und Bilddokumentationsgeräte sowie nuklearmedizinische Messgeräte und Untersuchungssysteme:

a. vor der ersten Anwendung einer Prüfung unterzogen werden;

b. regelmässig umfassend überprüft und gewartet werden.

2 Das EDI kann im Einvernehmen mit dem ENSI den Mindestumfang der Prüfung und die Periodizität und den Mindestumfang des Qualitätssicherungsprogramms sowie die Anforderungen an die durchführenden Stellen festlegen. Es berücksichtigt dabei internationale Qualitätssicherungsnormen.

7. Abschnitt: Transport, Ein-, Aus- und Durchfuhr radioaktiver Quellen

Art. 113 Transport ausserhalb des Betriebsareals

1 Wer radioaktive Quellen ausserhalb des Betriebsareals transportiert oder transportieren lässt, muss:

a. die Vorschriften des Bundes für die Beförderung gefährlicher Güter einhalten;

b. nachweisen, dass er oder sie über ein angemessenes Qualitätssicherungsprogramm verfügt und dieses anwendet.

2 Die Versenderinnen und Versender und die Transporteurinnen und Transporteure radioaktiver Quellen müssen:

a. vorgängig eine verantwortliche Person für die Qualitätssicherung benennen und die Qualitätssicherungsmassnahmen schriftlich festlegen;

b. sich vergewissern, dass die Transportbehälter oder Verpackungen den massgebenden Vorschriften entsprechen und gewartet werden.

3 Verfügen die Versenderin oder der Versender und die Transporteurin oder der Transporteur über ein von einer akkreditierten Stelle zertifiziertes Qualitätssicherungssystem für den Transport radioaktiver Quellen, so gilt die Vermutung, dass sie ein angemessenes Qualitätssicherungsprogramm anwenden.

4 Die Versenderinnen und Versender müssen überprüfen, ob die von ihnen beauftragte Transporteurin oder der von ihnen beauftragte Transporteur eine Bewilligung für den Transport radioaktiver Quellen besitzt.

Art. 114 Transport innerhalb des Betriebsareals

Das EDI legt im Einvernehmen mit dem ENSI die Anforderungen an den Transport radioaktiver Quellen innerhalb des Betriebsareals fest.

Art. 115 Ein-, Aus- und Durchfuhr

1 Radioaktive Quellen dürfen nur über die von der Oberzolldirektion bezeichneten Zollstellen ein-, aus- oder durchgeführt werden.

2 In der Zollanmeldung für die Ein-, Aus- oder Durchfuhr müssen folgende Angaben enthalten sein:

a. die genaue Warenbezeichnung;

b. die Radionuklide (bei Nuklidgemischen sind die drei Nuklide mit den tiefsten Werten der Bewilligungsgrenze anzugeben);

c. die Gesamtaktivität pro Radionuklid in Bq[27];

d. die Nummer der Bewilligung der Empfängerin oder des Empfängers (bei Einfuhr) oder der Absenderin oder des Absenders (bei Ausfuhr) in der Schweiz.

3 Die Einlagerin oder der Einlagerer muss für jede einzelne Einlagerung radioaktiver Quellen in ein offenes Zolllager oder in ein Zollfreilager eine Bewilligung nach Artikel 28 StSG beantragen. Sie oder er muss diese der Zollstelle vorlegen.

4 Für die Ein-, Aus- und Durchfuhr geschlossener hoch radioaktiver Quellen ist die Veröffentlichung der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) «Guidance on the Import and Export of Radioactive Sources, 2012»[28] zu berücksichtigen[5] Die Bewilligungsbehörde kann verlangen, dass für jede Ein-, Aus- und Durchfuhr geschlossener hoch radioaktiver Quellen eine separate Bewilligung beantragt werden muss.

8. Abschnitt: Herrenlose radioaktive Quellen

Art. 116

1 Besteht eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, dass in Abfällen, in Reststoffen oder in Materialien zur Wiederverwertung herrenlose radioaktive Quellen enthalten sind, so kann die Aufsichtsbehörde verlangen, dass diese im Rahmen der Bewirtschaftung oder der Ausfuhr mit geeigneten Überwachungsverfahren auf das Vorhandensein herrenloser radioaktiver Quellen überprüft werden; dies gilt insbesondere für:

a. Kehrichtverbrennungsanlagen;

b. Betriebe, die Metallschrott verwerten oder exportieren.

2 Für die Ausfuhr von Materialien nach Absatz 1 muss die Exporteurin oder der Exporteur eine Bestätigung über eine Radioaktivitätsprüfung ausstellen.

9. Abschnitt: Befreiung von der behördlichen Aufsicht

Art. 117 Befreite Stoffe

Von der behördlichen Aufsicht sind befreit:

a. feste und flüssige radioaktive Stoffe, deren spezifische Aktivität unterhalb der Freigrenze liegt;

b. eingeschlossene gasförmige radioaktive Stoffe, deren gesamte Aktivität unterhalb der Bewilligungsgrenze liegt;

27 Bq = Becquerel

28 Die in dieser Verordnung genannten Veröffentlichungen der IAEO können kostenlos abgerufen werden auf den Internetseiten der IAEO unter www.iaea.org > Publications.

c. radioaktive Stoffe mit einer Aktivität oberhalb der in Buchstaben a und b definierten Werte, die mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde nach den Artikeln 122–125 an die Umwelt abgegeben worden sind.

Art. 118 Freimessung

[1] Radioaktive Stoffe, die nicht von der behördlichen Aufsicht nach Artikel 117 befreit sind, können durch die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber zur uneingeschränkten Verwendung, Verwertung oder Entsorgung freigegeben werden, wenn durch eine Messung nachgewiesen worden ist, dass:

a. die spezifische Aktivität unter der Freigrenze liegt; und

b. die Ortsdosisleistung im Abstand von 10 cm von der Oberfläche nach Abzug der natürlichen Untergrundstrahlung unter 0,1 µSv/h liegt.

[2] Falls ein fester Stoff nach der Freimessung wieder- oder weiterverwendet werden soll oder sich Personen bei dessen Handhabung kontaminieren können, muss durch eine Messung sichergestellt werden, dass der Richtwert für Oberflächenkontamination eingehalten wird.

[3] Radioaktive Stoffe können ohne messtechnische Bestimmung der spezifischen Aktivität freigegeben werden, wenn Absatz 1 Buchstabe b und Absatz 2 eingehalten sind und:

a. durch eine Bilanzierung der eingesetzten radioaktiven Stoffen oder durch den Ausschluss einer Aktivierung die Unterschreitung der Freigrenze nachgewiesen werden kann; oder

b. Modelle und Berechnungen zum Nachweis einer Unterschreitung der Freigrenze durch die Aufsichtsbehörde genehmigt wurden.

[4] Die Aufsichtsbehörde kann weitere Voraussetzungen festlegen, unter denen die Resultate der Freimessung vor der Weitergabe oder Entsorgung der Gegenstände oder Stoffe der Aufsichtsbehörde zu melden sind.

6. Kapitel: Radioaktive Abfälle

1. Abschnitt: Allgemeine Bestimmungen

Art. 119 Begriff

Radioaktive Abfälle sind nicht mehr verwendete radioaktive Stoffe:

a. welche nicht nach Artikel 118 freigemessen werden können: bei festen und flüssigen Stoffen; oder

b. mit einer absoluten Aktivität oberhalb der Bewilligungsgrenze: bei eingeschlossenen gasförmigen Stoffen.

Art. 120 Weiterverwendung oder -verwertung

[1] Als Weiterverwendung oder -verwertung gilt eine konkret geplante Nutzung eines radioaktiven Stoffs innerhalb einer bewilligten Tätigkeit, die innerhalb von zehn Jahren seit der letzten Verwendung aufgenommen wird.

[2] Die Aufsichtsbehörde kann verlangen, dass ein radioaktiver Stoff einer Weiterverwendung oder -verwertung zugeführt wird.

[3] Sie kann Bedingungen für die Weiterverwendung oder -verwertung von leicht aktiven festen radioaktiven Stoffen, insbesondere Metallen, mit einer spezifischen Aktivität von maximal dem Zehnfachen der Freigrenze festlegen.

Art. 121 Verbot von Mischungen

Mischungen von radioaktiven Stoffen mit inaktiven Materialien einzig zum Zweck, sie nicht als radioaktive Abfälle entsorgen zu müssen, sind nicht zulässig. Vorbehalten sind die Artikel 120, 126 und 128.

2. Abschnitt: Abgabe an die Umwelt

Art. 122 Grundsätze

[1] Radioaktive Abfälle dürfen nur mit einer Bewilligung und unter Kontrolle durch die Bewilligungsinhaberin oder den Bewilligungsinhaber an die Umwelt abgegeben werden.

[2] Es dürfen nur radioaktive Abfälle mit geringer Aktivität an die Umwelt abgegeben werden.

Art. 123 Luftgetragene und flüssige Abfälle

[1] Luftgetragene und flüssige radioaktive Abfälle dürfen nur an die Umwelt abgegeben werden, wenn es ihre stoffliche Zusammensetzung erlaubt. Sie dürfen nur über die Abluft an die Atmosphäre beziehungsweise über das Abwasser an Oberflächengewässer abgegeben werden.

[2] Die Bewilligungsbehörde legt im Einzelfall für jede Abgabestelle maximal zulässige Abgaberaten und gegebenenfalls Abgabeaktivitätskonzentrationen fest.

[3] Sie legt die Abgaberaten und die Abgabeaktivitätskonzentrationen so fest, dass der quellenbezogene Dosisrichtwert nach Artikel 25 Absatz 3 und die Immissionsgrenzwerte nach Artikel 36 nicht überschritten werden.

[4] Sie kann die Abgabeaktivitätskonzentration nach den Absätzen 2 und 3 bei der Einleitung in die Kanalisation bis zu einem Faktor drei erhöhen, wenn sichergestellt werden kann, dass eine entsprechende Verdünnung bis zur Abgabe an ein öffentlich zugängliches Gewässer jederzeit gewährleistet ist.

Art. 124 Kontrollmassnahmen

[1] Die Bewilligungsbehörde legt in der Bewilligung eine Emissionsüberwachung fest. Sie kann in der Bewilligung eine Meldepflicht vorsehen.

[2] Die Immissionsüberwachung richtet sich nach Artikel 189.

[3] Die Aufsichtsbehörde kann die Bewilligungsinhaberin oder den Bewilligungsinhaber dazu verpflichten, zusätzliche oder besondere Messungen im Rahmen der Immissionsüberwachung durchzuführen und ihr die Resultate zu melden.

[4] Die Bewilligungs- und die Aufsichtsbehörde können verlangen, dass vor der Betriebsaufnahme meteorologische Gutachten erstellt und Nullpegelmessungen durchgeführt werden.

[5] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber kann mit Zustimmung der Aufsichtsbehörde für Überwachungsmessungen externe Stellen beiziehen.

Art. 125 Entsorgung fester Abfälle

[1] Feste Abfälle können wie inaktive Abfälle entsorgt werden, wenn die Anforderungen an die Freimessung nach Artikel 118 erfüllt sind.

[2] Feste Abfälle mit spezifischen Aktivitäten grösser als die Freigrenze dürfen ebenfalls wie inaktive Abfälle entsorgt werden, wenn:

a. die pro Woche und Bewilligung abgegebene Gesamtaktivität nicht grösser ist als die Aktivität von 10 kg eines Stoffes mit der spezifischen Aktivität der Freigrenze; und

b. die Anforderungen nach Artikel 118 Absatz 1 Buchstabe b erfüllt sind.

[3] Die abzugebenden Abfälle dürfen bei der Abgabe keine Etiketten, Gefahrenzeichen oder sonstige Aufschriften tragen, die auf Radioaktivität hinweisen.

Art. 126 Abgabe weiterer fester Abfälle

[1] Feste radioaktive Abfälle mit spezifischen Aktivitäten von höchstens der hundertfachen Freigrenze können im Einzelfall mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde an die Umwelt abgegeben werden, wenn:

a. durch eine Vermischung mit inaktiven Materialien sichergestellt werden kann, dass die Freigrenze nicht überschritten ist; oder

b. nachgewiesen werden kann, dass zu keiner Zeit eine effektive Dosis von 10 µSv pro Jahr akkumuliert werden kann.

[2] Materialien mit technisch angereichertem Radium mit spezifischen Aktivitäten von höchstens dem Tausendfachen der Freigrenze können mit Zustimmung des BAG ebenfalls an die Umwelt abgegeben werden, wenn:

a. sie vor dem 1. Oktober 1994 entstanden sind;

b. eine Entsorgung über die üblichen Entsorgungskanäle nicht oder nur mit einem unverhältnismässigen Aufwand möglich wäre;

c. eine Entfernung gesamthaft für Mensch und Umwelt eine wesentlich bessere Lösung darstellt als die Beibehaltung des bestehenden Zustands; und

d. nach der Vermischung mit inaktiven Materialien sichergestellt werden kann, dass:
   1. die spezifische Aktivität unter der Freigrenze liegt, und
   2. die Ortsdosisleistung im Abstand von 10 cm von der Oberfläche nach Abzug der natürlichen Untergrundstrahlung unter 0,1 µSv/h liegt; oder
   3. nachgewiesen werden kann, dass zu keiner Zeit eine effektive Dosis von 10 µSv pro Jahr akkumuliert werden kann.

3 Die Abgabe von festen radioaktiven Abfällen, die nur natürliche Radionuklide enthalten, richtet sich nach Artikel 128.

Art. 127 Verbrennung von Abfällen in Betrieben

1 Brennbare radioaktive Abfälle können im Betrieb, in dem sie anfallen, oder mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde auch in anderen Betrieben konventionell verbrannt werden, wenn:

a. der Betrieb über eine Abfallverbrennungsanlage verfügt, die den Vorschriften der Luftreinhalteverordnung vom 16. Dezember 1985[29] und der Technischen Verordnung vom 10. Dezember 1990[30] über Abfälle entspricht;

b. ein entsprechendes Überwachungsprogramm besteht;

c. die Abfälle nur die Radionuklide H-3 oder C-14 enthalten.

2 Radioaktive Abfälle, die andere Radionuklide enthalten, dürfen in begründeten Fällen mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde ebenfalls nach Absatz 1 verbrannt werden.

3 Die wöchentlich zur Verbrennung zugelassene Aktivität darf das Tausendfache der Bewilligungsgrenze nicht überschreiten.

4 Es muss durch Messung oder durch rechnerische Abschätzung überprüft werden, ob die Rückstände aus der Verbrennung als radioaktiver Abfall zu behandeln sind.

Art. 128 Natürlich vorkommende radioaktive Materialien

Materialien, deren spezifische Aktivität an natürlich vorkommenden Radionukliden höher ist als die entsprechende Freigrenze nach Anhang 2, können ausnahmsweise mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde an die Umwelt abgegeben werden, wenn:

a. eine Entsorgung über die üblichen Entsorgungskanäle nicht oder nur mit einem unverhältnismässigen Aufwand möglich wäre; und

b. durch geeignete Massnahmen die bewirkte effektive Dosis für Personen aus der Bevölkerung unter 0,3 mSv pro Jahr bleibt.

29 SR **814.318.142.1**
30 SR **814.600**

3. Abschnitt: Behandlung der Abfälle im Betrieb

Art. 129 Kontrolle und Dokumentation

Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber müssen ihre Bestände an radioaktiven Abfällen kontrollieren sowie die für die weitere Behandlung massgebenden Aktivitäten und die Zusammensetzung dokumentieren.

Art. 130 Abklinglagerung

1 Radioaktive Abfälle, die ausschliesslich Radionuklide mit Halbwertszeiten von 100 Tagen oder weniger enthalten, müssen wenn immer möglich in den Betrieben, in denen sie anfallen, zurückbehalten werden, bis ihre Aktivität soweit abgeklungen ist, dass sie nach Artikel 118 freigemessen oder nach den Artikeln 124–127 an die Umwelt abgegeben werden können.

2 Radioaktive Abfälle, deren Aktivität aufgrund des radioaktiven Zerfalls spätestens 30 Jahre nach dem Ende ihrer Verwendung soweit abgeklungen ist, dass sie nach Artikel 118 freigemessen oder nach den Artikeln 122-125 an die Umwelt abgegeben werden können, sollen bis zum Erreichen dieses Zeitpunktes gelagert werden. Sie sind von den radioaktiven Abfällen, welche diese Bedingung nicht erfüllen, zu trennen.

3 Die Abfälle nach den Absätzen 1 und 2 sind während der Abklingzeit:

a. so zu verpacken und aufzubewahren, dass ein unkontrollierter Austritt radioaktiver Stoffe verhindert und eine Brandgefahr vermieden wird;

b. zu kennzeichnen und mit einer Dokumentation zu versehen, die über Art, Aktivitätsinhalt und Zeitpunkt der möglichen Abgabe Auskunft gibt.

4 Vor der Abgabe muss die Einhaltung der Abgabekriterien nach den Artikeln 118 und 122-125 überprüft werden.

Art. 131 Gase, Staub, Aerosole und Flüssigkeiten

1 Radioaktive Abfälle in Form von Gasen, von Staub oder von Aerosolen, die nicht nach Artikel 123 an die Umwelt abgegeben werden dürfen, sind durch geeignete technische Vorrichtungen zurückzuhalten.

2 Flüssige radioaktive Abfälle, die nicht nach Artikel 123 an die Umwelt abgegeben werden dürfen, sind:

a. in eine chemisch stabile, feste Form zu überführen; oder

b. nach Artikel 127 zu verbrennen.

3 Die Aufsichtsbehörde kann Ausnahmen von den Absätzen 1 und 2 zulassen, sofern damit für Mensch und Umwelt eine bessere Alternative realisiert werden kann.

4. Abschnitt: Ablieferung

Art. 132 Ablieferungspflichtige radioaktive Abfälle

[1] Radioaktive Abfälle, die nicht als Folge der Nutzung von Kernenergie entstehen, müssen nach ihrer allfälligen Behandlung an die Sammelstelle des Bundes abgeliefert werden.

[2] Das Paul-Scherrer-Institut (PSI) betreibt die Sammelstelle des Bundes.

[3] Von einer Ablieferung an das PSI sind ausgenommen:

a. radioaktive Abfälle, die an die Umwelt abgegeben werden dürfen;

b. radioaktive Abfälle mit kurzer Halbwertszeit nach Artikel 130.

[4] Das EDI regelt die technischen Einzelheiten für die Behandlung der ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle bis zu ihrer Entgegennahme durch die Sammelstelle des Bundes.

Art. 133 Aufgaben des PSI als Sammelstelle des Bundes

Das PSI nimmt die ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle entgegen und sorgt für die Stapelung, die Behandlung und die Zwischenlagerung.

Art. 134 Koordinationsgruppe

Eine Koordinationsgruppe aus Vertreterinnen und Vertretern des BAG, des ENSI und des PSI gibt zuhanden der Aufsichts- und Bewilligungsbehörden Empfehlungen zur Sicherstellung der sicheren Entgegennahme von ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfällen ab.

7. Kapitel: Störfälle

1. Abschnitt: Begriff

Art. 135

[1] Ein Störfall ist ein Ereignis, bei dem eine Anlage, ein Gegenstand oder eine Tätigkeit vom Normalbetrieb abweicht und das:

a. die Sicherheit der Anlage oder des Gegenstandes beeinträchtigt;

b. zu einer Überschreitung eines Immissions- oder Emissionsgrenzwerts führen kann; oder

c. zu einer Überschreitung eines Dosisgrenzwerts führen kann.

[2] Ein Störfall liegt auch vor, wenn eine radioaktive Quelle, deren Aktivität die Bewilligungsgrenze überschreitet, verloren geht oder gestohlen wird.

2. Abschnitt: Vorsorge

Art. 136 Auslegung von Betrieben

[1] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss geeignete Massnahmen zur Vermeidung von Störfällen treffen.

[2] Der Betrieb muss so ausgelegt sein, dass die folgenden Anforderungen erfüllt sind:

a. Bei Störfällen, die mit einer Häufigkeit von mehr als 10^{-1} pro Jahr zu erwarten sind, müssen die in der Bewilligung festgelegten quellenbezogenen Dosisrichtwerte eingehalten werden können.

b. Bei Störfällen, die mit einer Häufigkeit kleiner oder gleich 10^{-1} und grösser als 10^{-2} pro Jahr zu erwarten sind, darf der einzelne Störfall keine zusätzliche Dosis zur Folge haben, welche die entsprechenden quellenbezogenen Dosisrichtwerte überschreitet.

c. Bei Störfällen, die mit einer Häufigkeit kleiner oder gleich 10^{-2} und grösser als 10^{-4} pro Jahr zu erwarten sind, darf die aus einem einzelnen Störfall resultierende Dosis für Personen aus der Bevölkerung höchstens 1 mSv betragen.

d. Bei Störfällen, die mit einer Häufigkeit kleiner oder gleich 10^{-4} und grösser als 10^{-6} pro Jahr zu erwarten sind, darf die aus einem einzelnen Störfall resultierende Dosis für Personen aus der Bevölkerung höchstens 100 mSv betragen. Die Bewilligungsbehörde kann im Einzelfall eine tiefere Dosis festlegen.

e. Es können nur wenige Störfälle nach den Buchstaben c und d auftreten.

[3] Die Aufsichtsbehörde verlangt vom Betrieb für Störfälle nach Absatz 2 Buchstaben c und d sowie für Störfälle, deren Eintretenshäufigkeit kleiner ist als 10^{-6} pro Jahr, deren Auswirkungen aber gross sein können, die erforderlichen vorsorglichen Massnahmen.

[4] Sie legt im Einzelfall die Methodik und die Randbedingungen für die Störfallanalyse sowie für die Einordnung der Störfallszenarien in die Häufigkeitskategorien nach Absatz 2 Buchstaben b–d fest. Die effektive Dosis oder die Äquivalentdosen durch störfallbedingte Bestrahlung von Personen sind mit den Beurteilungsgrössen und den Dosisfaktoren der Anhänge 3, 6 und 7 nach dem Stand von Wissenschaft und Technik zu ermitteln.

[5] Die Aufsichtsbehörde kann bei Betrieben, bei denen Störfälle nach Absatz 2 Buchstabe d eintreten können, verlangen, dass:

a. Anlageparameter erfasst werden, die zur Verfolgung des Unfallablaufs, zur Erstellung von Diagnosen und Prognosen sowie zur Ableitung von Schutzmassnahmen für die Bevölkerung notwendig sind;

b. die Anlageparameter über ein störfallsicheres Übermittlungsnetz permanent an die Aufsichtsbehörden übertragen werden.

Art. 137 Sicherheitsbericht

[1] Die Aufsichtsbehörde kann von der Bewilligungsinhaberin oder vom Bewilligungsinhaber einen Sicherheitsbericht verlangen.

[2] Der Sicherheitsbericht umfasst die Beschreibung:

a. der Sicherheitssysteme und -einrichtungen;

b. der Massnahmen, die getroffen werden, um die Sicherheit zu gewährleisten;

c. der Betriebsorganisation, die für die Sicherheit und den Strahlenschutz massgeblich ist;

d. von Störfallszenarien und ihren maximal möglichen Auswirkungen auf den Betrieb und die Umgebung sowie ihre ungefähre Häufigkeit;

e. der Notfallschutzplanung für die Bevölkerung bei Betrieben nach Artikel 149.

[3] Die Aufsichtsbehörde kann weitere Unterlagen verlangen.

Art. 138 Vorsorgliche Massnahmen

[1] Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber müssen die notwendigen betriebsinternen Vorbereitungen treffen, damit Störfälle und deren Auswirkungen bewältigt werden können.

[2] Sie müssen Weisungen über die zu treffenden Sofortmassnahmenerlassen.

[3] Sie müssen dafür sorgen, dass für die Bewältigung von Störfällen jederzeit geeignete Mittel verfügbar sind; in Räumen, in denen mit radioaktiven Stoffen umgegangen wird, gilt dies auch für die Brandbekämpfung.

[4] Sie müssen dafür sorgen, dass das Personal regelmässig über die Verhaltensregeln instruiert, in den Sofortmassnahmen ausgebildet und mit dem Standort und dem Gebrauch der Mittel vertraut gemacht wird.

[5] Sie müssen durch geeignete Massnahmen dafür sorgen, dass für die zur Bewältigung von Störfällen eingesetzten Personen der Dosisgrenzwert nach Artikel 68 eingehalten wird.

[6] Sie müssen die zuständigen kantonalen Stellen und Ereignisdienste über die in ihrem Betrieb vorhandenen radioaktiven Quellen informieren.

[7] Die Aufsichtsbehörde kann verlangen, dass die Meldewege, die Funktionstüchtigkeit der Mittel und die Ausbildung des Personals in Übungen überprüft werden. Sie kann selber Übungen durchführen.

3. Abschnitt: Bewältigung

Art. 139 Sofortmassnahmen

[1] Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber müssen alle Anstrengungen unternehmen, um Störfälle und deren Auswirkungen zu bewältigen.

[2] Insbesondere müssen sie unverzüglich:

a. eine weitere Ausbreitung des Störfalls verhindern, insbesondere mit Massnahmen an der Quelle;

b. dafür sorgen, dass alle Personen, die nicht bei der Bewältigung des Störfalls mitwirken, die Gefahrenzone nicht betreten oder sie unverzüglich verlassen;

c. Schutzmassnahmen für das Einsatzpersonal treffen, wie Dosisüberwachung und Instruktion;

d. alle Beteiligten erfassen und auf Kontaminationen und Inkorporationen kontrollieren sowie nötigenfalls dekontaminieren.

3 Sie müssen baldmöglichst:

a. entstandene Kontaminationen beseitigen;

b. jene Massnahmen treffen, die für eine Abklärung des Störfalls erforderlich sind.

Art. 140 Meldepflichten der Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber

1 Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber müssen jeden Störfall der Aufsichtsbehörde und Störfälle nach Artikel 135 Buchstabe b zusätzlich der Nationalen Alarmzentrale (NAZ) melden.

2 Sie müssen Störfälle, die zu einer Überschreitung des Dosisgrenzwerts für beruflich strahlenexponierte Personen in ihrem Betrieb führen, unverzüglich der Aufsichtsbehörde und der Suva melden.

Art. 141 Pflichten der Aufsichts- und der Bewilligungsbehörde

1 Die Aufsichtsbehörde beurteilt den Störfall und meldet diesen der Bewilligungsbehörde.

2 Die Bewilligungsbehörde leitet die Informationen zu den Störfällen an die betroffenen Behörden weiter, sofern diese für den Vollzug einer Aufgabe erforderlich sind.

3 Das ENSI meldet der IAEO die Einstufung eines Störfalls nach der Internationalen Bewertungsskala für nukleare Ereignisse (INES) ab der Stufe 2.

Art. 142 Untersuchung und Berichterstattung der Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber

1 Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber müssen nach einem Störfall unverzüglich eine Untersuchung durchführen.

2 Das Ergebnis der Untersuchung ist in einem Bericht festzuhalten. Der Bericht muss enthalten:

a. die Beschreibung des Störfalls, seine Ursache, die festgestellten und die möglichen weiteren Auswirkungen sowie die getroffenen Massnahmen;

b. die Darstellung der Massnahmen, die zur Vermeidung weiterer ähnlicher Störfälle geplant sind oder bereits getroffen wurden.

3 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber übergibt der Aufsichtsbehörde den Bericht spätestens sechs Wochen nach dem Störfall.

Art. 143 Massnahmen bei der Überschreitung eines Immissionsgrenzwertes

Stellt das BAG fest, dass ein Immissionsgrenzwert überschritten ist, so ermittelt es die Ursache und trifft die erforderlichen Massnahmen.

Art. 144 Information über Störfälle

Die Aufsichtsbehörde sorgt dafür, das dass die betroffenen Personen und Kantone sowie die Bevölkerung über Störfälle rechtzeitig informiert werden.

4. Titel: Notfall-Expositionssituationen

1. Kapitel: Begriff und Referenzwerte

Art. 145 Begriff

Ein Notfall ist ein Ereignis mit erhöhter Radioaktivität oder die Folge einer vorsätzlichen Handlung, der oder die unmittelbare Massnahmen erfordert, um eine Gefährdung oder nachteilige Folgen für die menschliche Gesundheit und Sicherheit, die Lebensgrundlagen und die Umwelt zu mindern.

Art. 146 Referenzwerte für die Bevölkerung

1 In Notfall-Expositionssituationen gilt für Personen aus der Bevölkerung ein Referenzwert von 100 mSv im ersten Jahr.

2 Der für ABCN-Ereignisse zuständige Bundesstab (BST ABCN) kann beim Bundesrat situationsspezifisch einen tieferen Referenzwert beantragen.

Art. 147 Referenzwerte für verpflichtete Personen

1 In Notfall-Expositionssituationen gilt für verpflichtete Personen ein einsatzbedingter Referenzwert von 50 mSv pro Jahr.

2 Der BST ABCN legt Dosisrichtwerte für die Tätigkeiten der verpflichteten Personen fest.

3 Zur Rettung von Menschenleben, zur Vermeidung schwerer Gesundheitsschäden durch Strahlung oder um Katastrophen abzuwenden, gilt ein Referenzwert von 250 mSv

2. Kapitel: Vorbereitende Massnahmen

Art. 148 Notfallvorsorge

1 Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) ist verantwortlich, zusammen mit den zuständigen Stellen und den Kantonen, für die vorbereitenden Massnahmen im Hinblick auf die Notfall-Expositionssituation.

2 Das BABS sorgt zusammen mit dem BAG für die Vorbereitungen der Probenahme- und Messorganisation nach Artikel 4*a* der Verordnung vom 17. Oktober 2007[31] über die Nationale Alarmzentrale (VNAZ).

3 Das BAG ist verantwortlich für die Vorbereitung der zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung erforderlichen Massnahmen. Vorbehalten sind die Regelungen zu den Schutzmassnahmen während der Akutphase nach der ABCN-Einsatzverordnung vom 20. Oktober 2010[32].

4 Es unterstützt hinsichtlich des Gesundheitsschutzes den BST ABCN bei der Erarbeitung einer Strahlenschutzstrategie für die Notfall-Expositionssituation. Diese muss auf Referenzwerten basieren. Für Kernkraftwerksszenarien liefert das ENSI die notwendigen Grundlagen.

5 Das BAG sorgt für den Erhalt des Wissens über die Behandlung stark bestrahlter Personen.

Art. 149 Notfallschutz in der Umgebung von Betrieben

1 Die Bewilligungsbehörde legt für Betriebe, bei denen aufgrund der bewilligten Menge und Aktivität von Radionukliden ein Notfall eintreten kann, im Einzelfall fest, in welchem Umfang sie sich an der Vorbereitung und Durchführung von Notfallschutzmassnahmen in ihrer Umgebung beteiligen oder solche Massnahmen selber treffen müssen.

2 Sie zieht die zuständigen kantonalen Stellen und Ereignisdienste bei der Vorbereitung von Notfallschutzmassnahmen bei und informiert sie über die getroffenen Massnahmen.

3. Kapitel: Bewältigung

Art. 150 Meldepflicht

1 Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss einen Notfall unverzüglich gemäss den Vorgaben der Aufsichtsbehörde und der NAZ melden.

2 Das BAG meldet der Weltgesundheitsorganisation (WHO) einen Notfall nach den Internationalen Gesundheitsvorschriften vom 23. Mai 2005[33].

31 SR **520.18**
32 SR **520.17**
33 SR **0.818.103**

Art. 151 Informationspflicht

Die Aufsichtsbehörde sorgt für die rechtzeitige Information über Notfälle bei den betroffenen Personen im Betrieb, bei der Bevölkerung sowie bei den betroffenen Kantonen. Artikel 9 ABCN-Einsatzverordnung[34] bleibt vorbehalten.

Art. 152 Ermittlung der Strahlendosen

[1] Das BAG ist für die Berechnung, Bilanzierung und Überprüfung der Strahlendosen der Bevölkerung verantwortlich. In der Akutphase eines Ereignisses übernimmt diese Aufgabe die NAZ nach der ABCN-Einsatzverordnung vom 20. Oktober 2010[35].

[2] Die Aufsichtsbehörden BAG und ENSI legen gemeinsam mit der NAZ die Methoden und Modelle für die Ermittlung der Strahlendosen fest.

[3] Für vereinfachte Dosisberechnungen gelten die Dosisfaktoren nach den Anhängen 5 und 6.

Art. 153 Führung in der Notfall-Expositionssituation

[1] Der BST ABCN ist nach der ABCN-Einsatzverordnung vom 20. Oktober 2010[36] für die Führung in der Notfall-Expositionssituation zuständig. Er berücksichtigt dabei die Strategie nach Artikel 148.

[2] Im Ereignisfall setzt die NAZ die Probenahme- und Messorganisation nach Artikel 4*a* Absatz 4 VNAZ[37] ein.

[3] Das BAG unterstützt die NAZ bei der Erarbeitung der Messprogramme.

[4] Es berät den BST ABCN bei der Anordnung von Massnahmen zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung.

[5] Der BST ABCN stellt auf der Basis der radiologischen Lage dem Bundesrat Antrag auf Übergang von einer Notfall-Expositionssituation zu einer bestehenden Expositionssituation.

4. Kapitel: Verpflichtete Personen

Art. 154 Personengruppen

[1] Im Fall einer Gefährdung durch erhöhte Radioaktivität sind zu Aufgaben nach Artikel 20 Absatz 2 Buchstabe b StSG verpflichtet:

a. Angehörige von Behörden und Verwaltungen;

b. Personen und Organisationen des Bevölkerungsschutzes (Polizei, Feuerwehr, sanitätsdienstliches Rettungswesen und Zivilschutz) und der Armee;

34 SR **520.17**
35 SR **520.17**
36 SR **520.17**
37 SR **520.18**

c. Personen und Unternehmen wie Mess- und Strahlenschutzequipen für die unmittelbare Schadensbekämpfung;

d. Personen und Unternehmen des öffentlichen und privaten Verkehrs für die Durchführung von Personen- und Gütertransporten und von Evakuierungen;

e. Personen und Unternehmen für die mittelbare Schadensbekämpfung wie Massnahmen an der Quelle, die eine weitere Kontamination der Umgebung verhindern sollen;

f. Medizinalpersonen und medizinisches Fachpersonal zur Pflege von verstrahlten oder anderen betroffenen Personen;

g. Personen und Unternehmen, die kritische Infrastrukturen aufrechterhalten müssen, im Rahmen ihrer üblichen beruflichen und unternehmerischen Tätigkeiten;

h. Personen und Unternehmen, die unerlässliche öffentliche Dienste aufrechterhalten müssen, im Rahmen ihrer üblichen beruflichen und unternehmerischen Tätigkeiten.

2 Von Einsätzen nach Absatz 1 befreit sind Personen unter 18 Jahren und schwangere Frauen.

Art. 155 Schutz der Gesundheit

1 Die Strahlenexposition der verpflichteten Personen ist in angemessenen Zeitabständen und durch geeignete Messungen zu ermitteln.

2 Hat eine verpflichtete Person eine effektive Dosis von mehr als 250 mSv erhalten, so ist sie unter ärztliche Kontrolle zu stellen.

3 Die ärztlichen Kontrollen und Aufgaben bei einer Überschreitung richten sich nach Artikel 71 Absätze 2–5.

Art. 156 Ausrüstung

1 Der BST ABCN veranlasst, dass die bei ABCN-Ereignissen verpflichteten Personen über die erforderliche Ausrüstung zur Wahrnehmung ihrer Aufgaben und zum Schutz ihrer Gesundheit verfügen.

2 Zur erforderlichen Ausrüstung gehören insbesondere:

a. eine genügende Anzahl von Messgeräten und Dosimetern zur Bestimmung der Strahlenexposition;

b. Mittel zum Schutz vor Inkorporationen oder Kontaminationen.

Art. 157 Versicherungsschutz und Entschädigung

1 Bei erhöhter Radioaktivität sind die verpflichteten Personen gegen Unfall und Krankheit versichert. Gewährleisten die obligatorische Unfallversicherung und die bisherigen privaten Versicherungen keine genügende Deckung, so garantiert der Bund die Leistungen entsprechend den Bestimmungen des Bundesgesetzes vom 19. Juni

1992[38] über die Militärversicherung. Für den Vollzug kann soweit erforderlich die Militärversicherung beigezogen werden.

2 Entstehen den verpflichteten Personen und Unternehmen aus ihrer Tätigkeit ungedeckte Kosten, so werden sie dafür durch den Bund entschädigt. Das VBS legt die finanzielle Abwicklung fest.

5. Titel: Bestehende Expositionssituationen

1. Kapitel: Grundsätze

Art. 158

1 Für bestehende Expositionssituationen gilt ein Referenzwert von 1 mSv pro Jahr. Vorbehalten bleiben der Radonreferenzwert nach Artikel 164 und der Schwellenwert nach Artikel 165.

2 Das BAG kann Referenzwerte bis 20 mSv pro Jahr dem Bundesrat im Einzelfall vorschlagen, insbesondere wenn Massnahmen nach Artikel 180 erforderlich sind.

2. Kapitel: Radiologische Altlasten

1. Abschnitt: Begriff

Art. 159

1 Radiologische Altlasten sind:

a. Gegenstände, die radioaktive Quellen mit einer Aktivität über der Freigrenze enthalten und die nie oder nur beschränkt einer regulatorischen Kontrolle unterlagen;

b. Gegenstände mit radioaktiven Quellen, deren Typenbewilligung zur allgemeinen oder eingeschränkten Verwendung nach Artikel 29 Buchstabe c StSG abgelaufen ist und nicht verlängert wird;

c. kontaminierte Standorte aus vergangenen Tätigkeiten, die nie oder nur beschränkt einer regulatorischen Kontrolle unterlagen.

2 Keine radiologischen Altlasten sind radioaktive Quellen, die nach dem 1. Oktober 1994 im Sinne von Artikel 118 freigemessen worden sind.

2. Abschnitt: Gegenstände

Art. 160

1 Das BAG sorgt für die Entsorgung von Gegenständen nach Artikel 159 Absatz 1 Buchstaben a und b. Diese Entsorgung richtet sich im Übrigen nach den Artikeln 119 - 134.

38 SR **833.1**

2 Diese Gegenstände können weiterverwendet werden, wenn eine Rechtfertigung im Rahmen einer Bewilligung nach Artikel 21 Absatz 1 Buchstabe d dafür vorliegt.

3. Abschnitt: Standorte

Art. 161 Standorte mit möglichen Kontaminationen

1 Das BAG führt ein Inventar der Standorte nach Artikel 159 Absatz 1 Buchstabe c, die möglicherweise kontaminiert sind, und bearbeitet zu diesem Zweck folgende Daten:

a. Informationen zum Standort (Koordinaten, Parzellennummer);

b. Informationen zur früheren Tätigkeit und zum Zeitraum;

c. Gebäudeangaben (sofern vorhanden);

d. Untersuchungsdaten;

e. Sanierungsentscheid und -daten sowie Ergebnisse der Freimessungen nach der Sanierung, inklusive allfällige Einschränkungen;

f. Daten über die Eigentümerin oder den Eigentümer und über die Benutzerin oder den Benutzer des Standortes (Name, Adresse, Postleitzahl, Ort).

2 Zur Erfüllung der ihnen übertragenen Aufgaben haben Zugriff auf die Daten des Inventars:

a. Mitarbeitende der Abteilung Strahlenschutz des BAG;

b. Mitarbeitende des Bereichs Physik der Suva; sie haben Zugriff mittels Abrufverfahren.

3 Die Daten bleiben bis höchstens 100 Jahre nach Abschluss der Sanierung im Inventar gespeichert. Nach Ablauf dieser Frist werden die Daten dem Bundesarchiv zur Übernahme angeboten.

Art. 162 Untersuchung von Standorten

1 Das BAG veranlasst eine Untersuchung der nach Artikel 156 identifizierten Standorte, wenn eine Gefährdung von Mensch und Umwelt durch ionisierende Strahlung nicht ausgeschlossen werden kann. Es informiert vorgängig den betroffenen Kanton sowie die betroffene Gemeinde.

2 Die Eigentümerin oder der Eigentümer und die Benutzerin oder der Benutzer sind verpflichtet, dem BAG zur Untersuchung Zugang zu den betroffenen Standorten zu gewähren.

3 Das BAG legt das Untersuchungsverfahren fest und führt die Untersuchungen durch.

4 Es kann Dritte mit der Durchführung der Untersuchungen beauftragen.

Art. 163 Sanierung von Standorten

[1] Aufgrund der Untersuchung schätzt das BAG die effektive Dosis von Personen ab, die sich im Gebäude aufhalten können. Es informiert die betroffenen Personen, die Eigentümerin oder den Eigentümer sowie die Benutzerin oder den Benutzer des Standortes, den Kanton sowie die Gemeinde über die Untersuchungsergebnisse.

[2] Liegt die Dosis unterhalb des nach Artikel 158 Absatz 1 festgelegten Referenzwertes, so kann der Standort freigegeben werden.

[3] Liegt die Dosis über dem Referenzwert, so sind folgende Massnahmen erforderlich:

a. Das BAG erklärt den Standort zur radiologischen Altlast. Dies wird im Grundbuch vermerkt.

b. Die Eigentümerin oder der Eigentümer des betreffenden Standortes muss eine Firma mit entsprechender Bewilligung mit den Sanierungsarbeiten beauftragen und dem BAG den Arbeitsbeginn ankündigen;

c. Die Aufsichtsbehörde:

1. überwacht die Sanierungsarbeiten und kann dabei Massnahmen zum Schutz betroffener Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer und der Umwelt anordnen;

2. sorgt für die Entsorgung der bei der Sanierung entfernten radioakti ven Quellen und kontaminierten Materialien als Abfall nach Artikel 119–134;

3. gibt den Standort frei, wenn der Referenzwert eingehalten wird.

[4] Die Sanierungs- und Entsorgungskosten trägt der Verursacher der von der Altlast ausgehenden Gefährdung. Sind mehrere Verursacher beteiligt, so tragen sie die Kosten der Sanierungsmassnahmen entsprechend ihren Anteilen an der Verursachung. In erster Linie trägt die Kosten, wer die Massnahmen durch sein Verhalten verursacht hat.

[5] Wer lediglich als Eigentümerin oder Eigentümer des Standortes beteiligt ist, trägt keine Kosten, wenn sie oder er bei Anwendung der gebotenen Sorgfalt von der Belastung keine Kenntnis haben konnte.

[6] Ist die Eigentümerin oder der Eigentümer nicht nach Absatz 5 von der Kostentragung befreit, so wird bei der Bemessung ihres oder seines Anteils an den Kosten namentlich berücksichtigt, ob sie oder er:

a. im Zeitpunkt der Belastung bereits für den Standort verantwortlich war und diese hätte verhindern können;

b. für den Verursachungsanteil des Rechtsvorgängers haftet;

c. durch die Kontaminierung oder die Sanierung einen nicht unwesentlichen wirtschaftlichen Vorteil erlangt hat oder erlangen wird.

[7] Der Bund trägt den Kostenanteil der Verursacher, die nicht ermittelt werden können, die zahlungsunfähig sind oder die von der Kostentragung entlastet oder befreit wurden.

3. Kapitel: Radon
1. Abschnitt: Allgemeine Bestimmungen

Art. 164 Radonreferenzwert

1 Der Radonreferenzwert entspricht der Radongaskonzentration, bei deren Überschreitung Massnahmen nach den Artikeln 175-177 zu treffen sind.

2 Für die jährlich gemittelte Radongaskonzentration in Gebäuden gilt ein Radonreferenzwert von 300 Bq/m^3. Vorbehalten bleiben die Bestimmungen nach Artikel 165.

Art. 165 Schwellenwert am Arbeitsplatz

1 Der Schwellenwert entspricht der Radongaskonzentration, bei deren Überschreitung sofortige Massnahmen nach Artikel 177 zu treffen sind.

2 Ein Schwellenwert von 1000 Bq/m^3 gilt für Radongaskonzentrationen:

a. an Arbeitsplätzen in bestehenden Gebäuden, wenn die letzte Baubewilligung vor Inkrafttreten dieser Verordnung erteilt wurde;

b. an radongefährdeten Arbeitsplätzen nach Artikel 174.

Art. 166 Fach- und Informationsstelle für Radon und Radonaktionsplan

1 Das BAG betreibt eine Fach- und Informationsstelle für Radon.

2 Die Stelle nimmt insbesondere folgende Aufgaben wahr:

a. Sie setzt den Radonaktionsplan des Bundesrates um.

b. Sie gibt regelmässig Empfehlungen zu den Schutzmassnahmen ab und unterstützt die Kantone bei der Umsetzung.

c. Sie informiert und berät die Kantone, die Hauseigentümerinnen und Hauseigentümer, die Mieterinnen und Mieter, die Baufachleute und weitere interessierte Kreise.

d. Sie berät die betroffenen Personen und interessierten Stellen über die geeigneten Schutzmassnahmen.

e. Sie erarbeitet regelmässig zu Handen der Kantone einen Überblick über die gemessenen Gebäude.

f. Sie anerkennt und beaufsichtigt Radonmessstellen nach Artikel 168.

g. Sie publiziert eine Liste der Radonfachpersonen nach Artikel 170 Absatz 2.

h. Sie beschafft die wissenschaftlichen Grundlagen, die für die Anwendung der Radonschutzmassnahmen erforderlich sind.

i. Sie evaluiert regelmässig die Auswirkungen der Schutzmassnahmen und leitet die notwendigen Anpassungen ein.

3 Das BAG kann Dritte mit der Beratung nach Absatz 2 Buchstabe d beauftragen.

Art. 167 Zuständigkeit

Für den Vollzug von Radon-Schutzmassnahmen sind zuständig:

a. in Wohn- und Aufenthaltsräumen, insbesondere in Schulen und Kindergärten: die Kantone;

a. an Arbeitsplätzen: die Aufsichtsbehörden.

Art. 168 Anerkennung von Radonmessstellen

1 Radonmessungen müssen durch anerkannte Radonmessstellen durchgeführt werden.

2 Das BAG anerkennt eine Messstelle für Radonmessungen, wenn sie:

a. über das zur ordnungsgemässen Erfüllung der Aufgaben notwendige Fachpersonal und Messsystem verfügt; und

b. Gewähr für einwandfreie Aufgabenerfüllung bietet, namentlich wenn keine Interessenskonflikte bestehen.

3 Es befristet die Anerkennung auf höchstens fünf Jahre.

4 Das EJPD regelt die technischen Anforderungen an die Messsysteme und die Verfahren für die Erhaltung von deren Messbeständigkeit.

Art. 169 Pflichten der Radonmessstellen

Die anerkannten Radonmessstellen sind verpflichtet:

a. sich an die vorgeschriebenen Messprotokolle zu halten;

b. ihre Daten innert zweier Monate nach Ende der Messung in die Radondatenbank einzugeben;

c. jede Überschreitung des Radonreferenzwerts nach Artikel 164 Absatz 2 sowie des Schwellenwerts nach Artikel 165 spätestens mit dem Eintrag in die Radondatenbank der zuständigen Behörde nach Artikel 167 zu melden.

Art. 170 Radonfachpersonen

1 Radonfachpersonen unterstützen und beraten Bauherrinnen und Bauherren, Baufachleute sowie Baueigentümerinnen und -eigentümer bei der Umsetzung präventiver Radonschutzmassnahmen und Radonsanierungen nach dem Stand der Technik.

2 Nach Artikel 20 Buchstabe c aus- und weitergebildete in der Schweiz tätige Radonfachpersonen werden auf Antrag in eine vom BAG zu publizierende Liste aufgenommen.

Art. 171 Radondatenbank

1 Das BAG führt eine zentrale Radondatenbank. Es speichert darin die Daten, die notwendig sind, um den Vollzug der Messungen und der Sanierungen laufend beurteilen zu können und um statistische und wissenschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen.

2 In der zentralen Radondatenbank werden folgende Daten gespeichert:

a. Gebäudestandort (Koordinaten, Parzellennummer);

b. Gebäudeangaben;

c. Raumangaben;

d. Messdaten;

e. Sanierungsdaten;

f. Gebäudeeigentümerin oder -eigentümer und Gebäudebenutzerin oder -benutzer (Name, Adresse, Postleitzahl, Ort);

g. Datum der Errichtung des Gebäudes.

3 Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Fach- und Informationsstelle Radon sind berechtigt, die Daten in der Datenbank gemäss Bearbeitungsreglement zu bearbeiten.

4 Das BAG stellt im Abrufverfahren zur Verfügung:

a. den anerkannten Messstellen: die eigenen gesammelten Daten;

b. den Kantonen: alle auf ihrem Gebiet erhobenen Daten.

5 Die in der Datenbank erfassten Daten werden nach 100 Jahren vernichtet.

2. Abschnitt: Präventive Radonschutzmassnahmen und Radonmessungen

Art. 172 Radonschutz bei Neu- und Umbauten

1 Gebäude gelten als neu, wenn die Baubewilligung nach Inkrafttreten dieser Verordnung erteilt wurde.

2 Der Kanton macht die Bauherrin oder den Bauherrn im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens auf die Anforderungen dieser Verordnung betreffend Radonschutz aufmerksam.

3 Die Bauherrin oder der Bauherr muss dafür sorgen, dass dem Stand der Technik entsprechende präventive bauliche Massnahmen getroffen werden, um eine Radongaskonzentration zu erreichen, die unter dem Referenzwert nach Artikel 164 Absatz 2 liegt.

4 Die Eigentümerin oder der Eigentümer ist verpflichtet, nach Bezug des neuen Gebäudes innerhalb eines Jahres auf eigene Kosten eine anerkannte Radonmessung in Wohn- und Aufenthaltsräumen zu veranlassen.

