

# Strahlenschutzverordnung (StSV)

814.501

vom 26. April 2017 (Stand am 1. Februar 2019)

---

*Der Schweizerische Bundesrat,*

gestützt auf das Strahlenschutzgesetz vom 22. März 1991<sup>1</sup> (StSG)  
und auf Artikel 83 des Bundesgesetzes vom 20. März 1981<sup>2</sup> über die  
Unfallversicherung,

*verordnet:*

## **1. Titel: Allgemeine Bestimmungen**

### **1. Kapitel: Gegenstand, Geltungsbereich und Begriffe**

#### **Art. 1** Gegenstand und Geltungsbereich

<sup>1</sup> Diese Verordnung regelt zum Schutz des Menschen und der Umwelt vor ionisierender Strahlung:

- a. für geplante Expositionssituationen:
  1. die Bewilligungen,
  2. die Exposition der Bevölkerung,
  3. nicht gerechtfertigte Tätigkeiten,
  4. die medizinische Exposition,
  5. die berufliche Exposition,
  6. den Umgang mit Strahlungsquellen,
  7. den Umgang mit radioaktiven Abfällen,
  8. 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 Fortbildung von Personen, die mit ionisierender Strahlung oder Radioaktivität umgehen;
- e. die Aufsicht und den Vollzug;
- f. die Beratung durch die Eidgenössische Kommission für Strahlenschutz (KSR).

AS 2017 4261

<sup>1</sup> SR 814.50

<sup>2</sup> SR 832.20

<sup>2</sup> Sie gilt bei allen Expositionssituationen für künstliche und für natürliche ionisierende Strahlung.

<sup>3</sup> Sie gilt nicht für:

- a. Expositionen gegenüber Radionukliden, die sich natürlicherweise im menschlichen Körper befinden;
- b. Expositionen gegenüber der kosmischen Strahlung; jedoch gilt sie für die Expositionen von Flugpersonal gegenüber der kosmischen Strahlung;
- c. oberirdische Expositionen gegenüber Radionukliden in der Erdkruste, soweit diese nicht durch Eingriffe beeinträchtigt ist.

## Art. 2 Begriffe

<sup>1</sup> In dieser Verordnung bedeuten:

- a. *geplante Expositionssituation*: Expositionssituation, die durch den geplanten Betrieb einer Strahlungsquelle 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 nach Artikel 132;
- c. *bestehende Expositionssituation*: Expositionssituation, die bereits besteht, wenn eine Entscheidung über ihre Kontrolle getroffen werden muss, und die 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; eine berufliche Exposition 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, sowie Expositionen von nichtberuflich pflegenden Personen in der Humanmedizin und von teilnehmenden Personen in der Humanforschung;
- f. *Exposition der Bevölkerung*: jede Exposition von Personen mit Ausnahme von beruflichen und medizinischen Expositionen;
- g. *Strahlenschutz-Sachverständige*: Sachverständige nach Artikel 16 StSG, die über die erforderliche Sachkenntnis, Ausbildung und Erfahrung im Strahlenschutz verfügen, um den wirksamen Schutz von Mensch und Umwelt zu gewährleisten; Sachverständige werden für die Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben in betrieblichen Strahlenschutzanweisungen sowie für deren Kontrolle innerhalb des Betriebs eingesetzt;

- h. *natürlich vorkommende radioaktive Materialien (NORM<sup>3</sup>):* Materialien mit natürlich vorkommenden Radionukliden, die keine künstlichen radioaktiven Stoffe enthalten; Materialien, in denen die Aktivitätskonzentrationen der natürlich vorkommenden Radionuklide durch bestimmte Prozesse unbeabsichtigt verändert wurden, sind ebenfalls NORM; werden natürlich vorkommende Radionuklide gezielt angereichert, insbesondere zur Nutzung ihrer Radioaktivität, so gelten sie nicht mehr als NORM;
- i. *ionisierende Strahlung:* Energietransfer durch Teilchen oder elektromagnetische Wellen mit einer Wellenlänge von 100 nm oder weniger, der direkt oder indirekt ein Atom oder Molekül ionisieren kann;
- j. *Befreiungsgrenze (LL):* Wert, der der Grenze der spezifischen Aktivität eines Materials entspricht, unter welcher der Umgang mit diesem Material nicht mehr der Bewilligungspflicht und demnach nicht der Aufsicht unterstellt ist; die Werte sind in Anhang 3 Spalte 9 festgelegt;
- k. *NORM-Befreiungsgrenze (LLN):* Wert, der der Grenze der spezifischen Aktivität von natürlichen Radionukliden in NORM-Materialien entspricht, unter welcher dieses Material uneingeschränkt an die Umwelt abgegeben werden kann; die Werte sind in Anhang 2 festgelegt;
- l. *Bewilligungsgrenze (LA):* Wert, der der Grenze der absoluten Aktivität eines Materials entspricht, oberhalb welcher der Umgang mit diesem bewilligungspflichtig ist; die Werte sind in Anhang 3 Spalte 10 festgelegt; sie gelten nicht für NORM;
- m. *Richtwert:* Wert, der von einem Grenzwert abgeleitet wird, dessen Überschreiten gewisse Massnahmen bewirkt und 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;
- n. *Strahlungsquelle:* radioaktives Material oder Anlage, die ionisierende Strahlung aussenden können;
- o. *Material:* Sammelbegriff für feste, flüssige oder gasförmige Stoffe, Stoffgemische, Werkstoffe und daraus hergestellte Endprodukte und Gegenstände;
- p. *radioaktives Material:* Material, das Radionuklide enthält, aktiviert oder mit Radionukliden kontaminiert ist und das die folgenden Voraussetzungen erfüllt:
  - 1. der Umgang damit untersteht der Bewilligungspflicht und der Aufsicht nach der Strahlenschutz- oder der Kernenergiegesetzgebung,
  - 2. der Umgang damit ist nicht von der Bewilligungspflicht und der Aufsicht nach der Strahlenschutz- oder der Kernenergiegesetzgebung befreit;

<sup>3</sup> NORM = *Naturally occurring radioactive material*

- q. *radioaktiver Stoff*: mit dem Begriff «radioaktives Material» gleichbedeutender Begriff;
  - r. *radioaktive Quelle*: radioaktives Material, das zum Zweck der Nutzung der Radioaktivität eingesetzt wird;
  - s. *geschlossene radioaktive Quelle*: radioaktive Quelle, deren Bauart unter üblicher Beanspruchung ein Austreten radioaktiver Stoffe verhindert und so die Möglichkeit einer Kontamination ausschliesst;
  - t. *offene radioaktive Quelle*: radioaktive Quelle, die nicht den Anforderungen einer geschlossenen radioaktiven Quelle genügt;
  - u. *herrenloses radioaktives Material*: radioaktives Material, das sich nicht mehr unter der Kontrolle der Eigentümerin, des Eigentümers, der Bewilligungsinhaberin oder des Bewilligungsinhabers befindet;
  - v. *Anlagen*: abgekürzte Form von «Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen»; Anlagen sind Einrichtungen und Apparate, die zur Erzeugung von Photonen- oder Korpuskularstrahlen dienen.
- <sup>2</sup> Überdies gelten für diese Verordnung:
- a. die Begriffe, die in den Artikeln 5–7, 26, 49, 51, 80, 85, 96, 108, 122, 149 und 175 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:

- a. die mit ihr verbundenen Vorteile die strahlungsbedingten Nachteile deutlich überwiegen; und
- b. gesamthaft für Mensch und Umwelt keine vorteilhaftere Alternative ohne oder mit geringerer Strahlenexposition zur Verfügung steht.

### Art. 4           Optimierung

<sup>1</sup> Der Strahlenschutz ist für alle Expositionssituationen zu optimieren.

<sup>2</sup> Bei der Optimierung soll so weit als möglich und sinnvoll reduziert werden:

- a. die Wahrscheinlichkeit der Exposition;
- b. die Anzahl exponierter Personen;
- c. die individuelle Dosis der exponierten Personen.

**Art. 5** Dosisgrenzwerte

Für geplante Expositionssituationen werden Grenzwerte festgesetzt, die durch die Summe aller in einem Kalenderjahr akkumulierten Strahlendosen, die eine Person akkumuliert, nicht überschritten werden dürfen (Dosisgrenzwert). Bei medizinischen Expositionen werden keine Grenzwerte festgesetzt.

**Art. 6** Referenzwerte

<sup>1</sup> Können in bestehenden Expositionssituationen oder in Notfall-Expositionssituationen die Dosisgrenzwerte nicht eingehalten werden oder wäre die Einhaltung der Dosisgrenzwerte in diesen Situationen mit unverhältnismässigem Aufwand verbunden oder kontraproduktiv, so kommen Referenzwerte zur Anwendung.

<sup>2</sup> Damit der Referenzwert eingehalten werden kann, sind die erforderlichen Massnahmen zu ergreifen.

**Art. 7** Dosisrichtwerte

<sup>1</sup> Für geplante Expositionssituationen wird die Dosis durch eine einzelne Strahlungsquelle oder Tätigkeit für eine Person festgelegt (Dosisrichtwert). Dieser Dosisrichtwert wird pro Strahlungsquelle so festgelegt, dass die Summe aller Dosen durch mehrere Strahlungsquellen den Dosisgrenzwert nicht überschreitet.

<sup>2</sup> Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber legt in seinem Betrieb die Dosisrichtwerte für die beruflich strahlenexponierten Personen fest.

<sup>3</sup> Die Bewilligungsbehörde (Art. 11) entscheidet, ob quellenbezogene Dosisrichtwerte für die Bevölkerung erforderlich sind, und legt diese in der Bewilligung fest. Ist dies bei bereits bewilligten Tätigkeiten nicht erfolgt, so kann die Aufsichtsbehörde (Art. 184) quellenbezogene Dosisrichtwerte festlegen.

<sup>4</sup> Dosisrichtwerte sind Optimierungsinstrumente. Bei ihrer Festlegung ist der Stand von Wissenschaft und Technik zu berücksichtigen.

<sup>5</sup> Wird ein Dosisrichtwert überschritten, so sind Massnahmen zu ergreifen.

**Art. 8** Nach Risiko abgestufte Vorgehensweise

Sämtliche Massnahmen im Strahlenschutz müssen nach dem zugrunde liegenden Risiko abgestuft sein.

**2. Titel: Geplante Expositionssituationen****1. Kapitel: Bewilligungen****1. Abschnitt: Bewilligungspflicht****Art. 9** Bewilligungspflichtige Tätigkeiten

Der Bewilligungspflicht unterstehen zusätzlich zu den Tätigkeiten nach Artikel 28 StSG oder im Sinne einer näheren Ausführung dazu die folgenden Tätigkeiten:

- a. der Umgang mit Material, dessen spezifische Aktivität oberhalb der Befreiungsgrenze und dessen absolute Aktivität oberhalb der Bewilligungsgrenze liegt;
- b. der Umgang mit eingeschlossenem gasförmigem Material, dessen absolute Aktivität oberhalb der Bewilligungsgrenze liegt;
- c. die Abgabe an die Umwelt von Material, dessen spezifische Aktivität oberhalb der Befreiungsgrenze liegt und dessen absolute Aktivität grösser ist als die Aktivität von 1 kg eines Materials, dessen spezifische Aktivität der Befreiungsgrenze entspricht;
- d. das Vertreiben von Material, dessen spezifische Aktivität oberhalb der Befreiungsgrenze liegt und dessen absolute Aktivität grösser ist als die Aktivität von 1 kg eines Materials, dessen spezifische Aktivität der Befreiungsgrenze entspricht;
- e. die Anwendung von Radionukliden am menschlichen Körper;
- f. der Einsatz von beruflich strahlenexponierten Personen nach Artikel 51 Absätze 1 und 2 im eigenen oder in einem anderen Betrieb im In- oder Ausland;
- g. die Durchführung von qualitätssichernden Massnahmen an Anlagen, nuklearmedizinischen Untersuchungsgeräten und Messmitteln zur Aktivitätsbestimmung (Aktivimeter) oder Bildempfangs- und Bildwiedergabesystemen der medizinischen Diagnostik;
- h. die Weiterverwendung radiologischer Altlasten nach Artikel 150 Absatz 2;
- i. Tätigkeiten, bei denen mit NORM umgegangen wird, wenn mindestens einer der Sachverhalte nach Artikel 168 Absatz 2 Buchstaben b und c zutrifft;
- j.<sup>4</sup> die Abklinglagerung radioaktiver Abfälle aus Kernanlagen ausserhalb von Kernanlagen.

#### **Art. 10** Ausnahmen von der Bewilligungspflicht

Von der Bewilligungspflicht sind ausgenommen:

- a. das Transportieren von radioaktivem Material, das die Aktivitätskonzentration für freigestellte Stoffe oder die Aktivitätsgrenzwerte für freigestellte Sendungen unterschreitet, die festgelegt sind in:
  1. Anlage A Unterabschnitt 2.2.7.2 Tabellen 2.2.7.2.2.1 und 2.2.7.2.2.2 des Europäischen Übereinkommens vom 30. September 1957<sup>5</sup> über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (ADR)

<sup>4</sup> Eingefügt durch Ziff. II der V vom 7. Dez. 2018, in Kraft seit 1. Febr. 2019 (AS **2019** 183).

<sup>5</sup> SR **0.741.621**. Die Anhänge zum ADR werden nicht in der AS veröffentlicht. Sie sind gratis einsehbar auf den Internetseiten der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen (UN) für Europa (UNECE, ECE) unter [www.unece.org](http://www.unece.org) > Legal Instruments and Recommendations > ADR; Separatdrucke können gegen Entgelt bezogen werden beim Bundesamt für Bauten und Logistik, Verkauf Bundespublikationen, 3003 Bern.

- und in der Verordnung vom 29. November 2002<sup>6</sup> über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (SDR), oder
2. der Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter (RID) nach Anhang C, Unterabschnitt 2.2.7.2, Tabellen 2.2.7.2.2.1 und 2.2.7.2.2.2 zum Protokoll vom 3. Juni 1999<sup>7</sup> betreffend die Änderung des Übereinkommens vom 9. Mai 1980 über den internationalen Eisenbahnverkehr (COTIF) und in der Verordnung vom 31. Oktober 2012<sup>8</sup> über die Beförderung gefährlicher Güter mit Eisenbahnen und Seilbahnen (RSD);
  - b. 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 der SDR,
    2. nach Abschnitt 3.2.1 Tabelle A (UN-Nummern 2908, 2909, 2910, 2911 und 3507) RID und nach der RSD,
    3. nach Artikel 16 der Verordnung vom 17. August 2005<sup>9</sup> über den Lufttransport (LTrV),
    4. nach der Verordnung vom 2. März 2010<sup>10</sup> über die Inkraftsetzung des Europäischen Übereinkommens über die internationale Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstrassen;
  - c. das Transportieren von radioaktiven Stoffen in der Luft (UN-Nummern 2908, 2909, 2910, 2911, 2912, 2913, 2915, 2916, 2978, 3321, 3322, 3332 und 3507 nach Anhang 18 zum Übereinkommen vom 7. Dezember 1944<sup>11</sup> über die Internationale Zivilluftfahrt und nach den zugehörigen technischen Vorschriften<sup>12</sup>);

<sup>6</sup> SR 741.621

<sup>7</sup> SR 0.742.403.12. Die Anhänge zur RID werden nicht in der AS veröffentlicht. Sie sind gratis einsehbar auf den Internetseiten der Zwischenstaatlichen Organisation für den internationalen Eisenbahnverkehr unter [www.otif.org](http://www.otif.org) > Veröffentlichungen > RID; Separatabdrucke können gegen Entgelt bezogen werden beim Bundesamt für Bauten und Logistik, Verkauf Bundespublikationen, 3003 Bern.

<sup>8</sup> SR 742.412

<sup>9</sup> SR 748.411

<sup>10</sup> SR 747.224.141

<sup>11</sup> SR 0.748.0. Dieser Anhang wird nicht in der AS veröffentlicht. Er kann gratis eingesehen werden auf den Internetseiten des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL) unter [www.bazl.admin.ch](http://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).

<sup>12</sup> Die technischen Vorschriften werden nicht in der AS veröffentlicht. Sie können gratis eingesehen werden auf den Internetseiten des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL) unter [www.bazl.admin.ch](http://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.