Art. 173 Radonmessungen in Wohn- und Aufenthaltsräumen

1 Der Kanton kann von der Eigentümerin oder dem Eigentümer verlangen, dass in Wohn- und Aufenthaltsräumen anerkannte Radonmessungen durchgeführt werden.

2 Er sorgt dafür, dass in Schulen und Kindergärten stichprobenweise anerkannte Radonmessungen durchgeführt werden.

Art. 174 Radonmessungen an radongefährdeten Arbeitsplätzen

[1] Als radongefährdet gelten Arbeitsplätze, an denen davon auszugehen ist, dass der Schwellenwert von 1000 Bq/m^3 nach Artikel 165 überschritten ist. Dies sind insbesondere Arbeitsplätze in unterirdischen Bauten, Bergwerken, Höhlen und Wasserversorgungsanlagen sowie solche, die von der Aufsichtsbehörde als radongefährdet eingestuft werden.

[2] Betriebe mit radongefährdeten Arbeitsplätzen sorgen dafür, dass Radonmessungen durch eine anerkannte Radonmessstelle durchgeführt werden.

[3] Die Aufsichtsbehörde kann stichprobenweise Messungen an radongefährdeten Arbeitsplätzen durchführen.

3. Abschnitt: Massnahmen zur Reduktion der Radonbelastung

Art. 175 Radonsanierung von Neubauten

Wird der Radonreferenzwert von 300 Bq/m^3 nach Artikel 164 Absatz 2 in Neubauten überschritten, so ordnet die zuständige Behörde nach Artikel 167 an, dass die Radonsanierung innerhalb eines Jahres durchgeführt wird.

Art. 176 Radonsanierung von Wohn- und Aufenthaltsräumen in bestehenden Gebäuden

[1] Wird der Radonreferenzwert von 300 Bq/m^3 nach Artikel 164 Absatz 2 überschritten, so ordnet der Kanton die Radonsanierung an:

a. von Wohn- und Aufenthaltsräumen: entsprechend der Dringlichkeit und der wirtschaftlichen Tragbarkeit im Einzelfall, spätestens aber beim nächsten Umbau, der eine Baubewilligung erfordert;

b. von Schulen oder Kindergärten: innert dreier Jahre.

[2] Der Kanton kann im Einzelfall Erleichterungen gewähren, falls die Radonsanierung unverhältnismässig ist. Diese Fälle sind dem BAG zu melden.

[3] Die Eigentümerin oder der Eigentümer sorgt für die Durchführung einer anerkannten Radonmessung zur Erfolgskontrolle innert eines Jahres nach der Radonsanierung und teilt dem Kanton sowie dem BAG die Ergebnisse mit.

[4] Sie oder er trägt die Kosten der Radonsanierung.

Art. 177 Massnahmen am Arbeitsplatz

[1] Wird der Schwellenwert von 1000 Bq/m^3 nach Artikel 165 überschritten, so muss der Betrieb die monatlich integrierte Radongaskonzentration der exponierten Personen ermitteln und diese mindestens alle fünf Jahre überprüfen.

[2] Liegt die monatlich integrierte Radongaskonzentration einer Person am Arbeitsplatz über 170 kBqh/m^3, so trifft der Betrieb organisatorische oder technische Massnahmen.

[3] Liegt trotz Massnahmen die monatlich integrierte Radongaskonzentration einer Person am Arbeitsplatz über 170 kBqh/m^3, gilt diese Person als beruflich strahlenexponiert.

4. Kapitel: Natürlich vorkommende radioaktive Materialien (NORM)

Art. 178 Betroffene Industriezweige

[1] Von NORM betroffene Industriezweige sind insbesondere:

a. Grundwasserfilteranlagen;
b. Erdgasproduktion;
c. Gewinnung geothermischer Energie;
d. Zirkon- und Zirkonium-Industrie;
e. Zementherstellung und Giesserei.

[2] In den Industriezweigen nach Absatz 1 sorgen die Betriebe dafür, dass Messungen durchgeführt werden, um zu ermitteln, ob:

a. das Personal nach Artikel 63 Absatz 1 beruflich strahlenexponiert ist;
b. die Tätigkeit nach Artikel 21 Absatz 2 bewilligungspflichtig ist.

[3] Die Messergebnisse müssen der Aufsichtsbehörde gemeldet werden.

[4] Die Aufsichtsbehörde kann in Industriezweigen, die von NORM betroffen sind, stichprobenweise Messungen durchführen.

Art. 179 Baumaterialien

[1] Baumaterialien mit einem Aktivitätskonzentrationsindex unter oder gleich 1 können ohne Einschränkungen in Verkehr gebracht werden. Solche mit einem Index über 1 müssen dem BAG gemeldet werden.

[2] Das Inverkehrbringen von Baumaterialien, welche zu einer Überschreitung des Referenzwertes nach Artikel 158 führen, ist nicht zulässig

[3] Das BAG kann bei Baumaterialien stichprobenweise Messungen des Aktivitätskonzentrationsindexes durchführen.

5. Kapitel: Langfristige Kontamination nach einem Notfall

Art. 180

Das BAG bereitet die langfristigen Massnahmen bei Bund und Kantonen zur Bewältigung der Auswirkungen nach dem Übergang von einer Notfall-Expositionssituation zu einer bestehenden Expositionssituation nach Artikel 153 Absatz 5 vor.

6. Kapitel: Überschreitung von ereignisbezogenen Höchstgehalten in Lebensmitteln

Art. 181

1 Stellen die kantonalen Vollzugsbehörden nach der Lebensmittelgesetzgebung in einer Notfall-Expositionssituation oder in der folgenden bestehenden Expositionssituation eine Überschreitung eines ereignisbezogenen Höchstgehalts in Lebensmitteln fest, so informieren sie das BLV.

2 Das BLV informiert das BAG und die anderen Kantone über die bei ihm eingegangenen Meldungen nach Absatz 1.

6. Titel: Aufsicht und Beratung

1. Kapitel: Aufsicht

1. Abschnitt: Aufsichtsbehörden

Art. 182

1 Für die Aufsicht nach dieser Verordnung sind das BAG, die Suva, das ENSI und das BAZL zuständig.

2 Das BAG beaufsichtigt die die Betriebe, die nicht von der Suva, dem ENSI oder dem BAZL beaufsichtigt werden, insbesondere:

a. die medizinischen Betriebe;

b. die Einrichtungen für Forschung und Lehre.

3 Das ENSI beaufsichtigt:

a. die Kernanlagen;

b. die erdwissenschaftlichen Untersuchungen nach Artikel 35 KEG[39];

c. den Empfang und den Versand radioaktiver Stoffe in oder aus Kernanlagen.

4 Die Suva beaufsichtigt insbesondere die Industrie- und Gewerbebetriebe.

5 Die Aufsichtsbehörden nach Absatz 2 - 4 koordinieren den Vollzug und sprechen sich bei Unklarheit über die Zuständigkeit gegenseitig ab. Zu diesem Zweck treffen sie sich regelmässig.

6 Das BAZL beaufsichtigt die Luftfahrzeugbetreiber hinsichtlich der Überwachung des beruflich strahlenexponierten Flugpersonals.

39 SR **732.1**

2. Abschnitt: Pflichten

Art. 183 Archivierungs- und Auskunftspflicht

Die Aufsichtsbehörden sind verpflichtet, Unterlagen zur Bewilligungserteilung, zu Bewilligungsanpassungen sowie zur Aufsicht zu archivieren. Sie stellen den Bewilligungsbehörden auf Anfrage jederzeit die benötigten Unterlagen zur Verfügung.

Art. 184 Information über Ereignisse von öffentlichem Interesse

Die Aufsichtsbehörde sorgt dafür, dass die betroffenen Personen und Kantone sowie die Bevölkerung über Ereignisse von öffentlichem Interesse rechtzeitig informiert werden.

3. Abschnitt: Kontrollen

Art. 185 Grundsatz

Die Aufsichtsbehörden kontrollieren stichprobeweise und abgestuft nach Gefährdungspotenzial, ob die Vorschriften eingehalten und der Schutz von Mensch und Umwelt vor den Gefährdungen durch ionisierende Strahlen gewährleistet wird.

Art. 186 Mitwirkungspflichten

[1] Der Aufsichtsbehörde sind unentgeltlich sämtliche Auskünfte zu erteilen und alle Apparate, Gegenstände und Unterlagen zur Verfügung zu stellen, die für die Kontrollen erforderlich sind.

[2] Ihnen ist Zutritt zu Anlagen, Einrichtungen und Bereichen zu gewähren, soweit dies für die Durchführung der Kontrollen erforderlich ist.

Art. 187 Beizug Dritter

Das BAG kann Dritte, mit den Kontrollen beauftragen, insbesondere:

a. Firmen, die bei Diagnostikanlagen eine Qualitätssicherung durchführen;

b. Fachexperten, die klinische Audits durchführen.

Art. 188 Kontrolle von Ein-, Aus- und Durchfuhr

[1] Die Zollstellen überprüfen im Rahmen ihrer Kontrollen bei der Ein-, Aus- und Durchfuhr, ob für den Transport von radioaktiven Quellen eine Bewilligung vorliegt.

[2] Sie kontrollieren auf Ersuchen der Bewilligungsbehörde, ob Waren bei der Ein-, Aus- und Durchfuhr den Bestimmungen dieser Verordnung entsprechen.

3 Das BAG organisiert, insbesondere in Absprache mit der Oberzolldirektion, die Durchführung periodischer Schwerpunktkontrollen zur Überprüfung von Waren bei der Ein-, Aus- und Durchfuhr sowie von Personen bei der Einreise.

4 Das BAG koordiniert, insbesondere mit Unterstützung der Oberzolldirektion und des Labors Spiez, den Bedarf, die Beschaffung sowie den Unterhalt an erforderlichen Messeinrichtungen und bereitet den Einsatz in besonderen Situationen vor.

5 Das BAG ist für die Zustimmung zu Vereinbarungen über eine allfällige Rücknahme ausgeführter radioaktiver Abfälle nach Artikel 25 Absatz 3 Buchstabe d StSG zuständig.

6 Für die Kontrolle der Ein-, Aus- und Durchfuhr radioaktiver Quellen erlässt die Oberzolldirektion im Einvernehmen mit den Bewilligungsbehörden Weisungen.

7 Die Eidgenössische Zollverwaltung gibt auf Anfrage und wenn es zum Vollzug dieser Verordnung erforderlich ist, die Daten aus den Zollanmeldungen an die Bewilligungs- und Aufsichtsbehörden weiter.

4. Abschnitt: Überwachung der ionisierenden Strahlung und der Radioaktivität in der Umwelt

Art. 189 Zuständigkeit

1 Das BAG überwacht die ionisierende Strahlung und die Radioaktivität in der Umwelt.

2 Das ENSI überwacht zusätzlich die ionisierende Strahlung und die Radioaktivität in der Umgebung der Kernanlagen.

3 Zur Ermittlung der Exposition der Bevölkerung gegenüber Radioaktivität in der Umwelt führt das BAG Messungen in hierfür geeigneten Probemedien wie luftgetragenen Teilchen, Wasser für den menschlichen Gebrauch oder Nahrungsmitteln durch. Es kann zu diesem Zweck mit den Kantonen zusammenarbeiten.

Art. 190 Automatische Messnetze zur Überwachung der Umgebung der Kernkraftwerke

1 Das ENSI betreibt ein automatisches Messnetz zur Überwachung der ionisierenden Strahlung in der unmittelbaren Umgebung der Kernkraftwerke.

2 Das BAG betreibt zusätzlich ein automatisches Messnetz zur Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt. Es erarbeitet in Zusammenarbeit mit dem ENSI die Anforderungen an dieses Messnetz hinsichtlich der Überwachung der Umgebung der Kernkraftwerke.

3 Die Betreiberinnen und Betreiber von Kernkraftwerken tragen die Kosten für die Anschaffung und den Betrieb automatischer Messnetze zur Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt in den Notfallschutzzonen gemäss der Verordnung vom 20. Oktober 2010[40] über den Notfallschutz in der Umgebung von Kernanlagen.

40 SR **732.33**

4 Als Anschaffungskosten gelten die Kosten für den Kauf der Geräte ohne Planungskosten. Als Betriebskosten gelten die Kosten für die Standortmiete, für die Gewährleistung der Informationssicherung, für die Wartung und Reparatur sowie für die Elektrizität.

5 Das BAG und das ENSI auferlegen der einzelnen Betreiberin oder dem einzelnen Betreiber jährlich die Kosten aus dem Vorjahr für ihre jeweiligen Messstationen.

Art. 191 Probenahme- und Messprogramm

1 Das BAG erstellt in geplanten und bestehenden Situationen in Zusammenarbeit mit dem ENSI, der Suva, der NAZ und den Kantonen ein Probenahme- und Messprogramm.

2 Für die Durchführung des Probenahme- und Messprogramms sind die Laboratorien des Bundes (das PSI, die Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz sowie das Labor Spiez) zur Mitarbeit und zur ständigen Bereithaltung der dazu erforderlichen personellen und materiellen Mittel verpflichtet. Es können dafür Dritte beigezogen werden.

Art. 192 Sammlung der Daten, radiologische Beurteilung und Berichterstattung

1 Das ENSI, die Suva, die NAZ, die Kantone sowie die beteiligten Laboratorien stellen dem BAG die aus der Überwachung anfallenden Daten interpretiert zur Verfügung.

2 Basierend auf den Resultaten des Überwachungsprogramms nach Artikel 191 beurteilt das BAG die radiologische Lage. Es berechnet und überprüft die von der Bevölkerung akkumulierten Dosen. Vorbehalten bleiben die Bestimmungen der ABCN-Einsatzverordnung vom 20. Oktober 2010[41] in Notfall-Expositionssituationen.

3 Es ermittelt die Strahlenexposition der Bevölkerung nach den Anhängen 3–6.

4 Es erstellt und veröffentlicht jährlich einen Bericht über die Ergebnisse der Überwachung und die daraus für die Bevölkerung resultierenden Strahlendosen.

Art. 193 Untersuchungsschwellen bei der Umweltüberwachung

1 Werden Konzentrationen von einzelnen künstlichen Radionukliden in der Umwelt festgestellt, die zu einer effektiven Dosis von mehr als 10 μSv pro Jahr für einen bestimmten Expositionspfad und für Personen aus der Bevölkerung führen können, so muss:

a. das BAG nach der Ursache suchen und die betroffene Aufsichtsbehörde informieren; und

b. die betroffene Aufsichtsbehörde wenn möglich die Durchführung von Optimierungsmassnahmen für die Reduktion der Abgabe veranlassen.

2 Werden Konzentrationen von natürlichen Radionukliden im Trinkwasser festgestellt, die zu einer effektiven Dosis von mehr als 100 μSv pro Jahr für Personen aus

41 SR **520.17**

der Bevölkerung führen können, oder im Fall von Radon eine Konzentration von mehr als 100 Bq/l, so muss das BAG:

a. ein besonderes Überwachungsprogramm einrichten, um prüfen zu können, ob ein Risiko für die menschliche Gesundheit besteht, das Massnahmen erfordert;

b. falls erforderlich, Abhilfemassnahmen einleiten, um die Wasserqualität so weit zu verbessern, dass sie unter dem Gesichtspunkt des Strahlenschutzes den Anforderungen an den Schutz der menschlichen Gesundheit entspricht.

5. Abschnitt: Forschung

Art. 194

1 Die Aufsichtsbehörden können nach gegenseitiger Absprache Forschungsprojekte über Strahlenwirkungen und Strahlenschutz in Auftrag geben oder sich an solchen Forschungsprojekten beteiligen.

2 Das PSI, das Labor Spiez und andere Stellen des Bundes stehen den Aufsichtsbehörden im Rahmen ihrer Möglichkeiten zur Durchführung von Forschungsaufträgen über Strahlenwirkungen und Strahlenschutz zur Verfügung.

2. Kapitel: Eidgenössische Kommission für Strahlenschutz

Art. 195

1 Die Eidgenössische Kommission für Strahlenschutz (KSR) ist eine ständige Verwaltungskommission im Sinne von Artikel 8*a* Absatz 2 der Regierungs- und Verwaltungsorganisationsverordnung vom 25. November 1998[42].

2 Sie berät den Bundesrat, das EDI, das UVEK, das VBS, das ENSI, die interessierten Ämter sowie die Suva in Fragen des Strahlenschutzes. Dazu nimmt sie die folgenden Aufgaben wahr:

a. Sie orientiert die Öffentlichkeit regelmässig über die Situation des Strahlenschutzes in der Schweiz.

b. Sie äussert sich namentlich zu den folgenden Themen:

1. Auslegung und Auswertung internationaler Empfehlungen auf dem Gebiet des Strahlenschutzes im Hinblick auf ihre Anwendung in der Schweiz,
2. Erarbeitung und Weiterentwicklung einheitlicher Grundsätze für die Anwendung der Strahlenschutzvorschriften,
3. Radioaktivität in der Umwelt, Ergebnisse der Überwachung, Interpretation der Ergebnisse und daraus für die Bevölkerung resultierende Strahlendosen,

42 SR **172.010.1**

c. Sie erarbeitet in Zusammenarbeit mit den betroffenen Berufs- und Fachverbänden Empfehlungen zur Rechtfertigung der Verfahren nach Artikel 39 Absätze 1 und 2 und veröffentlicht diese[43].

d Sie erarbeitet im Auftrag des Bundesrates oder der Aufsichtsbehörden Berichte und Stellungnahmen.

3 Sie besteht aus Fachleuten der Wissenschaft und der Industrie.

4 Der Bundesrat wählt auf Vorschlag des EDI die Präsidentin oder den Präsidenten, die Vizepräsidentin oder den Vizepräsidenten sowie die übrigen Mitglieder.

5 Die KSR kann dem EDI Vorschläge für Ersatz- und Neuwahlen unterbreiten.

6 Sie ist administrativ dem BAG zugewiesen.

7 Sie arbeitet mit der Eidgenössischen Kommission für ABC-Schutz (KomABC) und der Kommission für nukleare Sicherheit (KNS) zusammen. Dabei werden insbesondere gemeinsame Aufgaben auf dem Gebiet des Strahlenschutzes behandelt.

8 Die KSR und ihre Ausschüsse können für die Prüfung besonderer Fragen aussenstehende Expertinnen und Experten beiziehen.

7. Titel: Strafbestimmungen

Art. 196

1 Nach Artikel 44 Absatz 1 Buchstabe f StSG wird bestraft, wer vorsätzlich:

a. ohne Bewilligung radioaktive Stoffe mit inaktiven Materialien mischt einzig zum Zweck, sie nicht als radioaktive Abfälle entsorgen zu müssen (Art. 121);

b. eine Tätigkeit ausübt, die eine Gefährdung durch ionisierende Strahlen mit sich bringen kann, ohne dafür über die nach den Artikeln 9–12 geforderte Ausbildung zu verfügen;

c. eine Personendosimetriestelle ohne Anerkennung betreibt (Art. 80);

d. eine Personendosimetriestelle betreibt und die dieser Stelle auferlegten Pflichten nach den Artikeln 83–85 verletzt;

e. in der Zollanmeldung nicht die in Artikel 115 geforderten Angaben macht, radioaktive Waren nicht anmeldet oder bewusst falsch deklariert.

2 Mit Busse bis zu 20 000 Franken wird bestraft, wer vorsätzlich Aufgaben nicht übernimmt, die ihm nach Artikel 20 Absatz 2 Buchstabe b StSG auferlegt worden sind.

43 www.bag.admin.ch/ksr-cpr

8. Titel: Schlussbestimmungen

Art. 197 Aufhebung eines anderen Erlasses

Die Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994[44] wird aufgehoben.

Art. 198 Änderung anderer Erlasse

Die Änderung anderer Erlasse wird in Anhang 10 geregelt.

Art. 199 Übergangsbestimmungen

[1] Bewilligungen, die vor dem Inkrafttreten dieser Verordnung erteilt wurden, bleiben bis zu ihrer Erneuerung oder bis zu ihrem Ablauf in Kraft. Ihr Inhalt richtet sich jedoch nach den Vorschriften dieser Verordnung.

[2] Auf Verfahren, die beim Inkrafttreten dieser Verordnung hängig sind, finden die Vorschriften dieser Verordnung Anwendung.

[3] Mit Materialien, die vor Inkrafttreten dieser Verordnung freigemessen wurden, darf wie mit inaktiven Stoffen umgegangen werden (Art. 118).

[4] Die von den klinischen Audits betroffenen Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber müssen das Qualitätshandbuch nach Artikel 55 Absätze 2 und 3 bis spätestens zwei Jahre nach Inkrafttreten dieser Verordnung vorweisen können.

[5] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber hochradioaktiver Quellen muss:

a. der Bewilligungsbehörde bis zwei Jahre nach Inkrafttreten dieser Verordnung die Angaben nach Artikel 109 zur Erstellung des Inventars melden;

b. der Aufsichtsbehörde bis zwei Jahre nach Inkrafttreten dieser Verordnung mitteilen, welche Massnahmen zur Sicherung und Sicherheit nach Artikel 111 festgelegt wurden.

[6] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss in Betrieben, in denen eine erhöhte Wahrscheinlichkeit des Auftretens herrenloser Quellen besteht, die Massnahmen nach Artikel 116 bis drei Jahre nach Inkrafttreten dieser Verordnung umsetzten und für die Tätigkeit eine Bewilligung beantragen.

[7] Radioaktive Abfälle, die sich bei Inkrafttreten dieser Verordnung bereits in Abklinglagerung befinden, dürfen so lange gelagert werden, bis sie unter die Freigrenze fallen.

[8] Die Kantone passen das Baubewilligungsverfahren innert zweier Jahre nach Inkrafttreten dieser Verordnung an, um die Anforderungen nach Artikel 172 Absatz 2 zu erfüllen.

Art. 200 Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am ... in Kraft.

44 AS **1994** 1947, **1995** 4959, **1996** 2129, **2000** 107 934 2894, **2001** 3294, **2005** 601 2885, **2007** 1469 5651, **2008** 3153 5747, **2010** 5191 5395, **2011** 5227, **2012** 7065 7157, **2013** 3041 3407

…

Im Namen des Schweizerischen Bundesrates

Die Bundespräsidentin: Simonetta Sommaruga
Die Bundeskanzlerin: Corina Casanova

Anhang 1
(Art. 2 Abs. 2 Bst. b)

Bestimmung technischer Begriffe

Vorbemerkung
Die Begriffe sind in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt.

Aktivitätskonzentrationsindex bei Baumaterialien
Der Aktivitätskonzentrationsindex I ergibt sich aus folgender Formel:

$$I = CRa226/300\ Bq/kg + CTh232/200\ Bq/kg + CK40/3000\ Bq/kg$$

wobei CRa226, CTh232 und CK40 den Aktivitätskonzentrationen in Bq/kg der jeweiligen Radionuklide im Baumaterial entsprechen.

Aktives Personendosimeter

Elektronisches Personendosimeter, das eine direkte Anzeige der akkumulierten Dosis sowie je nach Verwendungszweck weiterer dosimetrischer Informationen ermöglicht.

Diagnostischer Referenzwert

Dosisrichtwerte zur Optimierung bei diagnostischen oder interventionellen medizinischen Expositionen oder Aktivitätswerte im Falle von Radiopharmaka. Die diagnostischen Referenzwerte werden für typische Untersuchungen an einer Gruppe von Patientinnen oder Patienten mit Standardmassen oder an Standardphantomen für allgemein definierte Gerätearten festgelegt.

Interventionelle Radiologie

Diagnostische oder therapeutische Eingriffe, die unter Bildsteuerung mittels ionisierender Strahlung vorgenommen werden. Dazu zählen auch Eingriffe aus Fachgebieten ausserhalb der Radiologie, z. B. in der Angiologie, Chirurgie, Gastroenterologie, Kardiologie, Orthopädie, Schmerztherapie oder Urologie.

Radongaskonzentration, integrierte (in kBqh/m^3)

Produkt aus der gemessenen Radongaskonzentration und der Zeit, während der eine Person dieser Konzentration ausgesetzt war.

Radiopharmazeutika

Arzneimittel, die Radionuklide enthalten, deren Strahlung diagnostisch oder therapeutisch ausgenützt wird. Als Radiopharmazeutika im Sinne dieser Verordnung gelten namentlich:

a. Pharmazeutika, die in gebrauchsfertiger Form ein oder mehrere Radionuklide für die Anwendung in der Medizin enthalten;

b. nicht radioaktive Komponenten (Kits), die zur Herstellung von Radiopharmazeutika durch Neubildung von oder durch Verbindung mit Radionukliden unmittelbar vor der Anwendung am Menschen dienen;

c. Radionuklidgeneratoren mit einem festen Mutternuklid, auf dessen Basis ein Tochternuklid erzeugt wird, das durch Elution oder ein anderes Verfahren herausgelöst und zur Herstellung eines Radiopharmazeutikums verwendet wird;

d. Radionuklide, die direkt oder als Vorstufen zur Radiomarkierung anderer Stoffe (Trägerverbindungen, Zellen, Plasmaproteine) vor Verabreichung dienen.

Radon

Isotop Radon-222.

Störstrahler

Geräte oder Vorrichtungen, in denen ausschliesslich Elektronen beschleunigt werden und die Röntgenstrahlung erzeugen, ohne dass sie zu diesem Zweck betrieben werden. Als Störstrahler gelten auch Elektronenmikroskope.

Synthese eines radiopharmazeutischen Endprodukts

Alle Syntheseschritte zur Bildung eines Radiopharmazeutikums in verabreichungsfertiger Form (radiopharmazeutisches Endprodukt), insbesondere der Einbau des radioaktiven Isotops in ein Molekül (z. B. Bildung einer kovalenten Bindung, Komplexbildung oder das Erreichen der erforderlichen Oxidationsstufe des Radionuklids durch Reduktion/Oxidation).

Triagemessung

Messverfahren zur Feststellung von Inkorporationen ohne Bestimmung der entsprechenden effektiven Dosis. Bei Überschreitung eines vorbestimmten Schwellwertes muss eine Inkorporationsmessung mit Bestimmung der effektiven Folgedosis durchgeführt werden.

Zubereitung eines Radiopharmazeutikums

Vorgang, bei welchem durch Befolgung der Markiervorschriften gemäss Zulassung eines Markierbestecks zur Diagnostik das radiopharmazeutische Endprodukt erzeugt wird.

Anhang 2
(Art. 2 Abs. 1 Bst. i, Art. 23 Bst. i und 128)

Freigrenze für natürlich vorkommende Radionuklide

Freigrenze für natürlich vorkommende Radionuklide in Feststoffen, die sich im säkularen Gleichgewicht mit ihren Tochternukliden befinden:

Natürliche Radionuklide der U-238-Reihe	1000 Bq kg^{-1}
Natürliche Radionuklide der Th-232-Reihe	1000 Bq kg^{-1}
K-40	10'000 Bq kg^{-1}

Anhang 3
(Art. 2 Abs. 1 Bst. i und j)

Daten für den operationellen Strahlenschutz, Freigrenzen, Bewilligungsgrenzen und Richtwerte

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	e_{ing} Sv/Bq	h_{10} (mSv/h)/ GBq in 1 min Abstand	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq 10 cm stand	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	LL Bq/g		LA Bq	CA Bq/m³	CS Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
H-3, OBT	12.32 a	β⁻	4.10 E-11	4.20 E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+02		1.00 E+08	2.00 E+05	1000	
H-3, HTO		β⁻	1.80 E-11	1.80 E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+02		3.00 E+08	5.00 E+05	1000	
H-3, gaz [7]		β⁻	1.80 E-15		<0.001	<1	<0.1			3.00 E+12	5.00 E+09		
Be-7	53.22 d	ec / ph	4.60 E-11	2.80 E-11	0.008	<1	0.1	1.E+01		1.00 E+08	2.00 E+05	100	
Be-10	1.51 E6 a	β⁻	1.90 E-08	1.10 E-09	<0.001	2000	1.6	1.E+02		3.00 E+05	4.00 E+02	3	
C-11	20.39 min	ec, β⁺ / ph	3.20 E-12	2.40 E-11	0.160	1000	1.7	1.E+01	[1]	7.00E+07	7.00 E+04 [3]	3	
C-11 monoxyde			1.2 E-12							7.00E+07	7.00 E+04 [3]		
C-11 dioxyde			2.2 E-12							7.00E+07	7.00 E+04 [3]		
C-14	5.70 E3 a	β⁻	5.80 E-10	5.80 E-10	<0.001	200	0.3	1.E+00		1.00E+07	1.00 E+04	30	
C-14 monoxyde			8.00 E-13							8.00E+09	1.00 E+07		
C-14 dioxyde			6.50 E-12							9.00E+08	1.00 E+06		
N-13	9.965 min	ec, β⁺ / ph			0.160	1000	1.7	1.E+02	[1]	7.00E+07	7.00 E+04 [3]	3	
O-15	122.24 s	ec, β⁺ / ph			0.161	1000	1.7	1.E+02	[1]	7.00E+07	7.00 E+04 [3]	3	
F-18	109.77 min	ec, β⁺ / ph	9.30 E-11	4.90 E-11	0.160	2000	1.7	1.E+01	[1]	7.00E+07	7.00 E+04 [3]	3	
Na-22	2.6019 a	ec, β⁺ / ph	2.00 E-09	3.20 E-09	0.330	2000	1.6	1.E-01		3.00E+06	4.00 E+03	3	
Na-24	14.9590 h	β⁻ / ph	5.30 E-10	4.30 E-10	0.506	1000	1.9	1.E+00		1.00E+07	2.00 E+04	3	
Mg-28 / Al-28	20.915 h	β⁻ / ph	1.70 E-09	2.20 E-09	0.529	2000	3.1	1.E+01	[2]	4.00E+06	5.00 E+03	3	
Al-26	7.17 E5 a	ec, β⁺/ ph	1.40 E-08	3.50 E-09	0.382	1000	1.5	1.E-01		4.00E+05	6.00 E+02	3	
Si-31	157.3 min	β⁻ / ph	1.10 E-10	1.60 E-10	<0.001	1000	1.6	1.E+03		5.00E+07	8.00 E+04	3	
Si-32	132 a	β⁻	5.50 E-08	5.60 E-10	<0.001	500	0.6	1.E+02	[2]	1.00E+05	2.00 E+02	10	→ P-32

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte			Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	e_{ing} Sv/Bq	h_{10} (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq min 10 cm stand	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	LL Bq/g		LA Bq	CA Bq/m³		CS Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11		12	13
P-30	2.498 min	ec, β^+ / ph			0.371	900	1.7						3	
P-32	14.263 d	β^-	2.90E-09	2.40E-09	<0.001	1000	1.6	1.E+03		2.00E+06	3.00E+03		3	
P-33	25.34 d	β^-	1.30E-09	2.40E-10	<0.001	700	0.8	1.E+03		5.00E+06	6.00E+03		10	
S-35 (inorg.)	87.51 d	β^-	1.10E-09	1.90E-10	<0.001	200	0.3	1.E+02		5.00E+06	8.00E+03		30	
S-35 (org.)	87.51 d	β^-	1.20E-10	7.70E-10	<0.001	200	0.3	1.E+02		5.00E+07	7.00E+04		30	
Cl-36	3.01 E5 a	β^-, ec, β^+ / ph	5.10E-09	9.30E-10	<0.001	1000	1.5	1.E+00		1.00E+06	2.00E+03		3	
Cl-38	37.24 min	β^- / ph	7.30E-11	1.20E-10	1.551	1000	1.8	1.E+01	[1]	4.00E+07	4.00E+04	[3]	3	
Cl-39	55.6 min	β^- / ph	7.60E-11	8.50E-11	0.241	1000	1.7	1.E+01	[1]	8.00E+07	1.00E+05		3	→ Ar-39
Ar-37	35.04 d	ec / ph			<0.001	<1	<0.1	1.E+06	[1]	6.00E+13	6.00E+10			
Ar-39	269 a	β^-			<0.001	2000	1.5	1.E+07	[1]	6.00E+09	6.00E+06	[4]		
Ar-41	109.61 min	β^- / ph			0.188	1000	1.7	1.E+02	[1]	5.00E+07	5.00E+04			
K-38	7.636 min	ec, β^+ / ph			0.480	1000	1.8						3	
K-40	1.251 E9 a	β^-, ec, β^+ / ph	3.00E-09	6.20E-09	0.022	1000	1.5	1.E+00		2.00E+06	3.00E+03		3	
K-42	12.360 h	β^- / ph	2.00E-10	4.30E-10	0.464	1000	1.7	1.E+02		3.00E+07	4.00E+04		3	
K-43	22.3 h	β^- / ph	2.60E-10	2.50E-10	0.152	1000	1.6	1.E+01		2.00E+07	3.00E+04		3	
K-44	22.13 min	β^- / ph	3.70E-11	8.40E-11	1.553	1000	1.8	1.E+01	[1]	2.00E+08	2.00E+05		3	
K-45	17.3 min	β^- / ph	2.80E-11	5.40E-11	0.302	1000	1.7	1.E+01	[1]	2.00E+08	3.00E+05		3	
Ca-41	1.02 E5 a	ec / ph	1.90E-10	2.90E-10	<0.001	<1	<0.1	1.E+02		3.00E+07	4.00E+04		1000	
Ca-45	162.67 d	β^-	2.30E-09	7.60E-10	<0.001	700	0.8	1.E+02	[2]	3.00E+06	4.00E+03		10	
Ca-47	4.536 d	β^- / ph	2.10E-09	1.60E-09	0.156	1000	1.6	1.E+01		3.00E+06	4.00E+03		3	→ Sc-47
Sc-43	3.891 h	ec, β^+ / ph	1.80E-10	1.90E-10	0.174	1000	1.4	1.E+01	[1]	3.00E+07	5.00E+04		3	
Sc-44	3.97 h	ec, β^+ / ph	3.00E-10	3.50E-10	0.324	1000	1.7	1.E+01	[1]	2.00E+07	3.00E+04		3	
Sc-44m	58.61 h	it, ec / ph	2.00E-09	2.40E-09	0.045	200	0.2	1.E+01	[2]	3.00E+06	4.00E+03		30	→ Sc-44 [6]
Sc-46	83.79 d	β^- / ph	4.80E-09	1.50E-09	0.299	1000	1.2	1.E-01		1.00E+06	2.00E+03		3	
Sc-47	3.3492 d	β^- / ph	7.30E-10	5.40E-10	0.017	1000	1.3	1.E+02		8.00E+06	1.00E+04		3	
Sc-48	43.67 h	β^- / ph	1.60E-09	1.70E-09	0.495	2000	1.7	1.E+00		4.00E+06	5.00E+03		3	
Sc-49	57.2 min	β^- / ph	6.10E-11	8.20E-11	0.001	1000	1.6	1.E+03	[1]	1.00E+08	1.00E+05		3	
Ti-44	60.0 a	ec / ph	7.20E-08	5.80E-09	0.026	2	<0.1	1.E-01	[2]	8.00E+04	1.00E+02		30	→ Sc-44 [6]
Ti-45	184.8 min	ec, β^+ / ph	1.50E-10	1.50E-10	0.136	1000	1.5	1.E+01	[1]	4.00E+07	6.00E+04		3	
V-47	32.6 min	ec, β^+ / ph	5.00E-11	6.30E-11	0.156	1000	1.7	1.E+01	[1]	1.00E+08	2.00E+05		3	

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq min 10 cm stand	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	**LL** Bq/g		**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
V-48	15.9735 d	ec, β^+ / ph	2.70E-09	2.00E-09	0.432	900	1	1.E+00		2.00E+06	3.00E+03	10	
V-49	330 d	ec / ph	2.60E-11	1.80E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+04		2.00E+08	3.00E+05	1000	
Cr-48	21.56 h	ec, β^+ / ph	2.50E-10	2.00E-10	0.071	50	0.1	1.E+01		2.00E+07	3.00E+04	100	→ V-48 [6]
Cr-49	42.3 min	ec, β^+ / ph	5.90E-11	6.10E-11	0.166	1000	1.7	1.E+01	[1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ V-49
Cr-51	27.7025 d	ec / ph	3.60E-11	3.80E-11	0.005	3	<0.1	1.E+02		2.00E+08	2.00E+05	1000	
Mn-51	46.2 min	ec, β^+ / ph	6.80E-11	9.30E-11	0.159	1000	1.7	1.E+01	[1]	9.00E+07	1.00E+05	3	→ Cr-51
Mn-52	5.591 d	ec, β^+ / ph	1.80E-09	1.80E-09	0.510	600	0.7	1.E+00		3.00E+06	5.00E+03	10	
Mn-52m	21.1 min	ec, β^+, it / ph	5.00E-11	6.90E-11	0.389	1000	1.7	1.E+01	[1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Mn-52
Mn-53	3.7 E6 a	ec / ph	3.60E-11	3.00E-11	<0.001	20	<0.1	1.E+02		2.00E+08	2.00E+05	1000	
Mn-54	312.12 d	ec, β^+, β^- / ph	1.20E-09	7.10E-10	0.126	10	0.1	1.E-01		5.00E+06	7.00E+03	100	
Mn-56	2.5789 h	β^- / ph	2.00E-10	2.50E-10	0.275	1000	1.7	1.E+01	[1]	3.00E+07	4.00E+04	3	
Fe-52	8.275 h	ec, β^+ / ph	9.50E-10	1.40E-09	0.116	900	1	1.E+01	[2]	6.00E+06	9.00E+03	10	→ Mn-52m [6]
Fe-55	2.737 a	ec / ph	9.20E-10	3.30E-10	<0.001	20	<0.1	1.E+03		7.00E+06	9.00E+03	1000	
Fe-59	44.495 d	β^- / ph	3.20E-09	1.80E-09	0.175	1000	1.1	1.E+00		2.00E+06	3.00E+03	3	
Fe-60	1.5 E6 a	β^-	3.30E-07	1.10E-07	<0.001	90	0.3	1.E+01		2.00E+04	3.00E+01	3	→ Co-60m [10
Co-55	17.53 h	ec, β^+ / ph	8.30E-10	1.10E-09	0.302	1000	1.4	1.E+01		7.00E+06	1.00E+04	3	→ Fe-55
Co-56	77.23 d	ec, β^+ / ph	4.90E-09	2.50E-09	0.485	300	0.6	1.E-01		1.00E+06	2.00E+03	10	
Co-57	271.74 d	ec / ph	6.00E-10	2.10E-10	0.021	100	0.1	1.E+00		1.00E+07	1.00E+04	100	
Co-58	70.86 d	ec, β^+ / ph	1.70E-09	7.40E-10	0.147	300	0.3	1.E+00		4.00E+06	5.00E+03	30	
Co-58m	9.04 h	it / ph	1.70E-11	2.40E-11	<0.001	10	<0.1	1.E+04		4.00E+08	5.00E+05	1000	→ Co-58 [6]
Co-60	5.2713 a	β^- / ph	1.70E-08	3.40E-09	0.366	1000	1.1	1.E-01		4.00E+05	5.00E+02	3	
Co-60m	10.467 min	it, β^- / ph	1.20E-12	1.70E-12	0.001	20	<0.1	1.E+03		5.00E+09	7.00E+06	1000	→ Co-60 [6]
Co-61	1.650 h	β^- / ph	7.50E-11	7.40E-11	0.017	1000	1.6	1.E+02	[1]	8.00E+07	1.00E+05	3	
Co-62m	13.91 min	β^- / ph	3.70E-11	4.70E-11	0.436	1000	1.8	1.E+01	[1]	2.00E+08	2.00E+05	3	
Ni-56	6.075 d	ec, β^+ / ph	9.60E-10	8.60E-10	0.260	60	0.1	1.E+01		6.00E+06	9.00E+03	100	→ Co-56 [6]
Ni-57	35.60 h	ec, β^+ / ph	7.60E-10	8.70E-10	0.278	700	0.8	1.E+01		8.00E+06	1.00E+04	10	→ Co-57
Ni-59	1.01 E5 a	ec, β^+ / ph	2.20E-10	6.30E-11	<0.001	10	<0.1	1.E+02		3.00E+07	4.00E+04	1000	
Ni-63	100.1 a	β^-	5.20E-10	1.50E-10	<0.001	<1	<0.1	1.E+02		1.00E+07	2.00E+04	1000	
Ni-65	2.51719 h	β^- / ph	1.30E-10	1.80E-10	0.081	1000	1.6	1.E+01	[1]	5.00E+07	6.00E+04	3	
Ni-66 / Cu-66	54.6 h	β^- / ph	1.90E-09	3.00E-09	0.039	2000	2.2	1.E+03	[2]	3.00E+06	4.00E+03	3	
Cu-60	23.7 min	ec, β^+ / ph	6.20E-11	7.00E-11	0.596	1000	1.8	1.E+01	[1]	1.00E+08	1.00E+05	3	

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq min 10 cm stand	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	**LL** Bq/g		**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Cu-61	3.333 h	ec, β⁺ / ph	1.20E-10	1.20E-10	0.128	900	1.1	1.E+01	[1]	5.00E+07	7.00E+04	3	
Cu-64	12.700 h	ec, β⁺, β⁻ / ph	1.50E-10	1.20E-10	0.030	900	0.8	1.E+02		4.00E+07	6.00E+04	10	
Cu-67	61.83 h	β⁻ / ph	5.80E-10	3.40E-10	0.018	1000	1.4	1.E+02		1.00E+07	1.00E+04	3	
Zn-62 / Cu-62	9.186 h	ec, β⁺ / ph	6.60E-10	9.40E-10	0.319	1000	1.9	1.E+02	[2]	9.00E+06	1.00E+04	3	
Zn-63	38.47 min	ec, β⁺ / ph	6.10E-11	7.90E-11	0.175	1000	1.6	1.E+01	[1]	1.00E+08	1.00E+05	3	
Zn-65	244.06 d	ec, β⁺ / ph	2.80E-09	3.90E-09	0.086	40	0.1	1.E-01		2.00E+06	3.00E+03	100	
Zn-69	56.4 min	β⁻	4.30E-11	3.10E-11	<0.001	1000	1.6	1.E+03		1.00E+08	2.00E+05	3	
Zn-69m	13.76 h	it, β⁻/ ph	3.30E-10	3.30E-10	0.067	70	0.1	1.E+01	[2]	2.00E+07	3.00E+04	100	→ Zn-69
Zn-71m	3.96 h	β⁻/ ph	2.40E-10	2.40E-10	0.240	1000	1.7	1.E+01	[1]	3.00E+07	3.00E+04	3	
Zn-72	46.5 h	β⁻/ ph	1.50E-09	1.40E-09	0.026	900	0.9	1.E+00	[2]	4.00E+06	6.00E+03	10	→ Ga-72 [6]
Ga-65	15.2 min	ec, β⁺ / ph	2.90E-11	3.70E-11	0.183	1000	1.6	1.E+01	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Zn-65
Ga-66	9.49 h	ec, β⁺ / ph	7.10E-10	1.20E-09	0.877	600	1.1	1.E+01		8.00E+06	1.00E+04	3	
Ga-67	3.2612 d	ec / ph	2.80E-10	1.90E-10	0.025	30	0.3	1.E+02		2.00E+07	3.00E+04	30	
Ga-68	67.71 min	ec, β⁺ / ph	8.10E-11	1.00E-10	0.149	1000	1.5	1.E+01	[1]	7.00E+07	1.00E+05	3	
Ga-70	21.14 min	β⁻,ec / ph	2.60E-11	3.10E-11	0.001	1000	1.6	1.E+02	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	
Ga-72	14.10 h	β⁻/ ph	8.40E-10	1.10E-09	0.386	1000	1.7	1.E+01		7.00E+06	1.00E+04	3	
Ga-73	4.86 h	β⁻ / ph	2.00E-10	2.60E-10	0.052	1000	1.6	1.E+02	[1]	3.00E+07	4.00E+04	3	
Ge-66	2.26 h	ec, β⁺ / ph	1.30E-10	1.00E-10	0.108	400	0.5	1.E+01	[1]	5.00E+07	6.00E+04	10	→ Ga-66 [6]
Ge-67	18.9 min	ec, β⁺ / ph	4.20E-11	6.50E-11	0.407	1000	1.7	1.E+01	[1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Ga-67
Ge-68	270.95 d	ec / ph	7.90E-09	1.30E-09	<0.001	10	<0.1	1.E+01	[2]	8.00E+05	1.00E+03	300	→ Ga-68 [6]
Ge-69	39.05 h	ec, β⁺ / ph	3.70E-10	2.40E-10	0.132	500	0.6	1.E+01		2.00E+07	2.00E+04	10	
Ge-71	11.43 d	ec / ph	1.10E-11	1.20E-11	<0.001	10	<0.1	1.E+04	[1]	5.00E+08	8.00E+05	1000	
Ge-75	82.78 min	β⁻/ ph	5.40E-11	4.60E-11	0.006	1000	1.6	1.E+03		1.00E+08	2.00E+05	3	
Ge-77	11.30 h	β⁻/ ph	4.50E-10	3.30E-10	0.163	1000	1.6	1.E+01		1.00E+07	2.00E+04	3	
Ge-78	88 min	β⁻/ ph	1.40E-10	1.20E-10	0.045	1000	1.5	1.E+02	[1]	4.00E+07	6.00E+04	3	→ As-78 [6]
As-69	15.23 min	ec, β⁺ / ph	3.50E-11	5.70E-11	0.250	900	1.7	1.E+01	[1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Ge-69
As-70	52.6 min	ec, β⁺ / ph	1.20E-10	1.30E-10	0.603	1000	1.7	1.E+01	[1]	5.00E+07	7.00E+04	3	
As-71	65.28 h	ec, β⁺ / ph	5.00E-10	4.60E-10	0.088	700	0.7	1.E+01		1.00E+07	2.00E+04	10	→ Ge-71
As-72	26.0 h	ec, β⁺ / ph	1.30E-09	1.80E-09	0.339	900	1.6	1.E+01		5.00E+06	6.00E+03	3	
As-73	80.30 d	ec / ph	6.50E-10	2.60E-10	0.003	20	<0.1	1.E+03	[2]	9.00E+06	1.00E+04	1000	
As-74	17.77 d	ec, β⁺, β⁻ / ph	1.80E-09	1.30E-09	0.117	900	1.1	1.E+01		3.00E+06	5.00E+03	3	

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	e_{ing} Sv/Bq	h_{10} (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq min 10 cm stand	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	LL Bq/g		LA Bq	CA Bq/m³	CS Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
As-76	1.0778 d	β⁻ / ph	9.20E-10	1.60E-09	0.132	1000	1.6	1.E+01		7.00E+06	9.00E+03	3	
As-77	38.83 h	β⁻ / ph	4.20E-10	4.00E-10	0.001	1000	1.5	1.E+03		1.00E+07	2.00E+04	3	
As-78	90.7 min	β⁻ / ph	1.40E-10	2.10E-10	0.804	1000	1.7	1.E+01	[1]	4.00E+07	6.00E+04	3	
Se-70	41.1 min	ec, β⁺ / ph	1.20E-10	1.40E-10	0.158	900	1.3	1.E+01	[1]	5.00E+07	7.00E+04	3	→ As-70 [6]
Se-73	7.15 h	ec, β⁺ / ph	2.40E-10	3.90E-10	0.174	900	1.2	1.E+01	[1]	3.00E+07	3.00E+04	3	→ As-73
Se-73m	39.8 min	it, ec, β⁺ / ph	2.70E-11	4.10E-11	0.038	300	0.4	1.E+02	[1]	2.00E+08	3.00E+05	10	→ Se-73
Se-75	119.779 d	ec / ph	1.70E-09	2.60E-09	0.064	80	0.1	1.E+00		4.00E+06	5.00E+03	100	
Se-79	2.95 E5 a	β⁻	3.10E-09	2.90E-09	<0.001	200	0.4	1.E-01		2.00E+06	3.00E+03	10	
Se-81	18.45 min	β⁻ / ph	2.40E-11	2.70E-11	0.002	1000	1.6	1.E+03	[1]	3.00E+08	3.00E+05	3	
Se-81m	57.28 min	it, β⁻	6.80E-11	5.90E-11	0.004	100	1.1	1.E+03	[1]	9.00E+07	1.00E+05	3	→ Se-81
Se-83	22.3 min	β⁻ / ph	5.30E-11	5.10E-11	0.362	1000	1.7	1.E+01	[1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Br-83
Br-74	25.4 min	ec, β⁺ / ph	6.80E-11	8.40E-11	1.022	1000	1.8	1.E+01	[1]	9.00E+07	1.00E+05	3	
Br-74m	46 min	ec, β⁺ / ph	1.10E-10	1.40E-10	1.347	900	1.8	1.E+01	[1]	5.00E+07	8.00E+04	3	
Br-75	96.7 min	ec, β⁺ / ph	8.50E-11	7.90E-11	0.189	900	1.3	1.E+01	[1]	7.00E+07	1.00E+05	3	→ Se-75
Br-76	16.2 h	ec, β⁺ / ph	5.80E-10	4.60E-10	0.503	700	1.1	1.E+01		1.00E+07	1.00E+04	**3**	
Br-77	57.036 h	ec, β⁺ / ph	1.30E-10	9.60E-11	0.051	60	0.1	1.E+01		5.00E+07	6.00E+04	100	
Br-80	17.68 min	β⁻, ec, β⁺ / ph	1.70E-11	3.10E-11	0.013	1000	1.5	1.E+02	[1]	4.00E+08	5.00E+05	3	
Br-80m	4.4205 h	it / ph	1.00E-10	1.10E-10	0.012	10	<0.1	1.E+03	[2]	6.00E+07	8.00E+04	1000	→ Br-80
Br-82	35.30 h	β⁻ / ph	8.80E-10	5.40E-10	0.395	1000	1.4	1.E+00		7.00E+06	9.00E+03	3	
Br-83	2.40 h	β⁻ / ph	6.70E-11	4.30E-11	0.001	1000	1.5	1.E+03	[2]	9.00E+07	1.00E+05	3	
Br-84	31.80 min	β⁻ / ph	6.20E-11	8.80E-11	0.923	1000	1.7	1.E+01	[1]	1.00E+08	1.00E+05	3	
Kr-79	35.04 h	ec, β⁺ / ph			0.042	100	0.2	1.E+01		2.00E+08	2.00E+05		
Kr-81	2.29 E5 a	ec / ph			0.004	8	<0.1	1.E+01		1.00E+10	1.00E+07		
Kr-83m	1.83 h	it / ph			0.002	3	<0.1	1.E+05	[1]	1.00E+12	1.00E+09		
Kr-85	10.756 a	β⁻ / ph			0.001	1000	1.5	1.E+02		5.00E+09	5.00E+06	[4]	
Kr-85m	4.480 h	β⁻, it / ph			0.026	1000	1.4	1.E+03		4.00E+08	4.00E+05		→ Kr-85
Kr-87	76.3 min	β⁻ / ph			0.501	1000	1.7	1.E+02		7.00E+07	7.00E+04		→ Rb-87
Kr-88	2.84 h	β⁻ / ph			0.264	1000	1.5	1.E+02	[1]	2.00E+07	2.00E+04	[5]	→ Rb-88 [6]
Kr-89	3.15 min	β⁻ / ph			2.047	900	1.8			3.00E+07	3.00E+04		→ Rb-89 [6]
Rb-79	22.9 min	ec, β⁺ / ph	3.00E-11	5.00E-11	0.217	2000	2.1	1.E+01	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Kr-79
Rb-81	4.576 h	ec, β⁺ / ph	6.80E-11	5.40E-11	0.101	1000	1.2	1.E+01	[1]	9.00E+07	1.00E+05	3	→ Kr-81

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	e_{ing} Sv/Bq	h_{10} (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq 10 cm stand	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ min Ab-(kBq/cm²)	LL Bq/g		LA Bq	CA Bq/m³	CS Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Rb-81m	30.5 min	it, ec, β⁺ / ph	1.30E-11	9.70E-12	0.006	5	0.3	1.E+03	[1]	5.00E+08	6.00E+05	30	→ Rb-81 [6]
Rb-82m	6.472 h	ec, β⁺ / ph	2.20E-10	1.30E-10	0.436	400	0.6	1.E+01		3.00E+07	4.00E+04	10	
Rb-83	86.2 d	ec / ph	1.00E-09	1.90E-09	0.082	20	<0.1	1.E+00	[2]	6.00E+06	8.00E+03	100	
Rb-84	32.77 d	ec, β⁺, β⁻ / ph	1.50E-09	2.80E-09	0.141	400	0.6	1.E+00		4.00E+06	6.00E+03	10	
Rb-86	18.642 d	β⁻, ec / ph	1.30E-09	2.80E-09	0.014	1000	1.6	1.E+02		5.00E+06	6.00E+03	3	
Rb-87	4.923 E10 a	β⁻	7.60E-10	1.50E-09	<0.001	1000	1.2	1.E+01		8.00E+06	1.00E+04	3	
Rb-88	17.78 min	β⁻ / ph	2.80E-11	9.00E-11	2.314	900	1.7	1.E+02	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	
Rb-89	15.15 min	β⁻ / ph	2.50E-11	4.70E-11	0.659	1000	1.8	1.E+02	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Sr-89
Sr-80 / Rb-80	106.3 min	ec, β⁺ / ph	2.10E-10	3.50E-10	1.750	900	1.7	1.E+03	[2]	3.00E+07	4.00E+04	3	
Sr-81	22.3 min	ec, β⁺ / ph	6.10E-11	7.80E-11	0.247	1000	1.6	1.E+01	[1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ Rb-81 [6]
Sr-82 / Rb-82	25.36 d	ec / ph	7.70E-09	6.10E-09	0.434	900	1.6	1.E+01	[1]	8.00E+05	1.00E+03	3	
Sr-83	32.41 h	ec, β⁺ / ph	4.90E-10	5.80E-10	0.127	400	0.5	1.E+01		1.00E+07	2.00E+04	10	→ Rb-83
Sr-85	64.84 d	ec / ph	6.40E-10	5.60E-10	0.086	20	0.1	1.E+00		9.00E+06	1.00E+04	100	
Sr-85m	67.63 min	it, ec, β⁺ / ph	7.40E-12	6.10E-12	0.035	70	0.1	1.E+02	[1]	8.00E+08	1.00E+06	100	→ Sr-85
Sr-87m	2.815 h	it, ec / ph	3.50E-11	3.30E-11	0.053	300	0.3	1.E+02	[1]	2.00E+08	2.00E+05	30	→ Rb-87
Sr-89	50.53 d	β⁻	5.60E-09	2.60E-09	<0.001	1000	1.6	1.E+03	[2]	1.00E+06	1.00E+03	3	
Sr-90	28.79 a	β⁻	7.70E-08	2.80E-08	<0.001	1000	1.4	1.E+00	[2]	8.00E+04	1.00E+02	3	→ Y-90 [6]
Sr-91	9.63 h	β⁻ / ph	5.70E-10	7.60E-10	0.117	1000	1.6	1.E+01	[2]	1.00E+07	1.00E+04	3	→ Y-91m, Y-91
Sr-92	2.66 h	β⁻ / ph	3.40E-10	4.90E-10	0.194	1000	1.4	1.E+01	[1]	2.00E+07	2.00E+04	3	→ Y-92 [6]
Y-86	14.74 h	ec, β⁺ / ph	8.10E-10	9.60E-10	0.515	500	0.8	1.E+00		7.00E+06	1.00E+04	10	
Y-86m	48 min	it, ec, β⁺ / ph	4.90E-11	5.60E-11	0.034	200	0.1	1.E+02	[1]	1.00E+08	2.00E+05	100	→ Y-86 [6]
Y-87	79.8 h	ec, β⁺ / ph	5.30E-10	5.50E-10	0.080	20	<0.1	1.E+01	[2]	1.00E+07	2.00E+04	300	
Y-88	106.65 d	ec, b+ / ph	3.30E-09	1.30E-09	0.380	40	0.2	1.E-01		2.00E+06	3.00E+03	30	
Y-90	64.10 h	β⁻	1.70E-09	2.70E-09	0.007	1000	1.6	1.E+03		4.00E+06	5.00E+03	3	
Y-90m	3.19 h	it, β⁻ / ph	1.30E-10	1.70E-10	0.098	200	0.2	1.E+01	[1]	5.00E+07	6.00E+04	30	→ Y-90
Y-91	58.51 d	β⁻ / ph	6.10E-09	2.40E-09	0.001	1000	1.6	1.E+02		1.00E+06	1.00E+03	3	
Y-91m	49.71 min	it / ph	1.50E-11	1.10E-11	0.082	70	0.1	1.E+02	[1]	4.00E+08	6.00E+05	100	→ Y-91
Y-92	3.54 h	β⁻ / ph	2.80E-10	4.90E-10	0.546	1000	1.7	1.E+02		2.00E+07	3.00E+04	3	
Y-93	10.18 h	β⁻ / ph	6.00E-10	1.20E-09	0.098	1000	1.6	1.E+02		1.00E+07	1.00E+04	3	→ Zr-93
Y-94	18.7 min	β⁻ / ph	4.60E-11	8.10E-11	1.111	900	1.7	1.E+01	[1]	1.00E+08	2.00E+05	3	
Y-95	10.3 min	β⁻ / ph	2.60E-11	4.60E-11	1.219	1000	1.7	1.E+01	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Zr-95 [6]

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq 10 cm stand	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/ min Ab-(kBq/cm²)	**LL** Bq/g		**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Zr-86	16.5 h	ec, β^+ / ph	7.00E-10	8.60E-10	0.069	100	0.1	1.E+01	[2]	9.00E+06	1.00E+04	100	→ Y-86 [6]
Zr-88	83.4 d	ec / ph	4.10E-09	3.30E-10	0.076	50	0.1	1.E+00		1.00E+06	2.00E+03	100	→ Y-88 [6]
Zr-89	78.41 h	ec, β^+ / ph	7.50E-10	7.90E-10	0.182	400	0.5	1.E+01	[1]	8.00E+06	1.00E+04	10	
Zr-93	1.53 E6 a	β^-	2.90E-08	2.80E-10	<0.001	<1	<0.1	1.E+01		2.00E+05	3.00E+02	1000	→ Nb-93m
Zr-95	64.032 d	β^- / ph	4.20E-09	8.80E-10	0.112	1000	1.1	1.E+00	[2]	1.00E+06	2.00E+03	3	→ Nb-95 [6]
Zr-97	16.744 h	β^- / ph	1.40E-09	2.10E-09	0.027	1000	1.6	1.E+01	[2]	4.00E+06	6.00E+03	3	→ Nb-97
Nb-88	14.5 min	ec, β^+ / ph	5.00E-11	6.30E-11	0.719	1000	1.8	1.E+01	[1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Zr-88
Nb-89	2.03 h	ec, β^+ / ph	1.90E-10	3.00E-10	0.392	700	1.3	1.E+01	[1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ Zr-89
Nb-89m	66 min	ec, β^+ / ph	1.20E-10	1.40E-10	0.306	900	1.5	1.E+01	[1]	5.00E+07	7.00E+04	3	→ Zr-89
Nb-90	14.60 h	ec, β^+ / ph	1.10E-09	1.20E-09	0.574	2000	1.9	1.E+01	[1]	5.00E+06	8.00E+03	3	
Nb-91	680 a	ec, β^+ / ph						1.E+02		1.00E+06	2.00E+03	1000	
Nb-91m	60.86 d	it, ec, β^+ / ph						1.E+01		3.00E+06	4.00E+03	300	
Nb-92m	10.15 d	ec, β^+ / ph						1.E+01		1.00E+07	1.00E+04	300	
Nb-93m	16.13 a	it / ph	8.60E-10	1.20E-10	0.003	<1	<0.1	1.E+01		7.00E+06	1.00E+04	1000	
Nb-94	2.03 E4 a	β^- / ph	2.50E-08	1.70E-09	0.237	1000	1.5	1.E-01		2.00E+05	3.00E+02	3	
Nb-95	34.991 d	β^- / ph	1.30E-09	5.80E-10	0.116	100	0.3	1.E+00		5.00E+06	6.00E+03	30	
Nb-95m	3.61 d	it, β^- / ph	8.50E-10	5.60E-10	0.021	2000	1.4	1.E+02		7.00E+06	1.00E+04	3	→ Nb-95 [6]
Nb-96	23.35 h	β^- / ph	9.70E-10	1.10E-09	0.372	1000	1.6	1.E+00		6.00E+06	9.00E+03	3	
Nb-97	72.1 min	β^- / ph	7.20E-11	6.80E-11	0.099	1000	1.6	1.E+01	[1]	8.00E+07	1.00E+05	3	
Nb-98m	51.3 min	β^- / ph	9.90E-11	1.10E-10	0.393	1000	1.8	1.E+01	[1]	6.00E+07	8.00E+04	3	
Mo-90	5.56 h	ec, β^+ / ph	5.60E-10	6.20E-10	0.147	1000	1.4	1.E+01	[1]	1.00E+07	1.00E+04	3	→ Nb-90 [6]
Mo-93	4.0 E3 a	ec / ph	1.40E-09	2.60E-09	0.016	4	<0.1	1.E+01		4.00E+06	6.00E+03	100	
Mo-93m	6.85 h	it, ec / ph	3.00E-10	2.80E-10	0.330	800	0.8	1.E+01		2.00E+07	3.00E+04	10	→ Mo-93
Mo-99	65.94 h	β^- / ph	1.10E-09	1.20E-09	0.024	1000	1.6	1.E+01	[2]	5.00E+06	8.00E+03	3	→ Tc-99m, Tc-99
Mo-101	14.61 min	β^- / ph	4.50E-11	4.20E-11	0.196	1000	1.7	1.E+01	[1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Tc-101
Tc-93	2.75 h	ec, β^+ / ph	6.50E-11	4.90E-11	0.222	20	0.1	1.E+01	[1]	9.00E+07	1.00E+05	100	→ Mo-93
Tc-93m	43.5 min	it, ec, β^+ / ph	3.10E-11	2.40E-11	0.098	300	0.4	1.E+01	[1]	2.00E+08	3.00E+05	10	→ Tc-93, Mo-93
Tc-94	293 min	ec, β^+ / ph	2.20E-10	1.80E-10	0.414	200	0.4	1.E+01	[1]	3.00E+07	4.00E+04	10	
Tc-94m	52.0 min	ec, β^+ / ph	8.00E-11	1.10E-10	0.285	700	1.3	1.E+01	[1]	8.00E+07	1.00E+05	3	
Tc-95	20.0 h	ec / ph	1.80E-10	1.60E-10	0.135	20	0.1	1.E+01		3.00E+07	5.00E+04	100	
Tc-95m	61 d	ec, β^+, it / ph	8.60E-10	6.20E-10	0.117	100	0.1	1.E+00	[2]	7.00E+06	1.00E+04	100	→ Tc-95

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	e_{ing} Sv/Bq	h_{10} (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq min 10 cm stand	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	LL Bq/g		LA Bq	CA Bq/m³	CS Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Tc-96	4.28 d	ec / ph	1.00E-09	1.10E-09	0.388	40	0.2	1.E+00		6.00E+06	8.00E+03	30	
Tc-96m	51.5 min	it, ec, β⁺ / ph	1.10E-11	1.30E-11	0.016	3	<0.1	1.E+03	[1]	5.00E+08	8.00E+05	1000	→ Tc-96
Tc-97	2.6 E6 a	ec / ph	1.60E-10	8.30E-11	0.017	4	<0.1	1.E+01		4.00E+07	5.00E+04	1000	
Tc-97m	90.1 d	it / ph	2.70E-09	6.60E-10	0.014	30	0.7	1.E+02		2.00E+06	3.00E+03	10	→ Tc-97
Tc-98	4.2 E6 a	β⁻ / ph	6.10E-09	2.30E-09	0.215	2000	1.5	1.E-01		1.00E+06	1.00E+03	3	
Tc-99	2.111 E5 a	β⁻	3.20E-09	7.80E-10	<0.001	1000	1.1	1.E+00		2.00E+06	3.00E+03	3	
Tc-99m	6.015 h	it, β⁻/ ph	2.90E-11	2.20E-11	0.022	300	0.2	1.E+02	[1]	2.00E+08	3.00E+05	30	→ Tc-99
Tc-101	14.2 min	β⁻ / ph	2.10E-11	1.90E-11	0.055	1000	1.6	1.E+02	[1]	3.00E+08	4.00E+05	3	
Tc-104	18.3 min	β⁻ / ph	4.80E-11	8.10E-11	1.219	1000	1.8	1.E+01	[1]	1.00E+08	2.00E+05	3	
Ru-94	51.8 min	ec, β⁺ / ph	7.40E-11	9.40E-11	0.100	20	0.1	1.E+02	[1]	8.00E+07	1.00E+05	100	→ Tc-94
Ru-97	2.9 d	ec / ph	1.60E-10	1.50E-10	0.055	100	0.1	1.E+01		4.00E+07	5.00E+04	100	→ Tc-97
Ru-103	39.26 d	β⁻ / ph	2.20E-09	7.30E-10	0.073	500	0.6	1.E+00	[2]	3.00E+06	4.00E+03	10	
Ru-105	4.44 h	β⁻ / ph	2.50E-10	2.60E-10	0.119	1000	1.6	1.E+01	[1]	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Rh-105
Ru-106 / Rh-106	373.59 d	β⁻ / ph	3.50E-08	7.00E-09	0.357	1000	1.6	1.E-01	[2]	2.00E+05	2.00E+02	3	
Rh-99	16.1 d	ec, β⁺ / ph	8.90E-10	5.10E-10	0.115	100	0.2	1.E+01	[1]	7.00E+06	9.00E+03	30	
Rh-99m	4.7 h	ec, β⁺ / ph	7.30E-11	6.60E-11	0.122	100	0.2	1.E+01	[1]	8.00E+07	1.00E+05	30	
Rh-100	20.8 h	ec, β⁺ / ph	6.30E-10	7.10E-10	0.392	100	0.3	1.E+00		1.00E+07	1.00E+04	30	
Rh-101	3.3 a	ec / ph	3.10E-09	5.50E-10	0.062	300	0.4	1.E+00		2.00E+06	3.00E+03	10	
Rh-101m	4.34 d	ec,it / ph	2.70E-10	2.20E-10	0.066	200	0.2	1.E+01		2.00E+07	3.00E+04	30	→ Rh-101
Rh-102	207 d	ec, β⁺, β⁻ / ph	4.20E-09	1.20E-09	0.085	400	0.6	1.E-01		1.00E+06	2.00E+03	10	
Rh-102m	3.742 a	ec, β⁺, it / ph	9.00E-09	2.60E-09	0.339	50	0.2	1.E+00		7.00E+05	9.00E+02	30	→ Rh-102
Rh-103m	56.114 min	it / ph	2.50E-12	3.80E-12	0.002	<1	<0.1	1.E+04	[1]	2.00E+09	3.00E+06	1000	
Rh-105	35.36 h	β⁻ / ph	4.40E-10	3.70E-10	0.013	1000	1.2	1.E+02		1.00E+07	2.00E+04	3	
Rh-106m	131 min	β⁻ / ph	1.90E-10	1.60E-10	0.436	1000	1.7	1.E+01	[1]	3.00E+07	4.00E+04	3	
Rh-107	21.7 min	β⁻ / ph	2.80E-11	2.40E-11	0.051	1000	1.6	1.E+02	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Pd-107
Pd-100	3.63 d	ec / ph	9.70E-10	9.40E-10	0.050	20	0.1	1.E+00	[2]	6.00E+06	9.00E+03	100	→ Rh-100 [6]
Pd-101	8.47 h	ec, β⁺ / ph	1.00E-10	9.40E-11	0.081	100	0.2	1.E+02		6.00E+07	8.00E+04	30	→ Rh-101m
Pd-103	16.991 d	ec / ph	3.00E-10	1.90E-10	0.019	3	<0.1	1.E+03	[1]	2.00E+07	3.00E+04	1000	→ Rh-103m
Pd-107	6.5 E6 a	β⁻	2.90E-10	3.70E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+03		2.00E+07	3.00E+04	1000	
Pd-109	13.7012 h	β⁻ / ph	5.00E-10	5.50E-10	0.010	1000	2	1.E+02	[2]	1.00E+07	2.00E+04	3	
Ag-102	12.9 min	ec, β⁺ / ph	3.20E-11	4.00E-11	0.546	800	1.4	1.E+01	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq 1 min 10 cm stand	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	**LL** Bq/g		**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Ag-103	65.7 min	ec, β⁺ / ph	4.50E-11	4.30E-11	0.125	500	0.8	1.E+01	[1]	1.00E+08	2.00E+05	10	→ Pd-103
Ag-104	69.2 min	ec, β⁺ / ph	7.10E-11	6.00E-11	0.410	300	0.5	1.E+01	[1]	8.00E+07	1.00E+05	10	
Ag-104m	33.5 min	ec, β⁺, it / ph	4.50E-11	5.40E-11	0.188	400	0.8	1.E+01	[1]	1.00E+08	2.00E+05	10	→ Ag-104 [6]
Ag-105	41.29 d	ec / ph	8.00E-10	4.70E-10	0.102	50	0.1	1.E+00		8.00E+06	1.00E+04	100	
Ag-106	23.96 min	ec, β⁺, b- / ph	2.70E-11	3.20E-11	0.117	700	1	1.E+01	[1]	2.00E+08	3.00E+05	10	
Ag-106m	8.28 d	ec / ph	1.60E-09	1.50E-09	0.435	60	0.2	1.E+00		4.00E+06	5.00E+03	30	
Ag-108m / Ag-108	418 a	ec, it / ph	1.90E-08	2.30E-09	0.263	100	0.3	1.E-01	[2]	3.00E+05	4.00E+02	30	
Ag-110m / Ag-110	249.76 d	β⁻, it / ph	7.30E-09	2.80E-09	0.409	500	0.6	1.E-01	[2]	8.00E+05	1.00E+03	10	
Ag-111	7.45 d	β⁻ / ph	1.60E-09	1.30E-09	0.004	1000	1.6	1.E+02		4.00E+06	5.00E+03	3	
Ag-112	3.130 h	β⁻ / ph	2.60E-10	4.30E-10	0.640	1000	1.7	1.E+01	[1]	2.00E+07	3.00E+04	3	
Ag-115	20.0 min	β⁻ / ph	4.40E-11	6.00E-11	0.181	1000	1.7	1.E+01	[1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Cd-115, Cd-115m
Cd-104	57.7 min	ec / ph	6.30E-11	5.80E-11	0.062	20	0.1	1.E+02	[1]	1.00E+08	1.00E+05	100	→ Ag-104 [6]
Cd-107	6.50 h	ec, β⁺ / ph	1.10E-10	6.20E-11	0.030	20	0.6	1.E+03	[1]	5.00E+07	8.00E+04	10	
Cd-109	461.4 d	ec / ph	9.60E-09	2.00E-09	0.027	5	0.4	1.E+00	[2]	6.00E+05	9.00E+02	10	
Cd-113	7.7 E15 a	β⁻	1.40E-07	2.50E-08	<0.001	1000	0.9	1.E-01		4.00E+04	6.00E+01	10	
Cd-113m	14.1 a	β⁻, it	1.30E-07	2.30E-08	<0.001	1000	1.4	1.E-01	[2]	5.00E+04	6.00E+01	3	
Cd-115	53.46 h	β⁻ / ph	1.30E-09	1.40E-09	0.037	1000	1.5	1.E+01	[2]	5.00E+06	6.00E+03	3	→ In-115
Cd-115m	44.6 d	β⁻ / ph	6.40E-09	3.30E-09	0.003	1000	1.6	1.E+02	[2]	9.00E+05	1.00E+03	3	→ In-115
Cd-117	2.49 h	β⁻ / ph	2.50E-10	2.80E-10	0.158	1000	1.5	1.E+01	[1]	2.00E+07	3.00E+04	3	→ In-117m, In-117
Cd-117m	3.36 h	β⁻ / ph	3.20E-10	2.80E-10	0.282	1000	1.5	1.E+01	[1]	2.00E+07	3.00E+04	3	→ In-117, In-117m
In-109	4.2 h	ec, β⁺ / ph	7.30E-11	6.60E-11	0.117	300	0.3	1.E+01	[1]	8.00E+07	1.00E+05	30	→ Cd-109
In-110	4.9 h	ec, β⁺ / ph	2.50E-10	2.40E-10	0.468	60	0.2	1.E+01	[1]	2.00E+07	3.00E+04	30	
In-110m	69.1 min	ec, β⁺ / ph	8.10E-11	1.00E-10	0.238	700	1.1	1.E+01	[1]	7.00E+07	1.00E+05	3	
In-111	2.8047 d	ec / ph	3.10E-10	2.90E-10	0.082	400	0.3	1.E+01	[2]	2.00E+07	3.00E+04	30	
In-112	14.97 min	ec, β⁺, β⁻ / ph	1.30E-11	1.00E-11	0.047	900	1	1.E+02	[1]	5.00E+08	6.00E+05	10	
In-113m	1.6579 h	it / ph	3.20E-11	2.80E-11	0.047	500	0.6	1.E+02	[1]	2.00E+08	3.00E+05	10	
In-114m / In-114	49.51 d	it, ec / ph	1.10E-08	4.10E-09	0.023	3000	3.2	1.E+01	[2]	5.00E+05	8.00E+02	3	
In-115	4.41 E14 a	β⁻	4.50E-07	3.20E-08	<0.001	1000	1.3	1.E+02		1.00E+04	2.00E+01	3	
In-115m	4.486 h	it, β⁻ / ph	8.70E-11	8.60E-11	0.033	900	1	1.E+02		7.00E+07	1.00E+05	10	→ In-115
In-116m	54.41 min	β⁻ / ph	8.00E-11	6.40E-11	0.356	1000	1.7	1.E+01	[1]	8.00E+07	1.00E+05	3	

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	e_{ing} Sv/Bq	h_{10} (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq min 10 cm stand	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	LL Bq/g		LA Bq	CA Bq/m³	CS Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
In-117	43.2 min	β⁻ / ph	4.80E-11	3.10E-11	0.109	2000	1.8	1.E+01	[1]	1.00E+08	2.00E+05	3	
In-117m	116.2 min	β⁻, it / ph	1.10E-10	1.20E-10	0.019	1000	1.4	1.E+02	[1]	5.00E+07	8.00E+04	3	→ In-117 [6]
In-119m / In-119	18.0 min	β⁻, it / ph	2.90E-11	4.70E-11	0.033	1000	1.7	1.E+02	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	
Sn-110	4.11 h	ec / ph	2.60E-10	3.50E-10	0.064	70	0.1	1.E+02	[2]	2.00E+07	3.00E+04	100	→ In-110S [6]
Sn-111	35.3 min	ec, β⁺ / ph	2.20E-11	2.30E-11	0.087	400	0.6	1.E+02	[1]	3.00E+08	4.00E+05	10	→ In-111
Sn-113	115.09 d	ec / ph	1.90E-09	7.30E-10	0.019	4	<0.1	1.E+00	[2]	3.00E+06	4.00E+03	300	→ In-113m
Sn-117m	13.76 d	it / ph	2.20E-09	7.10E-10	0.038	3000	2.4	1.E+02		3.00E+06	4.00E+03	3	
Sn-119m	293.1 d	it / ph	1.50E-09	3.40E-10	0.011	1	<0.1	1.E+01		4.00E+06	6.00E+03	1000	
Sn-121	27.03 h	β⁻	2.80E-10	2.30E-10	<0.001	1000	1.1	1.E+03		2.00E+07	3.00E+04	3	
Sn-121m	43.9 a	it, β⁻ / ph	3.30E-09	3.80E-10	0.004	300	0.3	1.E+00	[2]	2.00E+06	3.00E+03	30	→ Sn-121
Sn-123	129.2 d	β⁻ / ph	5.60E-09	2.10E-09	0.001	1000	1.6	1.E+02		1.00E+06	1.00E+03	3	
Sn-123m	40.06 min	β⁻ / ph	4.40E-11	3.80E-11	0.024	2000	1.9	1.E+02	[1]	1.00E+08	2.00E+05	3	
Sn-125	9.64 d	β⁻ / ph	2.80E-09	3.10E-09	0.053	1000	1.5	1.E+01		2.00E+06	3.00E+03	3	→ Sb-125
Sn-126	2.30 E5 a	β⁻ / ph	1.80E-08	4.70E-09	0.017	1000	1.2	1.E-01	[2]	3.00E+05	5.00E+02	3	→ Sb-126 [6]
Sn-127	2.10 h	β⁻ / ph	2.00E-10	2.00E-10	0.313	1000	1.6	1.E+01	[1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ Sb-127 [6]
Sn-128	59.07 min	β⁻ / ph	1.50E-10	1.50E-10	0.138	1000	1.5	1.E+01	[1]	4.00E+07	6.00E+04	3	→ Sb-128S [6]
Sb-115	32.1 min	ec, β⁺ / ph	2.30E-11	2.40E-11	0.151	400	0.6	1.E+01	[1]	3.00E+08	4.00E+05	10	
Sb-116	15.8 min	ec, β⁺ / ph	2.30E-11	2.60E-11	0.321	500	0.9	1.E+01	[1]	3.00E+08	4.00E+05	10	
Sb-116m	60.3 min	ec, β⁺ / ph	8.50E-11	6.70E-11	0.487	400	0.9	1.E+01	[1]	7.00E+07	1.00E+05	10	
Sb-117	2.80 h	ec, β⁺ / ph	2.70E-11	1.80E-11	0.045	400	0.3	1.E+02	[1]	2.00E+08	3.00E+05	30	
Sb-118m	5.00 h	ec, β⁺ / ph	2.30E-10	2.10E-10	0.411	200	0.3	1.E+01	[1]	3.00E+07	4.00E+04	30	
Sb-119	38.19 h	ec / ph	5.90E-11	8.10E-11	0.022	3	<0.1	1.E+03	[1]	1.00E+08	1.00E+05	1000	
Sb-120	15.89 min	ec, β⁺ / ph	1.20E-11	1.40E-11	0.079	500	0.7	1.E+02	[1]	5.00E+08	7.00E+05	10	
Sb-120m	5.76 d	ec / ph	1.30E-09	1.20E-09	0.386	400	0.4	1.E+00		5.00E+06	6.00E+03	10	
Sb-122	2.7238 d	β⁻, ec, β⁺ / ph	1.20E-09	1.70E-09	0.068	1000	1.6	1.E+01		5.00E+06	7.00E+03	3	
Sb-124	60.20 d	β⁻ / ph	4.70E-09	2.50E-09	0.261	1000	1.5	1.E+00		1.00E+06	2.00E+03	3	
Sb-124n	20.2 min	it / ph	8.30E-12	8.00E-12	<0.001	<1	<0.1	1.E+02	[1]	7.00E+08	1.00E+06	1000	→ Sb-124 [6]
Sb-125	2.75856 a	β⁻ / ph	3.30E-09	1.10E-09	0.076	700	0.7	1.E-01	[2]	2.00E+06	3.00E+03	10	→ Te-125m
Sb-126	12.35 d	β⁻ / ph	3.20E-09	2.40E-09	0.434	1000	1.5	1.E+00		2.00E+06	3.00E+03	3	
Sb-126m	19.15 min	β⁻, it / ph	3.30E-11	3.60E-11	0.239	1000	1.5	1.E+01	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Sb-126 [6]

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq 10 cm stand	min **$hc_{0,07}$** (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	**LL** Bq/g		**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Sb-127	3.85 d	β⁻ / ph	1.70E-09	1.70E-09	0.106	1000	1.6	1.E+01	[2]	4.00E+06	5.00E+03	3	→ Te-127, Te-127m
Sb-128	10.4min	β⁻ / ph	6.70E-10	7.60E-10	0.472	1000	1.8	1.E+01		9.00E+06	1.00E+04	3	
Sb-128m	9.01 h	β⁻, it / ph	2.60E-11	3.30E-11	0.313	1000	1.8	1.E+01	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	
Sb-129	4.40 h	β⁻ / ph	3.50E-10	4.20E-10	0.212	1000	1.6	1.E+01	[1]	2.00E+07	2.00E+04	3	→ Te-129, Te-129m
Sb-130	39.5 min	β⁻ / ph	9.10E-11	9.10E-11	0.505	2000	2.1	1.E+01	[1]	7.00E+07	9.00E+04	3	
Sb-131	23.03 min	β⁻ / ph	8.30E-11	1.00E-10	0.278	1000	1.7	1.E+01	[1]	7.00E+07	1.00E+05	3	→ Te-131, Te-131m
Te-116	2.49 h	ec, β⁺ / ph	1.70E-10	1.70E-10	0.033	8	0.2	1.E+02	[1]	4.00E+07	5.00E+04	30	→ Sb-116 [6]
Te-119m	4.70 d	ec, β⁺ / ph						1.E+00		1.00E+07	1.00E+04	300	
Te-121	19.16 d	ec / ph	4.40E-10	4.30E-10	0.104	20	0.1	1.E+01		1.00E+07	2.00E+04	100	
Te-121m	154 d	it, ec / ph	3.60E-09	2.30E-09	0.043	200	0.4	1.E+00		2.00E+06	2.00E+03	10	→ Te-121 [6]
Te-123	6.00 E14 a	ec / ph	5.00E-09	4.40E-09	0.017	2	<0.1	1.E-01		1.00E+06	2.00E+03	100	
Te-123m	119.25 d	it / ph	3.40E-09	1.40E-09	0.032	400	0.8	1.E+00		2.00E+06	2.00E+03	10	→ Te-123
Te-125m	57.40 d	it / ph	2.90E-09	8.70E-10	0.027	500	1.1	1.E+03		2.00E+06	3.00E+03	3	
Te-127	9.35 h	β⁻ / ph	1.80E-10	1.70E-10	0.001	1000	1.4	1.E+03		3.00E+07	5.00E+04	3	
Te-127m	109 d	it, β⁻ / ph	6.20E-09	2.30E-09	0.009	40	0.5	1.E+01	[2]	1.00E+06	1.00E+03	10	→ Te-127
Te-129	69.6 min	β⁻ / ph	5.70E-11	6.30E-11	0.012	1000	1.6	1.E+02	[1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ I-129
Te-129m	33.6 d	it, β⁻ / ph	5.40E-09	3.00E-09	0.011	600	1.2	1.E+01	[2]	1.00E+06	2.00E+03	3	→ Te-129
Te-131	25.0 min	β⁻ / ph	6.10E-11	8.70E-11	0.067	2000	2	1.E+02		1.00E+08	1.00E+05	3	→ I-131
Te-131m	30 h	β⁻, it / ph	1.60E-09	1.90E-09	0.208	2000	1.5	1.E+01	[2]	4.00E+06	5.00E+03	3	→ I-131, Te-131
Te-132	3.204 d	β⁻ / ph	3.00E-09	3.70E-09	0.050	700	0.7	1.E+00	[2]	2.00E+06	3.00E+03	10	→ I-132 [6]
Te-133	12.5 min	β⁻ / ph	4.40E-11	7.20E-11	0.151	1000	1.7	1.E+01	[1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ I-133
Te-133m	55.4 min	β⁻, it / ph	1.90E-10	2.80E-10	0.344	1000	1.8	1.E+01	[1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ I-133, Te-133
Te-134	41.8 min	β⁻ / ph	1.10E-10	1.10E-10	0.142	2000	1.7	1.E+01	[1]	5.00E+07	8.00E+04	3	→ I-134 [6]
I-120	81.6 min	ec, β⁺ / ph	1.90E-10	3.40E-10	1.155	800	1.5	1.E+01	[1]	3.00E+07	4.00E+04	3	
I-120m	53 min	ec, β⁺ / ph	1.40E-10	2.10E-10	1.108	800	1.7	1.E+01	[1]	4.00E+07	6.00E+04	3	
I-121	2.12 h	ec, β⁺ / ph	3.90E-11	8.20E-11	0.077	400	0.4	1.E+02	[1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ Te-121
I-123	13.27 h	ec / ph	1.10E-10	2.10E-10	0.043	400	0.3	1.E+02		5.00E+07	8.00E+04	30	→ Te-123
I-124	4.1760 d	ec, β⁺ / ph	6.30E-09	1.30E-08	0.170	300	0.5	1.E+01		1.00E+06	1.00E+03	10	

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	e_{ing} Sv/Bq	h_{10} (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq min 10 cm stand	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	**LL** Bq/g		**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
I-125	59.400 d	ec / ph	7.30E-09	1.50E-08	0.033	4	<0.1	1.E+02		8.00E+05	1.00E+03	10	
I-126	12.93 d	ec, β⁺, β⁻ / ph	1.40E-08	2.90E-08	0.078	700	0.7	1.E+01		4.00E+05	6.00E+02	10	
I-128	24.99 min	β⁻, ec, β⁺ / ph	2.20E-11	4.60E-11	0.016	1000	1.5	1.E+02	[1]	3.00E+08	4.00E+05	3	
I-129	1.57 E7 a	β⁻ / ph	5.10E-08	1.10E-07	0.016	100	0.3	1.E-02		1.00E+05	2.00E+02	3	→ Xe-129
I-130	12.36 h	β⁻ / ph	9.60E-10	2.00E-09	0.325	1000	1.6	1.E+01		6.00E+06	9.00E+03	3	
I-131	8.02070 d	β⁻ / ph	1.10E-08	2.20E-08	0.062	1000	1.4	1.E+01		5.00E+05	8.00E+02	3	→ Xe-131m
I-132	2.295 h	β⁻ / ph	2.00E-10	2.90E-10	0.338	1000	1.7	1.E+01	[1]	3.00E+07	4.00E+04	3	
I-132m	1.387 h	it, β⁻ / ph	1.10E-10	2.20E-10	0.055	300	1	1.E+02		5.00E+07	8.00E+04	10	→ I-132 [6]
I-133	20.8 h	β⁻ / ph	2.10E-09	4.30E-09	0.093	1000	1.6	1.E+01		3.00E+06	4.00E+03	3	→ Xe-133, Xe-133m
I-134	52.5 min	β⁻ / ph	7.90E-11	1.10E-10	0.385	1000	1.8	1.E+01	[1]	8.00E+07	1.00E+05	3	
I-135	6.57 h	β⁻ / ph	4.60E-10	9.30E-10	0.223	1000	1.6	1.E+01	[2]	1.00E+07	2.00E+04	3	→ Xe-135, Xe-135m
Xe-122 / I-122	20.1 h	ec, β⁺ / ph			0.284	800	1.3	1.E+02	[1]	7.00E+07	7.00E+04		
Xe-123	2.08 h	ec, β⁺ / ph			0.107	800	0.9	1.E+02	[1]	1.00E+08	1.00E+05		→ I-123
Xe-125	16.9 h	ec, β⁺ / ph			0.060	300	0.2	1.E+02		3.00E+08	3.00E+05		→ I-125
Xe-127	36.4 d	ec / ph			0.059	400	0.3	1.E+01		2.00E+08	2.00E+05		
Xe-129m	8.88 d	it / ph			0.030	3000	1.9	1.E+03		3.00E+09	3.00E+06		
Xe-131m	11.84 d	it / ph			0.012	3000	2.1	1.E+03		8.00E+09	8.00E+06		
Xe-133	5.243 d	β⁻ / ph			0.016	1000	1	1.E+02		2.00E+09	2.00E+06		
Xe-133m	2.19 d	it / ph			0.016	2000	1.7	1.E+02		2.00E+09	2.00E+06		→ Xe-133
Xe-135	9.14 h	β⁻ / ph			0.040	2000	1.6	1.E+02		3.00E+08	3.00E+05		→ Cs-135
Xe-135m	15.29 min	it, β⁻ / ph			0.069	200	0.4	1.E+02	[1]	2.00E+08	2.00E+05		→ Cs-135
Xe-137	3.818 min	β⁻ / ph			1.167	2	1.7			3.00E+08	3.00E+05		
Xe-138	14.08 min	β⁻ / ph			0.166	1000	1.7	1.E+02	[1]	5.00E+07	5.00E+04		→ Cs-138 [6]
Cs-125	45 min	ec, β⁺ / ph	2.30E-11	3.50E-11	0.114	500	0.7	1.E+01	[1]	3.00E+08	4.00E+05	10	→ Xe-125
Cs-127	6.25 h	ec, β⁺ / ph	4.00E-11	2.40E-11	0.079	100	0.2	1.E+02		2.00E+08	2.00E+05	30	→ Xe-127
Cs-129	32.06 h	ec, β⁺ / ph	8.10E-11	6.00E-11	0.063	30	<0.1	1.E+01		7.00E+07	1.00E+05	1000	
Cs-130	29.21 min	ec, β⁺, β⁻ / ph	1.50E-11	2.80E-11	0.087	500	0.8	1.E+02	[1]	4.00E+08	6.00E+05	10	
Cs-131	9.689 d	ec / ph	4.50E-11	5.80E-11	0.016	2	<0.1	1.E+03	[1]	1.00E+08	2.00E+05	1000	
Cs-132	6.479 d	ec, β⁺, β⁻ / ph	3.80E-10	5.00E-10	0.119	50	0.1	1.E+01		2.00E+07	2.00E+04	100	

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq min 10 cm stand	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	**LL** Bq/g		**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Cs-134	2.0648 a	β⁻, ec / ph	9.60E-09	1.90E-08	0.236	1000	1.1	1.E-01		6.00E+05	9.00E+02	3	
Cs-134m	2.903 h	it / ph	2.60E-11	2.00E-11	0.009	1000	1.5	1.E+03		2.00E+08	3.00E+05	3	→ Cs-134 [6]
Cs-135	2.3 E6 a	β⁻	9.90E-10	2.00E-09	0.000	600	0.7	1.E+02		6.00E+06	8.00E+03	10	
Cs-135m	53 min	it / ph	2.40E-11	1.90E-11	0.239	70	0.2	1.E+01	[1]	3.00E+08	3.00E+05	30	→ Cs-135
Cs-136	13.16 d	β⁻ / ph	1.90E-09	3.00E-09	0.327	1000	1.5	1.E+00		3.00E+06	4.00E+03	3	
Cs-137 / Ba-137m	30.1671 a	β⁻, it / ph	6.70E-09	1.30E-08	0.092	2000	1.5	1.E-01	[2]	9.00E+05	1.00E+03	3	
Cs-138	33.41 min	β⁻ / ph	4.60E-11	9.20E-11	0.445	1000	1.8	1.E+01	[1]	1.00E+08	2.00E+05	3	
Ba-126 / Cs-126	100 min	ec, β⁺ / ph	1.20E-10	2.60E-10	0.805	900	1.6	1.E+02	[1]	5.00E+07	7.00E+04	3	
Ba-128 / Cs-128	2.43 d	ec, β⁺ / ph	1.30E-09	2.70E-09	0.209	700	1.2	1.E+02	[2]	5.00E+06	6.00E+03	3	
Ba-131	11.50 d	ec / ph	3.50E-10	4.50E-10	0.087	300	0.4	1.E+01		2.00E+07	2.00E+04	10	→ Cs-131
Ba-131m	14.6 min	it / ph	6.40E-12	4.90E-12	0.019	50	0.4	1.E+02	[1]	9.00E+08	1.00E+06	10	→ Ba-131
Ba-133	10.52 a	ec / ph	1.80E-09	1.00E-09	0.085	70	0.1	1.E-01		3.00E+06	5.00E+03	100	
Ba-133m	38.9 h	it, ec / ph	2.80E-10	5.50E-10	0.019	2000	1.5	1.E+02		2.00E+07	3.00E+04	3	→ Ba-133
Ba-135m	28.7 h	it / ph	2.30E-10	4.50E-10	0.018	2000	1.5	1.E+02		3.00E+07	4.00E+04	3	
Ba-139	83.06 min	β⁻ / ph	5.50E-11	1.20E-10	0.012	1000	1.7	1.E+02	[1]	1.00E+08	2.00E+05	3	
Ba-140	12.752 d	β⁻ / ph	1.60E-09	2.50E-09	0.031	1000	1.5	1.E+00		4.00E+06	5.00E+03	3	→ La-140 [6]
Ba-141	18.27 min	β⁻ / ph	3.50E-11	7.00E-11	0.152	1000	1.9	1.E+02	[1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ La-141
Ba-142	10.6 min	β⁻ / ph	2.70E-11	3.50E-11	0.160	1000	1.7	1.E+02	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ La-142 [6]
La-131	59 min	ec, β⁺ / ph	3.60E-11	3.50E-11	0.116	400	0.6	1.E+01	[1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ Ba-131
La-132	4.8 h	ec, β⁺ / ph	2.80E-10	3.90E-10	0.379	400	0.8	1.E+01	[1]	2.00E+07	3.00E+04	10	
La-135	19.5 h	ec, β⁺ / ph	2.50E-11	3.00E-11	0.017	2	<0.1	1.E+03		2.00E+08	3.00E+05	1000	
La-137	6.0 E4 a	ec / ph	1.00E-08	8.10E-11	0.014	2	<0.1	1.E+02		6.00E+05	8.00E+02	1000	
La-138	1.02 E11 a	ec, β⁻ / ph	1.80E-07	1.10E-09	0.185	400	0.4	1.E-01		3.00E+04	5.00E+01	10	
La-140	1.6781 d	β⁻ / ph	1.50E-09	2.00E-09	0.332	1000	1.8	1.E+00		4.00E+06	6.00E+03	3	
La-141	3.92 h	β⁻ / ph	2.20E-10	3.60E-10	0.016	1000	1.6	1.E+02	[1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ Ce-141
La-142	91.1 min	β⁻ / ph	1.50E-10	1.80E-10	0.490	1000	1.8	1.E+01	[1]	4.00E+07	6.00E+04	3	
La-143	14.2 min	β⁻ / ph	3.30E-11	5.60E-11	0.219	1000	1.6	1.E+02	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Ce-143
Ce-134 / La -134	3.16 d	ec, β⁺ / ph	1.60E-09	2.50E-09	0.149	600	1	1.E+03	[2]	4.00E+06	5.00E+03	10	
Ce-135	17.7 h	ec, β⁺ / ph	7.60E-10	7.90E-10	0.271	2000	1.8	1.E+01		8.00E+06	1.00E+04	3	→ La-135
Ce-137	9.0 h	ec, β⁺ / ph	1.90E-11	2.50E-11	0.016	10	<0.1	1.E+03		3.00E+08	4.00E+05	1000	→ La-137
Ce-137m	34.4 h	it, ec / ph	5.90E-10	5.40E-10	0.016	2000	1.6	1.E+02	[2]	1.00E+07	1.00E+04	3	→ Ce-137, La-137

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq min 10 cm stand	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	**LL** Bq/g		**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Ce-139	137.641 d	ec / ph	1.40E-09	2.60E-10	0.036	500	0.5	1.E+00		4.00E+06	6.00E+03	10	
Ce-141	32.508 d	β^- / ph	3.10E-09	7.10E-10	0.014	2000	1.6	1.E+02		2.00E+06	3.00E+03	3	
Ce-143	33.039 h	β^- / ph	1.00E-09	1.10E-09	0.053	1000	1.6	1.E+01		6.00E+06	8.00E+03	3	→ Pr-143
Ce-144 / Pr-144m	284.91 d	β^- / ph	2.90E-08	5.20E-09	0.005	800	0.9	1.E+01	[2]	2.00E+05	3.00E+02	10	→ Pr-144
Pr-136	13.1 min	ec, β^+ / ph	2.50E-11	3.30E-11	0.375	600	1.1	1.E+01	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	
Pr-137	1.28 h	ec, β^+ / ph	3.50E-11	4.00E-11	0.083	300	0.5	1.E+02	[1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ Ce-137
Pr-138m	2.12 h	ec, β^+ / ph	1.30E-10	1.30E-10	0.379	600	0.8	1.E+01	[1]	5.00E+07	6.00E+04	10	
Pr-139	4.41 h	ec, β^+ / ph	3.00E-11	3.10E-11	0.028	100	0.1	1.E+02	[1]	2.00E+08	3.00E+05	100	→ Ce-139
Pr-142	19.12 h	β^-, ec / ph	7.40E-10	1.30E-09	0.011	1000	1.6	1.E+02		8.00E+06	1.00E+04	3	
Pr-142m	14.6 min	it / ph	9.40E-12	1.70E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+07	[1]	6.00E+08	9.00E+05	1000	→ Pr-142
Pr-143	13.57 d	β^-	2.20E-09	1.20E-09	0.000	1000	1.5	1.E+03		3.00E+06	4.00E+03	3	
Pr-144	17.28 min	β^- / ph	3.00E-11	5.00E-11	0.099	1000	1.6	1.E+02	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	
Pr-145	5.984 h	β^- / ph	2.60E-10	3.90E-10	0.002	1000	1.6	1.E+03		2.00E+07	3.00E+04	3	
Pr-147	13.4 min	β^- / ph	3.00E-11	3.30E-11	0.144	1000	1.8	1.E+01	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Nd-147
Nd-136	50.65 min	ec, β^+ / ph	8.90E-11	9.90E-11	0.061	200	0.3	1.E+02	[1]	7.00E+07	9.00E+04	30	→ Pr-136 [6]
Nd-138 / Pr-138	5.04 h	ec / ph	3.80E-10	6.40E-10	0.398	700	1.3	1.E+03	[2]	2.00E+07	2.00E+04	3	
Nd-139	29.7 min	ec, β^+ / ph	1.70E-11	2.00E-11	0.070	300	0.4	1.E+02	[1]	4.00E+08	5.00E+05	10	→ Pr-139
Nd-139m	5.50 h	ec, β^+, it / ph	2.50E-10	2.50E-10	0.246	500	0.6	1.E+01	[1]	2.00E+07	3.00E+04	10	→ Pr-139, Nd-139
Nd-140	3.37 d	ec / ph						1.E+04	[2]	3.00E+06	4.00E+03	100	
Nd-141	2.49 h	ec, β^+ / ph	8.80E-12	8.30E-12	0.021	50	0.1	1.E+02	[1]	7.00E+08	9.00E+05	100	
Nd-147	10.98 d	β^- / ph	2.10E-09	1.10E-09	0.027	1000	1.5	1.E+02		3.00E+06	4.00E+03	3	→ Pm-147
Nd-149	1.728 h	β^- / ph	1.30E-10	1.20E-10	0.063	2000	1.8	1.E+02	[1]	5.00E+07	6.00E+04	3	→ Pm-149
Nd-151	12.44 min	β^- / ph	2.90E-11	3.00E-11	0.137	1000	1.7	1.E+01	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Pm-151
Pm-141	20.90 min	ec, β^+ / ph	2.50E-11	3.60E-11	0.137	500	0.9	1.E+01	[1]	2.00E+08	3.00E+05	10	→ Nd-141, Nd-141m
Pm-143	265 d	ec / ph	9.60E-10	2.30E-10	0.057	7	<0.1	1.E+00		6.00E+06	9.00E+03	1000	
Pm-144	363 d	ec / ph	5.40E-09	9.70E-10	0.248	40	0.1	1.E-01		1.00E+06	2.00E+03	100	
Pm-145	17.7 a	ec, α / ph	2.40E-09	1.10E-10	0.013	10	<0.1	1.E+01		3.00E+06	3.00E+03	1000	
Pm-146	5.53 a	ec, β^- / ph	1.30E-08	9.00E-10	0.122	500	0.6	1.E-01		5.00E+05	6.00E+02	10	→ Sm-146
Pm-147	2.6234 a	β^-	3.50E-09	2.60E-10	<0.001	500	0.6	1.E+03		2.00E+06	2.00E+03	10	→ Sm-147
Pm-148	5.368 d	β^- / ph	2.20E-09	2.70E-09	0.091	1000	1.6	1.E+01		3.00E+06	4.00E+03	3	