- d. das Vertreiben, Verwenden, Lagern, Transportieren sowie die Ein-, Aus- und Durchfuhr von fertigen Uhren mit radioaktiven Quellen, wenn sie den ISO-Normen<sup>13</sup> 3157<sup>14</sup> und 4168<sup>15</sup> entsprechen, sowie von höchstens 1000 Uhrenbestandteilen mit radioaktiver Tritium-Leuchtfarbe;
- e. der Umgang mit Störstrahlern, bei denen:
  - 1. die Spannung zur Beschleunigung der Elektronen 30 Kilovolt nicht überschreitet, und
  - 2. die Ortsdosisleistung im Abstand von 10 cm von der Oberfläche 1  $\mu\text{Sv/h}$ <sup>16</sup> nicht überschreitet;
- f. der Umgang mit Mineralien- und Gesteinssammlungen mit einer spezifischen Aktivität unterhalb der NORM-Befreiungsgrenzen oder wenn diese weniger als 10 g natürliches Thorium oder 100 g Natururan enthalten;
- g. der Umgang mit Strahlungsquellen, mit Ausnahme des Vertreibens, für die eine Typenbewilligung erteilt worden ist;
- h. Tätigkeiten und Strahlungsquellen, die einer Bewilligungspflicht oder einer Stilllegungsverfügung nach dem Kernenergiegesetz vom 21. März 2003<sup>17</sup> (KEG) unterstehen;
- i. der Einsatz von beruflich strahlenexponiertem Flugpersonal durch Luftfahrzeugbetreiberinnen und -betreiber.

## 2. Abschnitt: Bewilligungsverfahren

### Art. 11 Bewilligungsbehörden

<sup>1</sup> Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) ist, unter dem Vorbehalt von Absatz 2, Bewilligungsbehörde für alle bewilligungspflichtigen Tätigkeiten und Strahlungsquellen nach dieser Verordnung.

<sup>2</sup> Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) ist Bewilligungsbehörde für:

- a. Tätigkeiten in Kernanlagen, die nicht der Bewilligungspflicht oder einer Stilllegungsverfügung nach KEG<sup>18</sup> unterstehen;
- b. Versuche mit radioaktiven Stoffen im Rahmen von erdwissenschaftlichen Untersuchungen nach Artikel 35 KEG;

<sup>13</sup> International Organization for Standardization. Die in dieser Verordnung genannten technischen Normen der ISO können beim BAG, 3003 Bern gratis eingesehen werden. Sie können gegen Bezahlung bezogen werden bei der Schweizerischen Normenvereinigung (SNV), Sulzerallee 70, 8404 Winterthur; [www.snv.ch](http://www.snv.ch).

<sup>14</sup> ISO 3157, Ausgabe 1991-11, Radioaktive Leuchtfarbe für Zeitmessgeräte, Spezifikation.  
<sup>15</sup> SN ISO 4168, Ausgabe 2003-09, Zeitmessgeräte – Bedingungen für die Durchführung von Kontrollen an Radiolumineszenzbeschichtungen.

<sup>16</sup> Sv = Sievert; mSv = Millisievert;  $\mu\text{Sv}$  = Mikrosievert

<sup>17</sup> SR 732.1

<sup>18</sup> SR 732.1



- c. die Ein- und die Ausfuhr radioaktiver Stoffe für oder aus Kernanlagen;
- d. den Transport radioaktiver Stoffe von und zu Kernanlagen;
- e. die Abgabe von radioaktiven Abfällen aus Kernanlagen an die Umwelt;
- f.<sup>19</sup> die Abklinglagerung radioaktiver Abfälle aus Kernanlagen sowie alle damit im Zusammenhang stehenden Tätigkeiten.

#### **Art. 12** Bewilligungsgesuche

<sup>1</sup> Gesuche um Erteilung oder Erneuerung einer Bewilligung sind mit den erforderlichen Unterlagen bei der Bewilligungsbehörde einzureichen.

<sup>2</sup> Die Bewilligungsbehörde verlangt bei hohem radiologischem Gefährdungspotenzial zusätzlich eine Gefährdungsanalyse.

<sup>3</sup> Ausländische Gesuchstellerinnen und Gesuchsteller müssen eine schweizerische Zustelladresse angeben.

<sup>4</sup> Das Eidgenössische Departement des Innern (EDI) und das ENSI können Bestimmungen darüber erlassen, welche Unterlagen und Nachweise in ihrem Zuständigkeitsbereich erforderlich sind.

#### **Art. 13** Ordentliches Bewilligungsverfahren

<sup>1</sup> Die Bewilligungsbehörde beurteilt bewilligungspflichtige Tätigkeiten und Strahlungsquellen unter Vorbehalt der Artikel 14 und 15 im ordentlichen Verfahren.

<sup>2</sup> Sie prüft die eingereichten Gesuchsunterlagen auf Vollständigkeit, Form, Inhalt und Umfang.

<sup>3</sup> Sie entscheidet, ob quellenbezogene Dosisrichtwerte für die Bevölkerung erforderlich sind, und legt diese in der Bewilligung fest.

#### **Art. 14** Vereinfachtes Bewilligungsverfahren

<sup>1</sup> 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. 26 Bst. a);
- b. den Betrieb von Anlagen mit Voll- oder Teilschutzeinrichtungen.

<sup>2</sup> Im vereinfachten Verfahren prüft es die eingereichten Gesuchsunterlagen nur auf Vollständigkeit und Form.

<sup>19</sup> Eingefügt durch Ziff. II der V vom 7. Dez. 2018, in Kraft seit 1. Febr. 2019 (AS 2019 183).

**Art. 15** Typenbewilligung für Strahlungsquellen

<sup>1</sup> Das BAG kann für Strahlungsquellen mit besonders kleinem Gefährdungspotenzial für Mensch und Umwelt eine Typenbewilligung erteilen (Art. 29 Bst. c StSG), namentlich wenn:

- a. durch die Konstruktion oder durch Massnahmen verhindert wird, dass Personen unzulässig strahlenexponiert oder kontaminiert werden; und
- b. die Ablieferung an die Sammelstelle des Bundes als radioaktiver Abfall nach Ende der Gebrauchsdauer, sofern eine solche notwendig ist, gewährleistet ist.

<sup>2</sup> Das BAG prüft die eingereichten Gesuchsunterlagen auf Vollständigkeit, Form, Inhalt und Umfang.

<sup>3</sup> Es unterzieht die für die Typenbewilligung vorgesehenen Strahlungsquellen einer Typenprüfung. Es kann dafür andere Stellen beiziehen.

<sup>4</sup> Es legt bei der Erteilung einer Typenbewilligung fest:

- a. unter welchen Bedingungen mit dem radioaktiven Material umgegangen werden darf;
- b. ob und wie radioaktives Material nach dem Ende der Gebrauchsdauer als radioaktiver Abfall an die Sammelstelle des Bundes abgeliefert werden muss;
- c. ob und wie die Strahlungsquellen mit einem vom BAG bestimmten Zeichen gekennzeichnet werden müssen.

**Art. 16** Befristung und Mitteilung

<sup>1</sup> Die Bewilligungsbehörde befristet die Bewilligung auf höchstens zehn Jahre.

<sup>2</sup> Sie teilt ihren Entscheid der Gesuchstellerin oder dem Gesuchsteller, den betroffenen Kantonen und der Aufsichtsbehörde mit.

**Art. 17** Vorgehen bei Unklarheiten über die Zuständigkeit im Bewilligungsverfahren

<sup>1</sup> Betrifft eine Tätigkeit beide Bewilligungsbehörden, so können die Verfahren zusammengelegt werden.

<sup>2</sup> Als Leitbehörde gilt, wer nach Massgabe der Gesuchsunterlagen überwiegend betroffen ist.

<sup>3</sup> Die Leitbehörde legt in Absprache mit der anderen Bewilligungsbehörde das Verfahren fest.

**Art. 18** Bewilligungsdatenbank

<sup>1</sup> Das BAG führt eine Datenbank über die nach dieser Verordnung erteilten Bewilligungen.

<sup>2</sup> Die Datenbank hat zum Zweck:

- a. notwendige Informationen für die Erteilung von Bewilligungen bereitzustellen;
- b. die administrativen Abläufe bei der Erteilung von Bewilligungen zu vereinfachen;
- c. die Aufsichtstätigkeiten der zuständigen Behörden zu vereinfachen.

<sup>3</sup> 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 179 Absatz 3 zu den Strahlenschutz-Sachverständigen;
- h. Unternehmens-Identifikationsnummer (UID) nach dem Bundesgesetz vom 18. Juni 2010<sup>20</sup> über die Unternehmens-Identifikationsnummer;
- i. Suva-Kundennummer.

<sup>4</sup> Überdies können in der Datenbank technische Angaben über Strahlungsquellen gespeichert werden.

<sup>5</sup> Es gelten folgende individuellen Zugriffsberechtigungen:

- a. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Abteilung Strahlenschutz des BAG, der zuständigen Facheinheit des ENSI sowie des Bereichs Physik der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (Suva) sind berechtigt, die Daten in der Datenbank zu bearbeiten.
- b. Registrierte Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber sind berechtigt, über einen elektronischen Zugriff 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.

<sup>20</sup> SR 431.03

### 3. Abschnitt: Pflichten der Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber

#### Art. 19 Organisatorische Pflichten

<sup>1</sup> Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss der oder dem Strahlenschutz-Sachverständigen zur Erfüllung ihrer oder seiner Aufgaben die nötigen Kompetenzen erteilen und die notwendigen Mittel zur Verfügung stellen.

<sup>2</sup> 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 Strahlenschutz-Sachverständigen sowie jener Personen, die mit Strahlungsquellen umgehen, schriftlich festhalten.

<sup>3</sup> 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. 20 Informationspflicht

Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss dafür sorgen, dass alle im Betrieb anwesenden Personen, die eine Strahlenexposition erhalten können, über die Gefahren, die sich aus dem betrieblichen Umgang mit ionisierenden Strahlen für ihre Gesundheit ergeben können, in angemessener Weise informiert werden.

#### Art. 21 Meldepflicht

<sup>1</sup> Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss der Aufsichtsbehörde 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 Strahlenschutz-Sachverständigen (Art. 32 Abs. 2 StSG).

<sup>2</sup> Der Verlust oder Diebstahl einer radioaktiven Quelle, deren Aktivität die Bewilligungsgrenze überschreitet, muss unverzüglich der Aufsichtsbehörde gemeldet werden.

## 2. Kapitel: Exposition der Bevölkerung

#### Art. 22 Dosisgrenzwerte für Personen aus der Bevölkerung

<sup>1</sup> Die effektive Dosis darf den Grenzwert von 1 mSv pro Kalenderjahr nicht überschreiten.

<sup>2</sup> Die Organ-Äquivalentdosis darf die folgenden Grenzwerte nicht überschreiten:

- a. für die Augenlinse: 15 mSv pro Kalenderjahr;
- b. für die Haut: 50 mSv pro Kalenderjahr.

**Art. 23** Ermittlung der Dosen in der Umgebung von Betrieben mit einer Bewilligung für die Abgabe an die Umwelt

<sup>1</sup> Die Bewilligungsbehörde kann von Betrieben mit einer Bewilligung für die Abgabe an die Umwelt nach den Artikeln 111–116 eine jährliche Ermittlung der Dosis für die durch den Betrieb am meisten exponierten Personen aus der Bevölkerung verlangen und die Vorgaben zur Ermittlung der Strahlendosen festlegen.

<sup>2</sup> Das ENSI erlässt Richtlinien zur Ermittlung der Strahlendosen für seinen Aufsichtsbereich.

**Art. 24** Immissionsgrenzwerte

<sup>1</sup> Aktivitätskonzentrationen in der Luft ausserhalb von Betriebsarealen dürfen an zugänglichen Orten im Jahresmittel die in Anhang 7 festgelegten Immissionsgrenzwerte für die Luft ( $IG_{Lf}$ ) nicht überschreiten.

<sup>2</sup> Aktivitätskonzentrationen in öffentlich zugänglichen Gewässern dürfen im Wochenmittel die in Anhang 7 festgelegten Immissionsgrenzwerte für Gewässer ( $IG_{Gw}$ ) nicht überschreiten.

<sup>3</sup> 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 und aller anderen Expositionspfade zu keiner Überschreitung der Dosisgrenzwerte für Personen aus der Bevölkerung führen können.

### 3. Kapitel: Nicht gerechtfertigte Tätigkeiten

**Art. 25**

Folgende Tätigkeiten gelten nach Artikel 8 StSG als nicht gerechtfertigt und sind daher verboten:

- a. der absichtliche Zusatz von Radionukliden bei der Herstellung von Lebens- und Futtermitteln, Spielwaren, Schmuck und Kosmetika;
- b. die Anwendung von Verfahren, die eine Aktivierung von in Spielwaren und Schmuck verwendeten Materialien bewirken;
- c. die Ein-, Aus- und Durchfuhr von Produkten nach den Buchstaben a und b.

## 4. Kapitel: Medizinische Expositionen

### 1. Abschnitt: Dosisbereiche in der medizinischen Bildgebung

#### Art. 26

Medizinische Expositionen liegen:

- a. im *Niedrigdosisbereich*, wenn sie zu einer effektiven Dosis für die Patientin oder den Patienten unter 1 mSv führen;
- b. im *mittleren Dosisbereich*, wenn sie zu einer effektiven Dosis für die Patientin oder den Patienten zwischen 1 mSv und 5 mSv führen;
- c. im *Hochdosisbereich*, wenn sie zu einer effektiven Dosis für die Patientin oder den Patienten von mehr als 5 mSv führen.

### 2. Abschnitt: Medizinische Rechtfertigung

#### Art. 27 Grundsätzliche Rechtfertigung

Medizinische Expositionen gelten unter Vorbehalt der Artikel 28 und 29 grundsätzlich als gerechtfertigt.

#### Art. 28 Rechtfertigung von diagnostischen oder therapeutischen Verfahren

<sup>1</sup> Jede allgemeine Anwendung von diagnostischen oder therapeutischen Verfahren muss vorgängig gerechtfertigt werden.

<sup>2</sup> Die Rechtfertigung bestehender diagnostischer oder therapeutischer Verfahren ist zu überprüfen, sobald neue wichtige Erkenntnisse über die Wirksamkeit oder die Folgen der Verfahren vorliegen.

<sup>3</sup> Die KSR erarbeitet in Zusammenarbeit mit den betroffenen Berufs- und Fachverbänden Empfehlungen zur Rechtfertigung der Verfahren nach den Absätzen 1 und 2 und veröffentlicht diese.<sup>21</sup>

#### Art. 29 Rechtfertigung der individuellen Anwendung

<sup>1</sup> Wer Anwendungen verschreibt oder durchführt, muss bereits vorhandene diagnostische Informationen und die Krankengeschichte berücksichtigen, um unnötige Strahlenexpositionen zu vermeiden.

<sup>2</sup> Wer Anwendungen verschreibt, muss eine Indikation erstellen, diese dokumentieren und an die durchführende Ärztin oder den durchführenden Arzt weiterleiten.

<sup>3</sup> Spitäler, radiologische Institute, Zuweiserinnen und Zuweiser müssen Anwendungen nach dem Stand von Wissenschaft und Technik verschreiben. Den Stand von Wissenschaft und Technik geben insbesondere Zuweisungsrichtlinien wieder, die auf nationalen oder internationalen Richtlinien oder Empfehlungen basieren.

<sup>21</sup> [www.ksr-cpr.ch](http://www.ksr-cpr.ch)

<sup>4</sup> Jede Anwendung muss vorgängig und unter Berücksichtigung des Stands von Wissenschaft und Technik, der Indikation und der individuellen Charakteristik des betroffenen Individuums von der durchführenden Ärztin oder vom durchführenden Arzt gerechtfertigt werden.

<sup>5</sup> Ein diagnostisches oder therapeutisches Verfahren, das nach Artikel 28 nicht gerechtfertigt ist, kann je nach Umstand als spezifische, individuelle Anwendung dennoch gerechtfertigt sein. Dies muss im Einzelfall von der durchführenden Ärztin oder vom durchführenden Arzt begründet und dokumentiert werden.

#### **Art. 30** Radiologische Reihenuntersuchungen

<sup>1</sup> Eine radiologische Reihenuntersuchung ist eine bei einer bestimmten Personen-Gruppe durchgeführte radiologische Untersuchung zur Früherkennung einer Krankheit, ohne dass bei der einzelnen Person ein individueller Krankheitsverdacht besteht. Nicht darunter fallen arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen.

<sup>2</sup> Radiologische Reihenuntersuchungen dürfen nur im Rahmen eines Programms durchgeführt werden. Sie müssen von einer Gesundheitsbehörde veranlasst werden.

<sup>3</sup> Sie müssen den von der zuständigen Gesundheitsbehörde für das Programm festgelegten Qualitätsanforderungen genügen.

#### **Art. 31** Bildgebende Verfahren am Menschen zu nichtmedizinischen Zwecken

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> Expositionen im mittleren Dosisbereich oder im Hochdosisbereich für Eignungsuntersuchungen sind verboten.

<sup>3</sup> Wird eine Exposition durch die Strafverfolgungs-, Sicherheits- oder Zollbehörden veranlasst, so muss das bildgebende Verfahren mit der niedrigsten möglichen Dosis durchgeführt werden, mit der die Fragestellung beantwortet werden kann. Kann eine Exposition nicht im Niedrigdosisbereich durchgeführt werden, so muss dies begründet und dokumentiert werden.

<sup>4</sup> Werden Expositionen aus Sicherheitsgründen routinemässig durchgeführt, so muss den untersuchten Personen die Möglichkeit gegeben werden, eine andere Untersuchungsart ohne ionisierende Strahlung zu wählen.

### **3. Abschnitt: Medizinische Optimierung**

#### **Art. 32** Optimierung medizinischer Expositionen

<sup>1</sup> Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss bei diagnostischen Untersuchungen, bei Untersuchungen in der interventionellen Radiologie und bei

Untersuchungen in der Nuklearmedizin alle Strahlendosen so niedrig halten, wie dies für die Gewinnung der benötigten Bildinformation möglich ist.

<sup>2</sup> Sie oder er muss bei allen therapeutischen Expositionen eine individuelle dosimetrische Planung durchführen. Die Dosen für Risikoorgane müssen unter Berücksichtigung des beabsichtigten radiotherapeutischen Zwecks so niedrig wie möglich gehalten werden.

<sup>3</sup> Der Optimierungsprozess beinhaltet zum Schutz der Patientinnen und Patienten insbesondere:

- a. die Auswahl der geeigneten Ausrüstung einschliesslich der Software;
- b. die Sicherstellung der Qualität der adäquaten diagnostischen Information oder des therapeutischen Erfolgs;
- c. die Einhaltung 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 Radionuklidern;
- g. den Einsatz von empfindlichen Detektoren;
- h. den Einsatz der zum Schutz der Patientinnen und Patienten notwendigen Mittel zu jeder medizinischen Anlage.

<sup>4</sup> Die Dosis des Personals muss im Optimierungsprozess berücksichtigt werden.

<sup>5</sup> Das EDI kann Bestimmungen über die technische Optimierung zum Schutz von Patientinnen und Patienten erlassen.

### **Art. 33** Dokumentationspflicht

Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss alle therapeutischen und diagnostischen Expositionen aus dem mittleren Dosisbereich oder dem Hochdosisbereich und in der Mammografie so dokumentieren, dass die Strahlendosis der Patientin oder des Patienten im Nachhinein ermittelt werden kann.

### **Art. 34** Erhebung der medizinischen Strahlendosen

<sup>1</sup> Das BAG erhebt regelmässig, jedoch mindestens alle zehn Jahre, die Strahlendosen der medizinischen Expositionen in der Bevölkerung.

<sup>2</sup> Es kann bei Bewilligungsinhaberinnen und -inhabern anonymisierte 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 einzelnen Expositionen pro Anwendung, unterteilt in Art und anatomische Region.

<sup>3</sup> Es kann Dritte mit dem Erstellen von Statistiken beauftragen. Es gibt ihnen hierzu die notwendigen Daten bekannt.

#### **Art. 35** Diagnostische Referenzwerte

<sup>1</sup> Das BAG veröffentlicht Empfehlungen zur Strahlendosis bei diagnostischen, interventionellen oder nuklearmedizinischen Untersuchungen in Form von diagnostischen Referenzwerten.

<sup>2</sup> Es führt dazu auf der Basis der Daten nach Artikel 34 Absatz 2 nationale Erhebungen durch, berücksichtigt internationale Empfehlungen und publiziert die Ergebnisse.

<sup>3</sup> Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss die eigene Praxis regelmässig analysieren und Abweichungen von diagnostischen Referenzwerten begründen.

#### **Art. 36** Einbezug von Medizinphysikerinnen und -physikern

<sup>1</sup> Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss:

- a. bei therapeutischen Anwendungen die Medizinphysikerin oder den Medizinphysiker in enger Mitarbeit einbeziehen; 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 und Hochdosisbereich die Medizinphysikerin oder den Medizinphysiker einbeziehen;
- c. bei Anwendungen von technologisch komplexen Untersuchungen oder neuen Untersuchungstechniken im mittleren und niedrigen Dosisbereich die Medizinphysikerin oder den Medizinphysiker auf Verlangen der Aufsichtsbehörde einbeziehen.

<sup>2</sup> Das EDI kann für therapeutische Anwendungsbereiche den Umfang des Einbezugs der Medizinphysikerinnen und -physiker konkretisieren.

#### **Art. 37** Nichtberuflich pflegende Personen

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> Für nichtberuflich pflegende Personen gilt ein Dosisrichtwert von 5 mSv effektiver Dosis pro Jahr.

<sup>3</sup> Bei Feststellung einer Überschreitung des Dosisrichtwertes muss die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber die betroffene Person informieren.

<sup>4</sup> Das EDI kann für spezielle medizinische Verfahren spezifische Dosisrichtwerte festlegen.

#### **4. Abschnitt: Patientinnen und Patienten**

##### **Art. 38** Aufklärung der Patientin oder des Patienten

Die Patientinnen und Patienten müssen über Risiken und Nutzen der medizinischen Exposition informiert werden.

##### **Art. 39** 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. 40** Schwangere und stillende Patientinnen

<sup>1</sup> Bei Expositionen im mittleren Dosisbereich oder im Hochdosisbereich und bei therapeutischen Expositionen einer Patientin muss die durchführende Ärztin oder der durchführende Arzt abklären, ob die Patientin schwanger ist.

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> Liegt der Uterus einer schwangeren Patientin im Untersuchungsbereich, so ist die Uterusdosis zu dokumentieren.

<sup>4</sup> Stillende Patientinnen 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. 41** Zweck, Inhalt und Objekt

<sup>1</sup> Zweck der klinischen Audits ist es, sicherzustellen, dass medizinische Expositionen nach dem Stand von Wissenschaft und Technik gerechtfertigt und optimiert sind

und sich die Qualität und das Ergebnis der Patientenversorgung kontinuierlich verbessern.

<sup>2</sup> Klinische Audits beinhalten die systematische Überprüfung der patienten- und der personalbezogenen Prozesse von Verfahren mit ionisierender Strahlung in Diagnostik und Therapie und deren Vergleich mit dem Stand von Wissenschaft und Technik.

<sup>3</sup> Das BAG kann bei der BewilligungsinhaberIn oder dem Bewilligungsinhaber für die folgenden medizinischen Strahlenanwendungen alle fünf Jahre ein klinisches Audit veranlassen:

- a. Computertomografie;
- b. Nuklearmedizin;
- c. Radioonkologie;
- d. durchleuchtungsgestützte interventionelle diagnostische und therapeutische Verfahren.

#### **Art. 42** Koordination, Vorbereitung und Durchführung

<sup>1</sup> Zieht das BAG zur Koordination und Vorbereitung klinischer Audits Dritte bei (Art. 189), so müssen diese Dritten Expertinnen und Experten aus unterschiedlichen Institutionen und Fachgesellschaften sein.

<sup>2</sup> Zieht das BAG zur Durchführung klinischer Audits Dritte bei (Art. 189), so müssen diese Auditorinnen und Auditoren über langjährige Berufserfahrung in ihrem Fachgebiet verfügen und von den auditierten Bewilligungsinhaberinnen und -inhabern unabhängig sein.

<sup>3</sup> Das BAG stellt den beigezogenen Dritten die notwendigen Daten über die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber zur Verfügung.

<sup>4</sup> Stellen die beigezogenen Dritten bei der Auswertung von Audits erhebliche Abweichungen von den Vorschriften dieser Verordnung oder vom Stand der Wissenschaft und Technik fest, so informieren sie das BAG.

#### **Art. 43** Eigenevaluation und Qualitätshandbuch der Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber

<sup>1</sup> Sämtliche Inhaberinnen und Inhaber von Bewilligungen für Strahlenanwendungen nach Artikel 41 Absatz 3 führen jährlich eine Eigenevaluation ihrer Prozesse durch.

<sup>2</sup> Sie erstellen ein Qualitätshandbuch und legen dieses im Rahmen des Audits vor.

<sup>3</sup> Das Qualitätshandbuch muss mindestens eine detaillierte Beschreibung der folgenden Punkte beinhalten:

- a. Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten;
- b. Gerätepark für Untersuchung und Behandlung;
- c. Personalschulung;
- d. Massnahmen zur Einhaltung der Vorschriften über die Rechtfertigung der individuellen Anwendung (Art. 29);

- e. Untersuchungs- und Behandlungsprotokolle und Patienteninformationen;
- f. Dokumentation der Strahlendosen (Art. 33);
- g. Befunderstellung und Befundkommunikation oder Behandlungskontrolle, Datenspeicherung und Datentransfer;
- h. Qualitätssicherung;
- i. Eigenevaluation.

## 6. Abschnitt: Forschung am Menschen

### Art. 44 Bewilligungen

<sup>1</sup> Die Durchführung von Forschungsprojekten mit Anwendung von Strahlungsquellen am Menschen bedarf einer Bewilligung nach Artikel 45 des Humanforschungsgesetzes vom 30. September 2011<sup>22</sup> (HFG).

<sup>2</sup> 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<sup>23</sup> (HMG) erforderlich.

### Art. 45 Dosisrichtwerte und Dosisberechnung

<sup>1</sup> Bei Forschungsprojekten ohne erwarteten direkten Nutzen für die teilnehmenden Personen gilt für diese ein Dosisrichtwert von 5 mSv effektiver Dosis pro Jahr.

<sup>2</sup> Ausnahmsweise kann der Dosisrichtwert nach Absatz 1 unter Berücksichtigung des Alters, der Fortpflanzungsfähigkeit, der Lebenserwartung und des Gesundheitszustandes bis zu 20 mSv effektive Dosis pro Jahr betragen, sofern dies aus methodischen Gründen zwingend erforderlich ist.

<sup>3</sup> Bei kombinierten Verfahren müssen bei der Berechnung oder der Abschätzung der Dosis teilnehmender Personen alle Strahlungsquellen berücksichtigt werden.

<sup>4</sup> Bei der Dosisberechnung oder der Dosisabschätzung muss der Unsicherheitsfaktor berücksichtigt werden.

## 7. Abschnitt: Radiopharmazeutika

### Art. 46 Inverkehrbringen und Anwendung

<sup>1</sup> Für das Inverkehrbringen von Radiopharmazeutika und deren Anwendung am Menschen gelten die Bestimmungen des HMG<sup>24</sup>.

<sup>2</sup> Eine Zustimmung des BAG ist erforderlich für:

<sup>22</sup> SR 810.30

<sup>23</sup> SR 812.21

<sup>24</sup> SR 812.21

- a. die Zulassung von Radiopharmazeutika nach Artikel 9 Absatz 1 HMG;
- b. die vereinfachte Zulassung von Radiopharmazeutika nach Artikel 14 HMG;
- c. die befristete Bewilligung von Radiopharmazeutika nach Artikel 9 Absatz 4 HMG.

<sup>3</sup> Das BAG erteilt seine Zustimmung gestützt auf die im Rahmen des Zulassungsge- suches erhaltenen Unterlagen sowie auf die Beurteilung und Begründung durch die Fachkommission für Radiopharmazeutika.

<sup>4</sup> Radiopharmazeutika müssen als solche gekennzeichnet sein. Ihre Beschriftung muss auf der Verpackung mindestens folgende strahlenschutzrelevanten Angaben enthalten:

- a. die Präparatbezeichnung;
- b. das Gefahrenzeichen nach Anhang 8;
- c. die Radionuklide und ihre Aktivitäten zur Kalibrationszeit;
- d. die Kalibrationszeit und den spätesten Gebrauchszeitpunkt.

<sup>5</sup> Für die Beschriftung gelten überdies die arzneimittelrechtlichen Vorschriften.

<sup>6</sup> Entsorgungsrelevante langlebige radionuklidische Verunreinigungen sind in den Begleitpapieren anzugeben.

#### **Art. 47** Zubereitung und Qualitätskontrolle

<sup>1</sup> Wer Radiopharmazeutika zubereitet, muss die in den Fachinformationen beschrie- benen Qualitätskontrollen durchführen.

<sup>2</sup> Das BAG kann jederzeit Proben erheben, um festzustellen, ob die Anforderungen nach Artikel 46 noch erfüllt sind. Es kann dafür spezialisierte Laboratorien beizie- hen.

<sup>3</sup> Das EDI kann Anforderungen an die Zubereitung und an die Anwendung von Radiopharmazeutika festlegen; dabei berücksichtigt es nationale und internationale Richtlinien sowie die Empfehlungen von Fachgesellschaften, insbesondere der European Association of Nuclear Medicine (EANM)<sup>25</sup> oder der Schweizerischen Gesellschaft für Radiopharmazie / Radiopharmazeutische Chemie (SGRRC)<sup>26</sup>.

#### **Art. 48** Fachkommission für Radiopharmazeutika

<sup>1</sup> Die Fachkommission für Radiopharmazeutika (FKRP) ist eine ständige Verwal- tungskommission im Sinne von Artikel 8a Absatz 2 der Regierungs- und Verwal- tungsorganisationsverordnung vom 25. November 1998<sup>27</sup> (RVOV).

<sup>25</sup> Diese Empfehlungen können in englischer Sprache kostenlos abgerufen werden auf den Internetseiten der EANM unter [www.eanm.org](http://www.eanm.org).

<sup>26</sup> Diese Empfehlungen können kostenlos abgerufen werden auf den Internetseiten der SGRRC unter [www.sgrrc.ch](http://www.sgrrc.ch).

<sup>27</sup> SR 172.010.1

<sup>2</sup> Sie berät das Eidgenössische Departement des Innern (EDI), das Schweizerische Heilmittelinstitut und das BAG in Fragen der Radiopharmazie. Sie hat insbesondere folgende Aufgaben:

- a. Sie erarbeitet Gutachten zu Gesuchen um Zulassung von Radiopharmazeutika.
- b. Sie erarbeitet Gutachten zu sicherheitsrelevanten Fragestellungen im Zusammenhang mit Radiopharmazeutika.
- c. Sie berät das EDI bei der Anpassung von Anhang 1 der Arzneimittelverordnung vom 21. September 2018<sup>28,29</sup>

<sup>3</sup> Sie besteht aus Fachleuten der Wissenschaftsbereiche Nuklearmedizin, Pharmazie, Chemie und Strahlenschutz.

## 8. Abschnitt: Medizinisches Strahlenereignis

### Art. 49 Begriff

Ein medizinisches Strahlenereignis ist ein unvorhergesehenes Ereignis in Form einer unbedachten oder unsachgemässen Handlung mit oder ohne tatsächliche Folgen, die aufgrund von Mängeln im Qualitätssicherungsprogramm, technischen Fehlfunktionen, Fehlmanipulationen oder anderem fehlerhaften Verhalten von Personen zu nicht beabsichtigten Expositionen von Patientinnen und Patienten geführt hat oder hätte führen können.

### Art. 50 Pflichten

<sup>1</sup> Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss über die medizinischen Strahlenereignisse Buch führen.

<sup>2</sup> Sie oder er muss mit einer interdisziplinären Arbeitsgruppe regelmässig die vorgefallenen medizinischen Strahlenereignisse analysieren und die notwendigen betrieblichen Anpassungen zur Verhinderung ähnlicher Ereignisse vornehmen.

<sup>3</sup> Sie oder er muss die folgenden medizinischen Strahlenereignisse innert 30 Tagen der Aufsichtsbehörde melden:

- a. unvorhergesehene Expositionen, die bei der Patientin oder beim Patienten 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 erhalten hat.

<sup>28</sup> SR 812.212.21

<sup>29</sup> Fassung gemäss Anhang 6 Ziff. II 4 der Arzneimittelverordnung vom 21. Sept. 2018, in Kraft seit 1. Jan. 2019 (AS 2018 3577).

<sup>4</sup> Bei medizinischen Strahlenereignissen nach Absatz 3 muss die BewilligungsinhaberIn oder der Bewilligungsinhaber im Sinne von Artikel 129 eine Untersuchung durchführen und einen Bericht vorlegen.

## **5. Kapitel: Berufliche Expositionen**

### **1. Abschnitt: Beruflich strahlenexponierte Personen**

#### **Art. 51** Begriff und Grundsätze

<sup>1</sup> Als beruflich strahlenexponiert gelten Personen, die:

- a. durch ihre berufliche Tätigkeit oder Ausbildung einen Dosisgrenzwert für Personen aus der Bevölkerung nach Artikel 22 überschreiten können; vorbehalten bleibt Absatz 2;
- b. mindestens einmal pro Woche in Kontrollbereichen nach Artikel 80 arbeiten oder ausgebildet werden; oder
- c. mindestens einmal pro Woche in Überwachungsbereichen nach Artikel 85 arbeiten oder ausgebildet werden und dabei einer erhöhten Ortsdosisleistung ausgesetzt sein können.

<sup>2</sup> Personen, die am Arbeitsplatz ausschliesslich einer Exposition durch Radon ausgesetzt sind, gelten erst als beruflich strahlenexponiert, wenn sie dadurch eine effektive Dosis von über 10 mSv pro Jahr akkumulieren können (Art. 167 Abs. 3).