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq 10 cm stand	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/ min Ab-(kBq/cm²)	**LL** Bq/g		**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Pm-148m	41.29 d	β⁻, it / ph	4.30E-09	1.80E-09	0.306	1000	1.4	1.E+00		1.00E+06	2.00E+03	3	→ Sm-148
Pm-149	53.08 h	β⁻ / ph	8.20E-10	9.90E-10	0.002	1000	1.6	1.E+03		7.00E+06	1.00E+04	3	
Pm-150	2.68 h	β⁻ / ph	2.10E-10	2.60E-10	0.226	1000	1.8	1.E+01	[1]	3.00E+07	4.00E+04	3	
Pm-151	28.40 h	β⁻ / ph	6.40E-10	7.30E-10	0.052	1000	1.5	1.E+01		9.00E+06	1.00E+04	3	→ Sm-151
Sm-141	10.2 min	ec, β⁺ / ph	2.70E-11	3.90E-11	0.287	500	1	1.E+01	[1]	2.00E+08	3.00E+05	10	→ Pm-141 [6]
Sm-141m	22.6 min	ec, β⁺, it / ph	5.60E-11	6.50E-11	0.338	900	1.1	1.E+01	[1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ Pm-141, Sm-141
Sm-142 / Pm-142	72.49 min	ec, β⁺ / ph	1.10E-10	1.90E-10	0.752	800	1.5	1.E+02	[1]	5.00E+07	8.00E+04	3	
Sm-145	340 d	ec / ph	1.10E-09	2.10E-10	0.026	20	<0.1	1.E+02		5.00E+06	8.00E+03	1000	→ Pm-145
Sm-146	1.03 E8 a	α	6.70E-06	5.40E-08	<0.001	<1	<0.1	1.E+00		9.00E+02	1.00E+00	3	
Sm-147	1.060 E11 a	α	6.10E-06	4.90E-08	<0.001	<1	<0.1	1.E+00		1.00E+03	1.00E+00	3	
Sm-151	90 a	β⁻	2.60E-09	9.80E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+03		2.00E+06	3.00E+03	1000	
Sm-153	46.50 h	β⁻ / ph	6.80E-10	7.40E-10	0.016	1000	1.6	1.E+02		9.00E+06	1.00E+04	3	
Sm-155	22.3 min	β⁻ / ph	2.80E-11	2.90E-11	0.019	1000	1.6	1.E+02	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Eu-155
Sm-156	9.4 h	β⁻ / ph	2.80E-10	2.50E-10	0.022	1000	1.4	1.E+02		2.00E+07	3.00E+04	3	→ Eu-156 [6]
Eu-145	5.93 d	ec, β⁺ / ph	7.30E-10	7.50E-10	0.217	60	0.2	1.E+00		8.00E+06	1.00E+04	30	→ Sm-145
Eu-146	4.61 d	ec, β⁺ / ph	1.20E-09	1.30E-09	0.375	100	0.3	1.E+00		5.00E+06	7.00E+03	30	→ Sm-146
Eu-147	24.1 d	ec, β⁺, α / ph	1.00E-09	4.40E-10	0.085	300	0.3	1.E+01		6.00E+06	8.00E+03	30	→ Sm-147, Pm-143
Eu-148	54.5 d	ec, β⁺, α / ph	2.30E-09	1.30E-09	0.327	70	0.2	1.E+00		3.00E+06	4.00E+03	30	→ Pm-144
Eu-149	93.1 d	ec / ph	2.30E-10	1.00E-10	0.018	20	<0.1	1.E+01		3.00E+07	4.00E+04	1000	
Eu-150	36.9 a	ec, β⁺ / ph	3.40E-08	1.30E-09	0.238	100	0.2	1.E-01		2.00E+05	2.00E+02	30	
Eu-150m	12.8 h	β⁻, ec, β⁺ / ph	2.80E-10	3.80E-10	0.008	1000	1.4	1.E+03	[1]	2.00E+07	3.00E+04	3	
Eu-152	13.537 a	ec, β⁺, β⁻ / ph	2.70E-08	1.40E-09	0.179	700	0.8	1.E-01		2.00E+05	3.00E+02	10	→ Gd-152
Eu-152m	9.3116 h	β⁻, ec, β⁺ / ph	3.20E-10	5.00E-10	0.047	900	1.3	1.E+02		2.00E+07	3.00E+04	3	→ Gd-152
Eu-154	8.593 a	β⁻, ec / ph	3.50E-08	2.00E-09	0.185	2000	1.8	1.E-01		2.00E+05	2.00E+02	3	
Eu-155	4.7611 a	β⁻ / ph	4.70E-09	3.20E-10	0.012	200	0.3	1.E+00		1.00E+06	2.00E+03	30	
Eu-156	15.19 d	β⁻ / ph	3.00E-09	2.20E-09	0.188	1000	1.5	1.E+00		2.00E+06	3.00E+03	3	
Eu-157	15.18 h	β⁻ / ph	4.40E-10	6.00E-10	0.049	1000	1.6	1.E+02		1.00E+07	2.00E+04	3	
Eu-158	45.9 min	β⁻ / ph	7.50E-11	9.40E-11	0.220	1000	1.8	1.E+01	[1]	8.00E+07	1.00E+05	3	
Gd-145	23.0 min	ec, β⁺ / ph	3.50E-11	4.40E-11	0.360	500	0.9	1.E+01	[1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ Eu-145 [6]
Gd-146	48.27 d	ec / ph	5.20E-09	9.60E-10	0.057	600	0.9	1.E+00	[2]	1.00E+06	2.00E+03	10	→ Eu-146 [6]
Gd-147	38.1 h	ec, β⁺ / ph	5.90E-10	6.10E-10	0.206	400	0.4	1.E+01	[1]	1.00E+07	1.00E+04	10	→ Eu-147

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq min 10 cm stand	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	**LL** Bq/g		**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Gd-148	74.6 a	α	3.00E-05	5.50E-08	<0.001	<1	<0.1	1.E+00		2.00E+02	3.00E-01	3	
Gd-149	9.28 d	ec, β⁺ / ph	7.90E-10	4.50E-10	0.076	400	0.6	1.E+01		8.00E+06	1.00E+04	10	→ Eu-149
Gd-151	124 d	ec, α / ph	9.30E-10	2.00E-10	0.018	200	0.2	1.E+01		6.00E+06	9.00E+03	30	→ Sm-147
Gd-152	1.08 E14 a	α	2.20E-05	4.10E-08	<0.001	<1	<0.1	1.E+01	[1]	3.00E+02	4.00E-01	3	
Gd-153	240.4 d	ec / ph	2.50E-09	2.70E-10	0.029	30	0.1	1.E+01		2.00E+06	3.00E+03	100	
Gd-159	18.479 h	β⁻ / ph	3.90E-10	4.90E-10	0.010	1000	1.5	1.E+02		2.00E+07	2.00E+04	3	
Tb-147	1.64 h	ec, β⁺ / ph	1.20E-10	1.60E-10	0.356	400	0.8	1.E+01	[1]	5.00E+07	7.00E+04	10	→ Gd-147 [6]
Tb-149	4.118 h	ec, β⁺, α / ph	3.10E-09	2.50E-10	0.241	400	0.6	1.E-01		2.00E+06	3.00E+03	10	→ Gd-149, Eu-145
Tb-150	3.48 h	ec, β⁺, α / ph	1.80E-10	2.50E-10	0.346	400	0.8	1.E+01	[1]	3.00E+07	5.00E+04	10	
Tb-151	17.609 h	ec, β⁺, α / ph	3.30E-10	3.40E-10	0.147	400	0.6	1.E+01		2.00E+07	3.00E+04	10	→ Gd-151, Eu-147
Tb-153	2.34 d	ec, β⁺ / ph	2.40E-10	2.50E-10	0.045	100	0.1	1.E+01		3.00E+07	3.00E+04	100	→ Gd-153
Tb-154	21.5 h	ec, β⁺ / ph	6.00E-10	6.50E-10	0.313	400	0.6	1.E+01	[1]	1.00E+07	1.00E+04	10	
Tb-155	5.32 d	ec / ph	2.50E-10	2.10E-10	0.031	200	0.2	1.E+02		2.00E+07	3.00E+04	30	
Tb-156	5.35 d	ec / ph	1.40E-09	1.20E-09	0.277	500	0.8	1.E+00		4.00E+06	6.00E+03	10	
Tb-156m	24.4 h	it / ph	2.30E-10	1.70E-10	0.007	4	<0.1	1.E+01		3.00E+07	4.00E+04	1000	
Tb-156n	5.3 h	it / ph	1.30E-10	8.10E-11	0.001	8	0.6	1.E+04	[1]	5.00E+07	6.00E+04	10	→ Tb-156 [6]
Tb-157	71 a	ec / ph	7.90E-10	3.40E-11	0.001	6	<0.1	1.E+02		8.00E+06	1.00E+04	1000	
Tb-158	180 a	ec, β⁻ / ph	3.00E-08	1.10E-09	0.127	400	0.6	1.E-01		2.00E+05	3.00E+02	10	
Tb-160	72.3 d	β⁻ / ph	5.40E-09	1.60E-09	0.169	1000	1.7	1.E+00		1.00E+06	2.00E+03	3	
Tb-161	6.906 d	β⁻ / ph	1.20E-09	7.20E-10	0.013	1000	1.3	1.E+03		5.00E+06	7.00E+03	3	
Dy-155	9.9 h	ec, β⁺ / ph	1.20E-10	1.30E-10	0.094	100	0.1	1.E+01	[1]	5.00E+07	7.00E+04	100	→ Tb-155
Dy-157	8.14 h	ec / ph	5.50E-11	6.10E-11	0.065	40	0.1	1.E+02		1.00E+08	2.00E+05	100	→ Tb-157
Dy-159	144.4 d	ec / ph	2.50E-10	1.00E-10	0.015	10	<0.1	1.E+03		2.00E+07	3.00E+04	1000	
Dy-165	2.334 h	β⁻ / ph	8.70E-11	1.10E-10	0.005	1000	1.6	1.E+03		7.00E+07	1.00E+05	3	
Dy-166	81.6 h	β⁻ / ph	1.80E-09	1.60E-09	0.010	1000	1.1	1.E+02		3.00E+06	5.00E+03	3	→ Ho-166
Ho-155	48 min	ec, β⁺ / ph	3.20E-11	3.70E-11	0.066	300	0.5	1.E+02	[1]	2.00E+08	3.00E+05	10	→ Dy-155
Ho-157	12.6 min	ec, β⁺ / ph	7.60E-12	6.50E-12	0.088	300	0.3	1.E+02	[1]	8.00E+08	1.00E+06	30	→ Dy-157
Ho-159	33.05 min	ec, β⁺ / ph	1.00E-11	7.90E-12	0.069	200	0.2	1.E+02	[1]	6.00E+08	8.00E+05	30	→ Dy-159
Ho-161	2.48 h	ec / ph	1.00E-11	1.30E-11	0.022	20	<0.1	1.E+02	[1]	6.00E+08	8.00E+05	1000	
Ho-162	15.0 min	ec, β⁺ / ph	4.50E-12	3.30E-12	0.032	70	0.2	1.E+02	[1]	1.00E+09	2.00E+06	30	
Ho-162m	67.0 min	it, ec, β⁺ / ph	3.30E-11	2.60E-11	0.094	300	0.3	1.E+01	[1]	2.00E+08	3.00E+05	30	→ Ho-162

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq min 10 cm stand	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	**LL** Bq/g		**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Ho-164	29 min	ec, β^- / ph	1.30E-11	9.50E-12	0.009	600	0.7	1.E+03	[1]	5.00E+08	6.00E+05	10	
Ho-164m	38.0 min	it / ph	1.60E-11	1.60E-11	0.014	20	<0.1	1.E+03	[1]	4.00E+08	5.00E+05	1000	→ Ho-164
Ho-166	26.80 h	β^- / ph	8.30E-10	1.40E-09	0.005	1000	1.7	1.E+02		7.00E+06	1.00E+04	3	
Ho-166m	1.20 E3 a	β^- / ph	7.80E-08	2.00E-09	0.268	800	0.9	1.E-01		8.00E+04	1.00E+02	10	
Ho-167	3.1 h	β^- / ph	1.00E-10	8.30E-11	0.061	1000	1.4	1.E+02	[1]	6.00E+07	8.00E+04	3	
Er-161	3.21 h	ec, β^+	8.50E-11	8.00E-11	0.139	400	0.4	1.E+01	[1]	7.00E+07	1.00E+05	10	→ Ho-161
Er-165	10.36 h	ec	1.40E-11	1.90E-11	0.011	7	<0.1	1.E+03	[1]	4.00E+08	6.00E+05	1000	
Er-169	9.40 d	β^-	9.20E-10	3.70E-10	<0.001	1000	1	1.E+03		7.00E+06	9.00E+03	10	
Er-171	7.516 h	β^-	3.00E-10	3.60E-10	0.064	2000	1.9	1.E+02		2.00E+07	3.00E+04	3	→ Tm-171
Er-172	49.3 h	β^-	1.20E-09	1.00E-09	0.084	1000	1	1.E+01		5.00E+06	7.00E+03	10	→ Tm-172
Tm-162	21.70 min	ec, β^+ / ph	2.70E-11	2.90E-11	0.261	300	0.9	1.E+01	[1]	2.00E+08	3.00E+05	10	
Tm-166	7.70 h	ec, β^+ / ph	2.80E-10	2.80E-10	0.270	200	0.4	1.E+01		2.00E+07	3.00E+04	10	
Tm-167	9.25 d	ec / ph	1.00E-09	5.60E-10	0.029	2000	1.1	1.E+02	[1]	6.00E+06	8.00E+03	3	
Tm-170	128.6 d	β^-, ec / ph	5.20E-09	1.30E-09	0.001	1000	1.6	1.E+02		1.00E+06	2.00E+03	3	
Tm-171	1.92 a	β^- / ph	9.10E-10	1.10E-10	<0.001	<1	<0.1	1.E+03		7.00E+06	9.00E+03	1000	
Tm-172	63.6 h	β^- / ph	1.40E-09	1.70E-09	0.069	1000	1.5	1.E+01		4.00E+06	6.00E+03	3	
Tm-173	8.24 h	β^- / ph	2.60E-10	3.10E-10	0.063	1000	1.6	1.E+02		2.00E+07	3.00E+04	3	
Tm-175	15.2 min	β^- / ph	3.10E-11	2.70E-11	0.160	2000	2	1.E+01	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Yb-175
Yb-162	18.87 min	ec, β^+ / ph	2.30E-11	2.30E-11	0.027	60	0.1	1.E+02	[1]	3.00E+08	4.00E+05	100	→ Tm-162 [6]
Yb-166	56.7 h	ec / ph	9.50E-10	9.50E-10	0.022	10	0.1	1.E+02	[1]	6.00E+06	9.00E+03	100	→ Tm-166 [6]
Yb-167	17.5 min	ec, β^+ / ph	9.50E-12	6.70E-12	0.053	200	0.4	1.E+02	[1]	6.00E+08	9.00E+05	10	→ Tm-167
Yb-169	32.026 d	ec / ph	2.40E-09	7.10E-10	0.061	1000	1	1.E+01		3.00E+06	3.00E+03	10	
Yb-175	4.185 d	β^- / ph	7.00E-10	4.40E-10	0.007	1000	1.1	1.E+02		9.00E+06	1.00E+04	3	
Yb-177	1.911 h	β^- / ph	9.40E-11	9.70E-11	0.028	1000	1.5	1.E+02	[1]	6.00E+07	9.00E+04	3	→ Lu-177
Yb-178	74 min	β^- / ph	1.10E-10	1.20E-10	0.006	1000	1.3	1.E+03	[2]	5.00E+07	8.00E+04	3	→ Lu-178
Lu-169	34.06 h	ec, β^+ / ph	4.90E-10	4.60E-10	0.154	100	0.2	1.E+01	[1]	1.00E+07	2.00E+04	30	→ Yb-169
Lu-170	2.012 d	ec, β^+ / ph	9.50E-10	9.90E-10	0.281	60	0.3	1.E+01	[1]	6.00E+06	9.00E+03	30	
Lu-171	8.24 d	ec, β^+ / ph	9.30E-10	6.70E-10	0.115	30	0.1	1.E+01		6.00E+06	9.00E+03	100	
Lu-172	6.70 d	ec, β^+ / ph	1.80E-09	1.30E-09	0.283	300	0.5	1.E+00		3.00E+06	5.00E+03	10	
Lu-173	1.73 a	ec / ph	1.50E-09	2.60E-10	0.028	30	0.1	1.E+00		4.00E+06	6.00E+03	100	
Lu-174	3.31 a	ec, β^+ / ph	2.90E-09	2.70E-10	0.024	10	<0.1	1.E+00		2.00E+06	3.00E+03	1000	

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq 10 cm stand	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/ min Ab-(kBq/cm²)	**LL** Bq/g		**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Lu-174m	142 d	it, ec / ph	2.60E-09	5.30E-10	0.015	30	<0.1	1.E+01		2.00E+06	3.00E+03	300	→ Lu-174
Lu-176	3.85 E10 a	β⁻ / ph	4.60E-08	1.80E-09	0.081	2000	2.3	1.E-01		1.00E+05	2.00E+02	3	
Lu-176m	3.635 h	β⁻, ec / ph	1.60E-10	1.70E-10	0.003	1000	1.8	1.E+03		4.00E+07	5.00E+04	3	
Lu-177	6.647 d	β⁻ / ph	1.10E-09	5.30E-10	0.006	1000	1.3	1.E+02		5.00E+06	8.00E+03	3	
Lu-177m	160.4 d	β⁻, it / ph	1.20E-08	1.70E-09	0.166	2000	2.6	1.E-01	[2]	5.00E+05	7.00E+02	3	→ Lu-177
Lu-178	28.4 min	β⁻ / ph	4.10E-11	4.70E-11	0.022	1000	1.8	1.E+02	[1]	1.00E+08	2.00E+05	3	
Lu-178m	23.1 min	β⁻ / ph	5.60E-11	3.80E-11	0.182	2000	2.8	1.E+01	[1]	1.00E+08	1.00E+05	3	
Lu-179	4.59 h	β⁻ / ph	1.60E-10	2.10E-10	0.005	1000	1.6	1.E+03		4.00E+07	5.00E+04	3	
Hf-170	16.01 h	ec / ph	4.30E-10	4.80E-10	0.091	200	0.3	1.E+02	[1]	1.00E+07	2.00E+04	30	→ Lu-170 [6]
Hf-172	1.87 a	ec / ph	3.70E-08	1.00E-09	0.030	100	0.1	1.E+01	[2]	2.00E+05	2.00E+02	100	→ Lu-172 [6]
Hf-173	23.6 h	ec, β⁺ / ph	2.20E-10	2.30E-10	0.071	300	0.3	1.E+01		3.00E+07	4.00E+04	30	→ Lu-173
Hf-175	70 d	ec / ph	8.80E-10	4.10E-10	0.065	200	0.2	1.E+00		7.00E+06	9.00E+03	30	
Hf-177m	51.4 min	it / ph	1.50E-10	8.10E-11	0.370	4000	4.5	1.E+01	[1]	4.00E+07	6.00E+04	1	
Hf-178m	31 a	it / ph	3.10E-07	4.70E-09	0.378	2000	2.1	1.E+01	[1]	2.00E+04	3.00E+01	3	
Hf-179m	25.05 d	it / ph	3.20E-09	1.20E-09	0.149	1000	1.6	1.E+01	[1]	2.00E+06	3.00E+03	3	
Hf-180m	5.5 h	it, β⁻ / ph	2.00E-10	1.70E-10	0.166	700	1.1	1.E+01	[1]	3.00E+07	4.00E+04	3	
Hf-181	42.39 d	β⁻ / ph	4.10E-09	1.10E-09	0.089	2000	1.9	1.E+00		1.00E+06	2.00E+03	3	
Hf-182	9E6 a	β⁻ / ph	3.60E-07	3.00E-09	0.039	500	0.6	1.E-01	[2]	2.00E+04	2.00E+01	10	→ Ta-182 [6]
Hf-182m	61.5 min	β⁻, it / ph	7.10E-11	4.20E-11	0.150	1000	1.8	1.E+01	[1]	8.00E+07	1.00E+05	3	→ Ta-182 [6], Hf-182
Hf-183	1.067 h	β⁻ / ph	8.30E-11	7.30E-11	0.116	1000	1.6	1.E+01	[1]	7.00E+07	1.00E+05	3	→ Ta-183
Hf-184	4.12 h	β⁻ / ph	4.50E-10	5.20E-10	0.043	2000	2.2	1.E+02	[1]	1.00E+07	2.00E+04	3	→ Ta-184
Ta-172	36.8 min	ec, β⁺ / ph	5.70E-11	5.30E-11	0.244	700	1.5	1.E+01	[1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ Hf-172 [6]
Ta-173	3.14 h	ec, β⁺ / ph	1.60E-10	1.90E-10	0.098	500	0.7	1.E+01	[1]	4.00E+07	5.00E+04	10	→ Hf-173
Ta-174	1.14 h	ec, β⁺ / ph	6.60E-11	5.70E-11	0.106	700	1.2	1.E+01	[1]	9.00E+07	1.00E+05	3	→ Hf-174
Ta-175	10.5 h	ec, β⁺ / ph	2.00E-10	2.10E-10	0.137	200	0.3	1.E+01	[1]	3.00E+07	4.00E+04	30	→ Hf-175
Ta-176	8.09 h	ec, β⁺ / ph	3.30E-10	3.10E-10	0.280	100	0.5	1.E+01		2.00E+07	3.00E+04	10	
Ta-177	56.56 h	ec / ph	1.30E-10	1.10E-10	0.015	100	0.2	1.E+02	[1]	5.00E+07	6.00E+04	30	
Ta-178	9.31 min	ec, β⁺ / ph			0.021	10	0.2	1.E+01	[1]			30	
Ta-178m	2.36 h	ec / ph	1.10E-10	7.80E-11	0.172	700	1.2			5.00E+07	8.00E+04	3	

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq 10 cm stand	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/ min Ab-(kBq/cm²)	**LL** Bq/g		**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Ta-179	1.82 a	ec / ph	2.90E-10	6.50E-11	0.008	6	<0.1	1.E+01		2.00E+07	3.00E+04	1000	
Ta-180	8.152 h	ec, β^- / ph	6.20E-11	5.40E-11	0.011	200	0.4	1.E+01	[1]	1.00E+08	1.00E+05	10	
Ta-180m	1E13 a		1.40E-08	8.40E-10	0.094	600	1	1.E+03		4.00E+05	6.00E+02	10	
Ta-182	114.43 d	β^- / ph	7.40E-09	1.50E-09	0.194	1000	1.8	1.E-01		8.00E+05	1.00E+03	3	
Ta-182m	15.84 min	it / ph	3.60E-11	1.20E-11	0.044	3000	2.7	1.E+02	[1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Ta-182 [6]
Ta-183	5.1 d	β^- / ph	2.00E-09	1.30E-09	0.051	2000	2.3	1.E+01		3.00E+06	4.00E+03	3	
Ta-184	8.7 h	β^- / ph	6.30E-10	6.80E-10	0.247	2000	2.8	1.E+01	[1]	1.00E+07	1.00E+04	3	
Ta-185	49.4 min	β^- / ph	7.20E-11	6.80E-11	0.033	2000	2.3	1.E+02	[1]	8.00E+07	1.00E+05	3	→ W-185
Ta-186	10.5 min	β^- / ph	3.10E-11	3.30E-11	0.252	2000	2.5	1.E+01	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	
W-176	2.3h		7.60E-11	1.10E-10	0.036	20	0.1	1.E+02	[1]	8.00E+07	1.00E+05	100	→ Ta-176 [6]
W-177	132 min	ec, β^+ / ph	4.60E-11	6.10E-11	0.140	300	0.4	1.E+01	[1]	1.00E+08	2.00E+05	10	→ Ta-177
W-178 / Ta-178-1	21.6 d	ec / ph	1.20E-10	2.50E-10	0.024	20	0.2	1.E+01	[1]	5.00E+07	7.00E+04	30	
W-179	37.05 min	ec / ph	1.80E-12	3.30E-12	0.019	10	<0.1	1.E+02	[1]	3.00E+09	5.00E+06	1000	→ Ta-179
W-181	121.2 d	ec / ph	4.30E-11	8.20E-11	0.009	7	<0.1	1.E+01		1.00E+08	2.00E+05	1000	
W-185	75.1 d	β^-	2.20E-10	5.00E-10	<0.001	1000	1.1	1.E+03		3.00E+07	4.00E+04	3	
W-187	23.72 h	β^- / ph	3.30E-10	7.10E-10	0.075	2000	1.6	1.E+01		2.00E+07	3.00E+04	3	→ Re-187
W-188	69.78 d	β^- / ph	8.40E-10	2.30E-09	<0.001	1000	1	1.E+01	[2]	7.00E+06	1.00E+04	10	→ Re-188
Re-177	0.233h		2.20E-11	2.20E-11	0.100	300	0.8	1.E+01	[1]	3.00E+08	4.00E+05	10	→ W-177 [6]
Re-178	13.2 min	ec, β^+ / ph	2.40E-11	2.50E-11	0.256	700	1.6	1.E+01	[1]	3.00E+08	3.00E+05	3	→ W-178
Re-181	19.9 h	ec, β^+ / ph	3.70E-10	4.20E-10	0.124	500	0.6	1.E+01		2.00E+07	2.00E+04	10	→ W-181
Re-182	64.0 h	ec / ph	1.70E-09	1.40E-09	0.177	80	0.6	1.E+00		4.00E+06	5.00E+03	10	
Re-182m	12.7 h	ec, β^+ / ph	3.00E-10	2.70E-10	0.282	900	1.7	1.E+01		2.00E+07	3.00E+04	3	
Re-183	70.0 d	ec / ph						1.E+01		3.00E+06	5.00E+03	300	
Re-184	38.0 d	ec, β^+ / ph	1.80E-09	1.00E-09	0.138	300	0.6	1.E+00		3.00E+06	5.00E+03	10	
Re-184m	169 d	it, ec / ph	4.80E-09	1.50E-09	0.063	300	0.8	1.E-01		1.00E+06	2.00E+03	10	→ Re-184 [6]
Re-186	3.7183 d	β^-, ec / ph	1.20E-09	1.50E-09	0.004	2000	1.6	1.E+03		5.00E+06	7.00E+03	3	
Re-186m	2.00 E5 a	it / ph	7.90E-09	2.20E-09	0.004	10	0.1	1.E+00	[2]	8.00E+05	1.00E+03	100	→ Re-186
Re-187	4.12 E10 a	β^-	4.60E-12	5.10E-12	<0.001	<1	<0.1	1.E+03		1.00E+09	2.00E+06	1000	
Re-188	17.0040 h	β^- / ph	7.40E-10	1.40E-09	0.010	1000	1.8	1.E+02		8.00E+06	1.00E+04	3	
Re-188m	18.59 min	it / ph	2.00E-11	3.00E-11	0.016	40	0.2	1.E+02	[1]	3.00E+08	4.00E+05	30	→ Re-188
Re-189	24.3 h	β^- / ph	6.00E-10	7.80E-10	0.011	2000	1.6	1.E+02	[2]	1.00E+07	1.00E+04	3	→ Os-189m

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq min 10 cm stand	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	**LL** Bq/g		**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Os-180 / Re-180	21.5 min	ec, β^+ / ph	2.50E-11	1.70E-11	0.199	300	1	1.E+02	[1]	2.00E+08	3.00E+05	10	
Os-181	105 min	ec, β^+ / ph	1.00E-10	8.90E-11	0.186	400	0.6	1.E+01	[1]	6.00E+07	8.00E+04	10	→ Re-181 [6]
Os-182	22.10 h	ec / ph	5.20E-10	5.60E-10	0.071	100	0.2	1.E+01		1.00E+07	2.00E+04	30	→ Re-182-1 [6]
Os-185	93.6 d	ec / ph	1.40E-09	5.10E-10	0.112	40	0.1	1.E+00		4.00E+06	6.00E+03	100	
Os-189m	5.8 h	it / ph	7.90E-12	1.80E-11	<0.001	5	<0.1	1.E+04	[1]	8.00E+08	1.00E+06	1000	
Os-191	15.4 d	β^- / ph	1.50E-09	5.70E-10	0.015	400	0.4	1.E+02	[2]	4.00E+06	6.00E+03	10	
Os-191m	13.10 h	it / ph	1.40E-10	9.60E-11	0.002	5	0.1	1.E+03		4.00E+07	6.00E+04	100	→ Os-191
Os-193	30.11 h	β^- / ph	6.80E-10	8.10E-10	0.012	1000	1.6	1.E+02		9.00E+06	1.00E+04	3	
Os-194	6.0 a	β^- / ph	4.20E-08	2.40E-09	0.001	2	<0.1	1.E+00	[2]	1.00E+05	2.00E+02	100	→ Ir-194
Ir-182	15 min	ec, β^+ / ph	4.00E-11	4.80E-11	0.584	1000	1.9	1.E+01	[1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Os-182
Ir-184	3.09 h	ec, β^+ / ph	1.90E-10	1.70E-10	0.296	1000	1.5	1.E+01	[1]	3.00E+07	4.00E+04	3	
Ir-185	14.4 h	ec, β^+ / ph	2.60E-10	2.60E-10	0.091	300	0.5	1.E+01	[1]	2.00E+07	3.00E+04	10	→ Os-185 [6]
Ir-186	16.64 h	ec, β^+ / ph	5.00E-10	4.90E-10	0.243	1000	1	1.E+01	[1]	1.00E+07	2.00E+04	10	
Ir-186m	1.92 h	ec, β^+, it / ph	7.10E-11	6.10E-11	0.152	900	0.9	1.E+01	[1]	8.00E+07	1.00E+05	10	
Ir-187	10.5 h	ec, β^+ / ph	1.20E-10	1.20E-10	0.059	100	0.1	1.E+02		5.00E+07	7.00E+04	100	
Ir-188	41.5 h	ec, β^+ / ph	6.20E-10	6.30E-10	0.223	500	0.5	1.E+01	[1]	1.00E+07	1.00E+04	10	
Ir-189	13.2 d	ec / ph	4.60E-10	2.40E-10	0.016	50	0.1	1.E+02	[2]	1.00E+07	2.00E+04	100	
Ir-190	11.78 d	ec / ph	2.50E-09	1.20E-09	0.228	800	1.3	1.E+00	[2]	2.00E+06	3.00E+03	3	
Ir-190m	1.120 h	it / ph	1.10E-11	8.00E-12	<0.001	5	<0.1	1.E+04	[1]	5.00E+08	8.00E+05	1000	→ Ir-190 [6]
Ir-190n	3.087 h	ec, it / ph	1.40E-10	1.20E-10	0.247	900	0.9	1.E+01	[1]	4.00E+07	6.00E+04	10	→ Ir-190
Ir-192	73.827 d	β^-, ec / ph	4.90E-09	1.40E-09	0.131	2000	1.6	1.E+00		1.00E+06	2.00E+03	3	
Ir-192n	241 a	it / ph	1.90E-08	3.10E-10	0.025	2	<0.1	1.E+02	[1]	3.00E+05	4.00E+02	1000	→ Ir-192 [6]
Ir-193m	10.53 d	it / ph	1.00E-09	2.70E-10				1.E+04		6.00E+06	8.00E+03	1000	
Ir-194	19.28 h	β^- / ph	7.50E-10	1.30E-09	0.017	1000	1.6	1.E+02		8.00E+06	1.00E+04	3	
Ir-194m	171 d	β^- / ph	8.20E-09	2.10E-09	0.367	1000	1.5	1.E+01	[2]	7.00E+05	1.00E+03	3	
Ir-195	2.5 h	β^- / ph	1.00E-10	1.00E-10	0.012	1000	1.7	1.E+02	[1]	6.00E+07	8.00E+04	3	
Ir-195m	3.8 h	β^-, it / ph	2.40E-10	2.10E-10	0.073	2000	2.6	1.E+02	[1]	3.00E+07	3.00E+04	3	→ Ir-195
Pt-186	2.08 h	ec, α / ph	6.60E-11	9.30E-11	0.115	20	0.1	1.E+01	[1]	9.00E+07	1.00E+05	100	→ Ir-186-1 [6], Os-182
Pt-188	10.2 d	ec, α / ph	6.30E-10	7.60E-10	0.035	800	0.8	1.E+01	[1]	1.00E+07	1.00E+04	10	→ Ir-188 [6]
Pt-189	10.87 h	ec, β^+ / ph	7.30E-11	1.20E-10	0.054	200	0.2	1.E+02		8.00E+07	1.00E+05	30	→ Ir-189

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq min 10 cm stand	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	**LL** Bq/g		**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Pt-190	6.50 E11 a	α						1.E+00		3.00E+04	4.00E+01	30	
Pt-191	2.802 d	ec / ph	1.90E-10	3.40E-10	0.053	200	0.3	1.E+01	[2]	3.00E+07	4.00E+04	30	
Pt-193	50 a	ec / ph	2.70E-11	3.10E-11	0.001	4	<0.1	1.E+01		2.00E+08	3.00E+05	1000	
Pt-193m	4.33 d	it / ph	2.10E-10	4.50E-10	0.003	2000	1.8	1.E+03	[1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ Pt-193
Pt-195m	4.02 d	it / ph	3.10E-10	6.30E-10	0.016	2000	2.1	1.E+02	[1]	2.00E+07	3.00E+04	3	
Pt-197	19.8915 h	β^- / ph	1.60E-10	4.00E-10	0.005	1000	1.5	1.E+03		4.00E+07	5.00E+04	3	
Pt-197m	95.41 min	it, β^- / ph	4.30E-11	8.40E-11	0.015	2000	1.6	1.E+02	[1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Pt-197
Pt-199	30.80 min	β^- / ph	2.20E-11	3.90E-11	0.031	1000	1.7	1.E+02	[1]	3.00E+08	4.00E+05	3	→ Au-199
Pt-200	12.5 h	β^- / ph	4.00E-10	1.20E-09	0.011	1000	1.5	1.E+02	[2]	2.00E+07	2.00E+04	3	→ Au-200
Au-193	17.65 h	ec / ph	1.60E-10	1.30E-10	0.029	400	0.5	1.E+02		4.00E+07	5.00E+04	10	→ Pt-193
Au-194	38.02 h	ec, β^+ / ph	3.80E-10	4.20E-10	0.157	200	0.2	1.E+01		2.00E+07	2.00E+04	30	
Au-195	186.098 d	ec / ph	1.20E-09	2.50E-10	0.017	40	0.2	1.E+01		5.00E+06	7.00E+03	30	
Au-196	6.183 d	ec, β^- / ph						1.E+01		2.00E+07	2.00E+04	1000	
Au-198	2.69517 d	β^- / ph	1.10E-09	1.00E-09	0.065	1000	1.6	1.E+01		5.00E+06	8.00E+03	3	
Au-198m	2.27 d	it / ph	2.00E-09	1.30E-09	0.094	3000	3.9	1.E+01		3.00E+06	4.00E+03	1	→ Au-198
Au-199	3.139 d	β^- / ph	7.60E-10	4.40E-10	0.015	2000	1.5	1.E+02		8.00E+06	1.00E+04	3	
Au-200	48.4 min	β^- / ph	5.60E-11	6.80E-11	0.044	1000	1.6	1.E+02	[1]	1.00E+08	1.00E+05	3	
Au-200m	18.7 h	β^-, it / ph	1.00E-09	1.10E-09	0.323	2000	2.1	1.E+01	[1]	6.00E+06	8.00E+03	3	→ Au-200
Au-201	26 min	β^- / ph	2.90E-11	2.40E-11	0.008	1000	1.6	1.E+02	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	
Hg-193	3.80 h	ec, β^+ / ph	1.00E-10	8.20E-11	0.037	800	1.1	1.E+02	[1]	6.00E+07	8.00E+04	3	→ Au-193
Hg-193m	11.8 h	ec, β^+, it / ph	3.80E-10	4.00E-10	0.162	1000	0.9	1.E+01	[1]	2.00E+07	2.00E+04	10	→ Hg-193
Hg-194	440 a	ec / ph	1.90E-08	5.10E-08	0.001	4	<0.1	1.E-01	[2]	3.00E+05	4.00E+02	3	→ Au-194 [6]
Hg-195	10.53 h	ec, β^+ / ph	9.20E-11	9.70E-11	0.034	60	0.1	1.E+02		7.00E+07	9.00E+04	100	→ Au-195
Hg-195m	41.6 h	it, ec, β^+ / ph	6.50E-10	5.60E-10	0.037	1000	1.3	1.E+02	[2]	9.00E+06	1.00E+04	3	→ Hg-195, Au-195
Hg-197	64.94 h	ec / ph	2.80E-10	2.30E-10	0.014	20	0.1	1.E+02		2.00E+07	3.00E+04	100	
Hg-197m	23.8 h	it, ec / ph	6.60E-10	4.70E-10	0.017	3000	2.7	1.E+02		9.00E+06	1.00E+04	3	→ Hg-197
Hg-199m	42.66 min	it / ph	5.20E-11	3.10E-11	0.032	2000	2.3	1.E+02	[1]	1.00E+08	2.00E+05	3	
Hg-203	46.612 d	β^- / ph	1.90E-09	1.90E-09	0.039	800	0.9	1.E+01		3.00E+06	4.00E+03	10	
Tl-194	33.0 min	ec, β^+ / ph	8.90E-12	8.10E-12	0.125	90	0.1	1.E+01	[1]	7.00E+08	9.00E+05	100	→ Hg-194
Tl-194m	32.8 min	ec, β^+ / ph	3.60E-11	4.00E-11	0.368	700	1.3	1.E+01	[1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Hg-194
Tl-195	1.16 h	ec, β^+ / ph	3.00E-11	2.70E-11	0.159	200	0.3	1.E+01	[1]	2.00E+08	3.00E+05	30	→ Hg-195

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq 10 cm min stand	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	**LL** Bq/g		**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Tl-197	2.84 h	ec, β⁺ / ph	2.70E-11	2.30E-11	0.065	300	0.3	1.E+02	[1]	2.00E+08	3.00E+05	30	→ Hg-197
Tl-198	5.3 h	ec, β⁺ / ph	1.20E-10	7.30E-11	0.280	100	0.2	1.E+01	[1]	5.00E+07	7.00E+04	30	
Tl-198m	1.87 h	ec, β⁺, it / ph	7.30E-11	5.40E-11	0.188	2000	1.5	1.E+01	[1]	8.00E+07	1.00E+05	3	→ Tl-198 [6]
Tl-199	7.42h	ec, β⁺ / ph	3.70E-11	2.60E-11	0.042	600	0.5	1.E+02		2.00E+08	2.00E+05	10	
Tl-200	26.1 h	ec, β⁺ / ph	2.50E-10	2.00E-10	0.198	100	0.2	1.E+01		2.00E+07	3.00E+04	30	
Tl-201	72.912 h	ec / ph	7.60E-11	9.50E-11	0.018	100	0.2	1.E+02		8.00E+07	1.00E+05	30	
Tl-202	12.23 d	ec / ph	3.10E-10	4.50E-10	0.077	60	0.1	1.E+01		2.00E+07	3.00E+04	100	
Tl-204	3.78 a	β⁻, ec / ph	6.20E-10	1.30E-09	<0.001	1000	1.4	1.E+00		1.00E+07	1.00E+04	3	→ Pb-204
Tl-209	2.161 min	β⁻ / ph			0.296	1000	1.9					3	→ Pb-209
Pb-195m	15 min	ec, β⁺ / ph	3.00E-11	2.90E-11	0.254	600	1.9	1.E+01	[1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Tl-195 [6]
Pb-198	2.4 h	ec / ph	8.70E-11	1.00E-10	0.073	600	0.6	1.E+02	[1]	7.00E+07	1.00E+05	10	→ Tl-198 [6]
Pb-199	90 min	ec, β⁺ / ph	4.80E-11	5.40E-11	0.218	200	0.3	1.E+01	[1]	1.00E+08	2.00E+05	30	→ Tl-199
Pb-200	21.5 h	ec / ph	2.60E-10	4.00E-10	0.037	1000	1	1.E+01		2.00E+07	3.00E+04	10	→ Tl-200 [6]
Pb-201	9.33 h	ec, β⁺ / ph	1.20E-10	1.60E-10	0.120	300	0.3	1.E+01		5.00E+07	7.00E+04	30	→ Tl-201
Pb-202	5.25 E4 a	ec, α / ph	1.40E-08	8.70E-09	0.001	4	<0.1	1.E-01	[2]	4.00E+05	6.00E+02	30	→ Tl-202
Pb-202m	3.53 h	it, ec / ph	1.20E-10	1.30E-10	0.310	900	1	1.E+01	[1]	5.00E+07	7.00E+04	10	→ Pb-202, Tl-202
Pb-203	51.873 h	ec / ph	1.60E-10	2.40E-10	0.054	500	0.4	1.E+01		4.00E+07	5.00E+04	10	
Pb-205	1.53 E7 a	ec / ph	4.10E-10	2.80E-10	0.001	4	<0.1	1.E+01		1.00E+07	2.00E+04	1000	
Pb-209	3.253 h	β⁻	3.20E-11	5.70E-11	<0.001	1000	1.4	1.E+03		2.00E+08	3.00E+05	3	
Pb-210	22.20 a	β⁻, α / ph	1.10E-06	6.80E-07	0.003	3	<0.1	1.E-01	[2]	5.00E+03	8.00E+00	0.3	→ Bi-210
Pb-211 / Bi-211	36.1 min	β⁻, α / ph	5.60E-09	1.80E-10	0.016	1000	1.7	1.E+02	[1]	1.00E+06	1.00E+03	3	
Pb-212	10.64 h	β⁻ / ph	3.30E-08	5.90E-09	0.025	2000	1.8	1.E+01	[2]	2.00E+05	3.00E+02	3	→ Bi-212 [6]
Pb-214	26.8 min	β⁻ / ph	4.80E-09	1.40E-10	0.041	2000	1.9	1.E+02	[1]	1.00E+06	2.00E+03	3	→ Bi-214 [6]
Bi-200	36.4 min	ec, β⁺ / ph	5.60E-11	5.10E-11	0.371	600	0.7	1.E+01	[1]	1.00E+08	1.00E+05	10	→ Pb-200
Bi-201	108 min	ec, β⁺ / ph	1.10E-10	1.20E-10	0.205	500	0.8	1.E+01	[1]	5.00E+07	8.00E+04	10	→ Pb-201 [6]
Bi-202	1.72 h	ec, β⁺ / ph	1.00E-10	8.90E-11	0.367	500	0.6	1.E+01	[1]	6.00E+07	8.00E+04	10	→ Pb-202
Bi-203	11.76 h	ec, β⁺ / ph	4.50E-10	4.80E-10	0.310	200	0.4	1.E+01	[1]	1.00E+07	2.00E+04	10	→ Pb-203
Bi-205	15.31 d	ec, β⁺ / ph	1.00E-09	9.00E-10	0.239	100	0.2	1.E+01	[1]	6.00E+06	8.00E+03	30	→ Pb-205
Bi-206	6.243 d	ec, β⁺ / ph	2.10E-09	1.90E-09	0.487	600	1	1.E+00		3.00E+06	4.00E+03	10	
Bi-207	32.9 a	ec, β⁺ / ph	3.20E-09	1.30E-09	0.233	100	0.3	1.E-01		2.00E+06	3.00E+03	30	
Bi-208	3.68 E5 a	ec / ph						1.E-02		2.00E+06	2.00E+03	300	

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	e_{ing} Sv/Bq	h_{10} (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq 10 cm stand	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ min Ab-(kBq/cm²)	**LL** Bq/g		**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Bi-210	5.013 d	β⁻, α	6.00E-08	1.30E-09	<0.001	1000	1.6	1.E+03		1.00E+05	1.00E+02	3	→ Po-210
Bi-210m	3.04 E6 a	α / ph	2.10E-06	1.50E-08	0.042	500	0.4	1.E-01	[2]	3.00E+03	4.00E+00	10	→ Tl-206
Bi-212 / Po-212, Tl-208	60.55 min	β⁻, α / ph	3.90E-08	2.60E-10	0.180	1000	1.7	1.E+01	[1]	2.00E+05	2.00E+02	3	
Bi-213 / Po-213, Tl-209	45.59 min	β⁻, α / ph	4.10E-08	2.00E-10	0.027	1000	1.6	1.E+02	[1]	1.00E+05	2.00E+02	3	
Bi-214	19.9 min	β⁻, α / ph	2.10E-08	1.10E-10	0.239	1000	1.7	1.E+01	[1]	3.00E+05	4.00E+02	3	→ Po-214-> Pb-210
Po-203	36.7 min	ec, β⁺, α / ph	6.10E-11	5.20E-11	0.245	1000	1	1.E+01	[1]	1.00E+08	1.00E+05	10	→ Bi-203 [6]
Po-205	1.66 h	ec, β⁺, α / ph	8.90E-11	5.90E-11	0.233	200	0.3	1.E+01	[1]	7.00E+07	9.00E+04	30	→ Bi-205 [6], Pb-201
Po-206	8.8 d	ec, α / ph						1.E+00		2.00E+04	2.00E+01	3	→ Bi-206 [6]
Po-207	5.80 h	ec, β⁺, α / ph	1.50E-10	1.40E-10	0.201	200	0.3	1.E+01	[1]	4.00E+07	6.00E+04	30	→ Bi-207 [6]
Po-208	2.898 a	α, ec						1.E+00		3.00E+03	3.00E+00	0.3	→ Bi-208
Po-209	102 a	α, ec / ph						1.E+00		3.00E+03	3.00E+00	0.3	→ Pb-205
Po-210	138.376 d	α	2.20E-06	2.40E-07	<0.001	<1	<0.1	1.E+00		3.00E+03	4.00E+00	1	
At-207	1.80 h	ec, β⁺, α / ph	1.90E-09	2.30E-10	0.198	500	0.5	1.E+01	[1]	3.00E+06	4.00E+03	10	→ Po-207 [6], Bi-203
At-211	7.214 h	ec, α / ph	1.10E-07	1.10E-08	0.008	3	<0.1	1.E+03	[2]	5.00E+04	8.00E+01	30	→ Po-211, Bi-207 [6]
Rn-220	55.6 s	α / ph			<0.001	<1	<0.1		[1]				→ Po-216-> Pb-212
Rn-222	3.8235 d	α / ph			<0.001	<1	<0.1		[2]				→ Po-218-> Pb-214
Fr-222	14.2 min	β⁻ / ph	2.10E-08	7.10E-10	0.001	1000	1.6	1.E+03	[2]	3.00E+05	4.00E+02	3	→ Ra-222 etc.
Fr-223	22.00 min	β⁻, α / ph	1.30E-09	2.30E-09	0.017	2000	1.8	1.E+02	[1]	5.00E+06	6.00E+03	3	→ Ra-223
Ra-223	11.43 d	α / ph	5.70E-06	1.00E-07	0.024	600	0.5	1.E+01	[2]	1.00E+03	1.00E+00	3	→ Rn-219→ Po-215→ Pb-211
Ra-224	3.66 d	α / ph	2.40E-06	6.50E-08	0.002	30	<0.1	1.E+00	[2]	3.00E+03	3.00E+00	3	→ Rn-220 etc.
Ra-225	14.9 d	β⁻ / ph	4.80E-06	9.50E-08	0.007	1000	0.9	1.E+01		1.00E+03	2.00E+00	3	→ Ac-225
Ra-226	1600 a	α / ph	2.20E-06	2.80E-07	0.001	50	<0.1	1.E-02	[2]	3.00E+03	4.00E+00	1	→ Rn-222