<sup>3</sup> Die BewilligungsinhaberIn oder der Bewilligungsinhaber oder beim Flugpersonal die LuftfahrzeugbetreiberIn oder der Luftfahrzeugbetreiber bezeichnen alle beruflich strahlenexponierten Personen des Betriebs.

<sup>4</sup> 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 Strahlenschutzmassnahmen, die für ihre Tätigkeit beachtet werden müssen;
- e. die Risiken einer Strahlenexposition für das ungeborene Kind.

#### **Art. 52** Kategorien

<sup>1</sup> Die BewilligungsinhaberIn oder der Bewilligungsinhaber teilt die beruflich strahlenexponierten Personen nach den Absätzen 2–4 für die Überwachung in die Kategorien A und B ein.

<sup>2</sup> Zur Kategorie A gehören Personen, die:

- a. bei ihrer beruflichen Tätigkeit pro Kalenderjahr 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 durch Radon verursachten effektiven Dosis von über 10 mSv pro Kalenderjahr ausgesetzt sind; oder
- c. als Eigenpersonal in einer Kernanlage tätig sind.

<sup>3</sup> Zur Kategorie B gehören alle beruflich strahlenexponierten Personen, die nicht der Kategorie A angehören.

<sup>4</sup> Personen, die Tätigkeiten ausführen, bei denen ein vernachlässigbares Risiko besteht, dass Dosen nach Absatz 2 Buchstabe a akkumuliert werden, werden für die Ausübung dieser Tätigkeiten in die Kategorie B eingeteilt. Darunter fallen insbesondere Tätigkeiten:

- a. beim Betrieb diagnostischer Röntgenanlagen in Arzt-, Zahnarzt- und Tierarztpraxen ausser im Hochdosisbereich;
- b. als beruflich strahlenexponiertes Flugpersonal.

<sup>5</sup> Erbringt die Gesuchstellerin oder der Gesuchsteller oder die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber den Nachweis, dass eine Tätigkeit keine der Voraussetzungen nach Absatz 2 erfüllt, so kann sie oder er bei der Aufsichtsbehörde eine Einteilung der Personen, welche diese Tätigkeit ausführen, in die Kategorie B beantragen.

### **Art. 53** Junge Personen sowie schwangere oder stillende Frauen

<sup>1</sup> Personen unter 16 Jahren dürfen nicht beruflich strahlenexponiert sein.

<sup>2</sup> Für Personen zwischen 16 und 18 Jahren und für schwangere Frauen gelten spezielle Dosisgrenzwerte nach Artikel 57.

<sup>3</sup> Ab Kenntnis einer Schwangerschaft bis zu ihrem Ende muss die Strahlenexposition der schwangeren Frau monatlich ermittelt werden.

<sup>4</sup> Das EDI legt im Einvernehmen mit dem ENSI fest, wann schwangere Frauen mit einem zusätzlichen aktiven Personendosimeter ausgerüstet werden müssen.

<sup>5</sup> Schwangere Frauen müssen auf ihr Verlangen von folgenden Tätigkeiten befreit werden:

- a. vom Flugdienst;
- b. von Arbeiten mit radioaktivem Material, bei denen die Gefahr einer Inkorporation oder einer Kontamination besteht;
- c. von Arbeiten, die nur von einer beruflich strahlenexponierten Person der Kategorie A ausgeführt werden dürfen.

<sup>6</sup> Stillende Frauen dürfen keine Arbeiten mit radioaktivem Material ausführen, bei denen eine erhöhte Gefahr einer Inkorporation besteht.



**Art. 54**      Flugpersonal

Bei beruflich strahlenexponiertem Flugpersonal muss die Strahlenexposition bei der Erstellung von Arbeitsplänen optimiert werden.

**Art. 55**      Medizinische Überwachung

<sup>1</sup> Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss medizinische Abklärungen nach Artikel 11a der Verordnung vom 19. Dezember 1983<sup>30</sup> über die Unfallverhütung (VUV) durchführen lassen.

<sup>2</sup> Die Suva kann Arbeitnehmende den Vorschriften über die arbeitsmedizinische Vorsorge nach den Artikeln 70–89 VUV unterstellen.

**2. Abschnitt: Dosisbegrenzungen****Art. 56**      Dosisgrenzwerte

<sup>1</sup> Für beruflich strahlenexponierte Personen darf die effektive Dosis den Grenzwert von 20 mSv pro Kalenderjahr nicht überschreiten.

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> Für sie darf die Organ-Äquivalentdosis die folgenden Grenzwerte nicht überschreiten:

- a. für die Augenlinse: 20 mSv pro Kalenderjahr oder 100 mSv für die Summendosis fünf aufeinanderfolgender Kalenderjahre, wobei in einem einzelnen Kalenderjahr 50 mSv nicht überschritten werden dürfen;
- b. für die Haut, die Hände und die Füsse: 500 mSv pro Kalenderjahr.

<sup>4</sup> Beruflich strahlenexponierte Personen aus dem Ausland dürfen in der Schweiz nur eine effektive Dosis von 20 mSv pro Kalenderjahr abzüglich der im laufenden Kalenderjahr bereits erhaltenen Dosis akkumulieren.

**Art. 57**      Dosisgrenzwert für junge Personen und schwangere Frauen

<sup>1</sup> Für Personen im Alter von 16–18 Jahren darf die effektive Dosis den Grenzwert von 6 mSv pro Kalenderjahr nicht überschreiten.

<sup>2</sup> 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 für das ungeborene Kind nicht überschritten wird.

<sup>30</sup> SR 832.30

**Art. 58** Massnahmen bei einer Überschreitung von Dosisgrenzwerten

<sup>1</sup> Wird ein Dosisgrenzwert nach den Artikeln 56 Absätze 1–3 und 57 Absatz 1 bei einer beruflich strahlenexponierten Person überschritten, so darf diese Person für den Rest des Kalenderjahres höchstens akkumulieren:

- a. eine effektive Dosis von 1 mSv;
- b. eine Äquivalentdosis von 15 mSv für die Augenlinse und von 50 mSv für die Haut, die Hände und die Füsse.

<sup>2</sup> Vorbehalten bleibt die Zustimmung der Aufsichtsbehörde nach Artikel 56 Absatz 2.

<sup>3</sup> Schwangere Frauen dürfen bei einer Überschreitung des Grenzwertes nach Artikel 57 Absatz 2 während des weiteren Verlaufs der Schwangerschaft nicht mehr im Kontroll- oder Überwachungsbereich nach den Artikeln 80 und 85 eingesetzt werden.

**Art. 59** Ärztliche Kontrolle bei einer Überschreitung von Dosisgrenzwerten

<sup>1</sup> Überschreitet eine Person einen Dosisgrenzwert nach Artikel 56 oder 57, so entscheidet die Aufsichtsbehörde, ob die Person unter ärztliche Kontrolle gestellt werden muss.

<sup>2</sup> Die Ärztin oder der Arzt teilt das Ergebnis ihrer oder seiner Untersuchung dem oder der Betroffenen und der Aufsichtsbehörde mit und schlägt die zu treffenden Massnahmen vor. Handelt es sich um eine Arbeitnehmerin oder einen Arbeitnehmer, so informiert sie oder er auch die Suva.

<sup>3</sup> Die Ärztin oder der Arzt gibt der Aufsichtsbehörde bekannt:

- a. Daten über erkannte Frühschäden;
- b. Daten über Krankheiten oder besondere Veranlagungen, die einen Nichteignungsentscheid notwendig machen;
- c. Daten der biologischen Dosimetrie.

<sup>4</sup> Handelt es sich um eine Arbeitnehmerin oder einen Arbeitnehmer, so gibt die Ärztin oder der Arzt die Daten auch der Suva bekannt.

<sup>5</sup> Die Suva, oder bei Personen, die in keinem Arbeitsverhältnis stehen, die Aufsichtsbehörde, trifft die erforderlichen Massnahmen. Sie kann einen befristeten oder dauernden Ausschluss von Arbeiten als beruflich strahlenexponierte Person verfügen.

**Art. 60** Dosisrichtwerte

<sup>1</sup> Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber oder beim Flugpersonal die Luftfahrzeugbetreiberin oder der Luftfahrzeugbetreiber legen zur Optimierung des Strahlenschutzes Dosisrichtwerte für beruflich strahlenexponierte Personen fest.

<sup>2</sup> Der Grundsatz der Optimierung gilt als erfüllt bei Tätigkeiten, die für beruflich strahlenexponierte Personen nicht zu einer effektiven Dosis von mehr als 100  $\mu$ Sv pro Kalenderjahr führen.

<sup>3</sup> Bei der Überschreitung eines Dosisrichtwertes muss die Arbeitspraxis überprüft und der Strahlenschutz verbessert werden.

### 3. Abschnitt: Ermittlung der Strahlendosis (Dosimetrie)

#### Art. 61 Dosimetrie bei beruflich strahlenexponierten Personen

<sup>1</sup> Bei beruflich strahlenexponierten Personen ist die Strahlenexposition individuell und nach Anhang 4 zu ermitteln (Personendosimetrie).

<sup>2</sup> Die externe Strahlenexposition ist monatlich zu ermitteln.

<sup>3</sup> Die Aufsichtsbehörde kann Ausnahmen von den Absätzen 1 und 2 erlauben, wenn:

- a. ein zusätzliches oder ein anderes geeignetes System zur Dosisüberwachung zur Verfügung steht;
- b. kein geeignetes System zur Dosisüberwachung zur Verfügung steht, dafür jedoch erhöhte Strahlenschutzmassnahmen getroffen werden.

<sup>4</sup> Das EDI legt im Einvernehmen mit dem ENSI fest, wie und in welchen Zeitabständen die interne Strahlenexposition zu ermitteln ist. Es berücksichtigt dabei die Arbeitsbedingungen und die Art der verwendeten Radionuklide.

<sup>5</sup> Es regelt im Einvernehmen mit dem ENSI, wann ein zweites, unabhängiges Dosimetriesystem, das eine zusätzliche Funktion erfüllt, eingesetzt werden muss.

#### Art. 62 Rechnerische Ermittlung der Strahlendosis

<sup>1</sup> In Fällen, in denen sich eine individuelle Dosismessung nicht eignet, hat die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber die Strahlendosis rechnerisch zu ermitteln; dies bedarf der Zustimmung der Aufsichtsbehörde.

<sup>2</sup> Das EDI erlässt im Einvernehmen mit dem ENSI Bestimmungen zur rechnerischen Ermittlung der Strahlendosen.

<sup>3</sup> Beim Flugpersonal kann eine rechnerische Ermittlung der Strahlendosis durch die Luftfahrzeugbetreiberin oder den Luftfahrzeugbetreiber selbst erfolgen. Die dazu verwendete Software muss dem Stand der Technik entsprechen.

#### Art. 63 Meldeschwelle pro Überwachungsperiode

<sup>1</sup> 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. 50 mSv für die Äquivalentdosis für die Haut, die Hände oder Füße.

<sup>2</sup> Beim Erreichen einer Meldeschwelle entstehen die Meldepflichten nach den Artikeln 65 Absatz 1 Buchstabe c und 69 Buchstabe b.

**Art. 64** Pflichten der Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber oder der Luftfahrzeugbetreiberinnen und -betreiber bei der Personendosimetrie

<sup>1</sup> Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber oder beim Flugpersonal die Luftfahrzeugbetreiberinnen und -betreiber müssen die Strahlenexposition aller in ihrem Betrieb tätigen beruflich strahlenexponierten Personen von einer anerkannten Personendosimetriestelle ermitteln lassen. Eine rechnerische Ermittlung der Dosen nach Artikel 62 oder Triagemessungen zur Feststellung einer internen Strahlenexposition können sie auch selber durchführen.

<sup>2</sup> Sie tragen die Kosten der Dosimetrie.

<sup>3</sup> 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 63 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 73 Absatz 1 Buchstaben a–e und g–i melden;
- 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. 65** Pflichten der Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber oder der Luftfahrzeugbetreiberinnen und -betreiber bei einer rechnerischen Ermittlung der Strahlendosis

<sup>1</sup> Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber oder beim Flugpersonal die Luftfahrzeugbetreiberinnen und -betreiber müssen im Falle einer im Betrieb durchgeführten rechnerischen Ermittlung der Strahlendosis nach Artikel 62 melden:

- a. die Daten nach Artikel 73: dem zentralen Dosisregister (Art. 72);
- b. die rechnerisch ermittelten Strahlendosen: innerhalb eines vom BAG festgelegten Zeitraumes in einer vom BAG vorgeschriebenen Form dem zentralen Dosisregister;
- c. eine Überschreitung einer Meldeschwelle nach Artikel 63: 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.

<sup>2</sup> Für Betriebe im Aufsichtsbereich des ENSI erlässt das ENSI zusätzliche Richtlinien über die Meldung rechnerisch ermittelter Strahlendosen.

#### 4. Abschnitt: Personendosimetriestellen

##### **Art. 66** Anerkennungsvoraussetzungen

<sup>1</sup> Eine Personendosimetriestelle muss von der anerkennenden Behörde (Art. 68) anerkannt sein.

<sup>2</sup> Sie wird anerkannt, wenn sie die folgenden Voraussetzungen erfüllt:

- a. Sie hat ihren Sitz in der Schweiz.
- b. Sie verfügt über eine geeignete Organisation sowie über genügend Personal, insbesondere 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.

<sup>3</sup> Ist eine Personendosimetriestelle für die Personendosimetrie akkreditiert, so gelten die Voraussetzungen nach Absatz 2 Buchstaben c und d als erfüllt.

##### **Art. 67** Verfahren und Geltung der Anerkennung

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> Die Anerkennung kann für höchstens fünf Jahre erteilt werden.

##### **Art. 68** Anerkennende Behörden

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> Will eine Personendosimetriestelle in verschiedenen Aufsichtsbereichen tätig sein, so sprechen sich die anerkennenden Behörden darüber ab, welche von ihnen für die Anerkennung zuständig ist.

<sup>3</sup> Die anerkennenden Behörden dürfen keine Personendosimetriestelle betreiben.

#### **Art. 69** Meldepflichten der Personendosimetriestelle

Die Personendosimetriestelle hat folgende Meldepflichten:

- a. Sie meldet die Daten nach Artikel 73 innert eines Monats nach Ablauf der Überwachungsperiode folgenden Stellen:
  1. der Bewilligungsinhaberin oder dem Bewilligungsinhaber oder beim Flugpersonal der Luftfahrzeugbetreiberin oder dem Luftfahrzeugbetreiber;
  2. dem zentralen Dosisregister (Art. 72) in einer vom BAG vorgeschriebenen Form;
  3. wenn es sich um Daten aus dem Aufsichtsbereich des ENSI handelt: überdies dem ENSI direkt.
- b. Wird eine Meldeschwelle pro Überwachungsperiode nach Artikel 63 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 der Luftfahrzeugbetreiberin oder dem Luftfahrzeugbetreiber sowie der Aufsichtsbehörde innerhalb eines Arbeitstages. Handelt es sich um eine Arbeitnehmerin oder einen Arbeitnehmer, so informiert sie auch die Suva.
- d. Für Personendosimetriestellen, die vom ENSI anerkannt werden, erlässt das ENSI eine Richtlinie über die Meldungen.

#### **Art. 70** Weitere Pflichten der Personendosimetriestelle

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> Sie muss sich nach den Weisungen der anerkennenden Behörde auf eigene Kosten an Vergleichsmessungen beteiligen.

<sup>3</sup> Will eine Personendosimetriestelle ihre Tätigkeit einstellen, so muss sie dies der anerkennenden Behörde, ihren Auftraggeberinnen und Auftraggebern und den für ihre Auftraggeberinnen und Auftraggeber zuständigen Aufsichtsbehörden mindestens sechs Monate im Voraus ankündigen.

<sup>4</sup> Die Personendosimetriestelle, die ihre Tätigkeit einstellt, übergibt ihr archiviertes Datenmaterial den von ihren Auftraggeberinnen oder Auftraggebern bestimmten neuen Personendosimetriestellen.

<sup>5</sup> In ausserordentlichen Fällen bestimmt die anerkennende Behörde das Vorgehen.

<sup>6</sup> 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 64 aufmerksam zu machen und die Aufsichtsbehörde über die Kündigung zu informieren.

#### **Art. 71**           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 oder, beim Flugpersonal, der Luftfahrzeugbetreiberin oder dem Luftfahrzeugbetreiber;
- c. der Aufsichtsbehörde;
- d. der Bewilligungsbehörde;
- e. dem zentralen Dosisregister.

### **5. Abschnitt: Zentrales Dosisregister**

#### **Art. 72**           Verantwortliche Behörde und Zweck

<sup>1</sup> Das BAG führt ein zentrales Dosisregister.

<sup>2</sup> Das Register hat zum Zweck, die während der gesamten Tätigkeit als beruflich strahlenexponierte Person ermittelte Dosis zu registrieren, um auf dieser Grundlage mögliche Versicherungsansprüche abzuklären.

<sup>3</sup> Ausserdem ermöglicht das Register den Aufsichtsbehörden:

- a. eine jederzeitige Kontrolle der pro Überwachungsintervall akkumulierten Dosen jeder beruflich strahlenexponierten Person in der Schweiz;
- b. statistische Aussagen und die Evaluation der Wirksamkeit der Bestimmungen dieser Verordnung;
- c. die Sicherstellung der Aufbewahrung der Daten.

#### **Art. 73**           Bearbeitete Daten

<sup>1</sup> Im zentralen Dosisregister werden die folgenden Daten beruflich strahlenexponierter Personen gespeichert:

- a. Namen, Vornamen und frühere Namen;

- b. Geburtsdatum;
- c. Versichertennummer nach Artikel 50c des Bundesgesetzes vom 20. Dezember 1946<sup>31</sup> über die Alters- und Hinterlassenenversicherung;
- d. Geschlecht;
- e. Name, Adresse und UID des Betriebs;
- f. im In- und im Ausland ermittelte Dosiswerte;
- g. Berufsgruppe;
- h. Tätigkeit;
- i. Kategorie (A oder B).

<sup>2</sup> Bei nur vorübergehend in der Schweiz tätigen Personen werden die in der Schweiz ermittelten Dosen registriert.

#### **Art. 74** Zugriffsrechte

Auf die Daten im zentralen Dosisregister haben direkten elektronischen Zugriff:

- 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. 75** Berichterstattung

<sup>1</sup> Die Aufsichtsbehörden erarbeiten jährlich einen Bericht über die Ergebnisse der Personendosimetrie.

<sup>2</sup> Das BAG veröffentlicht den Bericht. Dabei sorgt es dafür, dass die betroffenen Personen nicht bestimmbar sind.

#### **Art. 76** Verwendung der Daten für Forschungsprojekte

<sup>1</sup> Das BAG kann die im zentralen Dosisregister gespeicherten Personendaten für Forschungsprojekte über Strahlenwirkungen und Strahlenschutz verwenden oder Dritten auf Gesuch hin zur Verfügung stellen. Die Bestimmungen des HFG<sup>32</sup> sind anwendbar.

<sup>2</sup> Das BAG stellt die Personendaten nur in anonymisierter Form zur Verfügung, es sei denn, die Gesuchstellerin oder der Gesuchsteller weist nach, dass:

- a. die betroffene Person in die Bekanntgabe ihrer Daten eingewilligt hat; oder
- b. sie oder er über eine Bewilligung der zuständigen Ethikkommission nach Artikel 45 HFG verfügt.

<sup>31</sup> SR 831.10

<sup>32</sup> SR 810.30



## 6. Abschnitt: Technische Bestimmungen zur Personendosimetrie

### Art. 77

<sup>1</sup> Das EDI erlässt im Einvernehmen mit dem ENSI und nach Anhörung des Eidgenössischen Instituts für Metrologie (METAS) technische Bestimmungen zur Personendosimetrie.

<sup>2</sup> 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.

## 6. Kapitel: Radioaktives Material und Anlagen

### 1. Abschnitt: Kontroll- und Überwachungsbereiche

#### Art. 78 Grundsätze

<sup>1</sup> Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber richtet zur Begrenzung und Kontrolle der Strahlenexposition Kontroll- oder Überwachungsbereiche ein.

<sup>2</sup> Arbeiten mit radioaktivem Material über der Bewilligungsgrenze sind mit Ausnahme von geschlossenen radioaktiven Quellen innerhalb von Kontrollbereichen in Räumen durchzuführen, die als Arbeitsbereiche nach Artikel 81 ausgelegt sind.

<sup>3</sup> Für Räume und Orte innerhalb von Überwachungs- oder Kontrollbereichen, in denen Kontaminationen von Oberflächen oder der Raumluft oder erhöhte Ortsdosisleistungen auftreten können, kann die Aufsichtsbehörde eine Einteilung in Zonen nach Artikel 82 anordnen und auf die Einrichtung von Arbeitsbereichen verzichten.

#### Art. 79 Begrenzung der Ortsdosis

<sup>1</sup> Der Raum oder Bereich, in dem Anlagen betrieben werden oder mit radioaktivem Material umgegangen wird, ist so zu konzipieren oder abzuschirmen, dass keine Grenzwerte überschritten werden.

<sup>2</sup> An Orten, die ausserhalb von Kontroll- und Überwachungsbereichen liegen und an denen sich Personen aus der Bevölkerung dauernd aufhalten können, darf die Ortsdosis 0,02 mSv in einer Woche nicht überschreiten. An Orten, an denen sich Personen nicht dauernd aufhalten, kann dieser Wert bis zum Fünffachen überschritten werden.

<sup>3</sup> Handelt es sich bei Orten nach Absatz 2 um Arbeitsplätze, so darf die Ortsdosis entsprechend einer angenommenen arbeitsbedingten Anwesenheit von 40 Stunden pro Woche höher sein.

<sup>4</sup> Die Einwirkung mehrerer Strahlungsquellen auf einen zu schützenden Ort muss berücksichtigt werden.

<sup>5</sup> Das EDI legt im Einvernehmen mit dem ENSI Richtwerte für die Ortsdosis innerhalb und ausserhalb von Kontroll- und Überwachungsbereichen fest.

## 2. Abschnitt: Kontrollbereiche

### Art. 80 Begriff

<sup>1</sup> Kontrollbereiche sind Bereiche, die zum Schutz vor Exposition gegenüber ionisierender Strahlung sowie zur Verhinderung der Ausbreitung einer Kontamination besonderen Anforderungen unterliegen. Im Aufsichtsbereich des ENSI kann für Kontrollbereiche weiterhin der Begriff «kontrollierte Zone» verwendet werden.

<sup>2</sup> Als Kontrollbereich einzurichten sind:

- a. Arbeitsbereiche nach Artikel 81;
- b. Zonentypen I–IV nach Anhang 10;
- c. Bereiche, in denen die Luftkontamination über 0,05 CA nach Anhang 3 Spalte 11 oder die Oberflächenkontamination über 1 CS nach Anhang 3 Spalte 12 liegen kann.

<sup>3</sup> Die Aufsichtsbehörde kann die Einrichtung weiterer Bereiche als Kontrollbereiche verlangen, wenn dies aus organisatorischen Gründen sinnvoll ist.

<sup>4</sup> Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss dafür sorgen, dass nur berechtigten Personen der Zutritt zu Kontrollbereichen möglich ist.

<sup>5</sup> Kontrollbereiche sind deutlich zu begrenzen und nach Anhang 8 zu kennzeichnen.

<sup>6</sup> Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss die Einhaltung der Richtwerte für Ortsdosisleistungen, Kontaminationen und Raumluftaktivitätskonzentrationen sowie die Einhaltung der Schutzmassnahmen und Sicherheitsvorkehrungen innerhalb von Kontrollbereichen überwachen.

### Art. 81 Arbeitsbereiche

<sup>1</sup> Arbeitsbereiche sind innerhalb eines Kontrollbereichs in separaten, nur für diese Zwecke vorgesehenen Räumen einzurichten.

<sup>2</sup> Sie werden aufgrund der Aktivität radioaktiver Materialien, mit der pro Arbeitsgang umgegangen oder die pro Tag umgesetzt wird, in die folgenden Typen eingestuft:

- a. Typ C: eine Aktivität von 1–100 Bewilligungsgrenzen;
- b. Typ B: eine Aktivität von 1–10 000 Bewilligungsgrenzen;
- c. Typ A: eine Aktivität von 1 Bewilligungsgrenze bis zu einer oberen Grenze, die im Bewilligungsverfahren festgelegt wird.

<sup>3</sup> Die Aufsichtsbehörde kann zur Lagerung radioaktiver Materialien in Arbeitsbereichen die Werte nach Absatz 2 um einen Faktor bis 100 erhöhen.

<sup>4</sup> Sie kann Ausnahmen von Absatz 1 gestatten, wenn betriebstechnische Gründe vorliegen und der Strahlenschutz gewährleistet bleibt.

<sup>5</sup> Sie kann in Ausnahmefällen für Handhabungen mit geringen Inkorporationsrisiken die Werte nach Absatz 2 um einen Faktor bis 10 erhöhen, sofern der Strahlenschutz gewährleistet bleibt.

<sup>6</sup> Sie kann im Einzelfall und unter Berücksichtigung des Inkorporationsrisikos Arbeitsbereiche einem anderen Typ als nach Absatz 2 zuordnen, sofern darin ausschliesslich Arbeiten mit geringer Inhalationsgefahr ausgeführt werden.

<sup>7</sup> Das EDI erlässt im Einvernehmen mit dem ENSI die erforderlichen Vorschriften über Schutzmassnahmen.

#### **Art. 82**            Zonen

<sup>1</sup> Zonen werden je nach vorhandenem oder zu erwartendem Kontaminationsgrad in Zonentypen nach Anhang 10 eingeteilt.

<sup>2</sup> Innerhalb von Zonen mit erhöhter Ortsdosisleistung sind zur Planung und Regulierung der Personendosen Gebiete mit maximal zulässigen Ortsdosisleistungen nach Anhang 10 einzurichten und zu bezeichnen.

<sup>3</sup> Die Aufsichtsbehörde kann in Einzelfällen andere Zonen- und Gebietstypen zulassen, wenn der Strahlenschutz gleich gut oder besser gewährleistet ist.

<sup>4</sup> Das EDI erlässt im Einvernehmen mit dem ENSI Vorschriften über Schutzmassnahmen für die verschiedenen Zonen- und Gebietstypen.

#### **Art. 83**            Behandlung nach der Einstellung der Arbeiten

<sup>1</sup> Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss für Kontrollbereiche, in denen der Umgang mit radioaktivem Material eingestellt wird, und nötigenfalls auch für die Umgebung solcher Bereiche mit allen Installationen und dem dort verbleibenden Material sicherstellen, dass die Freimesskriterien nach Artikel 106 eingehalten und die Immissionsgrenzwerte nach Artikel 24 nicht überschritten werden.

<sup>2</sup> Sie oder er muss der Aufsichtsbehörde nachweisen, dass der Pflicht nach Absatz 1 nachgekommen wird.

<sup>3</sup> Sie oder er darf die betroffenen Kontrollbereiche nur nach Zustimmung durch die Aufsichtsbehörde zu anderen Zwecken verwenden.

#### **Art. 84**            Richtwerte für Kontaminationen

<sup>1</sup> Verlassen Personen Kontrollbereiche oder werden Materialien aus diesen herausgenommen, so muss zuvor sichergestellt werden, dass der Richtwert nach Anhang 3 Spalte 12 für die Oberflächenkontamination nicht überschritten ist. Für die Befreiung von Materialien gelten die Anforderungen nach Artikel 106.

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> 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.

### 3. Abschnitt: Überwachungsbereiche

#### Art. 85

<sup>1</sup> Überwachungsbereiche sind Bereiche, die zum Schutz vor Exposition durch ionisierende Strahlung durch den Betrieb von Anlagen oder durch die Handhabung von geschlossenen radioaktiven Quellen besonderen Anforderungen unterliegen.

<sup>2</sup> Als Überwachungsbereiche einzurichten sind:

- a. Räume und angrenzende Bereiche, in denen Anlagen ohne Voll- oder Teilschutzeinrichtung betrieben werden;
- b. Zonen des Typs 0 nach Anhang 10;
- c. Bereiche, in denen Personen durch externe Strahlenexposition eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv pro Kalenderjahr akkumulieren können.

<sup>3</sup> Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss dafür sorgen, dass, wenn während des Betriebs von Anlagen oder der Handhabung mit geschlossenen radioaktiven Quellen erhöhte Ortsdosisleistungen auftreten, sich in Überwachungsbereichen nur berechnigte Personen aufhalten können.

<sup>4</sup> Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss die Einhaltung der Richtwerte für Ortsdosisleistungen sowie die Einhaltung der Schutzmassnahmen und Sicherheitsvorkehrungen innerhalb von Überwachungsbereichen überwachen.

<sup>5</sup> Überwachungsbereiche sind nach Anhang 8 zu kennzeichnen.

<sup>6</sup> Für beruflich strahlenexponiertes Flugpersonal ist die Einrichtung von Überwachungsbereichen nicht erforderlich.

<sup>7</sup> In Räumen, in denen ausschliesslich zahnärztliche Kleinröntgenanlagen betrieben werden, ist die Einrichtung von Überwachungsbereichen nicht erforderlich.

### 4. Abschnitt: Pflichten beim Umgang mit Strahlungsquellen

#### Art. 86 Inventar-, Buchführungs- und Berichterstattungspflicht

<sup>1</sup> Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber müssen beim Umgang mit geschlossenen radioaktiven Quellen ein Inventar führen.

<sup>2</sup> Sie müssen über den Einkauf, die Verwendung, die Weitergabe und die Entsorgung radioaktiver Materialien Buch führen.

<sup>3</sup> Sie müssen der Aufsichtsbehörde jährlich Bericht über den Handel mit Strahlungsquellen 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 Quellen enthalten, mit Angabe der Radionuklide und ihrer Aktivität sowie das Datum der Aktivitätsbestimmung;
- c. die Bezeichnung der Anlagen und deren Parameter;
- d. die Adressen und Bewilligungsnummern der inländischen Bezügerinnen und Bezüger.

<sup>4</sup> Die Bewilligungsbehörde kann in der Bewilligung zusätzliche Buchführungs- und Berichterstattungspflichten vorsehen.

#### **Art. 87** Weitergabe

Inhaberinnen und Inhaber bewilligungspflichtiger Strahlungsquellen dürfen diese nur an Betriebe oder Personen abgeben, die über die erforderliche Bewilligung verfügen.

#### **Art. 88** Anforderungen an den Umgang mit und den Standort von Strahlungsquellen

Das EDI regelt im Einvernehmen mit dem ENSI die Anforderungen an den Umgang mit und den Standort von Strahlungsquellen. Insbesondere legt es fest:

- a. die baulichen Massnahmen und die Grundlagen ihrer Berechnung;
- b. die Anforderungen an Bestrahlungs-, Applikations- und Ruheräume sowie an 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 Materialien.

### **5. Abschnitt: Messmittel**

#### **Art. 89** Messmittel für ionisierende Strahlung

<sup>1</sup> Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber müssen dafür sorgen, dass der Betrieb über die notwendige Anzahl an geeigneten Messmitteln für ionisierende Strahlung verfügt.

<sup>2</sup> In Räumen oder Bereichen, in denen mit Strahlungsquellen umgegangen oder solche betrieben werden und eine entsprechende Gefährdung vorliegt, müssen jederzeit geeignete Messmittel für ionisierende Strahlung für Dosisleistungs-, Oberflächen- und Luftkontaminationskontrollen zur Verfügung stehen.

#### **Art. 90** Anforderungen an Messmittel für ionisierende Strahlung

Messmittel für ionisierende Strahlung unterstehen der Messmittelverordnung vom 15. Februar 2006<sup>33</sup> und den im Einvernehmen mit dem EDI und dem Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) erlassenen Ausführungsbestimmungen des Eidgenössischen Justiz- und Polizeidepartements (EJPD).

#### **Art. 91** Anforderungen an die Verwendung von Messmitteln für ionisierende Strahlung

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 die Verwendung von Messmitteln für ionisierende Strahlung.

#### **Art. 92** Pflichten der Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber

<sup>1</sup> Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber müssen Messmittel für ionisierende Strahlung in angemessenen Zeitabständen mit geeigneten Strahlungsquellen auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüfen.

<sup>2</sup> Die Aufsichtsbehörde kann die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber verpflichten, an Vergleichsmessungen teilzunehmen.

## **6. Abschnitt: Bauart und Kennzeichnung geschlossener radioaktiver Quellen**

#### **Art. 93** Bauart

<sup>1</sup> Geschlossene radioaktive Quellen müssen beim Inverkehrbringen bezüglich Bauart dem Stand der Technik entsprechen.

<sup>2</sup> Für geschlossene radioaktive Quellen sind Radionuklide in einer chemisch möglichst stabilen Form zu wählen.

<sup>3</sup> 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.

<sup>33</sup> SR 941.210

**Art. 94** Kennzeichnung

<sup>1</sup> Geschlossene radioaktive Quellen und deren Behälter sind so zu kennzeichnen, dass die Identifikation der Quelle jederzeit möglich ist.

<sup>2</sup> Die Herstellerin oder der Hersteller sowie die Lieferantin oder der Lieferant einer geschlossenen hoch radioaktiven Quelle nach Artikel 96 müssen sicherstellen, dass diese durch eine eindeutige Nummer identifiziert werden kann. Diese Nummer muss auf der Quelle und auf dem Quellenbehälter eingraviert oder eingepreßt werden.