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	e_{ing} Sv/Bq	h_{10} (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq min 10 cm stand	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	LL Bq/g		LA Bq	CA Bq/m³	CS Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Ra-226 (+ Töchter)					0.283	5000	5.2	1.E-02		3.00E+03	4.00E+00	1	
Ra-227	42.2 min	β⁻ / ph	2.10E-10	8.40E-11	0.038	2000	1.8	1.E+02	[1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ Ac-227
Ra-228	5.75 a	β⁻ / ph	1.70E-06	6.70E-07	<0.001	<1	<0.1	1.E-01	[2]	4.00E+03	5.00E+00	0.3	→ Ac-228
Ac-224	2.78 h	ec, α / ph	9.90E-08	7.00E-10	0.038	100	0.2	1.E+02	[1]	6.00E+04	8.00E+01	30	→ Ra-224, Fr-220 etc.
Ac-225	10.0 d	α / ph	6.50E-06	2.40E-08	0.005	20	0.1	1.E+01	[2]	9.00E+02	1.00E+00	10	→ Fr-221 etc.
Ac-226	29.37 h	β⁻, ec, α / ph	1.00E-06	1.00E-08	0.024	1000	1.3	1.E+02	[2]	6.00E+03	8.00E+00	3	→ Th-226, Ra-226, Fr-222
Ac-227	21.772 a	β⁻, α / ph	6.30E-04	1.10E-06	<0.001	<1	<0.1	1.E-02	[2]	1.00E+01	1.00E-02	0.1	→ Th-227, Fr-223
Ac-228	6.15 h	β⁻ / ph	2.90E-08	4.30E-10	0.145	2000	1.8	1.E+01	[1]	2.00E+05	3.00E+02	3	→ Th-228
Th-226	30.57 min	α / ph	7.80E-08	3.60E-10	0.002	100	0.3	1.E+03	[1]	8.00E+04	1.00E+02	30	→ Ra-222 etc.
Th-227	18.68 d	α / ph	7.60E-06	8.90E-09	0.023	200	0.2	1.E+01		8.00E+02	1.00E+00	10	→ Ra-223
Th-228	1.9116 a	α / ph	3.20E-05	7.00E-08	0.002	3	<0.1	1.E-01	[2]	2.00E+02	3.00E-01	3	→ Ra-224
Th-229	7.34 E3 a	α / ph	6.90E-05	4.80E-07	0.027	300	0.5	1.E-01	[2]	9.00E+01	1.00E-01	0.3	→ Ra-225
Th-230	7.538 E4 a	α / ph	2.80E-05	2.10E-07	0.001	3	<0.1	1.E-01		2.00E+02	3.00E-01	1	→ Ra-226
Th-231	25.52 h	β⁻ / ph	4.00E-10	3.40E-10	0.019	700	0.8	1.E+03		2.00E+07	2.00E+04	10	→ Pa-231
Th-232	1.405 E10 a	α / ph	2.90E-05	2.20E-07	0.001	3	<0.1	1.E-01	[2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Ra-228
Th-234 / Pa-234m	24.10 d	β⁻ / ph	5.80E-09	3.40E-09	0.008	1000	1.9	1.E+02	[2]	1.00E+06	1.00E+03	3	→ Pa-234
Th nat (+ Töchter)					0.355	6000	5.4	siehe Anhang 2				1	
Pa-227	38.3 min	α, ec / ph	9.70E-08	4.50E-10	0.007	5	<0.1	1.E+01	[1]	6.00E+04	9.00E+01	300	→ Ac-223
Pa-228	22 h	ec, β⁺, α / ph	5.10E-08	7.80E-10	0.168	400	0.9	1.E+01		1.00E+05	2.00E+02	10	→ Th-228, Ac-224
Pa-230	17.4 d	ec, β⁻, α / ph	5.70E-07	9.20E-10	0.108	200	0.3	1.E+01		1.00E+04	1.00E+01	30	→ Th-230, U-230, Ac-226
Pa-231	3.276 E4 a	α / ph	8.90E-05	7.10E-07	0.020	40	0.1	1.E-02		7.00E+01	9.00E-02	0.3	→ Ac-227
Pa-232	1.31 d	β⁻, ec / ph	6.80E-09	7.20E-10	0.151	1000	1.3	1.E+01		9.00E+05	1.00E+03	3	→ U-232
Pa-233	26.967 d	β⁻ / ph	3.20E-09	8.70E-10	0.041	2000	1.4	1.E+01		2.00E+06	3.00E+03	3	→ U-233
Pa-234	6.70 h	β⁻ / ph	5.80E-10	5.10E-10	0.281	2000	2.9	1.E+01		1.00E+07	1.00E+04	3	→ U-234
U-230	20.8 d	α / ph	1.20E-05	5.50E-08	0.003	6	<0.1	1.E+01	[2]	5.00E+02	7.00E-01	3	→ Th-226
U-231	4.2 d	ec, α / ph	4.00E-10	2.80E-10	0.032	10	0.1	1.E+02		2.00E+07	2.00E+04	100	→ Pa-231, Th-227
U-232	68.9 a	α / ph	2.60E-05	3.30E-07	0.002	6	<0.1	1.E-01	[2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Th-228

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	e_{ing} Sv/Bq	h_{10} (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq min 10 cm stand	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	LL Bq/g		LA Bq	CA Bq/m³	CS Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
U-233	1.592 E5 a	α / ph	6.90E-06	5.00E-08	0.001	2	<0.1	1.E+00		9.00E+02	1.00E+00	3	→ Th-229
U-234	2.455 E5 a	α / ph	6.80E-06	4.90E-08	0.002	3	<0.1	1.E+00		9.00E+02	1.00E+00	3	→ Th-230
U-235	7.04 E8 a	α / ph	6.10E-06	4.60E-08	0.028	100	0.2	1.E+00	[2]	1.00E+03	1.00E+00	3	→ Th-231
U-236	2.342E7 a	α / ph	6.30E-06	4.60E-08	0.002	1	<0.1	1.E+01	[1]	1.00E+03	1.00E+00	3	→ Th-232
U-237	6.75 d	β⁻ / ph	1.70E-09	7.70E-10	0.037	1000	1.6	1.E+02		4.00E+06	5.00E+03	3	→ Np-237
U-238	4.468 E9 a	α, fs / ph	5.70E-06	4.40E-08	0.002	1	<0.1	1.E+00	[2]	1.00E+03	1.00E+00	10	→ Th-234
U-239	23.45 min	β⁻ / ph	3.50E-11	2.80E-11	0.012	1000	1.6	1.E+02	[1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Np-239
U-240	14.1 h	β⁻ / ph	8.40E-10	1.10E-09	0.009	1000	1	1.E+02	[2]	7.00E+06	1.00E+04	10	→ Np-240
U nat (+ Töchter)					0.296	6000	7.1	siehe Anhang 2				1	
Np-232	14.7 min	ec, β⁺ / ph	3.50E-11	9.70E-12	0.199	400	0.6	1.E+01	[1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ U-232
Np-233	36.2 min	ec, α / ph	3.00E-12	2.20E-12	0.022	40	<0.1	1.E+02	[1]	2.00E+09	3.00E+06	1000	→ U-233
Np-234	4.4 d	ec, β⁺ / ph	7.30E-10	8.10E-10	0.219	80	0.2	1.E+01		8.00E+06	1.00E+04	30	→ U-234
Np-235	396.1 d	ec, α / ph	2.70E-10	5.30E-11	0.008	3	<0.1	1.E+03		2.00E+07	3.00E+04	1000	→ U-235, Pa-231
Np-236	1.54 E5 a	ec, β⁻, α / ph	2.00E-06	1.70E-08	0.046	1000	1.8	1.E+00		3.00E+03	4.00E+00	3	→ U-236, Pu-236
Np-236m	22.5 h	ec, β⁻ / ph	3.60E-09	1.90E-10	0.013	600	0.6	1.E+02		2.00E+06	2.00E+03	10	→ U-236, Pu-236
Np-237	2.144 E6 a	α / ph	1.50E-05	1.10E-07	0.018	30	0.1	1.E+00	[2]	4.00E+02	6.00E-01	3	→ Pa-233
Np-238	2.117 d	β⁻ / ph	1.70E-09	9.10E-10	0.089	1000	1.1	1.E+01		4.00E+06	5.00E+03	3	→ Pu-238
Np-239	2.3565 d	β⁻ / ph	1.10E-09	8.00E-10	0.039	2000	2.3	1.E+02		5.00E+06	8.00E+03	3	→ Pu-239
Np-240	61.9 min	β⁻ / ph	1.30E-10	8.20E-11	0.225	3000	3.4	1.E+01	[1]	5.00E+07	6.00E+04	1	→ Pu-240
Np-240m	7.22 min	β⁻, it / ph			0.060	1000	1.6	1.E+03				3	→ Pu-240
Pu-234	8.8 h	ec, α / ph	1.80E-08	1.60E-10	0.018	6	<0.1	1.E+02	[1]	3.00E+05	5.00E+02	1000	→ Np-234, U-230
Pu-235	25.3 min	ec, α / ph	2.60E-12	2.10E-12	0.026	8	<0.1	1.E+02	[1]	2.00E+09	3.00E+06	1000	→ Np-235, U-231
Pu-236	2.858 a	α, fs / ph	1.30E-05	8.60E-08	0.003	1	<0.1	1.E+00		5.00E+02	6.00E-01	3	→ U-232
Pu-237	45.2 d	ec, α / ph	3.00E-10	1.00E-10	0.018	6	<0.1	1.E+02		2.00E+07	3.00E+04	1000	→ Np-237, U-233
Pu-238	87.7 a	α, fs / ph	3.00E-05	2.30E-07	0.002	<1	<0.1	1.E-01		2.00E+02	3.00E-01	1	→ U-234
Pu-239	2.411 E4 a	α / ph	3.20E-05	2.50E-07	0.001	<1	<0.1	1.E-01	[2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ U-235
Pu-240	6564 a	α, fs / ph	3.20E-05	2.50E-07	0.002	<1	<0.1	1.E-01		2.00E+02	3.00E-01	1	→ U-236
Pu-241	14.35 a	β⁻, a	5.80E-07	4.70E-09	<0.001	<1	<0.1	1.E+01		1.00E+04	1.00E+01	30	→ Am-241, U-237
Pu-242	3.75 E5 a	α, fs / ph	3.10E-05	2.40E-07	0.002	<1	<0.1	1.E-01		2.00E+02	3.00E-01	1	→ U-238

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	e_{ing} Sv/Bq	h_{10} (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq min 10 cm stand	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	LL Bq/g		LA Bq	CA Bq/m³	CS Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Pu-243	4.956 h	β⁻ / ph	1.10E-10	8.50E-11	0.007	1000	1.3	1.E+03		5.00E+07	8.00E+04	3	→ Am-243
Pu-244 [9]	8.00 E7 a	α, fs / ph	3.00E-05	2.40E-07	0.053	1	0.1	1.E-01	[2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ U-240
Pu-245	10.5 h	β⁻ / ph	6.50E-10	7.20E-10	0.070	2000	2	1.E+02	[2]	9.00E+06	1.00E+04	3	→ Am-245
Pu-246	10.84 d	β⁻ / ph	7.00E-09	3.30E-09	0.034	700	0.7	1.E+01	[2]	9.00E+05	1.00E+03	10	→ Am-246
Am-237	73.0 min	ec, α / ph	3.60E-11	1.80E-11	0.073	800	0.7	1.E+02	[1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ Pu-237, Np-233
Am-238	98min	ec, β⁺, α / ph	6.60E-11	3.20E-11	0.145	60	0.1	1.E+01	[1]	9.00E+07	1.00E+05	100	→ Pu-238, Np-234
Am-239	11.9 h	ec, α / ph	2.90E-10	2.40E-10	0.059	1000	1.4	1.E+02	[1]	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Pu-239, Np-235
Am-240	50.8 h	ec, α / ph	5.90E-10	5.80E-10	0.171	50	0.3	1.E+01		1.00E+07	1.00E+04	30	→ Pu-240, Np-236
Am-241	432.2 a	α / ph	2.70E-05	2.00E-07	0.019	6	<0.1	1.E-01		2.00E+02	3.00E-01	1	→ Np-237
Am-242	16.02 h	β⁻, ec / ph	1.20E-08	3.00E-10	0.009	1000	1.1	1.E+03		5.00E+05	7.00E+02	3	→ Cm-242, Pu-242
Am-242m	141 a	it, α / ph	2.40E-05	1.90E-07	0.006	2	<0.1	1.E-01	[2]	3.00E+02	3.00E-01	1	→ Am-242, Np-238
Am-243	7.37 E3 a	α / ph	2.70E-05	2.00E-07	0.014	2	<0.1	1.E-01	[2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Np-239
Am-244	10.1 h	β⁻ / ph	1.50E-09	4.60E-10	0.145	3000	2.9	1.E+01		4.00E+06	6.00E+03	3	→ Cm-244
Am-244m	26 min	β⁻ / ph	6.20E-11	2.90E-11	0.002	1000	1.6	1.E+04	[1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ Cm-244
Am-245	2.05 h	β⁻ / ph	7.60E-11	6.20E-11	0.007	2000	1.8	1.E+03		8.00E+07	1.00E+05	3	→ Cm-245
Am-246	39 min	β⁻ / ph	1.10E-10	5.80E-11	0.135	4000	4.5	1.E+01	[1]	5.00E+07	8.00E+04	1	→ Cm-246
Am-246m	25.0 min	β⁻ / ph	3.80E-11	3.40E-11	0.154	1000	1.7	1.E+01	[1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Cm-246
Cm-238	2.4 h	ec, α / ph	4.80E-09	8.00E-11	0.021	7	<0.1	1.E+02	[1]	1.00E+06	2.00E+03	1000	→ Am-238, Pu-234
Cm-240	27 d	α, fs / ph	2.30E-06	7.60E-09	0.003	<1	<0.1	1.E+02		3.00E+03	4.00E+00	30	→ Pu-236
Cm-241	32.8 d	ec, α / ph	2.60E-08	9.10E-10	0.100	600	0.7	1.E+01		2.00E+05	3.00E+02	10	→ Am-241, Pu-237
Cm-242	162.8 d	α, fs / ph	3.70E-06	1.20E-08	0.002	<1	<0.1	1.E+01		2.00E+03	2.00E+00	30	→ Pu-238
Cm-243	29.1 a	ec / ph	2.00E-05	1.50E-07	0.033	1000	1.1	1.E+00		3.00E+02	4.00E-01	1	→ Pu-239, Am-243
Cm-244	18.10 a	α, fs / ph	1.70E-05	1.20E-07	0.002	<1	<0.1	1.E+00		4.00E+02	5.00E-01	3	→ Pu-240
Cm-245	8.5 E3 a	α, fs / ph	2.70E-05	2.10E-07	0.028	400	0.4	1.E-01		2.00E+02	3.00E-01	1	→ Pu-241
Cm-246 [9]	4.76 E3 a	α, fs / ph	2.70E-05	2.10E-07	0.013	<1	<0.1	1.E-01		2.00E+02	3.00E-01	1	→ Pu-242
Cm-247	1.56 E7 a	α / ph	2.50E-05	1.90E-07	0.053	100	0.1	1.E-01	[2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Pu-243
Cm-248 [9]	3.48 E5 a	α, fs / ph	9.50E-05	7.70E-07	3.8	<1	<0.1	1.E-01		6.00E+01	9.00E-02	0.3	→ Pu-244
Cm-249	64.15 min	β⁻ / ph	5.10E-11	3.10E-11	0.003	1000	1.5	1.E+03		1.00E+08	2.00E+05	3	→ Bk-249
Cm-250 [9]	8300 a	α, β⁻, fs / ph	5.40E-04	4.40E-06	36	<1	<0.1	1.E-02	[2]	1.00E+01	2.00E-02	0.1	→ Pu-246, Bk-250
Bk-245	4.94 d	ec, α / ph	1.80E-09	5.70E-10	0.054	2000	1.6	1.E+02		3.00E+06	5.00E+03	3	→ Cm-245, Am-241

Radionuklid	Halbwertszeit	Zerfallsart/ Strahlung	Beurteilungsgrössen					Freigrenze		Bewilligungs-grenze	Richtwerte		Instabiles Tochternuklid
			e_{inh} Sv/Bq	**e_{ing}** Sv/Bq	**h_{10}** (mSv/h)/ GBq in 1 Abstand	**$h_{0,07}$** (mSv/h)/GBq min 10 cm stand	**$hc_{0,07}$** (mSv/h)/ Ab-(kBq/cm²)	**LL** Bq/g		**LA** Bq	**CA** Bq/m³	**CS** Bq/cm²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
Bk-246	1.80 d	ec / ph	4.60E-10	4.80E-10	0.161	30	0.1	1.E+01	[1]	1.00E+07	2.00E+04	100	→ Cm-246
Bk-247	1.38 E3 a	α / ph	4.50E-05	3.50E-07	0.021	800	0.7	1.E-01		1.00E+02	2.00E-01	1	→ Am-243
Bk-249	330 d	β⁻, α	1.00E-07	9.70E-10	<0.001	20	<0.1	1.E+02		6.00E+04	8.00E+01	300	→ Cf-249, Am-245
Bk-250	3.212 h	β⁻ / ph	7.10E-10	1.40E-10	0.137	1000	1.5	1.E+01	[1]	8.00E+06	1.00E+04	3	→ Cf-250
Cf-244	19.4 min	α / ph	1.80E-08	7.00E-11	0.003	<1	<0.1	1.E+04	[1]	3.00E+05	5.00E+02	1000	→ Cm-240
Cf-246	35.7 h	α, fs / ph	3.50E-07	3.30E-09	0.002	<1	<0.1	1.E+03		2.00E+04	2.00E+01	100	→ Cm-242
Cf-248 [9]	334 d	α, fs / ph	6.10E-06	2.80E-08	0.003	<1	<0.1	1.E+00		1.00E+03	1.00E+00	10	→ Cm-244
Cf-249	351 a	α, fs / ph	4.50E-05	3.50E-07	0.060	200	0.2	1.E-01		1.00E+02	2.00E-01	1	→ Cm-245
Cf-250 [9]	13.08 a	α, fs / ph	2.20E-05	1.60E-07	0.035	<1	<0.1	1.E+00		3.00E+02	4.00E-01	1	→ Cm-246
Cf-251	900 a	α / ph	4.60E-05	3.60E-07	0.037	1000	1.8	1.E-01		1.00E+02	2.00E-01	1	→ Cm-247
Cf-252 [9]	2.645 a	α, fs / ph	1.30E-05	9.00E-08	1.3	<1	<0.1	1.E+00		5.00E+02	6.00E-01	3	→ Cm-248
Cf-253	17.81 d	β⁻, α / ph	1.00E-06	1.40E-09	<0.001	800	0.8	1.E+02	[2]	6.00E+03	8.00E+00	10	→ Es-253, Cm-249
Cf-254 [9]	60.5 d	α, fs / ph	2.20E-05	4.00E-07	42	<1	<0.1	1.E+00		3.00E+02	4.00E-01	1	→ Cm-250
Es-250	8.6 h	ec / ph	4.20E-10	2.10E-11	0.071	20	0.1	1.E+02	[1]	1.00E+07	2.00E+04	100	→ Cf-250
Es-251	33 h	ec, α / ph	1.70E-09	1.70E-10	0.028	200	0.2	1.E+02	[1]	4.00E+06	5.00E+03	30	→ Cf-251, Bk-247
Es-253	20.47 d	α, fs / ph	2.10E-06	6.10E-09	0.001	1	<0.1	1.E+02		3.00E+03	4.00E+00	30	→ Bk-249
Es-254	275 .7 d	α, β⁻, fs / ph	6.00E-06	2.80E-08	0.021	6	<0.1	1.E-01	[2]	1.00E+03	1.00E+00	10	→ Bk-250
Es-254m	39.3 h	β⁻, α, ec, fs / ph	3.70E-07	4.20E-09	0.077	1000	1.4	1.E+01	[2]	2.00E+04	2.00E+01	3	→ Fm-254, Bk-250
Fm-252	25.39 h	α, fs / ph	2.60E-07	2.70E-09	0.002	<1	<0.1	1.E+03		2.00E+04	3.00E+01	100	→ Cf-248
Fm-253	3.00 d	ec, α / ph	3.00E-07	9.10E-10	0.023	200	0.2	1.E+02		2.00E+04	3.00E+01	30	→ Es-253, Cf-249
Fm-254	3.240 h	α, fs / ph	7.70E-08	4.40E-10	0.002	<1	<0.1	1.E+04	[1]	8.00E+04	1.00E+02	1000	→ Cf-250
Fm-255	20.07 h	α, fs / ph	2.60E-07	2.50E-09	0.016	5	0.1	1.E+02		2.00E+04	3.00E+01	100	→ Cf-251
Fm-257	100.5 d	α, fs / ph	5.20E-06	1.50E-08	0.032	600	0.8	1.E+01		1.00E+03	2.00E+00	10	→ Cf-253
Md-257	5.2h		2.00E-08	1.20E-10	0.027	30	<0.1	1.E+02	[1]	3.00E+05	4.00E+02	1000	→ Fm-257, Es-253
Md-258	55d		4.40E-06	1.30E-08	0.007	2	<0.1	1.E+01		1.00E+03	2.00E+00	10	→ Es-254

Erläuterungen zu den einzelnen Spalten

1–3 Allgemeine Angaben über das Radionuklid [Quelle: International Commission on Radiological Protection, ICRP 107]. Tochternuklide mit einer Halbwertszeit von weniger als 10 Minuten sind nicht separat aufgeführt; ihre Eigenschaften sind in der Zeile des Mutternuklids integriert.

1 Radionuklid; m: metastabil. Ein Tochternuklid mit einer Halbwertszeit von weniger als 10 Minuten ist nach dem Schrägstrich angegeben.

2 Halbwertszeit: s: Sekunde; min: Minute; h: Stunde; d: Tag; a: Jahr; E: Exponentialdarstellung. Quelle: International Commission on Radiological Protection, ICRP 107. Dort nicht aufgeführte, einzelne Nuklide: IAEA, Safety Requirements: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, Revision of IAEA Safety Series N°115, GOV2011/42, 15 August 2011; Table III-2A.

3 Zerfallsart/Strahlung: α: Alphastrahlung; β+, β-: Betastrahlung; ec: Elektroneneinfang; it: isomeric transition; fs: spontane Spaltung. Für «/Strahlung» ist bei jedem Radionuklid «/ph» angegeben, wenn der Zerfall unter Emission von Photonenstrahlung (γ oder Röntgen) mit einer Energie von mehr als 10^{-4} MeV pro Zerfall erfolgt.

4, 5 Dosiskoeffizient für die effektive Folgedosis infolge einer Inhalation (Einatmen) bzw. einer Ingestion (Essen, Trinken) eines Radionuklids für Erwachsene [Quelle: IAEA, Safety Requirements: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, Revision of IAEA Safety Series N°115, GOV2011/42, 15 August 2011; Tabelle III-2A Spalte $e(g)_{5\,\mu m}$ für Inhalation und Spalte e(g) für Ingestion Dort nicht aufgeführte, einzelne Nuklide: International Commission on Radiological Protection, "ICRP Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public", unter der Rubrik "Free Educational CD Downloads" du site http://www.icrp.org/.

4 Dosiskoeffizient für die effektive Folgedosis infolge einer Inhalation eines Radionuklids. Die Inhalation von 1 Bq führt höchstens zur angegebenen effektiven Folgedosis in Sv. Der angegebene Wert entspricht dem Maximalwert für die verschiedenen Aufnahmearten (oder -geschwindigkeiten) von den Lungen ins Blut (F, M oder S), mit einem AMAD von 5 µm

Anmerkung: Für 12 Radionuklide [Nb-91, Nb-91m, Nb-92m, Te-119m, Nd-140, Re-183, Pt-190, Au-196, Bi-208, Po-206, Po-208, Po-209] sind die e_{inh}-Werte weder in den IAEA BSS noch auf der CD1 ICRP aufgeführt. Die Werte für diese Radionuklide waren für die StSV vom 22. Juni 1994 dem Bericht NRPB-R245 von 1991 entnommen worden. Da diese Quelle nicht mehr aktuell ist und diese Radionuklide nur von geringer Bedeutung sind, wurde entschieden, in der revidierten Fassung der StSV auf die Angabe der Dosiskoeffizienten für diese zwölf Radionuklide zu verzichten.

5 Dosiskoeffizient für die effektive Folgedosis infolge einer Ingestion eines Radionuklids. Die Ingestion von 1 Bq führt höchstens zur angegebenen effektiven Folgedosis in Sv.

Anmerkung: Für 12 Radionuklide (wie bei e_{inh}) sind die e_{ing}-Werte weder in den IAEA BSS der noch auf der CD1 ICRP aufgeführt. Die Werte für diese Radionuklide waren für die StSV vom 22. Juni 1994 dem Bericht NRPB-R245 von 1991 entnommen worden. Da diese Quelle nicht mehr aktuell ist und diese Radionuklide nur von geringer Bedeutung sind, wurde entschieden, in der revidierten Fassung der StSV auf die Angabe der Dosiskoeffizienten für diese zwölf Radionuklide zu verzichten.

6–8 Dosiskoeffizient für externe Bestrahlung [Quelle: Petoussi et al., GSF-Bericht 7/93, Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH, Neuherberg]. Falls das Tochternuklid eine Halbwertszeit von weniger als 10 Minuten hat, ist die Summe der Dosiskoeffizienten von Mutter und Tochter angegeben.

6 Dosisleistung in 10 mm Gewebetiefe (Umgebungs-Dosisäquivalentleistung) in 1 m Abstand von einer radioaktiven Quelle mit einer Aktivität von 1 GBq (10^9 Bq).

7 Dosisleistung in 0,07 mm Gewebetiefe (Richtungs-Dosisäquivalentleistung) in 10 cm Abstand von einer radioaktiven Quelle mit einer Aktivität von 1 GBq (10^9 Bq).

8 Dosiskoeffizient für Hautkontamination. Eine Hautkontamination von 1 kBq/cm^2 (gemittelt über 100 cm^2) führt zur angegebenen Dosisleistung (Richtungs-Dosisäquivalentleistung).

9–12 Freigrenze, Bewilligungsgrenze und Richtwerte

9 Freigrenze für die spezifische Aktivität in Bq/g (LL). [Quellen: IAEA, Safety Requirements: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, Revision of IAEA Safety Series N°115, GOV2011/42, 15 August 2011; Tabelle I-2; Brenk Systemplanung, Berechnung von Freigrenzen und Freigabewerten für Nuklide, für die keine Werte in den IAEA-BSS vorliegen Endbericht, Aachen, 2012.] Für Radionuklide mit kurzer Halbwertszeit liegen die im Bericht von Brenk Systemplanung errechneten Freigrenzen häufig über den Freigrenzen der bei geringen Materialmengen geltenden spezifischen Aktivität, die in den IAEA BSS festgelegt sind. In diesem Fall sowie bei den wenigen Radionukliden, für die von Brenk Systemplanung kein Wert errechnet wurde, werden in der vorliegenden Verordnung die Werte für geringe Materialmengen aus den IAEA BSS verwendet [Quelle: IAEA, Safety Requirements: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, Revision of IAEA Safety Series N°115, GOV2011/42, 15. August 2011; Tabelle I-1 Spalte "Activity Concentration"]. Radionuklide, bei denen die in den IAEA BSS für geringe Materialmengen aufgeführten Freigrenzen verwendet werden, sind in Spalte 9 der Tabelle mit der Angabe [1] gekennzeichnet.

Radionuklide, für die der Beitrag von Tochternukliden bei der Bestimmung des LL-Werts berücksichtigt ist, sind in Spalte 9 der Tabelle mit der Angabe [2] gekennzeichnet. In der untenstehenden Tabelle ist bei jedem Radionuklid, für

das ein Tochternuklid berücksichtigt wurde, das letzte Radionuklid der Zerfallskette angegeben, das zusammen mit der Mutter für die Berechnung des LL-Werts herangezogen wurde.

Beispiel: Ra-226 -> Po-214 bedeutet, dass die Tochternuklide von Ra-226 bis Po-214 (d.h. Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214 und Po-214) zusammen mit der Mutter zur Berechnung von LL berücksichtigt wurden.

Für H-3 und S-35, die in verschiedenen chemischen Formen vorliegen können, erfolgte die Berechnung von LL im Bericht von Brenk mit den pessimistischeren Dosiskoeffizienten für jeden Expositionsweg (z.B. für S-35 mit e_{ing} von S-35 org und e_{inh} von S-35 inorg). Die auf diese Weise festgelegten LL-Werte wurden auf alle chemischen Formen des Radionuklids angewendet.

10 Bewilligungsgrenze für den täglichen Umgang. Die Werte für die Bewilligungsgrenzen sind aus Spalte 4 abgeleitet, da beim Umgang mit Radionukliden im Labor die Inhalationsgefahr dominiert. Die einmalige Inhalation einer Aktivität LA führt zu einer effektiven Folgedosis von 6 mSv.
Für Edelgase, C-11, N-13, O-15, F-18 und Cl-38 entspricht die Bewilligungsgrenze der Aktivität eines Raums von 1000 m^3 Inhalt und einer Konzentration CA nach Spalte 11.

11 Richtwert für Daueraktivität in der Luft für beruflich strahlenexponierte Personen. Der Aufenthalt in Luft mit einer Aktivitätskonzentration CA während 40 Stunden pro Woche und 50 Wochen pro Jahr führt zu einer effektiven Folgedosis von 20 mSv.
Für Inhalation gilt: CA [Bq/m^3] = 0,02 Sv / ($e_{inh} \cdot 2400\ m^3/a$).
Für Edelgase führt der Aufenthalt in einer halbkugelförmigen Wolke grosser Ausdehnung während 40 Stunden pro Woche und 50 Wochen pro Jahr zu einer effektiven Dosis von 20 mSv (Die Dosiskoeffizienten für die Immersion e_{imm} stammen aus der Publikation ICRP119, soweit sie nicht in der ENSI-Richtlinie G14 geregelt sind). In den meisten Fällen bezieht sich der CA-Wert auf das Mutternuklid. Die Ausnahmen, bei denen der CA-Wert des Tochternuklids angegeben ist, sind speziell gekennzeichnet. Ebenso mit der entsprechenden Fussnote gekennzeichnet sind Fälle, bei denen die Immersion zu einer Bestrahlung der Haut bzw. aller Organe führt und die Dosis durch Immersion bedeutender ist als diejenige durch Inhalation. [5]: Bei Kr-88 wurden die Werte des Tochternuklids für Immersion angegeben. [3]: Abgeleitet aus der effektiven Dosis bei Immersion. [4]: Abgeleitet aus der Hautdosis bei Immersion. In diesem Fall stammen die Dosiskoeffizienten e_{imm} für die Haut aus der Publikation: [Federal Guidance Report N°12, External Exposure to Radionuclides in air, water and soil, Keith F. Eckerman and Jeffrey C. Ryman, Sept. 1993].

12 Richtwerte für die Oberflächenkontamination ausserhalb von Kontrollbereichen. Die Mittelungsfläche für Oberflächenkontamination darf bei der Kontaminationskontrolle von Personen, Arbeitsflächen bis zu 100 cm^2,bei der Freimessung von Stoffen bis zu 300 cm^2 sowie bei der Freimessung von Gebäuden 1000 cm^2 betragen. In begründeten Fällen kann die Aufsichtsbehörde grössere Mittelungsflächen zulassen.

13 Instabiles Tochternuklid

13 Instabiles Tochternuklid; → bedeutet: zerfällt in …; bei einer Verzweigung in mehrere Nuklide sind diese durch ein Komma getrennt; ein zweiter Pfeil deutet auf eine Zerfallsreihe hin. [6]: Der Wert h_{10} des Tochternuklids überschreitet 0,1 (mSv/h/GBq in 1 m Abstand (je nachdem Tochternuklid beachten!).

Zusammenstellung der Fussnoten:

[1] Radionuklide, bei denen als Freigrenze die Werte für geringe Materialmengen aus den IAEA BSS verwendet werden.

[2] Radionuklide, für welche der Beitrag von Tochternukliden zur Bestimmung des LL-Werts (Spalte 9) berücksichtigt wurde. In der Tabelle auf Seite xx ist für jedes dieser Radionuklide das letzte Radionuklid der Zerfallskette angegeben, das zusammen mit der Mutter bei der Berechnung des LL-Werts berücksichtigt wurde.

[3] Abgeleitet aus der effektiven Dosis bei Immersion (Spalte 11).

[4] Abgeleitet aus der Hautdosis bei Immersion (Spalte 11).

[5] Bei Kr-88 wurden die Werte des Tochternuklids für Immersion angegeben (Spalte 11).

[6] Der Wert h_{10} des Tochternuklids überschreitet 0,1 (mSv/h)/GBq in 1 m Abstand (je nachdem Tochternuklid beachten! Spalte 13).

[7] Der Anteil H-3, HTO ist auch zu berücksichtigen.

[8] Für Kr-85 wurde LA so gewählt, dass die Dosisleistung in 10 cm Abstand bei 5 µSv/h liegt.

[9] In h_{10} ist die Spontanspaltung mitberücksichtigt. Der Anteil Spontanspaltung stammt aus Tables of Isotopes (eighth edition, 1996, John Wiley & Sons) und aus der ENDF Datenbank des Brookhaven National Laboratory. Für die mittlere Anzahl Neutronen pro Spaltung und den Dosisfaktor wurden die Werte von Cf-252 übernommen. Nicht berücksichtigt ist der Photonenanteil bei der Kernspaltung und die Photonenemission der entstehenden Spaltprodukte.

.

Nuklidgemische

Bei Nuklidgemischen gilt für die Spalten 9, 11 und 12 die Summenregel:

Regel zur Überprüfung der Einhaltung von Aktivitätsgrenzwerten bei Nuklidgemischen. Dabei werden die verschiedenen Nuklide entsprechend ihrer Gefährdung gewichtet. Wenn die folgenden Ungleichungen erfüllt sind, so liegen die Gemische unter der Freigrenze bzw. unter dem Richtwert für die Oberflächenkontamination.

$$\frac{a_1}{LL_1} + \frac{a_2}{LL_2} + ... + \frac{a_n}{LL_n} < 1$$

$a_1, a_2, ...a_n$: spezifische Aktivitäten der Nuklide 1, 2, ..., n in Bq/kg.

$LL_1, LL_2, ...LL_n$: Freigrenzen der Nuklide 1, 2, ..., n in Bq/kg nach Anhang 3 Spalte 9.

$$\frac{c_1}{CS_1} + \frac{c_2}{CS_2} + ... + \frac{c_n}{CS_n} < 1$$

c_1, c_2, ...c_n : Kontaminationswerte der Nuklide 1, 2, ..., n in Bq/cm^2.

CS_1, CS_2, ...CS_n : Richtwert für die Oberflächenkontamination der Nuklide 1, 2, ..., n in Bq/cm^2 nach Anhang 3 Spalte 9.

.

Zu Fussnote [2] Einbeziehung von Tochternukliden bei der Berechnung der Freigrenze

Nuklid	Tochternuklide	Nuklid	Tochternuklide	Nuklid	Tochternuklide	Nuklid	Tochternuklide	Nuklid	Tochternuklide
Mg-28	-> Al-28	Mo-99	-> Tc-99m	I-135	-> Xe-135m	Hg-195m	-> Hg-195	Np-237	-> Pa-233
Si-32	-> P-32	Tc-95m	-> Tc-95	Cs-137	-> Ba-137m	Pb-202	-> Tl-202	Pu-239	-> U-235m
Ca-45	-> Sc-45m	Ru-103	-> Rh-103m	Ba-128	-> Cs-128	Pb-210	-> Bi-210	Pu-244	-> Np-240
Sc-44m	-> Sc-44	Ru-106	-> Rh-106	Ce-134	-> La-134	Pb-212	-> Tl-208	Pu-245	-> Am-245
Ti-44	-> Sc-44	Pd-100	-> Rh-100	Ce-137m	-> Ce-137	Bi-210m	-> Tl-206	Pu-246	-> Am-246m
Fe-52	-> Mn-52m	Pd-109	-> Ag-109m	Ce-144	-> Pr-144	At-211	-> Po-211	Am-242m	-> Np-238
Fe-60	-> Co-60	Ag-108m	-> Ag-108	Nd-138	-> Pr-138	Rn-222	-> Tl-210	Am-243	-> Np-239
Ni-66	-> Cu-66	Ag-110m	-> Ag-110	Nd-140	-> Pr-140	Fr-222	-> Po-214	Cm-247	-> Pu-243
Zn-62	-> Cu-62	Cd-109	-> Ag-109m	Gd-146	-> Eu-146	Ra-223	-> Tl-207	Cm-250	-> Am-246m
Zn-69m	-> Zn-69	Cd-113m	-> In-113m	Yb-178	-> Lu-178	Ra-224	-> Tl-208	Cf-253	-> Cm-249
Zn-72	-> Ga-72m	Cd-115	-> In-115m	Lu-177m	-> Lu-177	Ra-226	-> Po-214		
Ge-68	-> Ga-68	Cd-115m	-> In-115m	Hf-172	-> Sn-121m	Ra-228	-> Ac-228		
As-73	-> Ge-73m	In-111	-> Cd-111m	Hf-182	-> Ta-182	Ac-225	-> Pb-209		
Br-80m	-> Br-80	In-114m	-> In-114	W-188	-> Re-188	Ac-226	-> Th-226		
Br-83	-> Kr-83m	Sn-110	-> In-110m	Re-186m	-> Re-186	Ac-227	-> Bi-211		
Rb-83	-> Kr-83m	Sn-113	-> In-113m	Re-189	-> Os-189m	Th-228	-> Tl-208		
Sr-80	-> Rb-80	Sn-121m	-> Sn-121	Os-191	-> Ir-191m	Th-229	-> Pb-209		
Sr-89	-> Y-89m	Sn-126	-> Sb-126	Os-194	-> Ir-194	Th-232	-> Tl-208		
Sr-90	-> Y-90	Sb-125	-> Te-125m	Ir-189	-> Os-189m	Th-234	-> Pa-234		
Sr-91	-> Y-91m	Sb-127	-> Te-127	Ir-190	-> Os-190m	U-230	-> Po-214		
Y-87	-> Sr-87m	Te-127m	-> Te-127	Ir-194m	-> Ir-194	U-232	-> Tl-208		
Zr-86	-> Y-86m	Te-129m	-> Te-129	Pt-191	-> Ir-191m	U-235	-> Th-231		
Zr-95	-> Nb-95m	Te-131m	-> Te-131	Pt-200	-> Au-200	U-238	-> Pa-234		
Zr-97	-> Nb-97	Te-132	-> I-132	Hg-194	-> Au-194	U-240	-> Np-240		

Anhang 4
(Art. 73 Abs. 1, 74 Abs. 1 und 192 Abs. 3)

Dosisgrössen und Methode für die Ermittlung der Strahlendosis

1 Dosisgrössen

1.1 Dosis, Energiedosis D (absorbed dose)

Grundlegende Dosisgrösse, definiert durch die Beziehung

$$D = \frac{d\bar{\varepsilon}}{dm}$$

wobei $d\bar{\varepsilon}$ die mittlere Energie ist, die durch ionisierende Strahlung auf die Materie der Masse dm übertragen wird. Die SI-Einheit der Energiedosis ist das Joule durch Kilogramm (J/kg). Ihr besonderer Name ist das Gray (Gy).

1.2 Dosis, mittlere Energiedosis D_T in einem Gewebe oder Organ T (mean absorbed dose in a tissue or organ)

Die Energiedosis D_T, gemittelt über das Gewebe oder Organ T, die gegeben ist durch

$$D_T = \frac{\varepsilon_T}{m_T}$$

wobei $\boldsymbol{\varepsilon_T}$ die mittlere Energie ist, die die auf ein Gewebe oder Organ T übertragen wird, und mT die Masse dieses Gewebes oder Organs.

1.3 Dosis, Äquivalentdosis H_T (equivalent dose)

Dosis in einem Gewebe oder Organ T gegeben durch:

$$H_T = \sum_R w_R D_{T,R}$$

wobei $D_{T,R}$ die mittlere Energiedosis durch die Strahlung R in einem Gewebe oder Organ T und w_R der Strahlungs-Wichtungsfaktor ist. Da w_R dimensionslos ist, ist die Einheit für die Äquivalentdosis die gleiche wie für die Energiedosis, das J/kg. Ihr besonderer Name ist Sievert (Sv).

1.4 Strahlungs-Wichtungsfaktor

Strahlenart und Energiebereich		**Wichtungsfaktoren der Strahlung w_R**

Photonen, alle Energien		1
Elektronen und Müonen, alle Energien		1
Neutronen, mit Energie	– unter 1 MeV – 1 MeV - 50 MeV – über 50 MeV	$2{,}5+18{,}2\cdot e^{-[\ln(E)]^2/6}$ $5{,}0+17{,}0\cdot e^{-[\ln(2\cdot E)]^2/6}$ $2{,}5+3{,}25\cdot e^{-[\ln(0{,}04\cdot E)]^2/6}$
Protonen und geladene Pionen		2
Alphateilchen, Spaltfragmente, schwere Kerne		20

1.5 Dosis, Organ-Folgedosis $H_T(\tau)$ (committed equivalent dose)

Zeitintegral der Äquivalentdosisleistung in einem bestimmten Gewebe oder Organ, die eine Referenzperson nach der Zufuhr eines radioaktiven Stoffes in den Körper erhalten wird, wobei t die Integrationszeit in Jahren ist.

1.6 Dosis, effektive Dosis E (effective dose)

Summe der gewichteten Organdosen für alle angegebenen Gewebe und Organe des Körpers, gegeben durch den Ausdruck

$$E = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R} \text{ oder } E = \sum_T w_T H_T$$

wobei H_T bzw. $w_R D_{T,R}$ die Äquivalentdosis in dem Gewebe oder Organ T und w_T der Gewebe-Wichtungsfaktor ist. Die Einheit der effektiven Dosis ist wie die der Energiedosis das J kg^{-1} und ihr besonderer Name ist Sievert (Sv);

1.7 Wichtungsfaktoren für Gewebe:

Gewebe oder Organ	**Wichtungsfaktoren für Gewebe, w_T**
Knochenmark (rot)	0,12
Dickdarm	0,12
Lunge	0,12
Magen	0,12
Brust	0,12
Gonaden	0,08
Blase	0,04
Leber	0,04
Speiseröhre	0,04
Schilddrüse	0,04

Gewebe oder Organ	Wichtungsfaktoren für Gewebe, w_T
Gehirn	0,01
Haut	0,01
Knochen-oberfläche	0,01
Speicheldrüse	0,01
Übrige	0,12

1.8 Dosis, effektive Folgedosis E(τ) (committed effective dose)

Summe der Produkte aus den Organ-Folgedosen und den zugehörigen Gewebe-Wichtungsfaktoren (w_T), wobei τ die Integrationszeit in Jahren nach der Aktivitätszufuhr ist. Der Folgezeitraum beträgt 50 Jahre für Erwachsene und erstreckt sich bis zum Alter von 70 Jahren für Kinder.

1.9 Dosis, Dosisäquivalent H (dose equivalent)

1.9.1 Produkt aus D und Q in einem Punkt des Gewebes, wobei D die Energiedosis in ICRU Weichteilgewebe und Q der Qualitätsfaktor für die betrachtete Strahlung an diesem Punkt ist, also:

H = D Q

1.9.2 Die Einheit des Dosisäquivalents ist das Joule durch Kilogramm ($J\ kg^{-1}$), der besondere Name ist Sievert (Sv). Zu den entsprechenden Messgrössen siehe Personendosisäquivalent und Umgebungs-Dosisäquivalent.

1.10 Dosis, Richtungs-Dosisäquivalent H'(d, Ω) (directional dose equivalent)

1.10.1 Dosisäquivalent an einem Punkt im Strahlungsfeld, die im zugehörigen aufgeweiteten Strahlungsfeld auf einem in festgelegter Richtung Ω orientierten Radius der ICRU-Kugel in der Tiefe d erzeugt würde. Die Einheit des Richtungs-Dosisäquivalent ist das Joule pro Kilogramm (J/kg), ihr besonderer Name ist Sievert (Sv).

1.10.2 Im speziellen Fall eines gerichteten Feldes, kann die Richtung mit dem Winkel α spezifiziert werden. α bezeichnet den Winkel zwischen dem Radius entgegen dem Strahlungsfeld und dem festgelegten Radius Ω. Ist α= 0° kann die Grösse H'(d,0°) als H'(d) geschrieben werden und ist gleich H*(d).

1.10.3 Die empfohlenen Werte für d sind 10 mm für durchdringende Strahlung und 0.07 mm für wenig durchdringende Strahlung (Siehe **operationellen Grössen für die Ortsdosimetrie**).

1.11 Dosis, Umgebungs-Dosisäquivalent H*(10) (ambient dose equivalent)

Dosisäquivalent an einem Punkt im Strahlungsfeld, die im zugehörigen aufgeweiteten und ausgerichteten Strahlungsfeld auf dem der Einfallsrichtung der Strahlung entgegengesetzten Radiusvektor der ICRU-Kugel in 10 mm Tiefe erzeugt würde. Die Einheit des Umgebungs-Dosisäquivalent ist das Joule durch Kilogramm (J/kg). Ihr besonderer Name ist Sievert (Sv).

1.12 Dosis, Personendosisäquivalent Hp(d) (Personal dose equivalent, Hp(d))

1.12.1 Eine Dosismessgrösse. Das Dosisäquivalent in ICRU Weichteilgewebe in einer geeigneten Tiefe d unter der Stelle der Körperoberfläche, an der das Personendosimeter getragen wird. Die Einheit der Personendosisäquivalent ist das Joule pro Kilogramm (J/kg), ihr besonderer Name ist Sievert (Sv).

1.12.2 Die Personen-Tiefendosis Hp(d)(d=10mm) ist ein Schätzwert für die effektive Dosis. Die Personen-Oberflächendosis Hp(d) (d=0.07mm) ist ein Schätzwert für die Hautdosis.

1.13 ICRU-Kugel (ICRU-sphere)

Die ICRU-Kugel ist definiert als eine Kugel mit dem Durchmesser 30 cm, der Dichte 1 g/cm^3 und der Zusammensetzung (relative Massenteile): Sauerstoff 76,2 Prozent, Kohlenstoff 11,1 Prozent, Wasserstoff 10,1 Prozent und Stickstoff 2,6 Prozent (Näherung für Weichteilgewebe).

1.14 Qualitätsfaktor (Quality factor, Q(L))

1.14.1 Faktor, der die biologische Wirksamkeit einer Strahlung auf der Grundlage der Ionisationsdichte entlang den Spuren geladener Teilchen im Gewebe kennzeichnet. Q ist definiert als eine Funktion des unbeschränkten LET (L) geladener Teilchen in Wasser:

$$Q(L) = \begin{cases} 1 & \text{für } L < 10 \text{ keV}/\mu\text{m}, \\ 0.32\,L - 2.2 & \text{für } 10 \le L \le 100 \text{ keV}/\mu\text{m}, \\ 300/L^{1/2} & \text{für } L > 100 \text{ keV}/\mu\text{m} \end{cases}$$

1.14.2 Bei der Definition der Organdosen wurde Q durch den Strahlungs-Wichtungsfaktor ersetzt. Q wird jedoch nach wie vor für die Definition des Dosisäquivalent (Dosismessgrössen) verwendet.

2 Methode für die Ermittlung der Strahlendosis

2.1 Grundsatz

Die effektive Dosis und die Äquivalentdosen werden in der Regel mit Hilfe von operationellen Grössen bestimmt.

2.2 Operationelle Grössen

2.2.1 Die operationellen Grössen für die Personendosimetrie bei externer Bestrahlung sind:

a. die Personen-Tiefendosis $H_p(10)$ mit der Kurzbezeichnung H_p;

b. die Personen-Oberflächendosis $H_p(0{,}07)$ mit der Kurzbezeichnung H_s.

2.2.2 Die operationellen Grössen für die Ortsdosimetrie sind:

a. das Umgebungs-Dosisäquivalent H*(10);

b. das Richtungs-Dosisäquivalent H'(0,07).

2.2.3 Die operationelle Grösse für die interne Bestrahlung ist die mit Standardmodellen und den Dosisfaktoren nach den Anhängen 3 und 6 berechnete effektive Folgedosis E_{50}.

2.3 Personendosen unterhalb der entsprechenden Dosisgrenzwerte

2.3.1 Die Äquivalentdosis für ein Organ wird bei externer Bestrahlung der Personen-Tiefendosis $H_p(10)$, beziehungsweise dem Umgebungs-Dosisäquivalent H*(10) gleichgesetzt für alle Gewebe und Organe mit Ausnahme der Haut und der Augenlinse.

2.3.2 Die Äquivalentdosis für die Haut und die Augenlinse wird bei externer Bestrahlung der Personen-Oberflächendosis H_p (0,07), resp. dem Richtungs-Dosisäquivalent H'(0,07), gleichgesetzt.

2.3.3 Die effektive Dosis wird gleichgesetzt der Summe aus:

a. der Personendosisäquivalent H_p (10), beziehungsweise dem Umgebungs-Dosisäquivalent H*(10) und

b. der effektiven Folgedosis E_{50}.

2.4 Personendosen oberhalb der entsprechenden Dosisgrenzwerte

Liegen die nach Ziffer 2.3 ermittelten Dosiswerte über den entsprechenden Grenzwerten, so sind von einem Sachverständigen in Zusammenarbeit mit der Aufsichtsbehörde die effektive Dosis oder die Äquivaltendosen für die betroffene Person mit Berechnungsmethoden und Dosisfaktoren nach dem Stand von Wissenschaft und Technik individuell zu ermitteln. Der so ermittelte Wert ist entscheidend, ob tatsächlich ein Dosisgrenzwert überschritten ist.

2.5 Ortsdosimetrie

Wird in dieser Verordnung die Ortsdosis limitiert, so gilt als Ortsdosis:

a. die Grösse H*(10) (Umgebungs-Dosisäquivalent) bei durchdringungsfähiger Strahlung;

b. die Grösse H'(0,07) (Richtungs-Dosisäquivalent) bei Strahlung geringer Eindringtiefe.

Anhang 5
(Art. 152 Abs. 3 und 192 Abs. 3)

Dosisfaktoren bei Personen aus der Bevölkerung

1. Inhalation

Nuklid	Absorptionsklasse	Kleinkind (1a)			Kind (10 a)			Erwachsene		
	Typ	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**
H-3, HTO [1]	V	4.8 E-11	4.8 E-11	GK	2.3 E-11	2.3 E-11	GK	1.8 E-11	1.8 E-11	GK
H-3, OBT [2]	V	1.1 E-10	1.1 E-10	GK	5.5 E-11	5.5 E-11	GK	4.1 E-11	4.1 E-11	GK
C-14 organisch	V	1.6 E-09	1.6 E-09	GK	7.9 E-10	7.9 E-10	GK	5.8 E-10	5.8 E-10	GK
Na-22	F	7.3 E-09	6.4 E-08	ET	2.4 E-09	2.0 E-08	ET	1.3 E-09	9.2 E-09	ET
Na-24	F	1.8 E-09	4.3 E-08	ET	5.7 E-10	1.3 E-08	ET	2.7 E-10	6.0 E-09	ET
Sc-47	F	2.8 E-09	1.4 E-08	Lu	1.1 E-09	6.7 E-09	Lu	7.3 E-10	5.1 E-09	Lu
Cr-51	M	1.9 E-10	8.2 E-10	ET	6.4 E-11	2.6 E-10	ET	3.2 E-11	1.4 E-10	Lu
Mn-54	M	6.2 E-09	2.5 E-08	ET	2.4 E-09	9.1 E-09	Lu	1.5 E-09	6.3 E-09	Lu
Fe-59	M	1.3 E-08	6.7 E-08	Lu	5.5 E-09	3.1 E-08	Lu	3.7 E-09	2.3 E-08	Lu
Co-57	M	2.2 E-09	1.2 E-08	Lu	8.5 E-10	4.8 E-09	Lu	5.5 E-10	3.3 E-09	Lu
Co-58	M	6.5 E-09	3.0 E-08	ET	2.4 E-09	1.2 E-08	Lu	1.6 E-09	8.9 E-09	Lu
Co-60	M	3.4 E-08	1.6 E-07	Lu	1.5 E-08	7.3 E-08	Lu	1.0 E-08	5.2 E-08	Lu
Zn-65	M	6.5 E-09	1.9 E-08	ET	2.4 E-09	7.5 E-09	Lu	1.6 E-09	5.1 E-09	Lu
Se-75	F	6.0 E-09	2.4 E-08	Ni	2.5 E-09	9.2 E-09	Ni	1.0 E-09	5.4 E-09	Ni
Br-82	M	3.0 E-09	5.0 E-08	ET	1.1 E-09	1.5 E-08	ET	6.3 E-10	7.0 E-09	ET
Sr-89	M	2.4 E-08	1.5 E-07	Lu	9.1 E-09	6.3 E-08	Lu	6.1 E-09	4.5 E-08	Lu
Sr-90	M	1.1 E-07	7.0 E-07	Lu	5.1 E-08	2.9 E-07	Lu	3.6 E-08	2.1 E-07	Lu

Nuklid	Absorptionsklasse	Kleinkind (1a)			Kind (10 a)			Erwachsene		
	Typ	**e_{inh}** Sv/Bq	**$h_{inh, Organ}$** Sv/Bq	**Organ**	**e_{inh}** Sv/Bq	**$h_{inh, Organ}$** Sv/Bq	**Organ**	**e_{inh}** Sv/Bq	**$h_{inh, Organ}$** Sv/Bq	**Organ**
Y-91	M	3.0 E-08	1.7 E-07	Lu	1.1 E-08	6.9 E-08	Lu	7.1 E-09	5.0 E-08	Lu
Zr-95	M	1.6 E-08	9.1 E-08	Lu	6.8 E-09	4.2 E-08	Lu	4.8 E-09	3.1 E-08	Lu
Nb-95	M	5.2 E-09	2.8 E-08	Lu	2.2 E-09	1.3 E-08	Lu	1.5 E-09	9.5 E-09	Lu
Mo-99	M	4.4 E-09	1.8 E-08	DD	1.5 E-09	7.2 E-09	Lu	8.9 E-10	5.3 E-09	Lu
Tc-99m	M	9.9 E-11	1.4 E-09	ET	3.4 E-11	4.3 E-10	ET	1.9 E-11	2.1 E-10	ET
Ru-103	M	8.4 E-09	5.3 E-08	Lu	3.5 E-09	2.4 E-08	Lu	2.4 E-09	1.8 E-08	Lu
Ru-106	M	1.1 E-07	7.1 E-07	Lu	4.1 E-08	2.8 E-07	Lu	2.8 E-08	2.0 E-07	Lu
Ag-110m	M	2.8 E-08	1.1 E-07	Lu	1.2 E-08	5.1 E-08	Lu	7.6 E-09	3.6 E-08	Lu
Sn-125	M	1.5 E-08	6.5 E-08	Lu	5.0 E-09	2.7 E-08	Lu	3.1 E-09	2.0 E-08	Lu
Sb-122	M	5.7 E-09	2.7 E-08	DD	1.8 E-09	7.5 E-09	Lu	1.0 E-09	5.5 E-09	Lu
Sb-124	M	2.4 E-08	1.4 E-07	Lu	9.6 E-09	6.1 E-08	Lu	6.4 E-09	4.4 E-08	Lu
Sb-125	M	1.6 E-08	1.0 E-07	Lu	6.8 E-09	4.5 E-08	Lu	4.8 E-09	3.2 E-08	Lu
Sb-127	M	7.3 E-09	3.1 E-08	Lu	2.7 E-09	1.4 E-08	Lu	1.7 E-09	1.1 E-08	Lu
Te-125m	M	1.1 E-08	7.4 E-08	Lu	4.8 E-09	3.5 E-08	Lu	3.4 E-09	2.6 E-08	Lu
Te-127m	M	2.6 E-08	1.7 E-07	Lu	1.1 E-08	7.7 E-08	Lu	7.4 E-09	5.6 E-08	Lu
Te-129m	M	2.6 E-08	1.5 E-07	Lu	9.8 E-09	6.6 E-08	Lu	6.6 E-09	4.8 E-08	Lu
Te-131m	M	5.8 E-09	3.2 E-08	ET	1.9 E-09	9.8 E-09	ET	9.4 E-10	4.6 E-09	Lu
Te-132	M	1.3 E-08	5.6 E-08	ET	4.0 E-09	1.7 E-08	ET	2.0 E-09	1.0 E-08	Lu
I-125	F	2.3 E-08	4.5 E-07	SD	1.1 E-08	2.2 E-07	SD	5.1 E-09	1.0 E-07	SD
I-125 organisch	V	4.0 E-08	8.1 E-07	SD	2.2 E-08	4.4 E-07	SD	1.1 E-08	2.1 E-07	SD
I-125 elementar	V	5.2 E-08	1.0 E-06	SD	2.8 E-08	5.6 E-07	SD	1.4 E-08	2.7 E-07	SD
I-129	F	8.6 E-08	1.7 E-06	SD	6.7 E-08	1.3 E-06	SD	3.6 E-08	7.1 E-07	SD
I-129 organisch	V	1.5 E-07	3.0 E-06	SD	1.3 E-07	2.7 E-06	SD	7.4 E-08	1.5 E-06	SD
I-129 elementar	V	2.0 E-07	3.9 E-06	SD	1.7 E-07	3.4 E-06	SD	9.6 E-08	1.9 E-06	SD

Nuklid	Absorptionsklasse	Kleinkind (1a)			Kind (10 a)			Erwachsene		
	Typ	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**
I-131	F	7.2 E-08	1.4 E-06	SD	1.9 E-08	3.7 E-07	SD	7.4 E-09	1.5 E-07	SD
I-131 organisch	V	1.3 E-07	2.5 E-06	SD	3.7 E-08	7.4 E-07	SD	1.5 E-08	3.1 E-07	SD
I-131 elementar	V	1.6 E-07	3.2 E-06	SD	4.8 E-08	9.5 E-07	SD	2.0 E-08	3.9 E-07	SD
I-133	F	1.8 E-08	3.5 E-07	SD	3.8 E-09	7.4 E-08	SD	1.5 E-09	2.8 E-08	SD
I-133 organisch	V	3.2 E-08	6.3 E-07	SD	7.6 E-09	1.5 E-07	SD	3.1 E-09	6.0 E-08	SD
I-133 elementar	V	4.1 E-08	8.0 E-07	SD	9.7 E-09	1.9 E-07	SD	4.0 E-09	7.6 E-08	SD
I-135	F	3.7 E-09	7.0 E-08	SD	7.9 E-10	1.5 E-08	SD	3.2 E-10	5.7 E-09	SD
I-135 organisch	V	6.7 E-09	1.3 E-07	SD	1.6 E-09	3.1 E-08	SD	6.8 E-10	1.3 E-08	SD
I-135 elementar	V	8.5 E-09	1.6 E-07	SD	2.1 E-09	3.8 E-08	SD	9.2 E-10	1.5 E-08	SD
Cs-134	F	7.3 E-09	4.9 E-08	ET	5.3 E-09	1.8 E-08	ET	6.6 E-09	1.2 E-08	ET
Cs-136	F	5.2 E-09	5.9 E-08	ET	2.0 E-09	1.9 E-08	ET	1.2 E-09	8.8 E-09	ET
Cs-137 / Ba-137m	F	5.4 E-09	2.5 E-08	ET	3.7 E-09	9.7 E-09	ET	4.6 E-09	7.4 E-09	ET
Ba-140	M	2.0 E-08	1.1 E-07	Lu	7.6 E-09	4.8 E-08	Lu	5.1 E-09	3.5 E-08	Lu
La-140	M	6.3 E-09	4.4 E-08	ET	2.0 E-09	1.3 E-08	ET	1.1 E-09	6.2 E-09	ET
Ce-141	M	1.1 E-08	6.9 E-08	Lu	4.6 E-09	3.2 E-08	Lu	3.2 E-09	2.4 E-08	Lu
Ce-144	M	1.6 E-07	6.5 E-07	Lu	5.5 E-08	2.6 E-07	Lu	3.6 E-08	1.9 E-07	Lu
Pr-143	M	8.4 E-09	4.6 E-08	Lu	3.2 E-09	2.1 E-08	Lu	2.2 E-09	1.5 E-08	Lu
Pb-210	M	3.7 E-06	2.2 E-05	Lu	1.5 E-06	1.1 E-05	KH	1.1 E-06	1.3 E-05	KH
Bi-210	M	3.0 E-07	2.4 E-06	Lu	1.3 E-07	1.1 E-06	Lu	9.3 E-08	7.7 E-07	Lu
Po-210	M	1.1 E-05	8.1 E-05	Lu	4.6 E-06	3.5 E-05	Lu	3.3 E-06	2.6 E-05	Lu
Ra-224	M	8.2 E-06	6.7 E-05	Lu	3.9 E-06	3.2 E-05	Lu	3.0 E-06	2.5 E-05	Lu
Ra-226	M	1.1 E-05	9.1 E-05	Lu	4.9 E-06	3.8 E-05	Lu	3.5 E-06	2.8 E-05	Lu
Th-227	S	3.0 E-05	2.5 E-04	Lu	1.4 E-05	1.2 E-04	Lu	1.0 E-05	8.7 E-05	Lu
Th-228	S	1.3 E-04	1.1 E-03	Lu	5.5 E-05	4.5 E-04	Lu	4.0 E-05	3.3 E-04	Lu

Nuklid	Absorptionsklasse	Kleinkind (1a)			Kind (10 a)			Erwachsene		
	Typ	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**
Th-230	S	3.5 E-05	2.6 E-04	KH	1.6 E-05	2.4 E-04	KH	1.4 E-05	2.8 E-04	KH
Th-232	S	5.0 E-05	3.5 E-04	Lu	2.6 E-05	2.6 E-04	KH	2.5 E-05	2.9 E-04	KH
Pa-231	M	2.3 E-04	1.0 E-02	KH	1.5 E-04	7.5 E-03	KH	1.4 E-04	6.8 E-03	KH
U-234	M	1.1 E-05	9.0 E-05	Lu	4.8 E-06	3.8 E-05	Lu	3.5 E-06	2.7 E-05	Lu
U-235	M	1.0 E-05	8.1 E-05	Lu	4.3 E-06	3.4 E-05	Lu	3.1 E-06	2.4 E-05	Lu
U-238	M	9.4 E-06	7.5 E-05	Lu	4.0 E-06	3.1 E-05	Lu	2.9 E-06	2.2 E-05	Lu
Np-237	M	4.0 E-05	8.3 E-04	KH	2.2 E-05	6.7 E-04	KH	2.3 E-05	1.0 E-03	KH
Np-239	M	4.2 E-09	1.8 E-08	ET	1.4 E-09	8.4 E-09	Lu	9.3 E-10	6.3 E-09	Lu
Pu-238	M	7.4 E-05	1.2 E-03	KH	4.4 E-05	9.8 E-04	KH	4.6 E-05	1.4 E-03	KH
Pu-239	M	7.7 E-05	1.3 E-03	KH	4.8 E-05	1.1 E-03	KH	5.0 E-05	1.5 E-03	KH
Pu-240	M	7.7 E-05	1.3 E-03	KH	4.8 E-05	1.1 E-03	KH	5.0 E-05	1.5 E-03	KH
Pu-241	M	9.7 E-07	2.2 E-05	KH	8.3 E-07	2.4 E-05	KH	9.0 E-07	3.1 E-05	KH
Am-241	M	6.9 E-05	1.4 E-03	KH	4.0 E-05	1.2 E-03	KH	4.2 E-05	1.7 E-03	KH
Cm-242	M	1.8 E-05	1.2 E-04	KH	7.3 E-06	4.8 E-05	Lu	5.2 E-06	3.5 E-05	Lu
Cm-244	M	5.7 E-05	9.6 E-04	KH	2.7 E-05	6.4 E-04	KH	2.7 E-05	9.2 E-04	KH

Absorptionsklasse Die Absorptionsklasse beschreibt, wie schnell ein inhalierter Stoff aus der Lunge ins Blut aufgenommen wird. Typ F: schnell, Typ M.: mittel, Typ S: langsam, Typ V: sofort (nur bei gewissen Gasen und Dämpfen)

e_{inh}: Effektive Folgedosis; Integrationszeit: 50 Jahre für Erwachsene, 70 Jahre für Kinder
Dosisfaktoren aus: ICRP, 2012. Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60. ICRP Publication 119. Ann. ICRP 41(Suppl.). Anhang G1, H1 (AMAD = 1μm)
Dosisfaktoren für weitere Nuklide und für weitere Alterskategorien sind in der ICRP Publikaton 119 zu finden.

$h_{inh, Organ}$:	Folgedosis im meistbetroffenen Organ (GK: Ganzkörper, Go: Gonaden, KM: Knochenmark (rot), DD: Dickdarm, Lu: Lunge, Ma: Magen, Bl: Blase, Br: Brust, Le: Leber, SR: Speiseröhre, SD: Schilddrüse, Ha: Haut, KH: Knochenhaut, Übrige (ET: Extrathorakale Atemwege, Ut: Uterus Ni: Niere, Mi: Milz)) Dosisfaktoren aus: ICRP Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public; Ver. 3.0 - Free Educational CD Downloads (AMAD = 1µm)
[1]	In Form von verdunstetem Wasser
[2]	Organisch gebundenes Tritium

2. Ingestion

Nuklid	Kleinkind (1a)			Kind (10a)			Erwachsene		
	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**
H-3, HTO	4.8E-11	4.8E-11	GK	2.3E-11	2.3E-11	GK	1.8E-11	1.8E-11	GK
H-3, OBT [2]	1.2E-10	1.6E-10	Ma	5.7E-11	6.7E-11	Ma	4.2E-11	4.7E-11	Ma
C-14	1.6E-09	1.9E-09	Ma	8.0E-10	8.9E-10	Ma	5.8E-10	6.3E-10	Ma
Na-22	1.5E-08	2.8E-08	KH	5.5E-09	1.1E-08	KH	3.2E-09	6.3E-09	KH
Na-24	2.3E-09	6.7E-09	Ma	7.7E-10	2.1E-09	Ma	4.3E-10	1.2E-09	Ma
Sc-47	3.9E-09	3.0E-08	DD	1.2E-09	9.0E-09	DD	5.4E-10	4.1E-09	DD
Cr-51	2.3E-10	1.4E-09	DD	7.8E-11	4.5E-10	DD	3.8E-11	2.1E-10	DD
Mn-54	3.1E-09	8.3E-09	DD	1.3E-09	3.3E-09	DD	7.1E-10	1.8E-09	DD
Fe-59	1.3E-08	3.5E-08	DD	4.7E-09	1.2E-08	DD	1.8E-09	5.8E-09	DD
Co-57	1.6E-09	5.6E-09	DD	5.8E-10	1.8E-09	DD	2.1E-10	9.4E-10	DD
Co-58	4.4E-09	1.4E-08	DD	1.7E-09	4.9E-09	DD	7.4E-10	2.8E-09	DD
Co-60	2.7E-08	5.1E-08	DD	1.1E-08	2.0E-08	Le	3.4E-09	8.7E-09	DD
Zn-65	1.6E-08	2.2E-08	KH	6.4E-09	8.9E-09	KH	3.9E-09	5.4E-09	KH
Se-75	1.3E-08	5.1E-08	Ni	6.0E-09	2.2E-08	Ni	2.6E-09	1.4E-08	Ni
Br-82	2.6E-09	4.0E-09	DD	9.5E-10	1.5E-09	DD	5.4E-10	8.3E-10	Ma

Nuklid	Kleinkind (1a)			Kind (10a)			Erwachsene		
	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**
Sr-89	1.8E-08	9.2E-08	DD	5.8E-09	2.7E-08	DD	2.6E-09	1.4E-08	DD
Sr-90	7.3E-08	7.3E-07	KH	6.0E-08	1.0E-06	KH	2.8E-08	4.1E-07	KH
Y-91	1.8E-08	1.4E-07	DD	5.2E-09	4.2E-08	DD	2.4E-09	1.9E-08	DD
Zr-95	5.6E-09	3.4E-08	DD	1.9E-09	1.1E-08	DD	9.5E-10	5.1E-09	DD
Nb-95	3.2E-09	1.6E-08	DD	1.1E-09	5.6E-09	DD	5.8E-10	2.8E-09	DD
Mo-99	3.5E-09	1.6E-08	Le	1.1E-09	5.5E-09	Le/Ni	6.0E-10	3.1E-09	Ni
Tc-99m	1.3E-10	4.7E-10	SD	4.3E-11	1.4E-10	DD	2.2E-11	6.7E-11	DD
Ru-103	4.6E-09	2.9E-08	DD	1.5E-09	9.2E-09	DD	7.3E-10	4.3E-09	DD
Ru-106	4.9E-08	3.3E-07	DD	1.5E-08	1.0E-07	DD	7.0E-09	4.5E-08	DD
Ag-110m	1.4E-08	4.6E-08	DD	5.2E-09	1.7E-08	DD	2.8E-09	8.5E-09	DD
Sn-125	2.2E-08	1.8E-07	DD	6.7E-09	5.2E-08	DD	3.1E-09	2.4E-08	DD
Sb-122	1.2E-08	9.1E-08	DD	3.7E-09	2.7E-08	DD	1.7E-09	1.2E-08	DD
Sb-124	1.6E-08	9.6E-08	DD	5.2E-09	3.0E-08	DD	2.5E-09	1.4E-08	DD
Sb-125	6.1E-09	3.3E-08	KH	2.1E-09	1.3E-08	KH	1.1E-09	9.0E-09	KH
Sb-127	1.2E-08	8.4E-08	DD	3.6E-09	2.5E-08	DD	1.7E-09	1.2E-08	DD
Te-125m	6.3E-09	9.0E-08	KH	1.9E-09	3.4E-08	KH	8.7E-10	2.0E-08	KH
Te-127m	1.8E-08	1.4E-07	KH	5.2E-09	5.5E-08	KH	2.3E-09	3.2E-08	KH
Te-129m	2.4E-08	1.1E-07	DD	6.6E-09	3.2E-08	DD	3.0E-09	1.4E-08	DD
Te-131m	1.4E-08	1.5E-07	SD	4.3E-09	4.5E-08	SD	1.9E-09	1.8E-08	SD
Te-132	3.0E-08	3.2E-07	SD	8.3E-09	7.5E-08	SD	3.8E-09	3.1E-08	SD
I-125	5.7E-08	1.1E-06	SD	3.1E-08	6.2E-07	SD	1.5E-08	3.0E-07	SD
I-129	2.2E-07	4.3E-06	SD	1.9E-07	3.8E-06	SD	1.1E-07	2.1E-06	SD
I-131	1.8E-07	3.6E-06	SD	5.2E-08	1.0E-06	SD	2.2E-08	4.3E-07	SD
I-133	4.4E-08	8.6E-07	SD	1.0E-08	2.0E-07	SD	4.3E-09	8.2E-08	SD

Nuklid	Kleinkind (1a)			Kind (10a)			Erwachsene		
	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**
I-135	8.9E-09	1.7E-07	SD	2.2E-09	3.9E-08	SD	9.3E-10	1.6E-08	SD
Cs-134	1.6E-08	2.4E-08	DD	1.4E-08	1.7E-08	DD	1.9E-08	2.1E-08	DD
Cs-136	9.5E-09	1.3E-08	DD	4.4E-09	5.3E-09	DD	3.0E-09	3.4E-09	DD
Cs-137 / Ba-137m	1.2E-08	2.3E-08	DD	1.0E-08	1.3E-08	DD	1.3E-08	1.5E-08	DD
Ba-140	1.8E-08	1.2E-07	DD	5.8E-09	3.5E-08	DD	2.6E-09	1.7E-08	DD
La-140	1.3E-08	8.7E-08	DD	4.2E-09	2.7E-08	DD	2.0E-09	1.3E-08	DD
Ce-141	5.1E-09	4.0E-08	DD	1.5E-09	1.2E-08	DD	7.1E-10	5.5E-09	DD
Ce-144	3.9E-08	3.1E-07	DD	1.1E-08	9.2E-08	DD	5.2E-09	4.2E-08	DD
Pr-143	8.7E-09	7.0E-08	DD	2.6E-09	2.1E-08	DD	1.2E-09	9.3E-09	DD
Pb-210	3.6E-06	3.8E-05	KH	1.9E-06	4.4E-05	KH	6.9E-07	2.3E-05	KH
Bi-210	9.7E-09	7.6E-08	DD	2.9E-09	2.3E-08	DD	1.3E-09	1.0E-08	DD
Po-210	8.8E-06	7.6E-05	Mi	2.6E-06	2.5E-05	Mi	1.2E-06	1.3E-05	Ni
Ra-224	6.6E-07	2.3E-05	KH	2.6E-07	1.1E-05	KH	6.5E-08	1.7E-06	KH
Ra-226	9.6E-07	2.9E-05	KH	8.0E-07	3.9E-05	KH	2.8E-07	1.2E-05	KH
Th-227	7.0E-08	8.0E-07	KH	2.3E-08	3.9E-07	KH	8.8E-09	8.8E-08	KH
Th-228	3.7E-07	8.4E-06	KH	1.4E-07	4.3E-06	KH	7.2E-08	2.5E-06	KH
Th-230	4.1E-07	1.3E-05	KH	2.4E-07	1.1E-05	KH	2.1E-07	1.2E-05	KH
Th-232	4.5E-07	1.3E-05	KH	2.9E-07	1.2E-05	KH	2.3E-07	1.2E-05	KH
Pa-231	1.3E-06	6.0E-05	KH	9.2E-07	4.6E-05	KH	7.1E-07	3.6E-05	KH
U-234	1.3E-07	1.8E-06	KH	7.4E-08	1.5E-06	KH	4.9E-08	7.8E-07	KH
U-235	1.3E-07	1.7E-06	KH	7.1E-08	1.4E-06	KH	4.7E-08	7.4E-07	KH
U-238	1.2E-07	1.6E-06	KH	6.8E-08	1.4E-06	KH	4.5E-08	7.1E-07	KH
Np-237	2.1E-07	5.0E-06	KH	1.1E-07	4.1E-06	KH	1.1E-07	5.4E-06	KH
Np-239	5.7E-09	4.4E-08	DD	1.7E-09	1.3E-08	DD	8.0E-10	6.0E-09	DD

Nuklid	Kleinkind (1a)			Kind (10a)			Erwachsene		
	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, Organ}$ Sv/Bq	**Organ**
Pu-238	4.0E-07	6.9E-06	KH	2.4E-07	5.9E-06	KH	2.3E-07	7.4E-06	KH
Pu-239	4.2E-07	7.6E-06	KH	2.7E-07	6.8E-06	KH	2.5E-07	8.2E-06	KH
Pu-240	4.2E-07	7.6E-06	KH	2.7E-07	6.8E-06	KH	2.5E-07	8.2E-06	KH
Pu-241	5.7E-09	1.2E-07	KH	5.1E-09	1.4E-07	KH	4.8E-09	1.6E-07	KH
Am-241	3.7E-07	8.3E-06	KH	2.2E-07	7.3E-06	KH	2.0E-07	9.0E-06	KH
Cm-242	7.6E-08	9.7E-07	KH	2.4E-08	3.5E-07	KH	1.2E-08	1.9E-07	KH
Cm-244	2.9E-07	5.8E-06	KH	1.4E-07	3.9E-06	KH	1.2E-07	4.9E-06	KH

e_{ing}: Effektive Folgedosis; Integrationszeit: 50 Jahre für Erwachsene, 70 Jahre für Kinder
Dosisfaktoren aus: ICRP, 2012. Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60. ICRP Publication 119. Ann. ICRP 41(Suppl.). Anhang F1 (AMAD = 1µm)
Dosisfaktoren für weitere Nuklide und für weitere Alterskategorien sind in der ICRP Publikaton 119 zu finden.

$h_{ing, Organ}$: Folgedosis im meistbetroffenen Organ (GK: Ganzkörper, Go: Gonaden, KM: Knochenmark (rot), DD: Dickdarm, Lu: Lunge, Ma: Magen, Bl: Blase, Br: Brust, Le: Leber, SR: Speiseröhre, SD: Schilddrüse, Ha: Haut, KH: Knochenhaut, Übrige(ET: Extrathorakale Atemwege, Ut: Uterus Ni: Niere, Mi: Milz)
Dosisfaktoren aus: ICRP Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public; Ver. 3.0 - Free Educational CD Downloads (AMAD = 1µm)

[2] Organisch gebundenes Tritium

Anhang 6
(Art. 136 Abs. 4, 152 Abs. 3 und 192 Abs. 3)

Dosisfaktoren für Wolken- und Bodenstrahlung

Nuklid	Externe Bestrahlung aus Wolkenstrahlung e_{imm} (mSv/h)/(Bq/m³)	Externe Bestrahlung aus Bodenstrahlung e_{sol} (mSv/h)/(Bq/m²)
H-3	0.0E+00	0.0E+00
C-11	1.6E-07	3.6E-09
C-14	9.4E-12	4.6E-14
O-15	1.7E-07	3.9E-09
F-18	1.6E-07	3.4E-09
Na-22	3.7E-07	7.4E-09
Na-24	7.5E-07	1.3E-08
Sc-47	1.7E-08	3.6E-10
Cr-51	5.0E-09	1.1E-10
Mn-54	1.4E-07	2.8E-09
Fe-59	2.0E-07	4.0E-09
Co-57	1.8E-08	3.9E-10
Co-58	1.6E-07	3.3E-09
Co-60	4.3E-07	8.3E-09
Zn-65	9.8E-08	1.9E-09
Se-75	6.0E-08	1.3E-09
Br-82	4.4E-07	8.9E-09
Kr-79	4.0E-08	8.5E-10
Kr-81	8.8E-10	5.7E-12
Kr-83m	8.8E-12	1.2E-12
Kr-85	9.2E-10	3.8E-11
Kr-85m	2.5E-08	5.6E-10
Kr-87	1.4E-07	3.0E-09
Kr-88	3.5E-07	6.2E-09
Kr-88/Rb-88	4.7E-07	8.9E-09
Kr-89	3.4E-07	6.6E-09
Kr-90		
Sr-89	1.6E-09	2.5E-10
Sr-90	3.5E-10	5.9E-12
Sr-90/Y-90	3.2E-09	4.0E-10
Y-91	2.2E-09	2.7E-10
Zr-95	1.2E-07	2.5E-09
Nb-95	1.3E-07	2.6E-09
Mo-99	2.5E-08	6.4E-10
Mo-99/Tc-99m	4.2E-08	1.0E-09
Tc-99m	1.9E-08	4.1E-10
Ru-103	8.0E-08	1.7E-09
Ru-106	0.0E+00	0.0E+00
Ru-106/Rh-106	3.9E-08	1.2E-09
Ag-110m	4.6E-07	9.3E-09
Sn-125	5.9E-08	1.4E-09
Sb-122	7.3E-08	1.8E-09
Sb-124	3.2E-07	5.6.2E-09
Sb-125	6.8E-08	1.5E-09
Sb-127	1.1E-07	2.4E-09
Te-125m	1.2E-09	9.6E-11
Te-127m	4.0E-10	3.1E-11
Te-129m	5.7E-09	2.1E-10
Te-131m	2.4E-07	4.9E-09
Te-132	3.4E-08	7.7E-10
Te-132/I-132	4.1E-07	8.6E-09
I-125	1.4E-09	1.1E-10
I-129	1.0E-09	7.2E-11
I-130	3.5E-07	7.4E-09
I-131	6.1E-08	1.3E-09
I-132	3.7E-07	7.8E-09
I-133	1.0E-07	2.2E-09
I-134	4.4E-07	9.0E-09

I-135	2.7E-07	5.3E-09
Xe-122	7.9E-09	2.2E-10
Xe-123	1.0E-07	2.2E-09
Xe-125	3.9E-08	8.9E-10
Xe-127	4.0E-08	9.2E-10
Xe-129m	3.4E-09	1.5E-10
Xe-131m	1.3E-09	5.9E-11
Xe-133	5.0E-09	1.5E-10
Xe-133m	4.6E-09	1.3E-10
Xe-135	4.0E-08	9.0E-10
Xe-135m	6.7E-08	1.5E-09
Xe-137	3.7E-08	1.3E-09
Xe-138	2.0E-07	3.9E-09
Cs-134	2.5E-07	5.3E-09
Cs-136	3.5E-07	7.2E-09
Cs-137	3.4E-10	1.1E-11
Cs-137/Ba-137m	9.2E-08	2.0E-09
Ba-140	2.9E-08	6.9E-10
Ba-140/La-140	4.3E-07	8.4E-09
La-140	4.0E-07	7.7E-09
Ce-141	1.1E-08	2.5E-10
Ce-144	2.6E-09	6.2E-11
Ce-144/Pr-144	1.2E-08	6.4E-10
Pr-143	7.0E-10	7.5E-11
Pb-210	1.7E-10	7.8E-12
Bi-210	9.3E-10	1.3E-10
Po-210	1.6E-12	3.3E-14
Ra-224	1.6E-09	3.5E-11
Ra-226	1.1E-09	2.4E-11
Th-227	1.9E-08	4.1E-10
Th-228	3.0E-10	7.8E-12
Th-230	5.5E-11	2.3E-12
Th-232	2.8E-11	1.6E-12
Pa-231	5.2E-09	1.2E-10
U-234	2.2E-11	2.1E-12
U-235	2.5E-08	5.4E-10
U-238	1.2E-11	1.4E-12
Np-237	3.1E-09	8.8E-11
Np-239	2.6E-08	5.8E-10
Pu-238	1.2E-11	2.2E-12
Pu-239	1.4E-11	1.1E-12
Pu-240	1.2E-11	2.0E-12
Pu-241	2.2E-13	5.1E-15
Am-241	2.4E-09	7.8E-11
Cm-242	1.4E-11	2.4E-12
Cm-244	1.4E-11	2.1E-12

e_{imm} Dosisfaktoren für externe Bestrahlung in einer Wolke grosser halbkugelförmiger Ausdehnung im Freien.

e_{sol} Dosisfaktoren für externe Bestrahlung einer grossen flächenhaften Bodendeposition.

Nullwerte Werte kleiner als 4.0E-19 werden als 0.0E+00 angegeben.

Anhang 7
(Art. 36 Abs. 1 und 2)

Immissionsgrenzwerte

1 Immissionsgrenzwerte für die Luft (IG_{Lf}):

1.1 Die Immissionsgrenzwerte für die Luft sind so definiert, dass der ständige Aufenthalt (8766 h pro Jahr = AS) an einem Ort mit einer Luftaktivitätskonzentration, die dem Immissionsgrenzwert für ein spezifisches Nuklid entspricht, aufgrund der Inhalation und Immersion zu einer Jahresdosis von 0,3 mSv für die kritische Person (Kleinkind, zehnjähriges Kind oder Erwachsener) führen würde.

1.2

Nuklid	Immissionsgrenzwert Luft [Bq/m^3]			
	Erw.	10 j	KK	**Minimum**
HTO	2,2E+03	2,3E+03	3,1E+03	2,2E+03
C-14 (org)	6,8E+01	6,7E+01	9,3E+01	6,7E+01
Na-22	2,7E+01	2,0E+01	1,9E+01	1,9E+01
Na-24	6,4E+01	5,1E+01	4,8E+01	4,8E+01
Mn-54	2,5E+01	2,1E+01	2,3E+01	2,1E+01
Co-60	3,9E+00	3,5E+00	4,3E+00	3,5E+00
Zn-65	2,4E+01	2,1E+01	2,2E+01	2,1E+01
Br-82	4,7E+01	3,8E+01	3,9E+01	3,8E+01
Sr-90/Y-90	1,1E+00	1,0E+00	1,3E+00	1,0E+00

Tc-99m	1,4E+03	1,2E+03	1,1E+03	1,1E+03
I-131 (el)	2,0E+00	1,1E+00	9,3E-01	9,3E-01
Cs-137/Ba-137m	8,5E+00	1,4E+01	2,7E+01	8,5E+00
Pu-239	7,9E-04	1,2E-03	1,9E-03	7,9E-04

1.3 Die Immissionsgrenzwerte für die Luft für weitere Radionuklide können mit folgender Formel berechnet werden:

$$IG_{Lf}[Bq/m^3] = \min\left(\frac{0.3mSv/a}{AR_{KK}\cdot e_{inh,KK} + F_{Abs}\cdot e_{imm}\cdot AS}; \frac{0.3mSv/a}{AR_{10J}\cdot e_{inh,10J} + F_{Abs}\cdot e_{imm}\cdot AS}; \frac{0.3mSv/a}{AR_{Erw}\cdot e_{inh,Erw} + F_{Abs}\cdot e_{imm}\cdot AS}\right)$$

wobei e_{inhKK}, $e_{ing,10J}$ und $e_{ing,Erw}$ [mSv/Bq] der Dosiskoeffizient für Inhalation für Kleinkinder, bzw. zehnjährige Kinder oder Erwachsene ist und e_{imm} [(mSv/h)/(Bq/m^3)] der Immersionsdosiskoeffizient (nicht altersabhängig). Die Inhalations- und Immersionsdosisfaktoren entstammen den Anhängen 5 und 6.

Berücksichtigt wurde für die Immersion ein Abschirmfaktor (F_{Abs}) von 0,4 durch partiellen Aufenthalt im Haus.

Für die Atemraten AR_{KK}, AR_{10J}, AR_{Erw} [m^3/a] für Kleinkinder, bzw. für zehnjährige Kinder oder für Erwachsene wurden die folgenden Werte (ENSI G-14) eingesetzt:

a. AR_{KK} = *2022 [m³/a]*
b. AR_{10J} = *5688 [m³/a]*
c. AR_{Erw} = *7584[m³/a]*

2 Immissionsgrenzwerte für Gewässer (IG_{Gw}):

2.1 Die Immissionsgrenzwerte für öffentlich zugängliche Gewässer sind so definiert, dass die kritische Person, die den gesamten Trinkwasserbedarf mit Wasser decken würde, das mit dem Immissionsgrenzwert kontaminiert wäre, dadurch eine jährliche Ingestionsdosis von 0,3 mSv erhalten würde.

2.2

Nuklid	Immissionsgrenzwert Gewässer [Bq/l]			
	Erw.	10 j	KK	**Minimum**
HTO	2,6E+04	2,0E+04	2,5E+04	2,0E+04
C-14	8,0E+02	5,8E+02	7,5E+02	5,8E+02
Na-22	1,4E+02	8,4E+01	8,0E+01	8,0E+01
Na-24	1,1E+03	6,0E+02	5,2E+02	5,2E+02
Mn-54	6,5E+02	3,6E+02	3,9E+02	3,6E+02
Co-60	1,4E+02	4,2E+01	4,4E+01	4,2E+01
Zn-65	1,2E+02	7,2E+01	7,5E+01	7,2E+01
Sr-90/Y-90	1,6E+01	7,7E+00	1,6E+01	7,7E+00
Tc-99m	2,1E+04	1,1E+04	9,2E+03	9,2E+03
I-131 (el)	2,1E+01	8,9E+00	6,7E+00	6,7E+00
Cs-137/Ba-137m	3,6E+01	4,6E+01	1,0E+02	3,6E+01
Pu-239	1,8E+00	1,7E+00	2,9E+00	1,7E+00

Am-241	2,3E+00	2,1E+00	3,2E+00	2,1E+00

2.3 Die Immissionsgrenzwerte für Gewässer für weitere Radionuklide können mit folgender Formel berechnet werden:

$$IG_{Gw}[Bq/l] = \min\left(\frac{0.3mSv/a}{e_{ing,KK} \cdot TwK_{KK}}; \frac{0.3mSv/a}{e_{ing,10J} \cdot TwK_{10J}}; \frac{0.3mSv/a}{e_{ing,Erw} \cdot TwK_{Erw}}\right)$$

wobei $e_{ing,KK}$, $e_{ing,10J}$ und $e_{ing,Erw}$ [mSv/Bq] der Dosiskoeffizient für Ingestion für Kleinkinder, bzw. zehnjährige Kinder oder Erwachsene ist und TwK_{KK}, TwK_{10J} , TwK_{Erw} der Trinkwasserkonsum in Liter pro Jahr [l/a] für Kleinkinder, bzw. für zehnjährige Kinder oder für Erwachsene ist. Für den Trinkwasserkonsum wurden 650 l für Erwachsene und zehnjährige Kinder und 250 l für Kleinkinder angesetzt. Die Dosisfaktoren für Ingestion entstammen dem Anhang 5.

3 Bei Nuklidgemischen gilt für die Immissionsgrenzwerte für die Luft bzw. für Gewässer die Summenregel:

Regel zur Überprüfung der Einhaltung von Immissionsgrenzwerten für die Luft bzw. für Gewässer bei Nuklidgemischen. Dabei werden die verschiedenen Nuklide entsprechend ihrer Gefährdung gewichtet. Wenn die folgenden Ungleichungen erfüllt sind, so liegen die Gemische unter den Immissionsgrenzwerten.

$$\frac{a_1}{IG_{Lf\,1}} + \frac{a_2}{IG_{Lf\,2}} + ... + \frac{a_n}{IG_{Lf\,n}} < 1$$

a_1, a_2, ...a_n : Luftaktivitätskonzentrationen der Nuklide 1, 2, ..., n in Bq/m^3.

IG_{Lf1}, IG_{Lf2}, ... IG_{Lfn} : Immissionsgrenzwerte für die Luft der Nuklide 1, 2, ..., n in Bq/m^3.

$$\frac{a_1}{IG_{Gw1}} + \frac{a_2}{IG_{Gw2}} + ... + \frac{a_n}{IG_{Gwn}} < 1$$

a_1, a_2, ...a_n : Aktivitätskonzentrationen der Nuklide 1, 2, ..., n im Wasser in Bq/l.

IG_{Gw1}, IG_{Gw2}, ... IG_{Gwn} : Immissionsgrenzwerte für Gewässer der Nuklide 1, 2, ..., n in Bq/l.

Anhang 8
(Art. 58 Abs. 4 Bst. b, 92 Abs. 2 und 97 Abs. 2)

Kennzeichnung von Kontroll- und Überwachungsbereichen

Kontroll- und Überwachungsbereiche sind je nach den verwendeten Strahlenquellen wie folgt zu kennzeichnen:

1 Offene radioaktive Quellen:

a. das radiotoxischste Nuklid und dessen maximale Aktivität;

b. die Klassierung des Arbeitsbereichs (Typ A, B oder C) oder des Zonentyps;

c. der maximale Kontaminationsgrad durch lose Kontamination an Oberflächen in Bq/cm^2 oder als Anzahl Richtwerte für das betreffende Nuklid;

d. der maximale Kontaminationsgrad der Raumluft in Bq/m^3;

e. die Ortsdosisleistung in mSv pro Stunde im begehbaren Bereich, wenn sinnvoll;

f. Angaben über die erforderliche Schutzkleidung sowie Schutzmassnahmen;

g. das Gefahrenzeichen.

2 Geschlossene radioaktive Quellen:

a. das radiotoxischste Nuklid und dessen maximale Aktivität oder Aktivität und Nuklid mit der höchstenergetischen Gammastrahlung;

b. die Ortsdosisleistung in mSv pro Stunde im begehbaren Bereich, wenn sinnvoll;

c. das Gefahrenzeichen.

3 Anlagen (z. B. Röntgenanlagen, Beschleuniger):

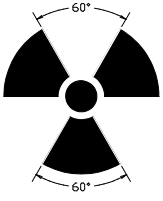
a. die Bezeichnung der Anlage;

b. die Strahlenart (z. B. Elektronen, Röntgenstrahlung, Neutronen, sofern nicht schon aus der Anlagebezeichnung ersichtlich);

c. die Ortsdosisleistung in mSv pro Stunde im begehbaren Bereich, wenn sinnvoll;

d. das Gefahrenzeichen.

4 Gefahrenzeichen



Verhältnis der Radien: 1:1, 5:5

Aktivitätswerte zur Definition geschlossener hoch radioaktiver Quellen

Für nicht in nachstehender Tabelle aufgeführte Radionuklide entspricht der Aktivitätswert dem D-Wert der IAEO-Veröffentlichung «Dangerous quantities of radioactive material (D values)» (gefährliche Mengen von radioaktivem Material (D-Werte)) (EPR-D-VALUES 2006)[45].

Radionuklid	Aktivitätswert (TBq)
Am-241	6×10^{-2}
Am-241/Be	6×10^{-2}
Cf-252	2×10^{-2}
Cm-244	5×10^{-2}
Co-60	3×10^{-2}
Cs-137	1×10^{-1}
Gd-153	1×10^{0}
Ir-192	8×10^{-2}
Pm-147	4×10^{1}
Pu-238	6×10^{-2}
Pu-239/Be[46]	6×10^{-2}
Ra-226	4×10^{-2}
Se-75	2×10^{-1}
Sr-90 (Y-90)	1×10^{0}
Tm-170	2×10^{1}
Yb-169	3×10^{-1}

45 Die in dieser Verordnung genannten Veröffentlichungen der IAEO können kostenlos abgerufen werden auf den Internetseiten der IAEO unter www.iaea.org > Publications.

46 Angegeben ist die Aktivität des alphastrahlenden Radionuklids.

Anhang 10
(Art. 198)

Änderung anderer Erlasse

Die nachstehenden Verordnungen werden wie folgt geändert:

1. Berufsbildungsverordnung vom 19. November 2013[47]

Art. 12 Abs. 6

6 Bildungsvorschriften über anerkannte Strahlenschutzausbildungen nach der Strahlenschutzverordnung vom...[48] bedürfen der Zustimmung des Bundesamtes für Gesundheit (BAG).

2. Verordnung vom 11. Februar 2004[49] über den militärischen Strassenverkehr

Anhang 1 Ziff. 1701

1700	**Beförderung von radioaktiven Stoffen**
1701	Armeematerial mit radioaktiven Stoffen, das gemäss SDR/ADR als freigestelltes Versandstück befördert werden kann, und Gegenstände, die nach Artikel 27 der Strahlenschutzverordnung vom ...[50] vom Bundesamt für Gesundheit (BAG) zugelassen sind, unterliegen nicht den Transportvorschriften nach SDR/ADR, Klasse 7.

3. ABCN-Einsatzverordnung vom 20. Oktober 2010[51]

Art. 5 Abs. 1 Bst. c

Aufgehoben

Art. 11 Abs. 2 Bst. b

2 Das BABS hat dabei folgende Aufgaben:

47 SR **412.101**
48 SR **…**
49 SR **510.710**
50 SR **…**
51 SR **520.17**

b. Es beschafft die Daten und Informationen zur Erstellung der radiologischen Lage und stellt deren Auswertung für die Anordnung von Sofortmassnahmen sicher.

Anhang 1 Ziff. 8

Aufgehoben

4. Kernenergieverordnung vom 10. Dezember 2004[52]

Art. 8 Abs. 4

4 Für die Auslegung einer Kernanlage nach Artikel 7 Buchstabe c sind die Störfälle nach den Absätzen 2 und 3 nach den Häufigkeiten von Störfällen nach Artikel 136 der Strahlenschutzverordnung vom ... (StSV)[53] einzuteilen. Zusätzlich zum auslösenden Ereignis ist ein unabhängiger Einzelfehler anzunehmen. Es ist nachzuweisen, dass die Dosen nach Artikel 136 Absatz 2 Buchstaben a-d StSV eingehalten werden können.

Art. 22 Abs. 1

1 Kernanlagen bedürfen keiner Rahmenbewilligung, wenn die Häufigkeit aller Störfälle nach Artikel 8 Absätze 2 und 3 mit einer resultierenden Dosis von über 1 mSv für Personen aus der Bevölkerung höchstens 10^{-6} pro Jahr beträgt; bei Zwischenlagern und geologischen Tiefenlagern darf zudem die Summe der Aktivitäten aller einzulagernden Nuklide 10^{13} LL nach Anhang 3 Spalte 9 StSV[54] nicht übersteigen.

Änderung von Anhängen

1 Anhang 3 wird gemäss Beilage 1 geändert.

2 Anhang 6 erhält die neue Fassung gemäss Beilage 2.

5. Humanforschungsverordnung vom 20. September 2013[55]

Ersatz eines Ausdrucks

Im ganzen Erlass wird «radioaktive Strahlenquellen» *ersetzt durch* «radioaktive Quellen».

Art. 23 Überprüfung, Meldung und Berichterstattung bei der Anwendung von Strahlenquellen

1 Die Projektleitung überprüft bei Untersuchungen mit Strahlenquellen die Einhaltung des Dosisrichtwerts nach Artikel 57 der Strahlenschutzverordnung vom….

52 SR **732.11**
53 SR **...**
54 SR **814.501**
55 SR **810.301**

2 Sie meldet eine Überschreitung des zulässigen Dosisrichtwertes innerhalb von sieben Arbeitstagen nach Bekanntwerden der zuständigen Ethikkommission.

3 Die zuständige Ethikkommission kann zur Beurteilung der Dosisberechnung oder Dosisabschätzung sowie zur Bestimmung der weiteren Massnahmen die fachliche Beratung des BAG einholen.

4 Die Projektleitung übermittelt dem BAG innerhalb eines Jahres nach Abschluss oder Abbruch eines Forschungsprojekts, das Untersuchungen mit offenen oder geschlossenen radioaktiven Quellen beinhaltete, einen Schlussbericht mit allen für den Strahlenschutz relevanten Angaben, insbesondere einer retrospektiven Dosisabschätzung der teilnehmenden Personen.

5 Keine Berichterstattungspflicht nach Absatz 4 besteht bei nuklearmedizinischen Routineuntersuchungen mit zugelassenen Radiopharmazeutika.

6 Das BAG kann im Rahmen der Stellungnahme nach Artikel 19 oder auf Gesuch hin weitere Ausnahmen von der Berichterstattungspflicht nach Absatz 4 vorsehen.

6. Verordnung vom 20. September 2013[56] über klinische Versuche

Ersatz eines Ausdrucks

Im ganzen Erlass wird «radioaktive Strahlenquellen» *ersetzt durch* «radioaktive Quellen».

Art. 44 Überprüfung, Meldung und Berichterstattung bei der Anwendung von Strahlenquellen

1 Die Prüfperson überprüft bei klinischen Versuchen mit Heilmitteln, die ionisierende Strahlen aussenden können sowie bei Untersuchungen mit Strahlenquellen die Einhaltung des Dosisrichtwerts nach Artikel 57 der Strahlenschutzverordnung vom….

2 Sie meldet eine Überschreitung des zulässigen Dosisrichtwertes innerhalb von sieben Arbeitstagen nach Bekanntwerden der zuständigen Ethikkommission.

3 Für klinische Versuche der Kategorie B und C mit Heilmitteln, die ionisierende Strahlen aussenden, ist die Meldung nach Absatz 2 auch dem Institut zu erstatten. Diese Pflicht obliegt dem Sponsor.

4 Die zuständige Ethikkommission beziehungsweise das Institut können zur Beurteilung der Dosisberechnung oder Dosisabschätzung sowie zur Bestimmung der weiteren Massnahmen die fachliche Beratung des BAG einholen.

5 Die Prüfperson übermittelt dem BAG innerhalb eines Jahres nach Abschluss oder Abbruch eines klinischen Versuchs, der Untersuchungen mit offenen oder geschlossenen radioaktiven Quellen beinhaltete, einen Schlussbericht mit allen für den Strahlenschutz relevanten Angaben, insbesondere einer retrospektiven Dosisabschätzung der teilnehmenden Personen.

56 SR **810.305**

6 Keine Berichterstattungspflicht nach Absatz 5 besteht bei nuklearmedizinischen Routineuntersuchungen mit zugelassenen Radiopharmazeutika.

7 Das BAG kann im Rahmen der Stellungnahme nach Artikel 28 oder auf Gesuch hin weitere Ausnahmen von der Berichterstattungspflicht nach Absatz 5 vorsehen.

7. Verordnung vom 27. Juni 1995[57] über die Krankenversicherung

Art. 44 Abs. 3

3 Die Bestimmungen über die Anwendung von ionisierenden Strahlen zu chiropraktischen Zwecken, insbesondere Artikel 19 Absatz 1 Buchstabe d der Strahlenschutzverordnung vom...[58] sowie die entsprechenden Ausführungsbestimmungen des Eidgenössischen Departements für Inneres, bleiben vorbehalten.