<sup>3</sup> Aus der Kennzeichnung müssen Radionuklid, Aktivität, Herstellungs- und Messdatum und gegebenenfalls die Klassifikation nach ISO-Norm 2919<sup>34</sup> ersichtlich oder ableitbar sein.

<sup>4</sup> Die Aufsichtsbehörde kann Ausnahmen von den Absätzen 1–3 gewähren, wenn sich keine Kennzeichnung anbringen lässt oder wenn wiederverwendbare Quellenbehälter verwendet werden.

**Art. 95** Weitere Anforderungen an das Inverkehrbringen

<sup>1</sup> Jede geschlossene radioaktive Quelle muss vor dem Inverkehrbringen auf Dichtigkeit und Kontaminationsfreiheit geprüft werden. Diese Prüfung hat durch eine für diese Tätigkeit akkreditierte oder von der Aufsichtsbehörde anerkannte Stelle zu geschehen.

<sup>2</sup> Die Querkapselung geschlossener radioaktiver Quellen, deren Aktivität oberhalb des hundertfachen Werts der Bewilligungsgrenze liegt, muss für die vorgesehene Anwendung den Anforderungen der ISO-Norm 2919<sup>35</sup> genügen und entsprechend klassifiziert sein.

<sup>3</sup> Die Aufsichtsbehörde kann in begründeten Fällen Ausnahmen von den Absätzen 1 und 2 zulassen oder zusätzliche Qualitätsprüfungen verlangen.

**7. Abschnitt: Geschlossene hoch radioaktive Quellen****Art. 96** Begriff

Eine geschlossene hoch radioaktive Quelle ist eine geschlossene radioaktive Quelle, deren Aktivität grösser ist als der Aktivitätswert nach Anhang 9.

<sup>34</sup> 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 Bezahlung bezogen werden bei der Schweizerischen Normen-Vereinigung (SNV), Sulzerallee 70, 8404 Winterthur; [www.snv.ch](http://www.snv.ch).

<sup>35</sup> 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 Bezahlung bezogen werden bei der Schweizerischen Normen-Vereinigung (SNV), Sulzerallee 70, 8404 Winterthur; [www.snv.ch](http://www.snv.ch).

**Art. 97**      Inventar

<sup>1</sup> Die Bewilligungsbehörde führt ein Inventar der Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber sowie der in ihrem Besitz befindlichen geschlossenen hoch radioaktiven Quellen.

<sup>2</sup> Das Inventar umfasst:

- 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.

<sup>3</sup> Die Bewilligungsbehörde führt das Inventar laufend nach.

**Art. 98**      Anforderungen

<sup>1</sup> Die Gesuchstellerin oder der Gesuchsteller muss vor Erteilung einer Bewilligung für den Umgang mit geschlossenen hoch radioaktiven Quellen nachweisen, dass für eine spätere Entsorgung die entsprechende Vorsorge getroffen ist.

<sup>2</sup> Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber prüft mindestens einmal jährlich, ob sich jede geschlossene hoch radioaktive Quelle und gegebenenfalls der Schutzbehälter, der die Quelle enthält, in gutem Zustand ist und sich tatsächlich am Verwendungs- bzw. Lagerungsort befindet. Sie oder er meldet das Ergebnis der Überprüfung der Bewilligungsbehörde.

**Art. 99**      Sicherheit und Sicherung

<sup>1</sup> 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 Quelle durch Brand verhindern sollen, und dokumentiert die Massnahmen und Verfahren.

<sup>2</sup> Das EDI legt im Einvernehmen mit dem ENSI die Grundsätze für die baulichen, technischen, organisatorischen und administrativen Anforderungen an die Sicherheits- und Sicherungsmassnahmen fest.

**8. Abschnitt: Qualitätssichernde Massnahmen****Art. 100**

<sup>1</sup> Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss dafür sorgen, dass Strahlungsquellen:

- a. vor der ersten Anwendung einer Prüfung unterzogen werden;



b. regelmässig überprüft und gewartet werden.

<sup>2</sup> Absatz 1 gilt auch für dazugehörige medizinische Bildempfangssysteme, Bildwiedergabe- und Bilddokumentationsgeräte, nuklearmedizinische Untersuchungssysteme sowie Aktivimeter.

<sup>3</sup> Das EDI kann im Einvernehmen mit dem ENSI den Mindestumfang und die Periodizität der Prüfung, den Mindestumfang des Qualitätssicherungsprogramms sowie die Anforderungen an die durchführenden Stellen festlegen. Es berücksichtigt dabei nationale und internationale Qualitätssicherungsnormen.

## **9. Abschnitt: Transport sowie Ein-, Aus- und Durchfuhr von radioaktivem Material**

### **Art. 101**      Transport ausserhalb des Betriebsareals

<sup>1</sup> Wer radioaktives Material 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.

<sup>2</sup> Die Versenderinnen und Versender und die Transporteurinnen und Transporteure von radioaktivem Material müssen:

- a. vorgängig je 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.

<sup>3</sup> Verfügen die Versenderinnen und die Versender und die Transporteurinnen und die Transporteure über ein von einer akkreditierten Stelle zertifiziertes Qualitätssicherungssystem für den Transport von radioaktivem Material, so gilt die Vermutung, dass sie ein angemessenes Qualitätssicherungsprogramm anwenden.

<sup>4</sup> Die Versenderinnen und Versender müssen überprüfen, ob die von ihnen beauftragte Transporteurin oder der von ihnen beauftragte Transporteur, wenn erforderlich, eine Bewilligung für den Transport von radioaktivem Material besitzt.

### **Art. 102**      Transport innerhalb des Betriebsareals

Das EDI legt im Einvernehmen mit dem ENSI die Anforderungen an den Transport von radioaktivem Material innerhalb des Betriebsareals fest.

### **Art. 103**      Ein-, Aus- und Durchfuhr

<sup>1</sup> Radioaktives Material darf nur über die von der Oberzolldirektion bezeichneten Zollstellen ein-, aus- oder durchgeführt werden.

<sup>2</sup> 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<sup>36</sup>;
- d. die Nummer der Bewilligung der Empfängerin oder des Empfängers (bei Einfuhr) oder der Absenderin oder des Absenders (bei Ausfuhr) in der Schweiz.

<sup>3</sup> Die Einlagerin oder der Einlagerer muss für jede einzelne Einlagerung von radioaktivem Material in ein offenes Zolllager oder in ein Zollfreilager der Zollstelle eine Bewilligung nach Artikel 28 StSG vorlegen.

<sup>4</sup> Die Bewilligungsbehörde kann verlangen, dass für jede Ein-, Aus- und Durchfuhr geschlossener hoch radioaktiver Quellen eine separate Bewilligung beantragt werden muss.

## 10. Abschnitt: Herrenlose radioaktive Materialien

### Art. 104

<sup>1</sup> Besteht eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, dass in Materialien zur Verwertung oder in Abfällen herrenlose radioaktive Materialien enthalten sind, so sind die Betriebe verpflichtet, diese Materialien oder Abfälle im Rahmen der Bewirtschaftung oder der Bereitstellung für eine Ausfuhr mit geeigneten Überwachungsverfahren auf das Vorhandensein herrenloser radioaktiver Materialien zu überprüfen und bei Auffinden solcher Materialien an geeigneter Stelle zu sichern. Dies gilt insbesondere für:

- a. Betriebe, in denen Siedlungsabfälle oder Abfälle vergleichbarer Zusammensetzung verbrannt werden;
- b. Betriebe, die Metallschrott verwerten;
- c. Betriebe, die Metallschrott für die Ausfuhr bereitstellen.

<sup>2</sup> Die Pflichten der betroffenen Betriebe werden in der Bewilligung präzisiert.

## 11. Abschnitt: Befreiung

### Art. 105 Befreiung von der Bewilligungspflicht und der Aufsicht

Von der Bewilligungspflicht und der Aufsicht befreit wird der Umgang mit:

- a. Material, das nach den Artikeln 111–116 an die Umwelt abgegeben wurde;

<sup>36</sup> Bq = Becquerel

- b. Material, das nach der Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994<sup>37</sup> befreit oder an die Umwelt abgegeben wurde;
- c. Material aus einer bewilligungspflichtigen Tätigkeit, das nach Artikel 106 befreit wurde;
- d. NORM, die nach Artikel 169 an die Umwelt abgegeben wurden.

**Art. 106** Freimessung und andere Methoden zur Befreiung

<sup>1</sup> Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber kann den Umgang mit Material von der Bewilligungspflicht und der Aufsicht befreien, wenn sie oder er durch eine Messung nachweist (Freimessung), dass:

- a. die maximale Ortsdosisleistung im Abstand von 10 cm von der Oberfläche nach Abzug der natürlichen Strahlung unter 0,1  $\mu\text{Sv/h}$  liegt; und
- b. eine der folgenden Voraussetzungen erfüllt ist:
  - 1. die spezifische Aktivität liegt unter der Befreiungsgrenze,
  - 2. die absolute Aktivität ist kleiner als die Aktivität von 1 kg eines Materials, dessen spezifische Aktivität der Befreiungsgrenze entspricht.

<sup>2</sup> Falls sich Personen bei der Handhabung von freigemessenem Material nach Absatz 1 kontaminieren können, muss zusätzlich durch eine Messung sichergestellt werden, dass der Richtwert für Oberflächenkontamination nach Anhang 3 Spalte 12 eingehalten wird.

<sup>3</sup> Für die Mittelung der nach den Absätzen 1 und 2 gemessenen Werte zur Sicherstellung der Unterschreitung der Befreiungsgrenze oder der Richtwerte für Oberflächenkontamination nach Anhang 3 Spalte 12 sind folgende Grössen einzuhalten:

- a. für die Messung der Aktivität: 100 kg;
- b. für die Messung der Oberflächenkontamination: 100  $\text{cm}^2$ .

<sup>4</sup> Die Aufsichtsbehörde kann in begründeten Fällen höheren Werten als den in Absatz 3 festgelegten zustimmen.

<sup>5</sup> Der Umgang mit festem oder flüssigem Material kann ohne messtechnische Bestimmung der Aktivität befreit werden, wenn:

- a. die maximale Ortsdosisleistung im Abstand von 10 cm von der Oberfläche nach Abzug der natürlichen Strahlung unter 0,1  $\mu\text{Sv/h}$  liegt;
- b. Absatz 2 eingehalten ist; und
- c. eine der folgenden Voraussetzungen erfüllt ist:
  - 1. die Unterschreitung der Befreiungsgrenze kann durch eine Bilanzierung der eingesetzten Materialien oder durch den Ausschluss einer Aktivierung nachgewiesen werden,

<sup>37</sup> [AS 1994 1947, 1995 4959 Ziff. II 2, 1996 2129, 2000 107 934 2894, 2001 3294 Ziff. II 7, 2005 601 Anhang 7 Ziff. 3 2885 Anhang Ziff. 7, 2007 1469 Anhang 4 Ziff. 44 5651, 2008 3153 Art. 10 Ziff. 2 5747 Anhang Ziff. 22, 2010 5191 Art. 20 Ziff. 4 5395 Anhang 2 Ziff. II 3, 2011 5227 Ziff. I 2.7, 2012 7065 Ziff. I 5 7157, 2013 3041 Ziff. I 5 3407 Anhang 6 Ziff. 3]

2. die Aufsichtsbehörde hat den Modellen und Berechnungen zum Nachweis der Unterschreitung der Befreiungsgrenze zugestimmt.

<sup>6</sup> Die Aufsichtsbehörde kann die Voraussetzungen festlegen, unter denen ihr die Resultate einer Freimessung vor der Befreiung der Materialien zu melden sind.

#### **Art. 107**      Verbot von Mischungen

Mischungen von radioaktiven Materialien mit sonstigen Materialien zum Zweck, den Umgang mit diesen nicht der Bewilligungspflicht und der Aufsicht zu unterstellen, sind nicht zulässig. Vorbehalten bleiben die Artikel 111–116 und 169.

## **7. Kapitel: Radioaktive Abfälle**

### **1. Abschnitt: Grundsätze**

#### **Art. 108**      Begriff

Radioaktive Abfälle sind radioaktive Materialien, die nicht weiter verwendet werden und nicht nur NORM enthalten.

#### **Art. 109**      Weiterverwendung

<sup>1</sup> Als Weiterverwendung gilt eine konkret geplante Nutzung eines radioaktiven Materials innerhalb einer bewilligten Tätigkeit, die innerhalb von drei Jahren seit der letzten Verwendung aufgenommen wird. Die Aufsichtsbehörde kann einer Verlängerung der Frist zustimmen.

<sup>2</sup> Die Aufsichtsbehörde kann verlangen, dass ein radioaktives Material einer Weiterverwendung zugeführt wird.

#### **Art. 110**      Kontrolle und Dokumentation

Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber müssen:

- a. ihre Bestände an radioaktiven Abfällen kontrollieren;
- b. die für die weitere Behandlung massgebenden Aktivitäten und die Zusammensetzung dokumentieren;
- c. über die an die Umwelt abgegebenen radioaktiven Abfälle Buch führen.

### **2. Abschnitt: Abgabe an die Umwelt**

#### **Art. 111**      Grundsätze

<sup>1</sup> Als Abgabe an die Umwelt gelten insbesondere die Ablagerung auf einer Deponie, die Entsorgung im Hausmüll, die Abgabe über Abluft und Abwasser, die Verbrennung, die Verwertung oder die Abgabe an eine Recyclingstelle.

<sup>2</sup> Es dürfen nur radioaktive Abfälle mit geringer Aktivität an die Umwelt abgegeben werden.

<sup>3</sup> Radioaktive Abfälle dürfen nur mit einer Bewilligung und unter Kontrolle durch die Bewilligungsinhaberin oder den Bewilligungsinhaber an die Umwelt abgegeben werden.

<sup>4</sup> Sie dürfen durch die Bewilligungsinhaberin oder den Bewilligungsinhaber ohne Zustimmung der Bewilligungsbehörde und ohne spezifische Bewilligung nach Artikel 112 Absatz 2 an die Umwelt abgegeben werden, wenn:

- a. die maximale Ortsdosisleistung im Abstand von 10 cm von der Oberfläche nach Abzug der natürlichen Strahlung unter 0,1  $\mu\text{Sv/h}$  liegt;
- b. die Anforderung nach Artikel 106 Absatz 2 erfüllt ist; und
- c. pro Woche und Bewilligung die Gesamtaktivität nicht grösser ist als die Aktivität von 10 kg eines Materials, dessen spezifische Aktivität der Befreiungsgrenze entspricht.

<sup>5</sup> Vor der Abgabe radioaktiver Abfälle müssen Etiketten, Gefahrenzeichen oder sonstige Aufschriften, die auf Radioaktivität hinweisen, entfernt werden.

#### **Art. 112** Abgabe über Abluft und Abwasser

<sup>1</sup> Luftgetragene und flüssige radioaktive Stoffe dürfen über die Abluft an die Atmosphäre beziehungsweise über das Abwasser an Oberflächengewässer abgegeben werden.

<sup>2</sup> Die Bewilligungsbehörde legt im Einzelfall für jede Abgabestelle maximal zulässige Abgabegeraten und gegebenenfalls Abgabeaktivitätskonzentrationen fest.

<sup>3</sup> Sie legt die Abgabegeraten und die Abgabeaktivitätskonzentrationen so fest, dass der quellenbezogene Dosisrichtwert nach Artikel 13 Absatz 3 und die Immissionsgrenzwerte nach Artikel 24 nicht überschritten werden.

<sup>4</sup> Sie kann die Abgabeaktivitätskonzentration nach den Absätzen 2 und 3 bei der Einleitung in die Kanalisation um einen Faktor bis drei erhöhen, wenn sichergestellt werden kann, dass eine entsprechende Verdünnung bis zur Abgabe an ein öffentlich zugängliches Gewässer jederzeit gewährleistet ist.

#### **Art. 113** Kontrollmassnahmen

<sup>1</sup> Die Bewilligungsbehörde legt in der Bewilligung nach Artikel 112 Absätze 2–4 eine Emissionsüberwachung fest. Sie kann in der Bewilligung eine Meldepflicht vorsehen.

<sup>2</sup> Die Immissionsüberwachung richtet sich nach Artikel 191.

<sup>3</sup> 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.

<sup>4</sup> Die Aufsichtsbehörde kann verlangen, dass vor der Betriebsaufnahme meteorologische Gutachten erstellt und Nullpegelmessungen durchgeführt werden.

<sup>5</sup> Die BewilligungsinhaberIn oder der BewilligungsinhaberIn kann mit Zustimmung der Aufsichtsbehörde für Überwachungsmessungen externe Stellen beiziehen.

**Art. 114** Ablagerung mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde

<sup>1</sup> Radioaktive Abfälle können mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde im Einzelfall an eine Deponie zur Ablagerung abgegeben werden, wenn:

- a. unter Berücksichtigung sonstiger in der Deponie vorhandener Materialien die Befreiungsgrenze insgesamt unterschritten ist; oder
- b. durch die Abgabe zu keiner Zeit eine effektive Dosis von 10  $\mu\text{Sv}$  pro Kalenderjahr akkumuliert werden kann.

<sup>2</sup> Das BAG überwacht im Rahmen des Probenahme- und Messprogramms nach Artikel 193 die Einhaltung der zulässigen effektiven Dosis.

<sup>3</sup> Die spezifische Aktivität der radioaktiven Abfälle darf bei einer Abgabe das Hundertfache der Befreiungsgrenze und für Abfälle mit künstlichem Radium das Tausendfache der Befreiungsgrenze nicht überschreiten.

<sup>4</sup> Für die Abgabe von radioaktiven Abfällen mit technisch angereichertem Radium müssen zusätzlich die folgenden Voraussetzungen erfüllt sein:

- a. Die Abfälle sind vor dem 1. Oktober 1994 entstanden.
- b. Eine Entsorgung über die üblichen Entsorgungskanäle wäre nicht oder nur mit einem unverhältnismässigen Aufwand möglich.
- c. Eine Entfernung stellt gesamthaft für Mensch und Umwelt eine wesentlich bessere Lösung dar als die Beibehaltung des bestehenden Zustands.

**Art. 115** Verwertung mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde

Die Bewilligungsbehörde kann Bedingungen für die Verwertung von radioaktiven Abfällen, insbesondere Metallen, mit einer spezifischen Aktivität von maximal dem Zehnfachen der Befreiungsgrenze festlegen, wenn sichergestellt werden kann, dass die nach der geplanten Verwertung anfallenden Materialien die Befreiungsgrenze unterschreiten.

**Art. 116** Verbrennung mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde

<sup>1</sup> Brennbare radioaktive Abfälle können mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde in Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen nach der Abfallverordnung vom 4. Dezember 2015<sup>38</sup> verbrannt werden, wenn:

- a. durch eine Überwachung der Aktivitätskonzentration oder eine Berechnung der möglichen Kontamination der Verbrennungsrückstände die Einhaltung der Befreiungsgrenze nachgewiesen werden kann;
- b. die radioaktiven Abfälle nur die Radionuklide H-3 oder C-14 enthalten; und

<sup>38</sup> SR 814.600

- c. die wöchentlich zur Verbrennung zugelassene Aktivität das Tausendfache der Bewilligungsgrenze nicht überschreitet.

<sup>2</sup> In begründeten Fällen kann die Bewilligungsbehörde der Verbrennung brennbarer radioaktiver Abfälle zustimmen, die andere Radionuklide als diejenigen nach Absatz 1 Buchstabe b enthalten.

### 3. Abschnitt: Behandlung radioaktiver Abfälle

#### Art. 117 Abklinglagerung

<sup>1</sup> 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 so weit abgeklungen ist, dass sie nach Artikel 106 freigemessen oder im Rahmen der bewilligten Abgaberate nach Artikel 112 Absatz 2 abgegeben werden können.

<sup>2</sup> Radioaktive Abfälle, deren Aktivität aufgrund des radioaktiven Zerfalls spätestens 30 Jahre nach dem Ende der Verwendung des ursprünglichen Materials so weit abgeklungen ist, dass sie nach Artikel 106 freigemessen oder nach Artikel 115 verwertet werden können, müssen bis zum Erreichen dieses Zeitpunktes gelagert werden, wenn keine gesamthaft günstigere Alternative für Mensch und Umwelt zur Verfügung steht. Sie sind von den radioaktiven Abfällen, welche diese Voraussetzung nicht erfüllen, zu trennen.

<sup>3</sup> Die Abfälle nach den Absätzen 1 und 2 sind während der Abklingzeit:

- a. so zu verpacken und zu lagern, 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 Befreiung Auskunft gibt.

<sup>4</sup> Vor der Befreiung muss sichergestellt werden, dass Artikel 106 beziehungsweise 112 oder 115 eingehalten wird.

<sup>5</sup> Die Bewilligungsbehörde legt die technischen Anforderungen für Abklinglager und die damit im Zusammenhang stehenden Tätigkeiten fest.<sup>39</sup>

#### Art. 118 Gase, Staub, Aerosole und Flüssigkeiten

<sup>1</sup> Radioaktive Abfälle in Form von Gasen, von Staub oder von Aerosolen, die nicht an die Umwelt abgegeben werden dürfen, sind durch geeignete technische Vorrichtungen zurückzuhalten.

<sup>2</sup> Flüssige radioaktive Abfälle, die nicht an die Umwelt abgegeben werden dürfen, sind in eine chemisch stabile, feste Form zu überführen.

<sup>39</sup> Eingefügt durch Ziff. II der V vom 7. Dez. 2018, in Kraft seit 1. Febr. 2019 (AS 2019 183).

<sup>3</sup> Die Aufsichtsbehörde kann Ausnahmen von den Absätzen 1 und 2 oder zusätzliche Behandlungsmöglichkeiten zulassen, sofern damit für Mensch und Umwelt eine bessere Alternative realisiert werden kann.

#### **4. Abschnitt: Ablieferung radioaktiver Abfälle**

##### **Art. 119** Ablieferungspflichtige radioaktive Abfälle

<sup>1</sup> Radioaktive Abfälle, die nicht als Folge der Nutzung von Kernenergie entstehen, müssen nach ihrer allfälligen Behandlung nach Artikel 118 an die Sammelstelle des Bundes abgeliefert werden.

<sup>2</sup> Von einer Ablieferung an die Sammelstelle des Bundes sind ausgenommen:

- a. radioaktive Abfälle, die an die Umwelt abgegeben werden dürfen;
- b. radioaktive Abfälle mit kurzer Halbwertszeit nach Artikel 117.

<sup>3</sup> Das EDI regelt die technischen Einzelheiten für die Behandlung der ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle bis zu ihrer Entgegennahme durch die Sammelstelle des Bundes.

##### **Art. 120** Bezeichnung und Aufgaben der Sammelstelle des Bundes

<sup>1</sup> Die Sammelstelle des Bundes wird vom Paul-Scherrer-Institut (PSI) betrieben.

<sup>2</sup> Das PSI nimmt die ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle entgegen und sorgt für die Stapelung, die Behandlung und die Zwischenlagerung.

##### **Art. 121** 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.

## **8. Kapitel: Störfälle**

### **1. Abschnitt: Begriff**

#### **Art. 122**

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 geführt hat oder hätte führen können.

## 2. Abschnitt: Vorsorge

### Art. 123 Auslegung von Betrieben

<sup>1</sup> Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber muss geeignete Massnahmen zur Vermeidung von Störfällen treffen.

<sup>2</sup> 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 zwischen  $10^{-1}$  und  $10^{-2}$  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 zwischen  $10^{-2}$  und  $10^{-4}$  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 zwischen  $10^{-4}$  und  $10^{-6}$  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.

<sup>3</sup> Der Betrieb muss so ausgelegt sein, dass nur wenige Störfälle nach Absatz 2 Buchstaben c oder d auftreten können.

<sup>4</sup> 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.

<sup>5</sup> Sie legt im Einzelfall die Methodik und die Randbedingungen für die Störfallanalyse sowie für die Einordnung der Störfälle in die Häufigkeitskategorien nach Absatz 2 Buchstaben b–d fest. Die effektive Dosis oder die Organ-Äquivalentdosen durch störfallbedingte Bestrahlung von Personen sind mit den Beurteilungsgrössen und den Dosisfaktoren der Anhänge 3, 5 und 6 nach dem Stand von Wissenschaft und Technik zu ermitteln.

<sup>6</sup> 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. 124**      Sicherheitsbericht

<sup>1</sup> Die Aufsichtsbehörde kann von der Bewilligungsinhaberinnen oder vom Bewilligungsinhaber einen Sicherheitsbericht verlangen.

<sup>2</sup> 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 Störfällen und ihren Auswirkungen auf den Betrieb und die Umgebung sowie ihre ungefähre Häufigkeit;
- e. der Notfallschutzplanung für die Bevölkerung bei Betrieben nach Artikel 136.

<sup>3</sup> Die Aufsichtsbehörde kann weitere Unterlagen verlangen.

#### **Art. 125**      Vorsorgliche Massnahmen

<sup>1</sup> Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber müssen die notwendigen betriebsinternen Vorbereitungen treffen, damit Störfälle und deren Auswirkungen bewältigt werden können.

<sup>2</sup> Sie müssen Weisungen über die zu treffenden Sofortmassnahmen erlassen.

<sup>3</sup> Sie müssen dafür sorgen, dass für die Bewältigung von Störfällen und deren Auswirkungen jederzeit geeignete Mittel verfügbar sind; in Räumen, in denen mit radioaktiven Materialien umgegangen wird, gilt dies auch für die Brandbekämpfung.

<sup>4</sup> 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.

<sup>5</sup> Sie müssen durch geeignete Massnahmen dafür sorgen, dass für die Bewältigung von Störfällen und deren Auswirkungen die eingesetzten Personen im Einzelfall keine effektive Dosis von mehr als 50 mSv oder zur Rettung von Menschenleben von mehr als 250 mSv erhalten.

<sup>6</sup> Sie müssen die zuständigen kantonalen Stellen und Ereignisdienste über die in ihrem Betrieb vorhandenen radioaktiven Materialien informieren.

<sup>7</sup> Die Aufsichtsbehörde kann verlangen, dass die Meldewege, die Funktionstüchtigkeit der Mittel und die notwendige Kompetenz des Personals in Übungen überprüft werden. Sie kann selber Übungen durchführen.

### 3. Abschnitt: Bewältigung

**Art. 126** Sofortmassnahmen der Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber

<sup>1</sup> Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber müssen alle Anstrengungen unternehmen, um Störfälle und deren Auswirkungen zu bewältigen.

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> Sie müssen baldmöglichst:

- a. entstandene Kontaminationen beseitigen;
- b. jene Massnahmen treffen, die für eine Abklärung des Störfalls erforderlich sind.

**Art. 127** Meldepflichten der Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber

Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber müssen Störfälle wie folgt rechtzeitig melden:

- a. jeden Störfall: der Aufsichtsbehörde;
- b. Störfälle nach Artikel 122 Buchstabe b: zusätzlich der Nationalen Alarmzentrale (NAZ);
- c. Störfälle im Aufsichtsbereich der Suva: zusätzlich dem BAG;
- d. Störfälle, die zu einer Überschreitung des Dosisgrenzwerts für beruflich strahlenexponierte Personen in ihrem Betrieb führen: der Suva.

**Art. 128** Pflichten der Aufsichtsbehörde

<sup>1</sup> Die Aufsichtsbehörde beurteilt den Störfall. Im Aufsichtsbereich der Suva ist das BAG über die Beurteilung zu informieren.

<sup>2</sup> Die Aufsichtsbehörde leitet an die betroffenen Behörden diejenigen Informationen zu den Störfällen weiter, die für den Vollzug einer Aufgabe erforderlich sind.

<sup>3</sup> Das ENSI meldet der IAEO die Einstufung eines Störfalls nach der Internationalen Bewertungsskala für nukleare Ereignisse (INES)<sup>40</sup> ab der Stufe 2.

<sup>40</sup> Die Bewertungsskala kann eingesehen werden auf der Website des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI) unter: [www.ensi.ch](http://www.ensi.ch) > Notfallschutz INES-Stufen.

**Art. 129** Untersuchung und Berichterstattung der Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber

<sup>1</sup> Die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber müssen nach einem Störfall unverzüglich eine Untersuchung durchführen.

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> Die Bewilligungsinhaberin oder der Bewilligungsinhaber übergibt den Bericht spätestens sechs Wochen nach dem Störfall der Aufsichtsbehörde.

**Art. 130** 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. 131** Information über Störfälle

Die Aufsichtsbehörde sorgt dafür, dass die betroffenen Personen und Kantone sowie die Bevölkerung über Störfälle rechtzeitig informiert werden.

**3. Titel: Notfall-Expositionssituationen****1. Kapitel: Begriff und Referenzwerte****Art. 132** Begriff

Ein Notfall ist ein Störfall nach Artikel 122 oder ein anderes Ereignis mit erhöhter Radioaktivität, der oder das unmittelbare Massnahmen erfordert, um schwerwiegende nachteilige Folgen für die menschliche Gesundheit und Sicherheit, die Lebensgrundlagen und die Umwelt zu mindern oder abzuwehren.

**Art. 133** Referenzwerte für die Bevölkerung

<sup>1</sup> In Notfall-Expositionssituationen gilt für Personen aus der Bevölkerung ein Referenzwert von 100 mSv im ersten Jahr.

<sup>2</sup> Der für bevölkerungsschutzrelevante Ereignisse von nationaler Tragweite zuständige Bundesstab Bevölkerungsschutz (BSTB) nach Artikel 2 Absatz 1 der Verordnung vom 2. März 2018<sup>41</sup> über den Bundesstab Bevölkerungsschutz (VBSTB) kann dem Bundesrat situationsspezifisch einen tiefen Referenzwert beantragen.<sup>42</sup>

<sup>41</sup> SR 520.17

<sup>42</sup> Fassung gemäss Anhang 3 Ziff. II 4 der V vom 2. März 2018 über den Bundesstab Bevölkerungsschutz, in Kraft seit 1. April 2018 (AS 2018 1093).

**Art. 134** Referenzwerte für verpflichtete Personen

<sup>1</sup> In Notfall-Expositionssituationen gilt für verpflichtete Personen ein einsatzbedingter Referenzwert von 50 mSv pro Jahr.

<sup>2</sup> Der BSTB<sup>43</sup> kann beim Bundesrat situationsspezifisch tiefere Referenzwerte für bestimmte Tätigkeiten der verpflichteten Personen beantragen.

<sup>3</sup> Zur Rettung von Menschenleben, zur Vermeidung schwerer Gesundheitsschäden durch Strahlung oder um Katastrophen abzuwenden, gilt ein Referenzwert von 250 mSv pro Jahr.

**2. Kapitel: Vorbereitende Massnahmen****Art. 135** Umsetzung der Notfallvorsorge

<sup>1</sup> Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) ist, zusammen mit den zuständigen Stellen und den Kantonen, verantwortlich für die Erarbeitung des nationalen Notfallplans.

<sup>2</sup> Das BAG erarbeitet in Zusammenarbeit mit dem BABS die Strahlenschutzstrategie für den nationalen Notfallplan. Diese muss auf Referenzwerten basieren. Für Kernkraftwerkszenarien liefert das ENSI die notwendigen Grundlagen.

<sup>3</sup> Das BABS sorgt zusammen mit dem BAG für die Vorbereitungen der Probenahme- und Messorganisation nach Artikel 4a der Verordnung vom 17. Oktober 2007<sup>44</sup> über die Nationale Alarmzentrale (VNAZ).

<sup>4</sup> Das BAG ist verantwortlich für die Vorbereitung der zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung erforderlichen Massnahmen. Vorbehalten bleiben die Vorbereitungen zu den Schutzmassnahmen während der Akutphase nach der VBSTB<sup>45</sup>.

<sup>5</sup> Das BAG sorgt für den Erhalt des Wissens über die Behandlung stark bestrahlter Personen.

<sup>6</sup> Das BAG und das ENSI erarbeiten gemeinsam mit der NAZ die Methoden und Modelle für die Ermittlung der Strahlendosen.

**Art. 136** Vorbereitung von Notfallschutzmassnahmen in der Umgebung von Betrieben

<sup>1</sup> 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 Not-

<sup>43</sup> Ausdruck gemäss Anhang 3 Ziff. II 4 der V vom 2. März 2018 über den Bundesstab Bevölkerungsschutz, in Kraft seit 1. April 2018 (AS 2018 1093). Die Änd. wurde im ganzen Erlass berücksichtigt.

<sup>44</sup> SR 520.18

<sup>45</sup> SR 520.17. Ausdruck gemäss Anhang 3 Ziff. II 4 der V vom 2. März 2018 über den Bundesstab Bevölkerungsschutz, in Kraft seit 1. April 2018 (AS 2018 1093). Die Änd. wurde im ganzen Erlass berücksichtigt.

fallschutzmassnahmen in ihrer Umgebung beteiligen oder solche Massnahmen selber treffen müssen.

<sup>2</sup> Sie zieht bei der Vorbereitung von Notfallschutzmassnahmen die zuständigen kantonalen Stellen und Ereignisdienste bei und informiert sie über die getroffenen Massnahmen.

<sup>3</sup> Für die Warnung und Alarmierung sowie die Vorbereitung und Durchführung von Schutzmassnahmen für den Fall erhöhter Radioaktivität in der Umgebung von Kernanlagen gelten die Notfallschutzverordnung vom 20. Oktober 2010<sup>46</sup> sowie die Alarmierungs- und Sicherheitsfunkverordnung vom 18. August 2010<sup>47</sup>.