8. Verordnung vom 19. Dezember 1983[59] über die Unfallverhütung

Ersatz eines Ausdrucks

Im ganzen Erlass wird «Bundesamt» *ersetzt durch* «BAG».

Art. 2 Abs. 2 Bst. c

2 Die Vorschriften über die Verhütung von Berufsunfällen gelten nicht für:

c. Kernanlagen hinsichtlich der nuklearen Sicherheit, der Sicherung und des technischen Strahlenschutzes sowie, hinsichtlich des technischen Strahlenschutzes, für Betriebe, für die nach der Strahlenschutzverordnung vom ...[60] das Bundesamt für Gesundheit (BAG) als Aufsichtsbehörde vorgesehen ist;

57 SR **832.102**
58 SR **...**
59 SR **832.30**
60 SR **...**

Beilage 1 zur Änderung der Kernenergieverordnung
(Anhang 10 Ziff. 3)

Anhang 3[61]
(Art. 28 und 41)

Betriebsdokumentation

Ziff. 1 Eintrag «Strahlenschutzreglement»

1. Organisatorische Dokumente

Strahlenschutzreglement	Das Strahlenschutzreglement regelt die Strahlenschutzaufgaben des Inhabers der Betriebsbewilligung, insbesondere die Messung der radioaktiven Abgaben an die Umgebung und den Strahlenschutz der im Kontrollbereich der Kernanlage beschäftigen Personen.

61 Bereinigt gemäss Anhang Ziff. 12 der V vom 12. Nov. 2008 über das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat, in Kraft seit 1. Jan. 2009 (AS **2008** 5747).

Beilage 2 zur Änderung der Kernenergieverordnung
(Anhang 10 Ziff. 3)

Anhang 6
(Art. 21 und 38)

Berichterstattung über Ereignisse und Befunde im Sicherheitsbereich

Bericht	Inhalt	Periodizität
Ereignisbericht	Bericht über eingetretene Ereignisse und Befunde mit folgendem Inhalt: a. Einstufung gemäss untenstehenden Kriterien, Zusammenfassung des Ereignisses bzw. Befundes und bisherige Erkenntnisse; b. Anlagezustand vor dem Ereignis oder bei der Feststellung des Befundes; c. Ablauf des Ereignisses und das Verhalten der Anlage oder Art des Befundes; d. Ursache des Ereignisses oder Befundes; e. Sofortmassnahmen; f. Beilagen.	Pro meldepflichtigem Ereignis und Befund
Folgemassnahmenbericht	Bericht über eingetretene Ereignisse und Befunde mit folgendem Inhalt: a. Folgemassnahmen; b. Bewertung der sicherheitstechnischen Relevanz; c. Beilagen.	Pro meldepflichtigem Ereignis und Befund

Einstufung von Ereignissen und Befunden

Ereignisse und Befunde sind entsprechend ihrer Bedeutung für den Notfallschutz zu klassieren.

1. Klassierung:

Art der Meldung	Umschreibung
Schwerer Notfall (General Emergency)	ein Ereignis, welches eine ernsthafte aktuelle oder eine prognostizierte radiologische Gefährdung der Umgebung darstellt und die Vorbereitung oder die Umsetzung von Schutzmassnahmen in der Umgebung der Kernanlagen zwingend erfordert.
Anlagennotfall (Site Area Emergency)	ein Ereignis, welches sich zu einem Schweren Notfall entwickeln könnte oder es herrscht eine ernsthafte radiologische Gefährdung auf dem Anlagenareal. Eine zukünftige (prognostizierte) radiologische Gefährdung der Umgebung, welche das Aufgebot des Notfallstabs der Kernanlage und externer Notfallorganisationen erfordert, ist möglich.

Bereitschaft	ein Ereignis, das zu einer bedeutenden Abnahme im Schutzgrad für das Betriebspersonal führt, oder das sich zu einem Anlagennotfall oder schweren Notfall entwickeln könnte und je nach Ereignis auch das Aufgebot des Notfallstabs oder Teilstäben der Kernanlage erfordert.
Unklassiert	bezüglich nuklearer Sicherheit meldepflichtiges Ereignis oder meldepflichtiger Befund, das oder der keines der Kriterien für Bereitschaft, Anlagennotfall oder Schwerer Notfall erfüllt.
Öffentliches-Ereignis	ein von der Öffentlichkeit wahrnehmbares Ereignis auf dem Areal der Kernanlage oder der unmittelbaren Umgebung unabhängig von dessen Bedeutung für die nukleare Sicherheit oder ein Ereignis im Zusammenhang mit einer Kernanlage, zu dem das ENSI möglicherweise Anfragen beantworten muss oder ein von der Öffentlichkeit wahrnehmbares Ereignis bei einem Transport der Kategorien I bis III (gemäss Anhang 2 KEV) von Kernmaterialien bzw. radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung.

2. Meldefristen für Ereignisse und Befunde im Sicherheitsbereich:

	Schwerer Notfall	**Anlagen-notfall**	**Bereit-schaft**	**Unklassiert**	**Öffentliches-Er-eignis**
Telefonische Meldung (Erstinformation)	unverzüglich	unverzüglich	unverzüglich	24 Stunden1	unverzüglich
schriftliche Bestätigung der Meldung	Im Rahmen der ENSI-Notfall-orga-nisation	Im Rahmen der ENSI-Not-fall-organisa-tion	Im Rahmen der ENSI-Not-fall-organisa-tion	24 Stunden1	Innerhalb von 2 Stunden nach Erstinformation
Ereignisbericht	36 Stunden	36 Stunden	10 Tage	30 Tage	Monatsbericht2
Folgemassnah-menbericht	Nach Erfor-dernis	Nach Erforder-nis	30 Tage	30 Tage	Monatsbericht1

1 innerhalb von 24 Stunden zwischen 08:00 bis 17:00 Uhr

2 sofern kein Monatsbericht erforderlich ist, im Quartals- oder im Jahresbericht

3. Internationale Bewertungsskala nach IAEA-INES

Zur Information der Bevölkerung sind Ereignisse und Befunde nach der internationalen Bewertungsskala (INES) der IAEA zu bewerten. (siehe INES User's Manual 2008 Edition, IAEA, Wien 2009).

Stufe	Bezeichnung	Kriterien
7	Schwerwiegender Unfall	– Freisetzung eines grossen Teiles des Kerninventars in die Umgebung in Form einer Mischung kurz- und langlebiger Aktivstoffe (mehr als 50 000 TBq Iod-131 Äquivalent).
6	Ernsthafter Unfall	– Freisetzung von Spaltprodukten in die Umgebung (5000 bis 50 000 TBq Iod-131 Äquivalent).
5	Unfall mit Gefährdung der Umgebung	– Freisetzung von Spaltprodukten in die Umgebung (500 bis 5000 TBq Iod-131 Äquivalent). – Schwere Kernschäden mit Freisetzung einer grossen Menge Radioaktivität innerhalb der Anlage.
4	Unfall ohne signifikante Gefährdung der Umgebung	– Freisetzung von radioaktiven Stoffen höher als bewilligte Grenzwerte, die zu einer Dosis in der Grössenordnung von einigen Millisievert für die meistexponierte Person führen kann. – Teilweise Beschädigung des Reaktorkerns wegen mechanischer Einwirkung oder Schmelzen. – Bestrahlung von Personal derart, dass ein akuter Todesfall wahrscheinlich wird.
3	Ernsthafter Zwischenfall	– Freisetzung von radioaktiven Stoffen höher als bewilligte Grenzwerte, die für die meistexponierte Person ausserhalb der Anlage eine Dosis von wenigen Zehntel Millisievert ergibt. – Bestrahlung von Personal derart, dass eine akute Strahlenerkrankung zu erwarten ist. Schwerwiegende Kontamination in der Anlage. – Störfälle, bei denen ein zusätzliches Versagen von Sicherheitseinrichtungen zu Unfällen führen könnte, oder eine Situation, in welcher Sicherheitseinrichtungen einen Unfall nicht verhindern könnten, falls bestimmte auslösende Ereignisse eintreten würden.
2	Zwischenfall	– Ereignis oder Befund mit wesentlichen Versagen von Sicherheitseinrichtungen, aber mit ausreichender Sicherheitsvorsorge, um auch mit zusätzlichen Fehlern fertig zu werden. Ereig-

		nisse und Befunde der Stufe 1, aber mit bedeutenden Unzulänglichkeiten in der Organisation oder in der Sicherheitskultur. – Ereignis mit Bestrahlung von Personal höher als die jährliche Dosislimite. Signifikante Verbreitung von Radioaktivität innerhalb der Anlage, welche auslegungsgemäss nicht zu erwarten war.
1	Anomalie	– Anomalie ausserhalb der vorgeschriebenen Betriebsbedingungen. Sie kann auf Versagen von Ausrüstungen, menschlichen Fehlhandlungen oder Verfahrensmängel zurückzuführen sein. Ereignis oder Befund ohne direkte Sicherheitsbedeutung, aber mit bedeutenden Unzulänglichkeiten in der Organisation oder in der Sicherheitskultur.
0	Nicht sicherheitssignifikante Ereignisse und Befunde	– Ereignisse und Befunde ohne Überschreitung von betrieblichen Grenzwerten und Bedingungen, welche mit geeigneten Verfahren beherrscht werden. Beispiele: Bei periodischen Prüfungen festgestellter Einzelfehler in einem redundanten System, automatische Reaktorschnellabschaltung mit normalen Anlageverhalten, Leckagen innerhalb Betriebslimiten; alle Beispiele ohne grösseren Zusammenhang mit der Sicherheitskultur.

Verordnung des EDI über den Umgang mit radioaktiven Quellen (UraQ)

vom … Entwurf Anhörung

Das Eidgenössische Departement des Innern, im Einvernehmen mit dem Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI),

gestützt auf die Artikel 95 Absatz 7, 96 Absatz 2, 98 Absatz 4, 101, 103 Absatz 2 und 111 Absatz 2 der Strahlenschutzverordnung vom ...[1] (StSV),

verordnet:

1. Kapitel: Allgemeine Bestimmungen

Art. 1 Gegenstand und Geltungsbereich

[1] Diese Verordnung regelt den bewilligungspflichtigen Umgang mit radioaktiven Quellen.

[2] Ausgenommen ist der Umgang mit geschlossenen radioaktiven Quellen zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken in der Human- und der Veterinärmedizin.

Art. 2 Begriffe

Es gelten die Begriffsbestimmungen nach Artikel 2 und Anhang 1 StSV sowie nach Anhang 1 dieser Verordnung.

Art. 3 Abweichungen

In Einzelfällen kann das Bundesamt für Gesundheit (BAG) auf Gesuch hin Ausnahmen von den Vorschriften dieser Verordnung zulassen, wenn:

a. die Erfahrung und der Stand von Wissenschaft und Technik dies bei einer technischen Neuerung oder Spezialanwendung erfordern; und

b. geeignete Massnahmen gewährleisten, dass das radiologische Risiko gleich bleibt, wie wenn diese Vorschriften befolgt werden.

SR **814.554**

1 SR **814.501**

Art. 4 Sicherung von radioaktiven Quellen

[1] Hoch radioaktive Quellen nach Artikel 108 StSV müssen durch geeignete bauliche und operationelle Massnahmen vor Entwendung und unbefugter Einwirkung gesichert werden.

[2] Sensible Informationen zur Sicherung hoch radioaktiver Quellen müssen durch administrative und technische Massnahmen vor unbefugtem Zugriff geschützt werden.

[3] Die Sicherungsmassnahmen haben insbesondere zum Ziel, die Entwendung oder unbefugte Einwirkung zu verhindern, zu detektieren, zu verzögern und eine Intervention zu ermöglichen.

[4] Sie sind in einem von der Aufsichtsbehörde zu prüfenden Sicherungsplan festzuhalten. Dieser ist laufend zu aktualisieren.

[5] Im Sicherungsplan ist insbesondere festzuhalten, wie sichergestellt wird, dass nur befugte Personen Zugang zu Bereichen mit hoch radioaktiven Quellen haben.

[6] Das Vorhandensein und die Unversehrtheit hoch radioaktiver Quellen muss periodisch überprüft werden. Die Periodizität muss im Sicherungsplan festgelegt werden.

[7] Beträgt das Aktivitätsinventar in einer Lagerstelle von radioaktiven Quellen mehr als das 100 000-fache der Bewilligungsgrenze nach Anhang 3 Spalte 10 StSV, kann die Aufsichtsbehörde einen Sicherungsplan und entsprechende Sicherungsmassnahmen verlangen.

Art. 5 Richtwerte beim Umgang mit offenen Quellen

Beim Umgang mit offenen radioaktiven Quellen sind nebst den Richtwerten nach Anhang 3 StSV die in Anhang 2 dieser Verordnung angegebenen Richtwerte zu beachten.

Art. 6 Gebietstypen

[1] Innerhalb von Zonen mit erhöhter Ortsdosisleistung sind, zur Planung und Regulierung der Personendosen, Gebiete mit einer der folgenden, maximal zulässigen Ortsdosisleistungen einzurichten und zu bezeichnen:

a. Gebietstyp V: Ortsdosisleistung an zugänglichen Stellen kleiner als 0,01 mSv pro Stunde;

b. Gebietstyp W: Ortsdosisleistung an zugänglichen Stellen zwischen 0,01 mSv pro Stunde und 0,1 mSv pro Stunde;

c. Gebietstyp X: Ortsdosisleistung an zugänglichen Stellen zwischen 0,1 mSv pro Stunde und 1,0 mSv pro Stunde;

d. Gebietstyp Y: Ortsdosisleistung an zugänglichen Stellen zwischen 1,0 mSv pro Stunde und 10 mSv pro Stunde;

e. Gebietstyp Z: Ortsdosisleistung an zugänglichen Stellen grösser als 10 mSv pro Stunde.

[2] Der Aufenthalt in Gebieten der Typen V–Z ist unter Beachtung des Optimierungsprinzips nach Artikel 5 StSV zu überwachen. Die Aufenthaltsdauer ist so zu begrenzen, dass eine festgelegte Personendosis nicht überschritten wird.

[3] Die Zugänge zu Räumen des Gebietstyps Z müssen im Normalbetrieb mit Türen oder Betonriegeln abgesperrt werden können.

2. Kapitel: Baulicher Strahlenschutz und Ausrüstung

1. Abschnitt: Allgemeine Bestimmungen

Art. 7 Unterlagen zum bautechnischen Strahlenschutz

[1] Für Bestrahlungsräume nach Artikel 30 und 31 und nuklearmedizinische Räume nach Artikel 27 und 28 muss die Gesuchstellerin oder der Gesuchssteller dem Bewilligungsgesuch Unterlagen zum bautschnischen Strahlenschutz beilegen, , insbesondere:

a. einen Grundriss der Räume im Massstab 1:20 oder 1:50, auf dem eingezeichnet ist: Die Anordnung der radioaktiven Quellen, der möglichen Strahlrichtungen, welche für die Bestimmung der Abstände massgebend sind;

b. Schnittzeichnungen, falls diese für die Beurteilung der zu schützenden Bereiche erforderlich sind;

c. Berechnungstabellen, welche die in Anhang 7 aufgeführten Angaben enthalten;

d. eine Beschreibung der Warn- und Sicherheitseinrichtung.

[2] Die Unterlagen zum bautechnischen Strahlenschutz müssen durch Strahlenschutz-Sachverständige nach Artikel 9 Absatz 1 Buchstabe c StSV geprüft worden sein. Diese oder dieser sorgt dafür, dass die Bauausführung gemäss den Vorgaben nach Absatz 1 erfolgt.

Art. 8 Bauart, Kennzeichnung, und Zertifikat von geschlossenen radioaktiven Quellen

[1] Bauart und Kennzeichnung von geschlossenen radioaktiven Quellen richten sich nach den Artikeln 105 und 106 StSV.

[2] Die Lieferantin oder der Lieferant muss zu jeder radioaktiven Quelle ein Quellenzertifikat der Herstellerin oder des Herstellers beilegen, aus dem mindestens folgende Angaben ersichtlich sind:

a. ISO-Klassifizierung aufgrund einer Typenprüfung, falls die Aktivität der radioaktiven Quelle oberhalb des hundertfachen Wertes der Bewilligungsgrenze nach Anhang 3 Spalte 10 StSV liegt;

b. Radionuklid, physikalische und chemische Form, Aktivität, Art und Abmessung der Kapselung, des Herstellungs- und des Messdatums;

c. Ergebnisse der Dichtheits- und Kontaminationsfreiheitsprüfung.

Art. 9 Plangenehmigung nach Arbeitsgesetz

Industrielle Betriebe, die Arbeitsbereiche für den Umgang mit offenen radioaktiven Quellen oder Bestrahlungsräume für Bestrahlungseinheiten einrichten oder umgestalten, haben die Vorschriften betreffend Plangenehmigung durch die kantonale Behörde nach Artikel 7 Absatz 1 des Arbeitsgesetzes vom 13. März 1964 zu beachten.

2. Abschnitt: Arbeitsbereiche und Zonen

Art. 10 Bauart

Die Anforderungen an die Bauart der Arbeitsbereiche und Zonen nach Artikel 95 und 96 StSV richten sich nach Anhang 5.

Art. 11 Brandabschnitte

1 Die einzelnen Arbeitsbereiche und Zonen sind als voneinander getrennte Brandabschnitte einzurichten.

2 Mehrere Arbeitsbereiche oder Zonen im selben Brandabschnitt sind zulässig, sofern Artikel 136 StSV eingehalten wird.

3 Ist ein Arbeitsbereich des Typs C innerhalb eines Raumes abgegrenzt, gelten die Anforderungen an den Brandschutz für die Raumbegrenzungen.

4 Die Aufsichtsbehörde kann im Einzelfall ausnahmsweise die Mindestanforderungen an den Feuerwiderstand der Arbeitsbereiche erhöhen, falls erhöhte Brandgefahr oder Kontaminationsrisiken bestehen.

Art. 12 Böden, Arbeitsflächen, Kapellen

1 Bei der Verankerung von Geräten oder Einrichtungen auf dem Boden muss sichergestellt werden, dass keine Flüssigkeiten unter Geräte ohne Bodenfreiheit oder unter den Bodenbelag gelangen können.

2 Die Arbeitsflächen und Böden müssen grundsätzlich den Anforderungen eines chemischen Laboratoriums genügen. Sie müssen so beschaffen sein, dass sie von den üblichen Chemikalien wie Säuren, Basen und organischen Lösungsmitteln sowie von Reinigungsmitteln möglichst wenig angegriffen werden.

3 Bei Kapellen sind die Bedienungseinrichtungen der Gas- und Wasserhahnen sowie elektrische Schalter an der Aussenseite anzubringen.

Art. 13 Zugang

Die Einrichtung des Zugangs zu Arbeitsbereichen und Zonen muss verhindern, dass Kontaminationen verschleppt werden. Die Anforderungen richten sich nach Anhang 5.

Art. 14 Waschgelegenheiten

[1] Innerhalb von Kontrollbereichen und Arbeitsbereichen müssen in der Nähe des Ausgangs Waschgelegenheiten zur Dekontamination der Hände zur Verfügung stehen.

[2] Wasserhahnen und Seifenspender müssen auf andere Weise als mit den Händen bedienbar sein. Zudem dürfen nur Einweghandtücher verwendet werden.

Art. 15 Ausgüsse für flüssige Abfälle

Wenn in einem Arbeitsbereich oder einer Zone flüssige radioaktive Abfälle anfallen, müssen dort geeignete Ausgüsse oder Sammelbehälter für diese Abfälle vorhanden sein. Die Aufsichtsbehörde legt fest, ob die Ausgüsse an eine Kontrollanlage nach Artikel 24 angeschlossen sein müssen.

Art. 16 Belüftung

[1] Arbeitsbereiche und Zonen müssen nach den Anforderungen nach Anhang 5 ausreichend belüftet werden.

[2] Können Arbeitsbereiche des Typs C nicht über ein Aussenfenster ausreichend belüftet werden, so müssen diese künstlich be- und entlüftet werden. Sind in einem Gebäude mehrere Arbeitsbereiche des Typs C vorhanden, können die Bewilligungs- und die Aufsichtsbehörde eine künstliche Belüftung verlangen.

[3] Beim Vorhandensein einer künstlichen Belüftung ist diese so einzustellen, dass der Druck in Räumen mit grösserer Kontaminationsgefahr niedriger ist als in Räumen mit geringerer Kontaminationsgefahr, insbesondere gegenüber normalen Räumen im übrigen Gebäudeteil.

[4] Die korrekte Funktion der künstlichen Belüftung (Unterdruck) in Arbeitsbereichen und Zonen muss mindestens jährlich durch die Bewilligungsinhaberin oder den Bewilligungsinhaber überprüft werden.

[5] Kapellen in Arbeitsstellung, d. h. bei einer Schieberöffnung von 20 cm, müssen eine Luftströmung von mindestens 0,5 m pro Sekunde aufweisen.

[6] Unterdruckzellen müssen dauernd einen Unterdruck aufweisen, solange sich offene radioaktive Quellen darin befinden. Dieser darf auch bei Druckschwankungen, die durch Arbeitsvorgänge in der Zelle verursacht werden, nicht unter 50 Pascal fallen. Der Unterdruck muss ständig von einem Manometer angezeigt werden.

Art. 17 Abluft

[1] Bei künstlicher Entlüftung ist die Abluftführung so zu gestalten, dass die den Raum verlassende Luft nicht in diesen oder andere Räume strömen kann.

[2] Die Abluftleitungen sind innerhalb des Gebäudes im Normalbetrieb auf ihrer ganzen Länge unter Unterdruck zu halten oder gasdicht auszuführen.

3 Die Abluft ist so ins Freie zu führen, dass die Immissionsgrenzwerte nach Artikel 36 Absatz 1 StSV oder der festgelegte quellenbezogene Dosisrichtwert nach Artikel 25 Absatz 3 StSV an zugänglichen Orten eingehalten werden.

4 Für Bereiche innerhalb des Betriebsareals gelten als Richtwert die Immissionsgrenzwerte unter Berücksichtigung der Aufenthaltszeit.

5 Die Aufsichtsbehörde kann verlangen, dass die Abluftleitung zur Überwachung der Abluft mit einem Probenahmestutzen zur Erhebung repräsentativer Luftproben versehen wird oder permanent überwacht wird und die Abgaben an die Umwelt bilanziert werden.

Art. 18 Filter

1 In Arbeitsbereichen des Typs A und B muss die Kapellenabluft möglichst nahe am Kapellenausgang durch geeignete Filter geleitet werden.

2 Die gesamte Abluft aus Zonen der Typen II–IV und Arbeitsbereichen des Typs A muss durch geeignete Filter geleitet werden.

3 Bei Unterdruckzellen muss die abgesaugte Luft direkt am Ausgang der Unterdruckzelle filtriert werden. Die Aufsichtsbehörde kann nuklidspezifische Filter (beispielsweise Aktivkohlefilter, Kühlfalle) verlangen.

4 Die Filter sind mindestens jährlich auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen.

5 Die Aufsichtsbehörde genehmigt Art und Montage der Filter sowie die Methode zur Prüfung ihrer Wirksamkeit.

3. Abschnitt: Lagerstellen für radioaktive Quellen

Art. 19 Zugang

Der Zutritt zu Lagerstellen, beziehungsweise der Zugriff auf radioaktive Quellen, muss kontrolliert und für Unberechtigte abgesperrt sein.

Art. 20 Zweck und Einrichtung

Lagerstellen für radioaktive Quellen nach Anhang 1 sind als solche zu bezeichnen und dürfen nur der Lagerung dienen; sie sind als Kontroll- oder Überwachungsbereich einzurichten.

Art. 21 Ortsdosisleistung ausserhalb von Lagerstellen

An zugänglichen Orten ausserhalb von Lagerstellen müssen die Richtwerte für die Ortsdosisleistung nach Anhang 2 eingehalten werden.

Art. 22 Brandschutz

[1] Lagerstellen für radioaktive Quellen müssen betreffend Brandschutz folgenden Feuerwiderstandsklassen nach der Brandschutzrichtlinie der Vereinigung kantonalen Feuerversicherungen vom 26. März 2003[2] entsprechen:

a. offene und geschlossene radioaktive Quellen ab 100 LA: EI 30/REI 30[3]

b. offene radioaktive Quellen über 10 000 LA: EI 60/REI 60

c. hochaktive radioaktive geschlossene Quellen: EI 60/REI 60

[2] Die Aufsichtsbehörde kann für die Lagerung von radioaktiven Quellenmit einer Typenbewilligung nach Artikel 27 StSV und für die Lagerung ihrer Halbfabrikate Abweichungen von Absatz 1 gewähren, sofern der Brandschutz durch andere Massnahmen gewährleistet ist.

Art. 23 Belüftung

[1] Lagerstellen offener radioaktiver Quellen müssen ausreichend belüftet werden können. Beträgt das Aktivitätsinventar mehr als das 10 000-fache der Bewilligungsgrenze LA, muss die Lagerstelle künstlich belüftet werden.

[2] Die künstliche Belüftung von Lagerstellen richtet sich nach Artikel 16 Absatz 3 sowie Artikel 17.

4. Abschnitt: Abwasserbehandlung, Kontrollanlagen

Art. 24 Kontrolle und Rückhaltung des Abwassers

[1] Die Bewilligungs- und die Aufsichtsbehörde können die Installation einer Abwasserkontrollanlage verlangen, wenn die Immissionsgrenzwerte nach Artikel 36 Absatz 2 StSV oder der festgelegte quellenbezogene Dosisrichtwert nach Artikel 25 Absatz 3 StSV im Abwasser beim Verlassen des Betriebsareals möglicherweise überschritten werden. Als Kriterien gelten insbesondere:

a. Aktivitätsumsatz;

b. Anzahl Arbeitsplätze;

c. Aktivitätskonzentrationen;

d. Kontaminationsrisiko der vorgesehenen Manipulationen;

e. vorhandene Bodenabläufe;

f. Halbwertszeit der verwendeten Nuklide;

g. Wechselhäufigkeit der vorgesehenen Forschungsarbeiten;

2 Diese Brandschutzrichtlinie (12-03d) und die dazugehörige Brandschutznorm (1-03d) können bezogen werden bei der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF), Bundesgasse 20, Postfach, CH - 3001 Bern oder im Internet unter www.vkf.ch (E-Mail: mail@vkf.ch).

3 Feuerwiderstandsklasse: "EI" bei nicht tragenden Bauteilen, "REI" bei tragenden Bauteilen.

h. Wechselhäufigkeit und Berufserfahrung des Personals.

[2] Arbeitsbereiche des Typs A und Zonen der Typen I–IV müssen mit einer Abwasserkontrollanlage ausgerüstet sein.

[3] Die Aufsichtsbehörde kann die Installation von Abwasserbehandlungsanlagen und eine Überwachung des Nuklid- und Aktivitätsgehaltes des Betriebsabwassers verlangen.

Art. 25 Auslegung der Abwasserkontrollanlage

[1] Eine Abwasserkontrollanlage hat alle Abwässer der angeschlossenen Arbeitsbereiche aufzunehmen, welche kontaminiert sein können.

[2] Sie hat über mindestens zwei Sammeltanks zu verfügen, die abwechselnd gefüllt werden können.

[3] Freistehende Sammeltanks müssen jederzeit auf Dichtheit kontrolliert werden können. Sie müssen in einer Auffangwanne stehen, welche den Inhalt mindestens eines Sammeltanks aufnehmen kann. Die Auffangwannen sind so auszulegen, dass die voraussichtlichen Leckageströme erfasst werden.

[4] Unterbodensammeltanks müssen mindestens alle drei Jahre auf Dichtheit überprüft werden.

[5] Die Entleerung der Sammeltanks darf nicht automatisch ausgelöst werden können. Sie muss durch eine aktive manuelle Handlung erfolgen, wie beispielsweise durch das Drücken eines Knopfes oder das Öffnen eines Verschlusses.

[6] Die einzelnen Sammeltanks müssen mindestens über folgende Einrichtungen verfügen:

a. natürlicher Überlauf in einen weiteren Tank oder in die Auffangwanne;

b. Füllstandsanzeige;

c. Alarmsystem für den Füllstand 4/5 voll;

d. Durchmischungseinrichtung;

e. Probenahmeeinrichtung zur Entnahme einer repräsentativen Probe.

h. Sicherheitsventile gegen Über- und Unterdruck

Art. 26 Abwasser

[1] Das gesamte Abwasser der sanitären Einrichtungen für Therapiepatientinnen und -patienten der Nuklearmedizin darf nur über eine Abwasserkontrollanlage nach Artikel 24 und 25 an die Umwelt abgegeben werden.

[2] Käfige, Stallungen und Pflanzenkulturräume, in denen offene radioaktive Quellen an Tieren oder Pflanzen angewendet werden, müssen so eingerichtet sein, dass eine Kontamination der Umgebung und Abwässer durch Ausscheidungen oder Bewässerung verhindert wird.

5. Abschnitt: Auslegung und Abschirmung von nuklearmedizinischen Bereichen

Art. 27 Auslegung und Einrichtung von nuklearmedizinischen Räumen

1 Nuklearmedizinische Labors, Applikations- und Scannerräume für die Vorbereitung und Applikation offener radioaktiver Quellen sowie Therapie-Patientenzimmer, müssen mindestens den Anforderungen an einen Arbeitsbereich des Typs C genügen.

2 Für Patientinnen und Patienten der Nuklearmedizin müssen innerhalb eines Kontrollbereichs Warte- und gegebenenfalls Ruheräume sowie separate Toiletten zur Verfügung stehen. Diese Räume müssen gut dekontaminierbar sein.

3 Die Abschirmung von Therapie-Patientenzimmern muss für eine Dauerbelegung ausgelegt werden.

4 Die Abschirmung von Warte-, Ruhe-, Scanner- und Applikationsräumen muss für eine Belegungszeit von 40 Stunden pro Woche ausgelegt sein.

Art. 28 Bauliche Abschirmung

1 Wartebereiche und Ruheräume von Patientinnen und Patienten der Nuklearmedizin, welchen offene radioaktive Quellen verabreicht wurden, sowie nuklearmedizinische Applikations-, Scannerräume und Therapie-Patientenzimmer müssen gegenüber zugänglichen angrenzenden Orten zur Einhaltung der geltenden Richtwerte für Ortsdosisleistungen nach Anhang 2 ausreichend abgeschirmt sein.

2 Bei der Bemessung der Abschirmungen müssen nach der Erfahrung und nach dem Stand von Wissenschaft und Technik die zur Anwendung gelangenden Aktivitäten, die Abstände gegenüber zugänglichen Bereichen, die Dauer einer möglichen Exposition von Personen sowie nuklidspezifische Parameter berücksichtigt werden. Hierfür sind zu berücksichtigen:

a. die Empfehlungen der einschlägigen internationalen und nationalen Fachorganisationen;

b. die Wegleitungen des Bundesamtes für Gesundheit (BAG).

3 Für Therapie-Patientenzimmer müssen geeignete mobile Abschirmungen zur Verfügung stehen. Falls nichtmobile bettlägerige Patientinnen und Patienten während der Therapie betreut werden müssen, ist im Patientenzimmer entlang dem Patientenbett eine stationäre Abschirmung von mindestens 110 cm Höhe anzubringen. Die Ortsdosisleistung hinter dieser Abschirmung darf den Wert nach Anhang 2 nicht übersteigen.

4 Ausserhalb von abgeschirmten Räumen muss die Schutzwirkung der Abschirmungen bis auf eine Höhe von mindestens 200 cm über Boden gewährleistet sein.

5 Auf Türen, Fenstern und Wänden, welche zusätzliche Abschirmungen enthalten, ist das Bleiäquivalent dauerhaft anzuschreiben.

6 Bei Einrichtungen mit Computertomographen (CT) wie Positronen-Emissions-Tomographie (PET-CT), oder Einzelphotonen-Emissionstomografie (Single

Photon Emission Computed Tomography, SPECT-CT) muss der Schaltraum vollständig vom Röntgenraum getrennt und abgeschirmt sein.

Art. 29 Sanitäre Einrichtungen in Therapiepatientenzimmern

Zimmer für stationäre Therapiepatientinnen und -patienten der Nuklearmedizin müssen mit eigenen sanitären Einrichtungen (Lavabo, Dusche, WC) ausgerüstet sein, oder diese müssen in unmittelbarer Nähe innerhalb des Kontrollbereichs zur Verfügung stehen.

6. Abschnitt: Auslegung und Abschirmung beim Umgang mit Bestrahlungseinheiten

Art. 30 Standort von Bestrahlungseinheiten

[1] Bestrahlungseinheiten ohne Vollschutzeinrichtung müssen innerhalb von Bestrahlungsräumen betrieben werden.

[2] Ist der Betrieb von Bestrahlungseinheiten ohne Vollschutzeinrichtung innerhalb von Bestrahlungsräumen aus betrieblichen oder technischen Gründen nicht möglich oder aus strahlenschutztechnischen Gründen nicht notwendig, kann die Aufsichtsbehörde den Betrieb innerhalb von anderen Überwachungsbereichen zulassen.

[3] Bezüglich Standort von Bestrahlungseinheiten mit Vollschutzeinrichtung werden keine speziellen Anforderungen gestellt.

Art. 31 Anforderungen an Bestrahlungsräume

[1] Bestrahlungsräume für Bestrahlungseinheiten sind als Überwachungsbereiche auszulegen und müssen folgenden Anforderungen genügen:

a. Die Bedienungseinrichtung (Schaltpult) muss sich ausserhalb des Bestrahlungsraumes befinden.

b. Bevor der Bestrahlungsmodus eingeschaltet wird, muss sichergestellt sein, dass sich keine Personen mehr im Bestrahlungsraum aufhalten.

c. Der Bestrahlungsmodus darf nur bei geschlossenen und gesicherten Zugängen eingeschaltet werden können. Kann dies bei Verwendung einer manuellen Fernbedienung nicht gewährleistet werden, muss eine akustische Warnung erfolgen, wenn ein Zugang bei eingeschaltetem Bestrahlungsmodus geöffnet bleibt.

d. Die Möglichkeit, den Raum zu verlassen, muss jederzeit gewährleistet sein. Muss beim Verlassen des Raumes der Gefahrenbereich durchquert werden, so sind zusätzlich Notausschalter zu installieren.

e. Der Bestrahlungsmodus muss mit einem optischen Signal im Bestrahlungsraum und beim Eingang zum Bestrahlungsraum deutlich angezeigt werden. Ist aus technischen Gründen der Einsatz von optischen Signalen

im Bestrahlungsraum nicht möglich, so ist mit einem akustischen Signal anzuzeigen, dass die Anlage in Betrieb gesetzt wird.

f. Die Bewilligungs- und die Aufsichtsbehörde können bei hoher Gefährdung von Personen zusätzliche Sicherheitseinrichtungen verlangen.

[2] Die Abschirmung von Bestrahlungsräumen richtet sich nach Artikel 98 StSV. Dabei dürfen die folgenden Ortsdosisrichtwerte unter Berücksichtigung der Betriebsfrequenz nicht überschritten werden:

a. 0,02 mSv in einer Woche: in Räumen ausserhalb von Überwachungsbereichen;

b. 0,1 mSv in einer Woche: an Orten ausserhalb von Überwachungsbereichen, die nicht für einen Daueraufenthalt vorgesehen sind;

c. 0,1 mSv in einer Woche: an Orten innerhalb von Überwachungsbereichen, an denen sich nur beruflich strahlenexponierte Personen aufhalten können.

[3] Die zugrundegelegte Betriebsfrequenz muss mindestens eine Stunde pro Woche betragen.

[4] An Orten, an denen sich während des Betriebes der Bestrahlungseinheiten keine Personen aufhalten können, unterliegt die Ortsdosis keiner Beschränkung.

Art. 32 Anforderungen an ortsfeste Bestrahlungseinheiten ausserhalb von Bestrahlungsräumen

[1] Der Richtwert für die Ortsdosisleistung bei Bestrahlungseinheiten darf im Aufenthaltsbereich von Personen aus der Bevölkerung 0,5 µSv pro Stunde bei einem Daueraufenthalt und 2,5 µSv pro Stunde ohne Daueraufenthalt betragen.

[2] Können die Richtwerte für die Ortsdosisleisungen nach Absatz 1 nicht eingehalten werden, sind die Bereiche mit erhöhter Dosisleistung deutlich zu kennzeichnen. Personen, welche sich regelmässig innerhalb dieser Bereiche aufhalten, gelten als beruflich strahlenexponiert und müssen dosimetriert werden.

Art. 33 Anforderungen an mobile Bestrahlungseinheiten

Bestrahlungseinheiten, welche im mobilen Einsatz verwendet werden, dürfen bei geschlossener Abschirmung in 1 m Abstand von ihrer Oberfläche eine Ortsdosisleistung von höchstens 0,1 mSv pro Stunde aufweisen.

3. Kapitel: Operationelle Massnahmen

1. Abschnitt: Allgemeine operationelle Massnahmen

Art. 34 Lagerung von radioaktiven Quellen

[1] Werden offene radioaktive Quellen in einem Arbeitsbereich gelagert, so legt die Bewilligungs- oder Aufsichtsbehörde das maximal zulässige Aktivität nach Artikel 95 Absatz 3 StSV fest.

2 In Lagerstellen für radioaktive Quellen dürfen keine brandbeschleunigenden Materialien und keine Lebensmittel gelagert werden.

3 Werden mehrere radioaktive Quellen gemeinsam gelagert, so sind sie derart abzuschirmen, dass die Handhabung einer einzelnen Quelle die Abschirmung der übrigen möglichst wenig beeinträchtigt.

4 Jede radioaktive Quelle muss so gelagert werden, dass Kontaminationen verhindert werden und ihre Identifikation jederzeit möglich ist.

5 Radioaktive Flüssigkeiten sind entweder in einem unzerbrechlichen Gefäss zu lagern, oder das Gefäss ist in einen unzerbrechlichen Behälter zu stellen, welcher das Volumen der radioaktiven Flüssigkeiten samt ihrer Umhüllung aufzunehmen vermag.

6 Physikalisch, chemisch oder biologisch instabile radioaktive Quellen sind so zu lagern, dass die Entstehung eines unzulässigen Überdrucks verhindert wird.

Art. 35 Transport von radioaktiven Quellen im Betriebsareal

1 Für den Transport von radioaktiven Quellen im Betriebsareal ausserhalb von Kontroll- und Überwachungsbereichen muss die Verpackung folgenden Anforderungen genügen:

a. Sie ist aussen mit deutlich erkennbaren Gefahrenzeichen nach Anhang 8 StSV zu versehen.

b. Sie hat die Strahlung so weit abzuschirmen, dass im Abstand von 1 m von der Oberfläche eine Ortsdosisleistung von 0,1 mSv pro Stunde und an der Oberfläche eine Ortsdosisleistung von 1 mSv pro Stunde nicht überschritten wird.

c. Sie darf an den Aussenflächen keine übertragbare Kontamination aufweisen, welche die in Anhang 3 Spalte 12 StSV festgelegten Werte überschreitet.

d. Sie muss verhindern, dass Radioaktivität austreten kann und dadurch Materialien, Personen oder die Umwelt kontaminiert werden.

e. Sind flüssige, gas- oder pulverförmige radioaktive Quellen in einem zerbrechlichen Gefäss enthalten, so muss dieses Gefäss in einem unzerbrechlichen Behälter eingeschlossen sein.

f. Bei flüssigen radioaktiven Quellen muss der Behälter genügend saugfähiges Material enthalten, um die ganze Flüssigkeitsmenge aufzunehmen.

g. Bei radioaktiven Gasen müssen Gefäss und Behälter gasdicht sein.

2 Bei Transporten im Betriebsareal ausserhalb von Kontroll- und Überwachungsbereichen müssen radioaktive Quellen ständig unter direkter Beaufsichtigung stehen oder so gesichert werden, dass Unbefugte keinen Zugriff haben. Es ist sicherzustellen, dass Dritte keine unnötigen Strahlendosen erhalten können.

3 Bei der Anlieferung oder dem Versand von radioaktiven Quellen, deren Verpackung oder Behälter den Vorschriften für Transporte ausserhalb des Betriebsareals

entspricht, müssen für den Transport innerhalb des Betriebsareals keine zusätzlichen Massnahmen getroffen werden.

Art. 36 Entsorgung von Quellenverpackungen

Schutzbehälter, Aufbewahrungsbehältnisse und Versandverpackungen von radioaktiven Quellen dürfen nur dann wie nichtradioaktive Stoffe beseitigt werden, wenn diese nach Artikel 118 StSV freigemessen wurden und sämtliche Hinweise auf Radioaktivität vollständig entfernt sind. Ist die Entfernung des Hinweises auf die Radioaktivität nicht vollständig möglich, muss deutlich sichtbar ein Vermerk angebracht werden, dass es sich um eine leere Verpackung ohne radioaktiven Inhalt handelt.

Art. 37 Abgabe an die Umwelt

[1] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss alle Abgaben radioaktiver Quellen über der Freigrenze nach Anhang 3 Spalte 9 StSV bilanzieren.

[2] Die Bilanzierung kann rechnerisch oder auf Verlangen der Aufsichtsbehörde messtechnisch erfolgen. Sie ist pro Kalenderjahr zu erstellen und der Aufsichtsbehörde unter Angabe von Datum der Abgabe, Abgabepfad, Nuklid und Aktivität einzureichen.

[3] Die in einer Abwasserkontrollanlage nach Artikel 24 und 25 aufgefangenen Abwasser müssen vor ihrer Abgabe an das Kanalisationssystem oder an das Gewässer, in welches die Abwasser eingeleitet werden, einer Aktivitätsmessung unterzogen werden.

[4] Die Kontrolle der Aktivität des Abwassers wird durch Laboranalyse einer aus dem Sammeltank gezogenen und für dessen Inhalt repräsentativen Probe bestimmt. Sofern die Nuklidzusammensetzung bekannt ist, kann die Aktivität alternativ auch direkt mittels geeigneter Messsonde im Tank oder mittels Rechnung ermittelt werden.

Art. 38 Messmittel für ionisierende Strahlung

[1] In Räumen und Bereichen, in welchen mit radioaktiven Quellen umgegangen wird, müssen nach Artikel 100 StSV jederzeit geeignete Strahlenmessgeräte zur Verfügung stehen. In Anhang 6 werden die Art und die Anzahl der notwendigen Messgeräte, welche für die verschiedenen Anwendungsbereiche und Tätigkeiten mindestens zur Verfügung stehen müssen, aufgeführt. Die Ausrüstung für nicht in Anhang 6 geregelten Anwendungsbereichen und Tätigkeiten, ist nach der Erfahrung und dem Stand von Wissenschaft und Technik zu bestimmen.

[2] Werden flüchtige radioaktive Substanzen gehandhabt, die zu einer Kontamination der Atem- oder Abluft führen können, so kann die Aufsichtsbehörde Messgeräte für die Kontrolle der Aktivitätskonzentration in der Atemluft oder der Raumluft verlangen.

[3] Das Inverkehrbringen und die Prüfung der Messbeständigkeit sowie der Umfang der Qualitätssicherung von Messmitteln für ionisierende Strahlung richten sich nach Artikel 101 StSV.

[4] Messmittel, deren Inverkehrbringen und Prüfung nicht nach Artikel 101 Absatz 1 StSV geregelt wird, müssen vor der Erstverwendung durch die Herstellerin oder durch den Hersteller oder eine andere befähigte Stelle kalibriert werden.

[5] Unmittelbar nach der Eichung oder Kalibrierung von Messmitteln muss mit einer geeigneten Strahlenquelle (Sollwert-, Check- oder Flächenquelle) ein Referenzwert für die jährlich durchzuführende Konstanzprüfung ermittelt werden. Beträgt die Abweichung gegenüber dem Referenzwert mehr als 20%, muss das Gerät gemäss Absatz 3 und 4 justiert und neu geeicht oder kalibriert werden.

[6] Mobile Messmittel müssen täglich oder vor jedem Einsatz einer Funktionskontrolle unterzogen werden. Die Funktionskontrolle umfasst mindestens einen Batterietest, die Überprüfung des Untergrundes und einen Funktionstest mit einer Strahlenquelle.

Art. 39 Meldung an die Feuerwehr

Die zuständige Feuerwehr ist über das Vorhandensein und über die Lage radioaktiver Stoffe sowie über ein eventuell spezielles Vorgehen bei Brandausbrüchen schriftlich zu orientieren. Anzugeben sind insbesondere:

a. Lageplan;

b. Nuklid;

c. Aktivität;

d. Quellenbehälter.

Art. 40 Instruktion und Beaufsichtigung des Reinigungspersonals

Reinigungspersonal darf nur in Kontrollbereichen arbeiten, wenn es dafür durch eine im Strahlenschutz ausgebildete Person instruiert ist und von ihr beaufsichtigt wird.

Art. 41 Signalisierung

[1] Zugänge zu Kontroll- und Überwachungsbereichen sind nach Anhang 8 StSV zu kennzeichnen, insbesondere:

a. Arbeitsbereiche nach Artikel 95 StSV;

b. Zonen nach Artikel 96 StSV;

c. Bestrahlungsräume;

d. Lagerstellen für radioaktive Quellen.

[2] Innerhalb von Kontroll- und Überwachungsbereichen müssen erhöhte Ortsdosisleistungen und Kontaminationen angezeigt und signalisiert werden. Nötigenfalls ist der Aufenthalt in diesen Bereichen speziell zu kontrollieren und zu begrenzen.

Art. 42 Arbeitsmethoden und Verhalten

Alle Arbeitsgänge mit radioaktiven Quellen sind so zu organisieren, dass eine Kontamination von Personen und Gegenständen, Inkorporationen sowie Teil- und Ganzkörperdosen möglichst vermieden werden. Dazu sind die Arbeitsmethoden nach Anhang 3 anzuwenden.

Art. 43 Persönliche Schutzmittel

Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss dem Personal für die Handhabung mit radioaktiven Quellen in Kontroll- oder Überwachungsbereichen die notwendigen persönlichen Schutzmittel zur Verfügung stellen und dafür sorgen, dass diese dem Stand der Technik entsprechen und in einwandfreiem Zustand gehalten werden.

2. Abschnitt: Operationelle Massnahmen beim Umgang mit offenen radioaktiven Quellen

Art. 44 Arbeitsbekleidung in Arbeitsbereichen und Zonen

[1] In Arbeitsbereichen und Zonentypen l bis lV haben alle Personen geeignete Arbeitsbekleidung einschliesslich Schuhwerk zu tragen.

[2] Separate Arbeitskleider, Schuhe oder Überschuhe müssen getragen werden:

a. in Arbeitsbereichen der Typen A und B sowie ab Zonentyp II;

b. wenn in einem Kontrollbereich die Oberflächen- oder die Luftkontamination mehr als das Zehnfache des Richtwerts nach Anhang 3 Spalten 11 und 12 StSV beträgt;

c. bei Arbeiten, deren Ausführung zu den Kontaminationen nach Buchstabe b führen kann.

[3] Sofern dies erforderlich ist, ist in den Fällen nach Absatz 2 Buchstaben b und c:

a. die persönliche Wäsche zu wechseln;

b. ein Schutzanzug, gegebenenfalls mit Atemschutz zu verwenden.

[4] Separat getragene Arbeitsbekleidung ist deutlich zu kennzeichnen und darf nicht ausserhalb der entsprechenden Arbeitsbereiche und Zonen getragen werden. Die Arbeitsbekleidung ist innerhalb, persönliche Kleidung ausserhalb von Arbeitsbereichen und Zonen, in getrennten Schränken oder Ankleideräumen, zu versorgen.

[5] Personen, die in Schutzanzügen mit Atemschutz arbeiten, müssen stets mit einer weiteren Person in Verbindung stehen.

[6] Wäsche und Arbeitsbekleidung müssen nach Beendigung einer Arbeit auf eine Kontamination kontrolliert und, wenn die Kontamination über dem Richtwert CS nach Anhang 3 Spalte 12 StSV liegt, dekontaminiert werden. Vorbehalten bleibt Absatz 8.

[7] Wäsche und Kleidungsstücke, die eine höhere als die in Anhang 3 Spalte 12 StSV festgelegte Kontamination aufweisen, dürfen nicht in öffentliche Wäschereien gegeben werden.

[8] Gebrauchte Arbeitsbekleidung, die nicht unter den Richtwert CS dekontaminiert werden können, dürfen nur in Zonen des Typs III und IV und nur im Einverständnis mit der Aufsichtsbehörde verwendet werden.

Art. 45 Mobiliar und Gerätschaften in Bereichen und Zonen

In Arbeitsbereichen und Zonen ist das Mobiliar auf das Notwendigste zu beschränken. Es muss leicht dekontaminierbar sein. Es dürfen nur Geräte und Unterlagen vorhanden sein, die für das Arbeiten mit radioaktiven Stoffen erforderlich sind. Alle entbehrlichen Gegenstände sind von den Arbeitsflächen fernzuhalten, insbesondere dürfen Arbeitsbereiche und Zonen nicht für bereichsfremde Tätigkeiten benutzt werden.

Art. 46 Anwendung an Tieren und Pflanzen

Für die Anwendung von offenen radioaktiven Quellen an Tieren oder Pflanzen gilt zusätzlich zu den allgemeinen Vorschriften:

a. Radioaktiv kontaminierte Ausscheidungen, Körperteile und Kadaver von Versuchstieren sowie nicht mehr benötigte radioaktive Pflanzenkulturmedien und Pflanzenbestandteile, die nicht nach Artikel 117 und 118 StSV befreit oder freigegeben werden können, müssen als radioaktive Abfälle behandelt werden (Artikel 25–27 des Strahlenschutzgesetzes vom 22. März 1991; [StSG][4] und Artikel 125–127 StSV).

b. Käfige mit Tieren, die radioaktive Stoffe enthalten, und Pflanzenkulturen mit radioaktiv markierten Kulturmedien müssen innerhalb von Kontrollbereichen gehandhabt und gelagert werden.

Art. 47 Verabreichung offener radioaktiver Quellen an Tiere zu veterinärmedizinischen Zwecken

[1] Offene radioaktive Quellen dürfen Tieren nur dann verabreicht werden, wenn vorgängig durch die Bewilligungsinhaberin oder den Bewilligungsinhaber nachgewiesen wird, dass sich durch geeignete Strahlenschutzmassnahmen keine unzulässigen Strahlenexpositionen für Mensch und Umwelt ergeben.

[2] Tieren, welchen offene radioaktive Quellen verabreicht wurden, dürfen erst aus einem Kontrollbereich entlassen werden, wenn gewährleistet werden kann, dass die daraus mögliche Strahlenexposition für Personen aus der Bevölkerung unterhalb von 10 µSv pro Jahr liegt.

[3] Vor der Entlassung muss der Tierhalterin oder dem Tierhalter ein Merkblatt abgegeben werden, welches geeignete Verhaltensregeln zur Minimierung der Strahlenexposition der Tierhalterin oder des Tierhalters und sonstiger Personen

4 SR **814.50**

enthält, und über welchen Zeitraum diese gelten. In einem Gespräch sind diese Verhaltensregeln zu erläutern und Informationen über die Risiken ionisierender Strahlung abzugeben.

Art. 48 Feldversuche

Der bewilligungspflichtige Umgang mit offenen radioaktiven Quellen im Freien für Feldversuche ist durch die zuständige Aufsichtsbehörde im Einzelfall zu beurteilen. Grundsätzlich gelten die allgemeinen Vorschriften für den Umgang mit offenen radioaktiven Quellen und die für den operationellen Strahlenschutz zu treffenden Massnahmen.

3. Abschnitt: Operationelle Massnahmen bei nuklearmedizinischen Anwendungen

Art. 49 Schutz der Patientinnen und Patienten

1 Die Indikation zur Durchführung diagnostischer oder therapeutischer nuklearmedizinischer Untersuchungen und Behandlungen erfordert eine Rechtfertigung nach Artikel 39–42 StSV. Sie muss in der Krankengeschichte festgehalten werden.

2 Bei diagnostischen nuklearmedizinischen Untersuchungen muss eine geeignete Technik nach Artikel 43 StSV angewendet werden, um mit einer minimalen Dosis die diagnostisch erforderliche Information zu erhalten.

3 Empfehlungen zu optimierten Untersuchungstechniken nach Artikel 43 StSV, welche durch das BAG oder national und international anerkannte Organisationen herausgegeben wurden, sind zu berücksichtigen.

4 Die vom BAG nach Artikel 46 StSV publizierten diagnostischen Referenzwerte sind zu berücksichtigen.

5 Die korrekte und optimierte Funktionsweise der nuklearmedizinischen Mess- und Untersuchungssysteme ist durch ein Qualitätssicherungsprogramm nach Artikel 58–61sicherzustellen.

6 Die Patientin oder der Patient muss während der nuklearmedizinischen Untersuchung beobachtet werden können.

Art. 50 Registrierung von Strahlenanwendungen

1 Anwendungen mit offenen radioaktiven Quellen zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken müssen nach Artikel 44 StSV patientenspezifisch registriert werden.

2 Für die Registrierung diagnostischer Anwendungen mit Röntgenanlagen bei Hybridgeräten wie PET-CT oder SPECT-CT gelten zusätzlich die Bestimmungen der Röntgenverordnung vom ...[5].

5 SR **814.542.1**

[3] Die registrierten Daten sind gemäss den für die Krankengeschichte geltenden Bestimmungen, oder für therapeutische Anwendungen während mindestens 20 Jahren und für diagnostische Untersuchungen während mindestens 10 Jahren, aufzubewahren.

Art. 51 Applikation offener radioaktiver Quellen

[1] Die Applikation offener radioaktiver Quellen zu ambulanten diagnostischen und therapeutischen Zwecken muss in einem Applikationsraum erfolgen.

[2] Die Applikation offener radioaktiver Quellen für eine stationäre Therapie muss im Patientenzimmer oder einem möglichst nahe gelegenen Applikationsraum erfolgen.

Art. 52 Ambulante und stationäre Therapien

[1] Mit offenen radioaktiven Quellen behandelte Patientinnen und Patienten sind, unter Beachtung von Artikel 54, getrennt von anderen Patientinnen und Patienten in separaten Patientenzimmern zu stationieren.

[2] Bei der Therapie mit Jod-131 dürfen bis 200 MBq an ambulanten Patientinnen oder Patienten appliziert werden. Bei Applikation über 200 MBq ist die Patientin oder der Patient mindestens für die ersten 48 Stunden nach der Applikation in Patientenzimmern nach Absatz 1 zu stationieren.

[3] Das BAG kann in Einzelfällen ambulante Therapien mit Jod-131 bis 400 MBq zulassen, wenn dafür medizinische oder soziale Gründe vorliegen und nachgewiesen werden kann, dass die Strahlenexposition für andere Personen 1 mSv pro Jahr und für nichtberuflich pflegende Personen 5 mSv pro Fall nicht überschreitet.

[4] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss der Aufsichtsbehörde jährlich melden, welche stationären und ambulanten Therapien (Nuklid, Aktivität, Anzahl Stationierungstage und Pathologie) durchgeführt wurden.

[5] Wiederholte Applikationen kleinerer Aktivitäten von Jod-131 zur Vermeidung einer Stationierung sind, unabhängig von der Intervalldauer, weder vom Strahlenschutz her noch aus medizinischen Gesichtspunkten gerechtfertigt und sind deshalb nicht zulässig.

Art. 53 Exkremente von Patientinnen und Patienten

[1] Exkremente von stationären Patientinnen und Patienten, denen offene radioaktive Quellen zu therapeutischen Zwecken verabreicht wurden, sind als offene radioaktive Quellen zu betrachten. Kontaminierte Exkremente sind nach Artikel 26 und 29 zu sammeln.

[2] Exkremente von ambulanten Patientinnen und Patienten, die aus dem Kontrollbereich entlassen wurden, bedürfen keiner besonderen Kontrolle.

Art. 54 Entlassung nach einer Therapie mit radioaktiven Stoffen

[1] Stationäre Therapiepatientinnen und -patienten dürfen nur dann aus dem Kontrollbereich entlassen werden, wenn die Strahlenexposition für andere Personen 1 mSv pro Jahr und für nichtberuflich pflegende Personen 5 mSv pro Fall nicht überschreitet.

[2] Für Jod-131-Therapiepatientinnen und -patienten kann davon ausgegangen werden, dass Absatz 1 erfüllt ist, wenn in 1 m Entfernung einer Patientin oder eines Patienten die Ortsdosisleistung weniger als 10 µSv pro Stunde beträgt, sofern erforderliche Strahlenschutzmassnahmen nach der Entlassung eingehalten werden.

[3] Das BAG kann in Einzelfällen Ausnahmen von Absatz 2 zulassen, wenn medizinische oder soziale Gründe eine Entlassung erforderlich machen. Die verantwortliche Ärztin oder der verantwortliche Arzt hat jeweils einen entsprechenden Antrag zu stellen und nachzuweisen (beispielsweise persönliche Situation der Patientin oder des Patienten), dass Familienangehörige und andere Drittpersonen nicht gefährdet sind oder unzulässig bestrahlt werden können.

[4] Vor einer Entlassung sind der Patientin oder dem Patienten in einem persönlichen Gespräch mit der verantwortlichen Ärztin oder dem verantwortlichen Arzt die notwendigen Verhaltensregeln bezüglich Strahlenschutz für Angehörige und weitere Drittpersonen zu erteilen. Zudem ist eine schriftliche Anweisung zum Verhalten während einer angemessenen Zeitdauer und ein Attest mit Angabe von Art und Menge des verabreichten Radiopharmakons und der Dosisleistung bei Entlassung in 1 m Abstand abzugeben.

Art. 55 Umgang mit Leichen, die radioaktive Stoffe enthalten

[1] Stirbt eine Patientin oder ein Patient während der Therapie mit radioaktiven Quellen, so sorgt die oder der für die Durchführung der Therapie verantwortliche Ärztin oder Arzt unter Beachtung der Pietät und des Persönlichkeitsschutzes der verstorbenen Person für das weitere Vorgehen nach Anhang 4. Sie oder er teilt die Anordnungen und alle relevanten Angaben der oder dem Sachverständigen mit; diese oder dieser meldet sie dem BAG.

[2] Der Transport einer Leiche ist bis zu den in Absatz 3 für die Bestattung genannten Aktivitäten mit üblichen Fahrzeugen und ohne besondere Massnahmen zulässig.

[3] Die Feuer- oder Erdbestattung einer Leiche ist bis zu den folgenden maximalen Aktivitäten zulässig:

a. Erdbestattung: Aktivität kleiner als 10 000 LA nach Anhang 3 Spalte 10 StSV.

b. Feuerbestattung: Aktivität kleiner als 1 000 LA nach Anhang 3 Spalte 10 StSV.

[4] Sind die Kriterien nach Absatz 3 nicht erfüllt, so ist die Aktivität durch Resektion der kritischen Organe oder durch gekühlte Lagerung der Leiche mindestens auf die genannten Werte zu reduzieren.

4. Abschnitt: Operationelle Massnahmen beim Umgang mit geschlossenen Quellen und Bestrahlungseinheiten

Art. 56 Verwendung und Betrieb

[1] Geschlossene radioaktive Quellen sind bei Nichtgebrauch in einem Schutzbehälter aufzubewahren.

[2] Bestrahlungseinheiten müssen gegen unbefugte Inbetriebnahme gesichert sein.

[3] Die Abmessung des Überwachungsbereichs beim mobilen Einsatz von Bestrahlungseinheiten ausserhalb von Bestrahlungsräumen ist so festzulegen, dass folgende Ortsdosen nicht überschritten werden:

a. 0,02 mSv in einer Woche innerhalb von Gebäuden;

b. 0,1 mSv in einer Woche im Freien.

Art. 57 Mobiler Einsatz von Bestrahlungseinheiten für die zerstörungsfreie Materialprüfung ausserhalb von Bestrahlungsräumen

[1] Für den mobilen Einsatz von Bestrahlungseinheiten sind folgende speziellen Ausrüstungsgegenstände bereit zu stellen:

a. Absperrmaterial (Pfosten, Seile usw.);

b. Warntafeln, Blinklichter;

c. gegebenenfalls Abschirmmaterial (z. B. Abschirmwände);

d. für alle an mobilen Prüfeinsätzen beteiligten Personen je ein akustisches Strahlenwarngerät;

e. zusätzlich ein direkt ablesbares Dosisleistungsmessgerät.

[2] Die Nutzstrahlung der ausgefahrenen radioaktiven Quelle muss mit einem Kollimator auf das benötigte Feld beschränkt werden.

[3] Beim mobilen Einsatz muss eine zweite beruflich strahlenexponierte Person vor Ort sein. Die zweite Person muss so instruiert sein, dass sie in der Lage ist, Bestrahlungseinheiten strahlenschutzkonform zu bedienen und die nötigen Massnahmen für die Bewältigung von Störfällen einzuleiten.

[4] Der Überwachungsbereich ist allseitig abzusperren. Es ist mit einem Dosisleistungsmessgerät zu prüfen, ob unter Berücksichtigung der wöchentlichen Betriebsfrequenz an diesem Einsatzort der Richtwert für Ortsdosis an der Absperrung nicht überschritten wird. Die zugrunde gelegte Betriebsfrequenz muss mindestens eine Stunde pro Woche betragen.

[5] Bei jedem Einsatz der Bestrahlungseinheit muss mit einem Dosisleistungsmessgerät überprüft werden, ob die Quelle ordnungsgemäss ausgefahren und wieder in den Arbeitsbehälter zurückgezogen wurde.

[6] Sollte es aus technischen oder organisatorischen Gründen nicht möglich sein, den Überwachungsbereich so abzusperren, dass die Grenzwerte der wöchentlichen

Ortsdosis nicht überschritten werden (beispielsweise befahrene Strasse), so darf die Prüfung erst nach Zustimmung der Aufsichtsbehörde durchgeführt werden.

4. Kapitel: Qualitätssicherung, Prüfung, Wartung

1. Abschnitt: Allgemeine Bestimmungen

Art. 58 Betriebsanleitung und Dokumentation

[1] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss dafür sorgen, dass zu jedem nuklearmedizinischen Mess- und Untersuchungssystem sowie zu jeder Bestrahlungseinheit jederzeit eine in betriebsüblicher Sprache abgefasste Betriebsanleitung zur Verfügung steht. Diese muss mindestens folgende Angaben enthalten:

a. Anweisung für den bestimmungsgemässen Betrieb der Anlage;

b. Anweisungen für die periodischen Kontrollen, die Wartung und für die erforderlichen Justierungen der Anlage;

c. Anweisung für die Behebung von Störungen.

[2] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt dafür, dass zu jedem nuklearmedizinischen Mess- und Untersuchungssystem sowie zu jeder Bestrahlungseinheit mindestens folgende Unterlagen verfügbar sind:

a. Bewilligung des BAG für das Einrichten und Betreiben der Anlage;

b. Protokolle über alle durchgeführten Prüfungen;

c. Quellenzertifikat bei Bestrahlungseinheiten;

d. Strahlenschutz-Bauzeichnungen und Berechnungen für Bestrahlungsräume.

2. Abschnitt: Qualitätssicherung bei nuklearmedizinischen Anwendungen

Art. 59 Grundsätzliches

[1] Für das Inverkehrbringen von nuklearmedizinischen Mess- und Untersuchungseinrichtungen gelten die Vorschriften der Medizinprodukteverordnung vom 17. Oktober 2001[6] (MepV).

[2] Für die grundsätzlichen Anforderungen an den Umfang und die Frequenz der qualitätssichernden Massnahmen an nuklearmedizinische Messgeräte und Untersuchungssysteme nach Artikel 112 StSV sind die Erfahrung und der Stand von Wissenschaft und Technik zu berücksichtigen. Hierfür:

6 SR **812.213**

a. sind die einschlägigen nationalen und internationalen Normen, zu berücksichtigen;

b. sind die Wegleitungen des BAG zu berücksichtigen.

[3] Die Resultate der Qualitätsprüfungen müssen protokolliert und in einer Anlagedokumentation nach Artikel 58 abgelegt werden.

[4] Anlässlich der Abnahme- und Zustandsprüfung müssen Referenzwerte für die Durchführung von Konstanzprüfungen ermittelt und protokolliert werden.

[5] Die Fachfirma, welche nach Artikel 21 Absatz 1 Buchstabe c StSV zur Durchführung qualitätssichernder Massnahmen autorisiert wurde, meldet dem BAG die Durchführung und das Resultat der Abnahme- und Zustandsprüfungen.

[6] Die Aufsichtsbehörde legt die Form der Meldung fest.

Art. 60 Messmittel zur Aktivitätsbestimmung

[1] Zur Überprüfung der Dosierung offener radioaktiver Quellen vor deren Applikation am Menschen müssen Messmittel zur Aktivitätsbestimmung (Aktivimeter) zur Verfügung stehen und verwendet werden.

[2] Aktivimeter müssen vor Inbetriebnahme zur Sicherstellung einer korrekten Installation einer Abnahmeprüfung durch die Lieferantin oder den Lieferanten unterzogen werden.

[3] Die Das Inverkehrbringen sowie die Prüfung der Messbeständigkeit von Aktivimetern richtet sich nach Artikel 12 der Verordnung des EJPD vom 7. Dezember 2012[7] über Messmittel für ionisierende Strahlung.

[4] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt für den Unterhalt der Aktivimeter, indem sie oder er diese mindestens alle sechs Jahre durch technisches Fachpersonal warten und danach einer Zustandsprüfung unterziehen lässt.

[5] Aktivimeter müssen regelmässig auf ihre Konstanz geprüft werden. Dafür müssen geeignete Prüfquellen zur Verfügung stehen.

Art. 61 Nuklearmedizinische Untersuchungssysteme

[1] Nuklearmedizinische Untersuchungssysteme müssen im Rahmen der Inbetriebnahme einer Abnahmeprüfung durch die Lieferantin oder durch den Lieferanten unterzogen werden.

[2] Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber sorgt für den Unterhalt der nuklearmedizinischen Untersuchungssysteme, indem sie oder er diese halbjährlich durch autorisiertes technisches Fachpersonal warten und danach einer Zustandsprüfung unterziehen lässt.

[3] Nuklearmedizinische Untersuchungssysteme müssen regelmässig auf ihre Konstanz geprüft werden. Dafür müssen geeignete Prüfmittel zur Verfügung stehen.

7 SR **941.210.5**

[4] Für die Qualitätssicherung bei Hybridgeräten wie PET-CT oder SPECT-CT gelten zusätzlich die Bestimmungen der Röntgenverordnung[8].

Art. 62 Zubereitung und Synthese von Radiopharmazeutika

[1] Die Zubereitung und Synthese nachfolgender Radiopharmazeutika mit erhöhtem Risikopotenzial müssen unter der Leitung einer fachtechnisch verantwortlichen Person erfolgen. Diese muss die beruflichen Anforderungen nach Artikel 5 Absatz 4 Buchstabe d der Arzneimittel-Bewilligungsverordnung vom 17. Oktober 2001[9] (AMBV) erfüllen:

a. Kit-basierte Radiopharmazeutika zur Therapie;

b. nicht zugelassene Positronen-Emissions-Tomographie (PET)-Radiopharmazeutika;

c. Radiopharmazeutika aus Inhouse-Produktion.

[2] Die Zubereitung und Synthese nachfolgender Radiopharmazeutika können unter der Leitung einer Person durchgeführt werden, welche die beruflichen Anforderungen nach Artikel 5 Absatz 4 Buchstabe d AMBV selbst nicht erfüllt, aber von einer fachtechnisch verantwortlichen Person geschult wurde:

a. zugelassene Kit-basierte therapeutische Radiopharmazeutika;

b. zugelassene Kit-basierte diagnostische Radiopharmazeutika zu kommerziellen Zwecken;

c. nicht zugelassene diagnostische Radiopharmazeutika wie Tc-99m Markierungskits oder Generatoren.

[3] Für die Zubereitung und Synthese von zugelassenen Kit-basierten diagnostischen Radiopharmazeutika wie Tc-99m Markierungskits oder Generatoren ist keine Schulung durch eine fachtechnisch verantwortliche Person erforderlich.

[4] Die Zubereitung und Synthese von Radiopharmazeutika muss innerhalb eines Arbeitsbereichs (Isotopenlabor) ausserhalb von Applikationsräumen oder Patientenzimmern erfolgen.

[5] Zur Einhaltung der erforderlichen pharmazeutischen Regeln und Umgebungsanforderungen für die Zubereitung und Synthese steriler Radiopharmazeutika sind die Erfahrung und der Stand von Wissenschaft und Technik zu berücksichtigen. Hierfür zu berücksichtigen:

a. die einschlägigen nationalen und internationalen Normen ;

b. die Wegleitungen des BAG.

Art. 63 Qualitätssicherung an Radiopharmazeutika

[1] Werden Radiopharmazeutika verwendungsfertig angeliefert, so müssen vor Ort lediglich jene qualitätssichernden Massnahmen erfolgen, welche nicht bereits durch die Herstellerin oder den Hersteller durchgeführt wurden.

8 SR **814.542.1**
9 SR **812.212.1**

[2] Die Aktivität des Radiopharmazeutikas muss vor seiner Verabreichung mit einem Messgerät nach Artikel 60 überprüft werden. Die Genauigkeit der Dosierung bei der Applikation muss in der Regel innerhalb +/- 10% gegenüber der Sollaktivität liegen.

[3] Vor der Anwendung am Menschen muss die Qualität von Radiopharmazeutika nach Artikel 59 StSV überprüft werden. Hierfür sind zu berücksichtigen:

a. die Fachinformation des Herstellers;

b. die einschlägigen nationalen und internationalen Normen ;

c. die Wegleitungen des BAG.

Art. 64 Einbezug von Medizinphysikerinnen und Medizinphysikern

[1] Bei nuklearmedizinischen Anwendungen müssen Medizinphysikerinnen und Medizinphysiker nach Artikel 47 StSV in enger Mitarbeit einbezogen sein. Dabei sind die internationalen und nationalen Empfehlungen zu berücksichtigen.

[2] Als Mindestumfang für den Einbezug pro Anlage gelten folgende Werte:

a. Gammakamera: 3 Tage pro Jahr;

b. SPECT-CT: 5 Tage pro Jahr;

c. PET-CT: 6 Tage pro Jahr.

[3] Die Aufsichtsbehörde ordnet im Einzelfall den Einbezug einer Medizinphysikerin oder eines Medizinphysikers von mehr als dem nach Absatz 2 vorgeschriebenen Mindestumfang an, wenn die Erfahrung oder der Stand von Wissenschaft und Technik und die übrigen Grundsätze des Strahlenschutzes dies gebieten.

[4] Die Aufsichtsbehörde kann im Einzelfall den Einbezug von weniger als dem nach Absatz 2 vorgeschriebenen Mindestumfang zulassen, wenn geeignete Massnahmen gewährleisten, dass das radiologische Risiko dabei gleich bleibt.

3. Abschnitt: Qualitätssicherung beim Betrieb von geschlossenen Quellen und Bestrahlungseinheiten

Art. 65 Sicherheit und Unterhalt

[1] Geschlossene radioaktive Quellen müssen in angemessenen Zeitabständen mit geeigneten Methoden auf ihren Zustand und ihre Dichtheit überprüft werden. Die Prüfmethode und das Prüfergebnis sind zu protokollieren.

[2] Bestrahlungseinheiten müssen nach Angaben der Herstellerin oder des Herstellers oder der Lieferantin oder des Lieferanten gewartet und auf ihren Zustand geprüft werden. Die Resultate der Prüfungen müssen protokolliert werden.

[3] Das bestimmungsgemässe Funktionieren der Sicherheitseinrichtungen an Bestrahlungseinheiten muss durch die Betreiberin oder durch den Betreiber nach Vorgabe der Herstellerin oder des Herstellers überprüft und protokolliert werden.

5. Kapitel: Schlussbestimmungen

Art. 66 Aufhebung anderer Erlasse

Die Verordnung vom 21. November 1997[10] über den Umgang mit offenen radioaktiven Strahlenquellen wird aufgehoben.

Art. 67 Bestehende Bewilligungen

[1] Inhaberinnen und Inhaber von Bewilligungen für den Umgang mit radioaktiven Quellen, die vor Inkrafttreten dieser Verordnung erteilt worden sind, müssen:

a. für den Umgang mit radioaktiven Quellen die Vorschriften dieser Verordnung einhalten;

b. vor dem Inkrafttreten dieser Verordnung getroffene technische und bauliche Massnahmen innerhalb von 3 Jahren an die neuen Vorschriften anpassen, soweit Absatz 3 nichts anderes vorsieht.

[2] Absatz 1 Buchstabe b gilt insbesondere für:

a. Sicherungsmassnahmen für radioaktive Quellen nach Artikel 4;

b. Kennzeichnung von Kontroll- und Überwachungsbereichen nach Artikel 41 Absatz 1.

[3] Die Anforderung nach Artikel 28 Absatz 4 gilt nicht für vor Inkrafttreten dieser Verordnung installierte SPECT- oder PET-CT-Einrichtungen, bei welchen der Schaltraum gegenüber dem Untersuchungsraum lediglich mit einer Schutzwand abgetrennt und abgeschirmt ist.

Art. 68 Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am ... in Kraft.

… Eidgenössisches Departement des Innern:

Alain Berset

[10] [AS **1997** 2923]

Anhang 1
(Art. 1 Abs. 2)

Begriffsbestimmungen

Vorbemerkung
Die Begriffe sind in alphebetischer Reihenfolge aufgeführt.

Abnahmeprüfung

Prüfung, ob ein Produkt so installiert wurde, dass der Strahlenschutz bei der Inbetriebnahme und bei der Anwendung gewährleistet wird.

Abwasserkontrollanlage

Einrichtung, die verhindert, dass aus Kontrollbereichen über die Abwässer unkontrolliert radioaktive Flüssigkeiten an das Kanalisationsnetz abgeleitet werden.

Aktivimeter
Messmittel zur Ermittlung der Aktivität offener radioaktiver, zur medizinischen Anwendung bestimmter Quellen;

Arbeitsbereich

Nach Artikel 95 StSV alle Räume, in denen mit radioaktiven Quellen in offener Form oberhalb der Bewilligungsgrenze nach Anhang 3 Spalte 10 StSV gearbeitet wird. Insbesondere sind dies Isotopenlabors, Warte- und Ruheräume von Patientinnen und Patienten, welchen offene radioaktive Quellen verabreicht wurden, sowie Applikations-Scannerräume und Therapiepatientenzimmer. Entsprechend den umgesetzten Aktivitäten werden die Typen A, B und C unterschieden.

Bestrahlungseinheit

Ein zu Bestrahlungszwecken benutzbares Gerät, das eine geschlossene radioaktive Quelle enthält. Die radioaktive Quelle ist in einer Abschirmung eingeschlossen, mit welcher sie in jedem Betriebszustand mechanisch verbunden bleibt.

Bestrahlungsraum

Raum, in dem eine Bestrahlungseinheit ohne Vollschutzeinrichtung betrieben wird. Ein Bestrahlungsraum ist so abgeschirmt, dass die Richtwerte für Ortsdosis in benachbarten Bereichen eingehalten werden können.

Betriebsareal

Das Betriebsareal umfasst das ganze Areal einer Kernanlage, einer Forschungs-. oder einer medizinischen Einrichtung.

Bildwiedergabesystem

Funktionseinheit mit einem Bildschirm zur Darstellung der verarbeiteten Bilder.

Bilddokumentationssystem

Aufzeichnungssystem (beispielsweise Drucker) für medizinische Bilder in Form von Grauwerten. Bei analoger Bildaufzeichnung umfasst der Begriff auch Filmverarbeitungseinrichtungen (tageslicht- oder dunkelkammerbasierte Systeme).

Brandabschnitte

Brandabschnitte sind Bereiche von Bauten und Anlagen, die durch brandabschnittsbildende Bauteile voneinander getrennt sind. Brandabschnittsbildende Bauteile sind raumabschliessende Bauteile wie Brandmauern, brandabschnittsbildende Wände und Decken, Brandschutzabschlüsse und Abschottungen. Sie müssen den Durchgang von Feuer, Wärme und Rauch begrenzen.

Dekontamination

Beseitigung oder Verringerung einer Verunreinigung mit radioaktiven Stoffen.

Eichung

Amtliche Prüfung und Bestätigung, dass ein einzelnes Strahlenmessgerät (Messmittel) den gesetzlichen Vorschriften entspricht.

Feldversuche

Zeitlich begrenzte Untersuchungen oder wissenschaftliche Versuche in der Natur oder an technischen Einrichtungen ausserhalb fest eingerichteter kontrollierter Zonen.

Feuerwiderstand

Beurteilung von Bauteilen (Raumbegrenzungen) nach ihrem Brandverhalten, insbesondere der Dauer ihres Feuerwiderstands gemäss VKF-Richtlinie[11].

Hand-Kontaminationsmonitor

Messgerät zur Feststellung der Oberflächenkontamination an den Händen, das ohne Zuhilfenahme der Hände die Durchführung von Messungen ermöglicht. Es verfügt über 1–2 Grossflächendetektoren (min. 100 cm^2).

Hand-Fuss Kontaminationsmonitor

Messgerät zur gleichzeitigen Messung der Oberflächenkontamination beider Hände und Füsse mit 2 Sonden à min. 150 cm^2 für die Hände und 1 oder 2 Sonden mit total min. 1 000 cm^2 für die Füsse.

Kalibrierung

Feststellung des Zusammenhanges zwischen dem wahren Wert der Messgrösse und dem vom Gerät angezeigten Messwert. Bei zu grossen Abweichungen kann eine Justierung sinnvoll sein.

11 Brandschutzrichtlinie der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF) vom 26.03.2003 (12-03d), Stand 20.10.2008. Diese Brandschutzrichtlinie und die dazugehörige Brandschutznorm (1-03d) können bezogen werden bei der VKF, Bundesgasse 20, Postfach, CH - 3001 Bern oder im Internet unter www.vkf.ch (E-Mail: mail@vkf.ch).

Kleiderwechselstelle

Eine Kleiderwechselstelle begrenzt deutlich die möglicherweise kontaminierten gegenüber kontaminationsfreien Bereichen, zum Beispiel mit einem Überstieg.

Konstanzprüfung

Prüfung bestimmter Parameter auf Abweichungen gegenüber Referenzwerten in regelmässigen Abständen.

Kontrollbereich

Ein Kontrollbereich nach Artikel 92 StSV ist ein definierter Raum oder Bereich, in welchem spezifische Schutzmassnahmen und Sicherheitsvorkehrungen erforderlich sind, damit Expositionen durch Inhalation, Inkorporation, externe Bestrahlung oder durch die Verbreitung einer Kontamination verhindert werden können.

Kontamination

Zustand einer Verunreinigung einer Materie durch radioaktive Stoffe. Bei Personen ist zu unterscheiden zwischen einer inneren und einer äusseren Kontamination.

Lagerstelle

Lagerstellen für radioaktive Quellen sind Räume, Einrichtungen oder Behälter, in welchen radioaktive Quellen oberhalb der Bewilligungsgrenze nach Anhang 3 Spalte 10 StSV gelagert werden, z. B. reservierter Raum, Schrank, Tresor, Regal, Kühlschrank bzw. Kühltruhe oder Abteil davon, abgeschirmter Behälter, Transportbehälter usw..

Lagerung

Aufbewahrung von radioaktiven Stoffen unter kontrollierten Bedingungen mit Schutz vor unnötiger Strahlenexposition und unbefugtem Zugriff.

Oberflächenkontamination: Verunreinigung einer Oberfläche mit radioaktiven Stoffen. Dies umfasst die nicht festhaftende, die festhaftende und die über die Oberfläche eingedrungene Aktivität. Die Einheit dieser Messgrösse ist die flächenbezogene Aktivität in Bq/cm2.

Personenmonitor

Messgerät zur gleichzeitigen Messung der Oberflächenkontamination beider Hände und Füsse, gegebenenfalls mit zusätzlichen Messsonden für den übrigen Körper.

Restaktivität

Die zu einem bestimmten Zeitpunkt in einem Material oder Körper verbliebene Menge radioaktiver Stoffe, nachdem sich eine früher vorhandene höhere Menge infolge von physikalischen, chemischen und biologischen Vorgängen oder Dekontaminationsmassnahmen reduziert hat.

Schutzmittel, persönliche

Hilfsmittel zum Schutze gegen äussere und innere Kontaminationen sowie Direktstrahlung von Personen, die mit radioaktiven Quellen umgehen, insbesondere Handschuhe, Schuhüberzüge, Laborbekleidung, Masken, Schutzbrillen, Schutzanzüge, Greifwerkzeuge, Pinzetten, Fernmanipulatoren, bewegliche Abschirmungen.

Vergleichsmessung

Messung mit verschiedenen Strahlenmessgeräten bzw. Messmethoden unter gleichen Bestrahlungsbedingungen oder an gleichen radioaktiven Quellen zur Erzielung vergleichbarer Ergebnisse, insbesondere durch Ermittlung der Abweichungen von Sollwerten und durch Berechnung von Korrekturfaktoren.

Vollschutzeinrichtung

Abschirmung einer Anlage zur Erzeugung ionisierender Strahlung sowie von Einheiten mit geschlossenen radioaktiven Quellen, welche bei Betrieb der Anlage Nutz-, Streu- und Störstrahlung vollständig umschliesst und derart abschirmt, dass die Ortsdosisleistung in 10 cm Abstand von der Oberfläche auf weniger als 1 µSv pro Stunde gesenkt wird und an allen zugänglichen Stellen die für Personen aus der Bevölkerung geltenden Dosisgrenzwerte nicht überschritten werden können.

Zerstörungsfreie Materialprüfung

Untersuchung der Qualität oder des Aufbaus eines Objekts mittels Durchstrahlung (Grobstrukturanalyse).

Zonen

Nach Artikel 96 StSV sind Zonen Bereiche, in welchen Kontaminationen von Oberflächen oder der Raumluft möglich sind. Die Einteilung erfolgt nach den tatsächlichen oder zu erwartenden Oberflächen- oder Luftkontaminationen.

Zustandsprüfung

Prüfung des Zustandes eines in Gebrauch stehenden Produktes und Feststellung der Erfüllung vorgegebener Erfordernisse. Die Zustandsprüfung ist abschliessender Teil der Wartung und erfolgt deshalb während bzw. unmittelbar im Anschluss an diese.

Anhang 2
(Art. 5, Art. 21, Art. 28 Abs. 1 und 3)

Richtwerte für Ortsdosisleistungen beim Umgang mit offenen radioaktiven Quellen

(Die Richtwerte für Kontaminationen richten sich nach Anhang 3 Spalte 11 StSV.)

1. Ortsdosisleistungs-Richtwerte

a. Die in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Dosisgrenzwerte für Personen aufgrund externer Bestrahlung gelten als eingehalten, wenn die Ortsdosisleistungs-Richtwerte gemäss der folgenden Tabelle nicht überschritten sind (die Richtwerte sind als Nettowerte zu verstehen, nach Abzug der natürlichen Untergrundstrahlung). Die Pflicht zur individuellen Dosimetrie beruflich strahlenexponierter Personen wird dadurch nicht aufgehoben.

Lage des interessierenden Ortes	Ort des Personenaufenthaltes	Richtwert in µSv pro Stunde
Innerhalb eines Kontrollbereichs:		
Innerhalb von Arbeitsbereichen und Zonen	– zugängliche Orte mit Aufenthaltsbeschränkungen und entsprechender Kennzeichnung	–
	– zugängliche Orte ohne spezielle Aufenthaltsbeschränkungen	< 10
	– fest eingerichtete Arbeitsplätze	< 5
Ausserhalb von Arbeitsbereichen und Zonen	– in benachbarten Räumen zu Arbeitsbereichen	< 2,5
Innerhalb oder ausserhalb von Arbeitsbereichen und Zonen	– nicht für Daueraufenthalt vorgesehene Orte, wie Toiletten, Gänge, Treppen, Warte-/Umkleideräume, Archiv-/Lagerräume ohne Arbeitsplatz, Durchreichen, Liftschächte, hinter einer fest eingerichteten Abschirmung im Therapiepatientenzimmer	< 25
Ausserhalb eines Kontrollbereichs:		
Innerhalb des Betriebsareals	– für Daueraufenthalt vorgesehene Orte, wie Patientenzimmer in Spitälern, Wohnungen von Betriebsangehörigen, Gästehäuser, usw.	< 0,1

Lage des interessierenden Ortes	Ort des Personenaufenthaltes	Richtwert in µSv pro Stunde
	– an fest eingerichteten Arbeitsplätzen	< 0,5
	– nicht für Daueraufenthalt vorgesehene Orte, wie Toiletten, Gänge, Treppen, Warte-/Umkleideräume, Archiv-/Lagerräume ohne Arbeitsplatz, Durchreichen, Liftschächte, übriges Betriebsgelände	< 2,5
Ausserhalb des Betriebsareals	– generell, insbesondere Wohn-/Aufenthalts-/Arbeitsräume	< 0,1
	– nicht für Daueraufenthalt vorgesehene Orte, wie Grün- und Verkehrsflächen, Baustellen usw.	< 0,5

b. Kann der Richtwert mit baulichen Massnahmen (Abschirmung, Absperrung) nicht unterschritten werden, hat die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber aufgrund einer speziellen und individuellen Abklärung für die gegebene Situation der Aufsichtsbehörde nachzuweisen, dass die Einhaltung der Dosisgrenzwerte gewährleistet ist.

2. Kurzfristiger Umgang mit einer radioaktiven Quelle innerhalb einer Woche

Bei kurzfristiger, zeitlich begrenzter und kontrollierbarer Einwirkung einer radioaktiven Quelle dürfen die Dosisleistungen in µSv pro Stunde entsprechend erhöht sein, sofern an Orten, wo sich während dieser Zeit Personen aufhalten können, die Ortsdosen im Wochenmittel 100 µSv innerhalb von Kontrollbereichen und 20 µSv (bzw. 100 µSv an nicht für Daueraufenthalt vorgesehenen Orten) ausserhalb von Kontrollbereichen nicht übersteigen.

Anhang 3
(Art. 42)

Arbeitsmethoden

1. Alle Arbeiten mit radioaktiven Flüssigkeiten sind in geeigneten Auffangschalen oder auf Arbeitsflächen, die mit saugfähigem Material ausgelegt sind, auszuführen.
2. Kontaminationskontrollen der Arbeitsflächen und der Böden in Form von Stichproben müssen mindestens wöchentlich durchgeführt werden.
3. Zur Vermeidung von Kontamination und Inkorporation müssen beim Umgang mit offenen radioaktiven Quellen immer geeignete Handschuhe getragen werden. Unmittelbar nach jeder Handhabung müssen die Hände auf Kontamination überprüft werden.
4. Arbeiten wie Glasblasen, Löten, Schweissen und mechanisches Bearbeiten von kontaminierten Materialien, bei denen radioaktiver Dampf oder Staub entsteht, dürfen nur durchgeführt werden, wenn eine wirksame *Absaugevorrichtung* vorhanden ist. Wenn die Absaugung die Einatmung von radioaktivem Dampf oder Staub allein nicht verhindert, sind zusätzliche Massnahmen zu treffen.
5. Bei der Handhabung von Gamma- und Positronenstrahlern und höherenergetischen Beta-Strahlern müssen zur Vermeidung von Extremitätendosen geeignete Abschirmungen und zur Vergrösserung des Abstandes der radioaktiven Quelle zu den Händen Zangen, Greifer oder Pinzetten verwendet werden.
6. Bei Arbeiten mit offenen radioaktiven Quellen dürfen keine Gegenstände zum Mund geführt werden. Insbesondere dürfen keine Nahrungsmittel, Getränke, Raucherwaren, oder kosmetische Artikel in Arbeitsbereiche und Zonen I–IV gebracht werden.
7. Material und Gegenstände dürfen nur dann aus Kontrollbereichen genommen und beliebig weiterverwendet werden, wenn die Bedingungen nach Artikel 118 StSV zur Freimessung und Befreiung erfüllt werden.
8. Vor Beginn von Reinigungs-, Revisions- und Reparaturarbeiten in einem Arbeitsbereich sowie an den dazugehörigen Abwasser- und Abluftsystemen, hat eine Sachverständige oder ein Sachverständiger zu prüfen, ob eine Kontamination vorhanden ist. Es sind geeignete Massnahmen zu treffen, um eine unnötige oder unzulässige Bestrahlung oder Kontamination von Personen zu verhindern.
9. Vor Beginn der Arbeiten mit offenen radioaktiven Quellen, die zu einer höheren Kontamination als den in Anhang 3 Spalte 12 StSV angegebenen Richtwerten führen können, ist das notwendige Material für die Dekontamination bereitzustellen.
10. In Arbeitsbereichen der Typen A und B sind Handhabungen offener radioaktiver Quellen irgendeines physikalischen Zustandes in Unterdruckzel-

len auszuführen, sofern die Aktivität mehr als das 10 000-fache der Bewilligungsgrenze beträgt. In Einzelfällen kann eine Handhabung mit geringem Inkorporationsrisiko nach vorheriger Absprache mit der Aufsichtsbehörde auch in einer Kapelle erfolgen.

11. Es sind alle Massnahmen zu treffen, damit Kontaminationen nicht verschleppt werden. Jede Person muss sich beim Verlassen eines Arbeitsbereiches einer Kontaminationskontrolle und gegebenenfalls einer Dekontamination unterziehen.

12. Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss Arbeitsbereiche des Typs A auch ausserhalb der Arbeitszeit überwachen (beispielsweise Kontrollgänge, Anzeigen und Signale in Überwachungszentrale).

13. Nach Hautkontaminationen oder Inkorporationen müssen sofort die nötigen Massnahmen eingeleitet und der oder dem Sachverständigen gemeldet werden. Diese oder dieser entscheidet über weitere Massnahmen und zieht gegebenenfalls eine kompetente Ärztin oder einen kompetenten Arzt bei.

Anhang 4
(Art. 55 Abs. 1)

Sektion und Bestattung von Leichen

Für Patientinnen und Patienten, die während einer Therapie verstorben sind, gilt folgendes Vorgehen:

1. Die oder der für den Strahlenschutz verantwortliche Sachverständige sorgt für die Bestimmung der in der Leiche vorhandenen Restaktivität.
2. Für alle Tätigkeiten, die an der Leiche vorzunehmen sind, wie Bergung, Lagerung, Sektion, Vorbereitung zur Bestattung, sorgen Strahlenschutz-Sachverständige nach Artikel 9 Absatz 1 Buchstabe c StSV durch Anordnung adäquater Arbeitsweisen unter Verwendung geeigneter Hilfsmittel dafür, dass keine Personen oder Örtlichkeiten kontaminiert werden und die Strahlendosen aller beteiligten Personen so niedrig wie möglich gehalten werden. Ausserdem führt sie oder er nach Abschluss der Arbeiten Kontaminationsmessungen durch und ordnet gegebenenfalls Dekontaminationsarbeiten an.
3. Bei Leichen von Personen, die mit Gammastrahlern behandelt wurden, entscheidet die oder der für den Strahlenschutz verantwortliche Sachverständige über eine allfällige Beschränkung der Aufenthaltszeit in der Nähe der Leiche und trifft die dazu notwendigen Anordnungen. Der Raum für die Aufbahrung der Leiche ist gegebenenfalls unter Angabe von Nuklid und Aktivität zu kennzeichnen.
4. Für die Resektion der kritischen Organe ist ein Raum mit leicht dekontaminierbarem Sektionstisch und Fussboden vorzusehen. Die Pathologin oder der Pathologe ist durch Strahlenschutz-Sachverständige nach Artikel 9 Absatz 1 Buchstabe c StSV über die Arbeitsweise zu instruieren, die geeignet ist, Kontaminationen von Personen und Material zu vermeiden. Gegebenenfalls ist mit einem direkt ablesbaren Dosimeter seine absorbierte Strahlendosis zu bestimmen. Die Strahlenschutz-Sachverständigen sorgen für die Kontrolle der Kontamination der Pathologin oder des Pathologen und des Arbeitsplatzes nach Abschluss der Arbeiten. Die entfernten radioaktiv kontaminierten Organe sind nach den Vorschriften für radioaktive Abfälle (Art. 119–134 StSV) zu behandeln.
5. Die Strahlenschutz-Sachverständigen nach Artikel 9 Absatz 1 Buchstabe c StSV instruieren das mit der Behandlung und Bestattung der Leiche beauftragte Personal über besondere Verhaltensweisen und ordnet gegebenenfalls dessen Dosimetrie mit direkt ablesbaren Dosimetern an.

Anhang 5
(Art. 10, 11 Abs. 4, 13, 16 Abs. 1)

Bauliche Anforderungen an Arbeitsbereiche und Zonen

Anforderung	**Arbeitsbereich**			**Zone**			
	A	**B**	**C**	**I**	**II**	**III**	**IV**
Feuerwiderstand [Min][12, 13]							
Boden, Wände, Decken	90	60	30	Brandschutzkonzept HSK-R-50		ENSI-Richtlinie	
Türen, Innenfenster	60	30	30				
Wand-/Boden-/ Decken-durchführungen	90	60					
Brandschutzklappe Zu- und Abluft	x[14]	x				ENSI-Richtlinie HSK-R-50	
Dekontaminierbarkeit							
Wände	durchgehend undurchlässig		Anstrich, abwaschbar	durchgehend undurchlässig			
Boden-Wand-Übergang	10 cm hochgezogen		abgedichtet	10 cm hochgezogen			
Boden, Arbeitsflächen Verankerungen auf dem Boden	durchgehend undurchlässig abgedichtet						
Zugang							
Kleiderwechselstelle		x					
Umkleideraum	x			x	x	x	x
dekont. Dusche	x			x	x	x	x

12 Brandschutzrichtlinie der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF) vom 26.03.2003 (12-03d), Stand 20.10.2008. Diese Brandschutzrichtlinie und die dazugehörige Brandschutznorm (1-03d) können bezogen werden bei der VKF, Bundesgasse 20, Postfach, CH - 3001 Bern oder im Internet unter www.vkf.ch (E-Mail: mail@vkf.ch).
13 Feuerwiderstandsklasse: "EI" bei nicht tragenden Bauteilen, "REI" bei tragenden Bauteilen
14 Für ganze Tabelle gilt: "x" = erforderlich

Anforderung	**Arbeitsbereich**			**Zone**			
	A	**B**	**C**	**I**	**II**	**III**	**IV**
Dekontaminationsstelle							
Waschgelegenheit in der Nähe des Ausgangs	x[15]	x	x	x	x	x	x
Wasserhahn + Seifenspender anders als mit den Händen bedienbar	x	x	x	x	x	x	x
Einweghandtuch	x	x	x	x	x	x	x
Belüftung/Filter							
ausreichende Belüftung (Fenster)			x	x			
künstliche Belüftung	x	x			x	x	x
min. 5 Luftwechsel pro Stunde	x	x			x	x	x
Unterdruck gegenüber angrenzenden Räumen	x	x			x	x	x
Sicherstellung Unterdruck nach Ausfall Stromnetz	x				x	x	x
Filterung Kapellenabluft	x	x			x	x	x
Filterung Raumabluft	x						x

15 Für ganze Tabelle gilt: "x" = erforderlich

Anhang 6
(Art. 38 Abs. 1)

Erforderliche Mindestausrüstung von Messmittel für ionisierende Strahlung

Beim Umgang mit offenen und geschlossenen radioaktiven Quellen müssen je nach Anwendung und Tätigkeit Messgeräte zur Überprüfung und Kontrolle der Ortsdosisleistung und der Kontamination von Oberflächen vorhanden sein.

Anwendungsbereich, Tätigkeit	**Mindestausrüstung**	**Bemerkungen**
Einzelner Arbeitsbereich C	- Hand-Kontaminationsmonitor beim Ausgang	Nicht notwendig bei exklusivem Umgang mit H-3 (Kontaminationskontrollen haben in diesem Fall mit Wischtest und Auswertung im β-Counter zu erfolgen)
(inkl. Applikationsraum / Therapiepatientenzimmer)	- Dosisleistungsmessgerät falls Umgang mit Gammastrahler	
Einzelner Arbeitsbereich B/A	- Hand-Fuss-Kontaminations-/Personenmonitor am Ausgang des Arbeitsbereichs	
	- Kontaminationsmonitor	
	- Dosisleistungsmessgerät falls Umgang mit Gammastrahler	
Mehrere Arbeitsbereiche innerhalb eines Kontrollbereichs	- Hand-Fuss-Kontaminations-/Personenmonitor an jedem Ausgang des Kontrollbereichs	
	- Kontaminationsmonitor in jedem Labor	
	- Dosisleistungsmessgerät falls Umgang mit Gammastrahler	
	- Personen Dosisleistungswarngeräte	falls Ortsdosisrichtwerte überschritten werden können
Anwendungsbereich, Tätigkeit	**Mindestausrüstung**	**Bemerkungen**
Lagerstelle	- Kontaminationsmonitor	
	- Dosisleistungsmessgerät falls Umgang mit Gammastrahler	jederzeit zur Verfügung stehend
Betrieb von Bestrahlungseinheiten zur zerstörungsfreien Materialprüfung	- persönliches akustisches Strahlenwarngerät;	
	- Dosisleistungsmessgerät	

Anhang 7
(Art. 7 Abs. 1 Bst. c)

Musterberechnungstabelle

Die Berechnungstabelle muss die unten aufgeführten Angaben enthalten:

a. Verwendetes Radionuklid;
b. maximal gehandhabte Aktivität in Bq;
c. für Bestrahlungseinheiten die maximale Betriebsfrequenz in Stunden pro Woche;
d. Zweckbestimmung der an den Bestrahlungsraum oder anderen Kontrollbereich angrenzenden Bereiche;
e. die Richtwerte für Ortsdosis in angrenzenden Bereichen nach Artikel 31 Absatz 2 und Anhang 2;
f. Abstände radioaktive Quelle/zu schützender Bereich mit Angabe, ob Nutzstrahlung (NS) oder Störstrahlung (SS);
g. Erforderlicher Schwächungsfaktor durch die Raumbegrenzung;
h. das für die Raumbegrenzungen (inkl. Türen und Fenster) und für Abschirmungen verwendete Material, dessen Dicke, Bruttodichte und Bleiäquivalent;
i. Vorhandener Schwächungsfaktor der Raumbegrenzung.

a. Radionuklid		b. Maximal gehandhabte Aktivität [Bq]			c. Betriebsfrequenz [h/Woche]		Raumbezeichnung	
Anlagebezeichnung:					Stockwerk		Raumhöhe [m]	
Erforderliche Abschirmung					Vorhandene oder geplante Abschirmung			
Pos.	d. zu schützender Bereich	e. Richtwert Ortsdosis-leistung [mSv/W]	f. NS [m]	f. SS [m]	g. erf. Schwächungsfaktor	h. Baustoff	h. Bruttodichte [kg/m^3]	h. Dicke [cm]	i. vorh. Schwächungsfaktor