### 3. Kapitel: Bewältigung

#### Art. 137 Meldepflicht

Das BAG meldet der Weltgesundheitsorganisation (WHO) einen Notfall nach den Internationalen Gesundheitsvorschriften (2005) vom 23. Mai 2005<sup>48</sup>.

#### Art. 138 Informationspflicht

Die Aufsichtsbehörde sorgt für die rechtzeitige Information über Notfälle bei den betroffenen Personen im Betrieb, bei der Bevölkerung sowie bei den betroffenen Kantonen.

#### Art. 139 Ermittlung der Strahlendosen

<sup>1</sup> 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 VBSTB<sup>49</sup>.

<sup>2</sup> Für vereinfachte Dosisberechnungen gelten die Dosisfaktoren nach den Anhängen 5 und 6.

#### Art. 140 Führung in der Notfall-Expositionssituation

<sup>1</sup> Für die Führung in der Notfall-Expositionssituation ist der BSTB nach der VBSTB<sup>50</sup> zuständig. Er berücksichtigt dabei die Umsetzung der Notfallvorsorge nach Artikel 135.

<sup>2</sup> Im Ereignisfall setzt die NAZ die Probenahme- und Messorganisation nach Artikel 4a Absatz 4 VNAZ<sup>51</sup> ein.

<sup>46</sup> [AS 2010 5191, 2018 4335, AS 2018 4953 Anhang 5 Ziff. I]. Siehe heute: die V vom 14. Nov. 2018 (SR 732.33).

<sup>47</sup> SR 520.12

<sup>48</sup> SR 0.818.103

<sup>49</sup> SR 520.17

<sup>50</sup> SR 520.17

<sup>51</sup> SR 520.18

<sup>3</sup> Das BAG unterstützt die NAZ bei der Erarbeitung der Messprogramme.

<sup>4</sup> Es berät den BSTB bei der Anordnung von Massnahmen zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung.

**Art. 141** Übergang zur bestehenden oder geplanten Expositionssituation

Der BSTB stellt auf der Basis der radiologischen Lage dem Bundesrat Antrag auf Übergang von einer Notfall-Expositionssituation zu einer bestehenden oder geplanten Expositionssituation.

#### 4. Kapitel: Verpflichtete Personen

**Art. 142** Personengruppen

<sup>1</sup> In einer Notfall-Expositionssituation sind zu Aufgaben nach Artikel 20 Absatz 2 Buchstabe b StSG verpflichtet:

- a. Angehörige von Behörden und Verwaltungen;
- b. Angehörige von Polizei, Berufsfeuerwehr, sanitätsdienstlichem Rettungswesen, Zivilschutz und Armee;
- 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;
- h. Personen und Unternehmen, die unerlässliche öffentliche Dienste aufrechterhalten müssen.

<sup>2</sup> Zum Schutz von Angehörigen der Milizfeuerwehr sind die Artikel 134 und 143–146 anwendbar.

<sup>3</sup> Von Aufgaben nach Absatz 1 befreit sind Personen unter 18 Jahren und schwangere Frauen.

**Art. 143** Schutz der Gesundheit

<sup>1</sup> Die Strahlenexposition der verpflichteten Personen ist in angemessenen Zeitabständen und durch geeignete Messungen zu ermitteln.

<sup>2</sup> Hat eine verpflichtete Person eine effektive Dosis von mehr als 250 mSv erhalten, so ist sie unter ärztliche Kontrolle zu stellen.

<sup>3</sup> Die ärztlichen Kontrollen und Aufgaben bei einer Überschreitung richten sich nach Artikel 59 Absätze 2–5.

#### **Art. 144** Instruktion

<sup>1</sup> In einer Notfall-Expositionssituation müssen verpflichtete Personen instruiert werden. Das EDI legt in Einvernehmen mit dem ENSI und dem Eidgenössischen Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS) fest:

- a. die Instruktionsziele;
- b. die Tätigkeiten, welche die Personen aufgrund ihrer Instruktion im Strahlenschutz ausüben dürfen.

<sup>2</sup> Für die Instruktion sind die jeweiligen Behörden, Verwaltungen, Organisationen und Unternehmen verantwortlich.

#### **Art. 145** Ausrüstung

<sup>1</sup> Die verpflichteten Personen müssen über die erforderliche Ausrüstung zur Wahrnehmung ihrer Aufgaben und zum Schutz ihrer Gesundheit verfügen. Der BSTB nimmt bei der Ausrüstung eine koordinierende Funktion wahr.

<sup>2</sup> 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. 146** Versicherungsschutz und Entschädigung

<sup>1</sup> Bei erhöhter Radioaktivität sind die verpflichteten Personen gegen Unfall und Krankheit versichert.

<sup>2</sup> Gewährleisten die obligatorische Unfallversicherung und die bisherigen privaten Versicherungen keinen genügenden Versicherungsschutz, so garantiert der Bund die Leistungen entsprechend den Bestimmungen des Bundesgesetzes vom 19. Juni 1992<sup>52</sup> über die Militärversicherung. Für den Vollzug kann soweit erforderlich die Militärversicherung beigezogen werden.

<sup>3</sup> 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.

<sup>52</sup> SR 833.1



## **5. Kapitel: Überschreitung von Höchstgehalten für Radionuklide in Lebensmitteln**

### **Art. 147**

<sup>1</sup> Stellen die kantonalen Vollzugsbehörden nach der Lebensmittelgesetzgebung in einer Notfall-Expositionssituation oder in der folgenden bestehenden Expositionssituation eine Überschreitung eines Höchstgehalts für Radionuklide in Lebensmitteln fest, so treffen sie Massnahmen nach der Lebensmittelgesetzgebung und informieren das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV).

<sup>2</sup> Das BLV informiert das BAG und die anderen Kantone über die bei ihm eingegangenen Meldungen nach Absatz 1.

## **4. Titel: Bestehende Expositionssituationen**

### **1. Kapitel: Grundsätze**

#### **Art. 148**

<sup>1</sup> Für bestehende Expositionssituationen gilt ein Referenzwert von 1 mSv pro Kalenderjahr. Vorbehalten bleiben der Radonreferenzwert nach Artikel 155 sowie der Schwellenwert nach Artikel 156.

<sup>2</sup> Das BAG kann dem Bundesrat im Einzelfall Referenzwerte bis 20 mSv pro Kalenderjahr vorschlagen, insbesondere wenn Massnahmen nach Artikel 171 erforderlich sind.

## **2. Kapitel: Radiologische Altlasten**

### **1. Abschnitt: Begriff**

#### **Art. 149**

Radiologische Altlasten sind:

- a. Gegenstände aus vergangenen Tätigkeiten, die Radionuklide enthalten, die nach dieser Verordnung als radioaktives Material eingestuft würden;
- b. Gegenstände, deren Typenbewilligung zur allgemeinen oder eingeschränkten Verwendung nach Artikel 29 Buchstabe c StSG abgelaufen ist und nicht verlängert wird;
- c. kontaminierte Liegenschaften aus vergangenen Tätigkeiten, bei denen die Anforderungen nach dieser Verordnung nicht erfüllt sind.

## 2. Abschnitt: Gegenstände

### Art. 150

<sup>1</sup> Das BAG sorgt für die Entsorgung radiologischer Altlasten in Form von Gegenständen. Diese Entsorgung richtet sich im Übrigen nach den Artikeln 108–121.

<sup>2</sup> Diese Gegenstände können weiterverwendet werden, wenn dafür eine Bewilligung vorliegt.

## 3. Abschnitt: Liegenschaften

### Art. 151 Inventar der Liegenschaften mit möglichen Kontaminationen

<sup>1</sup> Das BAG führt ein Inventar der Liegenschaften, die möglicherweise kontaminiert sind, und bearbeitet zu diesem Zweck folgende Daten:

- a. Angaben zur Liegenschaft (geografische Koordinaten, Parzellennummer, Gebäude und Untergrund);
- b. Angaben zu früheren Tätigkeiten auf der Liegenschaft einschliesslich des Zeitraums;
- c. Untersuchungsdaten;
- d. Daten über die Eigentümerin oder den Eigentümer und über die Benutzerin oder den Benutzer der Liegenschaft (Name, Adresse, Postleitzahl, Ort);
- e. Sanierungsentscheid;
- f. Sanierungsdaten und Ergebnisse der Freimessungen nach der Sanierung, inklusive allfällige Einschränkungen.

<sup>2</sup> Zur Erfüllung der ihnen übertragenen Aufgaben haben die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Abteilung Strahlenschutz des BAG elektronisch Zugriff auf die Daten des Inventars.

<sup>3</sup> Das BAG informiert regelmässig die Suva und die betroffenen Kantone über den Stand des Inventars.

### Art. 152 Untersuchung von Liegenschaften

<sup>1</sup> Das BAG veranlasst eine Untersuchung der Liegenschaften nach Artikel 151, wenn eine Gefährdung von Mensch und Umwelt durch ionisierende Strahlung nicht ausgeschlossen werden kann. Es informiert vorgängig den betroffenen Kanton sowie die betroffene Gemeinde.

<sup>2</sup> Die Eigentümerin oder der Eigentümer und die Benutzerin oder der Benutzer sind verpflichtet, dem BAG zur Untersuchung Zugang zu den betroffenen Liegenschaften zu gewähren.

<sup>3</sup> Das BAG legt das Untersuchungsverfahren fest.

<sup>4</sup> Es führt die Untersuchungen durch. Es kann Dritte mit der Durchführung der Untersuchungen beauftragen.

#### **Art. 153** Sanierung von Liegenschaften

<sup>1</sup> Aufgrund der Untersuchung schätzt das BAG die effektive Dosis von Personen ab, die sich im Gebäude aufhalten können.

<sup>2</sup> Es informiert die betroffenen Personen, die Eigentümerin oder den Eigentümer sowie die Benutzerin oder den Benutzer der Liegenschaft, den betroffenen Kanton sowie die betroffene Gemeinde über die Untersuchungsergebnisse.

<sup>3</sup> Liegt die Dosis über dem nach Artikel 148 Absatz 1 festgelegten Referenzwert, so erklärt das BAG die Liegenschaft für sanierungsbedürftig und informiert die Eigentümerin oder den Eigentümer darüber.

#### **Art. 154** Informationsaustausch

<sup>1</sup> Das BAG informiert die betroffenen Kantone über mögliche radiologische Altlasten.

<sup>2</sup> Die Kantone informieren das BAG über geplante Untersuchungen, Überwachungsmassnahmen und Sanierungen von belasteten Standorten, wenn eine erhöhte Wahrscheinlichkeit besteht, dass radiologische Altlasten vorhanden sind. Dies ist insbesondere der Fall, wenn radiumhaltige Leuchtfarbe durch die Industrie eingesetzt wurde.

### **3. Kapitel: Radon**

#### **1. Abschnitt: Allgemeine Bestimmungen**

#### **Art. 155** Radonreferenzwert

<sup>1</sup> Der Radonreferenzwert entspricht der Radongaskonzentration, bei deren Überschreitung Massnahmen nach Artikel 166 zu treffen sind.

<sup>2</sup> Für die über ein Jahr gemittelte Radongaskonzentration in Räumen, in denen sich Personen regelmässig während mehrerer Stunden pro Tag aufhalten, gilt ein Radonreferenzwert von 300 Bq/m<sup>3</sup>. Vorbehalten bleiben die Bestimmungen nach Artikel 156.

#### **Art. 156** Schwellenwert an radonexponierten Arbeitsplätzen

<sup>1</sup> Der Schwellenwert an radonexponierten Arbeitsplätzen entspricht der Radongaskonzentration, bei deren Überschreitung Massnahmen nach Artikel 167 zu treffen sind.

<sup>2</sup> Für die über ein Jahr gemittelte Radongaskonzentration an radonexponierten Arbeitsplätzen gilt ein Schwellenwert von 1000 Bq/m<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Als radonexponiert gelten Arbeitsplätze, an denen der Schwellenwert sicher oder vermutungsweise überschritten ist. Dies sind insbesondere Arbeitsplätze in unterirdischen Bauten, Bergwerken, Höhlen und Wasserversorgungsanlagen sowie solche, die von der Aufsichtsbehörde als radonexponiert eingestuft werden.

#### **Art. 157** Fach- und Informationsstelle für Radon

<sup>1</sup> Das BAG betreibt eine Fach- und Informationsstelle für Radon.

<sup>2</sup> Die Stelle nimmt insbesondere folgende Aufgaben wahr:

- a. Sie gibt regelmässig Empfehlungen zu den Schutzmassnahmen ab und unterstützt die Kantone bei der Umsetzung.
- b. Sie publiziert in Absprache mit den Kantonen die Radonkarte.
- c. Sie informiert und berät die Kantone, die Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer, 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 159.
- g. Sie beschafft die wissenschaftlichen Grundlagen, die für die Anwendung der Radonenschutzmassnahmen erforderlich sind.
- h. Sie evaluiert regelmässig die Auswirkungen der Schutzmassnahmen und leitet die notwendigen Anpassungen ein.

<sup>3</sup> Das BAG kann Dritte mit der Beratung nach Absatz 2 Buchstabe d beauftragen.

#### **Art. 158** Zuständigkeit

Für den Vollzug von Radon-Schutzmassnahmen sind zuständig:

- a. in Räumen, in denen sich Personen regelmässig während mehrerer Stunden pro Tag aufhalten (Art. 155 Abs. 2):
  1. die Kantone,
  2. wenn es sich um militärische Bauten handelt: das VBS;
- b. an radonexponierten Arbeitsplätzen nach Artikel 156: die Aufsichtsbehörden.

#### **Art. 159** Anerkennung von Radonmessstellen

<sup>1</sup> Radonmessungen müssen durch eine anerkannte Radonmessstelle nach vorgeschriebenen Messprotokollen durchgeführt werden.

<sup>2</sup> Das BAG anerkennt eine Messstelle für Radonmessungen, wenn die Stelle:

- 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.

<sup>3</sup> Es befristet die Anerkennung auf höchstens fünf Jahre.

<sup>4</sup> Das EJPD regelt die technischen Anforderungen an die Messsysteme und die Verfahren für die Erhaltung von deren Messbeständigkeit.

#### **Art. 160** 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.

#### **Art. 161** Radonfachpersonen

<sup>1</sup> Radonfachpersonen unterstützen und beraten Bauherrinnen und Bauherren, Baufachleute, Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümer und weitere interessierte Personen bei der Umsetzung von präventiven Radonschutzmassnahmen und von Radonsanierungen nach dem Stand der Technik.

<sup>2</sup> Das BAG führt eine Liste, in der in der Schweiz tätige, nach Artikel 183 Buchstabe c aus- und fortgebildete Radonfachpersonen auf Antrag aufgenommen werden. Es veröffentlicht die Liste<sup>53</sup> und aktualisiert sie regelmässig.

#### **Art. 162** Radondatenbank

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> In der zentralen Radondatenbank werden zu einzelnen Gebäuden folgende Daten gespeichert:

- a. Standort (Koordinaten, Parzellennummer);
- b. eidgenössischer Gebäudeidentifikator (EGID) und Wohnungsidentifikator (EWID) nach der Verordnung vom 31. Mai 2000<sup>54</sup> über das eidgenössische Gebäude- und Wohnungsregister;
- c. Raumangaben;
- d. Messdaten;

<sup>53</sup> Die Liste kann auf der Internetseite des BAG gratis eingesehen werden unter: [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch) > Beratung durch Radonfachpersonen.

<sup>54</sup> [AS 2000 1555, 2004 3367, 2005 3381, 2007 3399 6719 Anhang Ziff. 7, 2012 4707, AS 2017 3459 Anhang 2 Ziff. I]. Siehe heute: die V vom 9. Juni 2017 (SR 431.841).

- e. Sanierungsdaten;
- f. Eigentümerin oder Eigentümer und Benutzerin oder Benutzer (Name, Adresse, Postleitzahl, Ort);
- g. Jahr der Errichtung.

<sup>3</sup> Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Fach- und Informationsstelle Radon des BAG sind berechtigt, die Daten in der Datenbank zu bearbeiten.

<sup>4</sup> Zur Erfüllung der ihnen übertragenen Aufgaben haben die folgenden Stellen elektronisch Zugriff auf die nachstehenden Daten der Datenbank:

- a. die anerkannten Radonmessstellen: auf die eigenen gesammelten Daten;
- b. die Kantone: auf alle auf ihrem Gebiet erhobenen Daten;
- c. die Suva: auf alle an Arbeitsplätzen erhobenen Daten.

<sup>5</sup> Das BAG kann Dritten gestützt auf eine Datenschutzvereinbarung Daten aus der Radondatenbank für Forschungszwecke unter den folgenden Auflagen und Bedingungen zur Verfügung stellen:

- a. Die Daten werden anonymisiert, sobald es der Zweck des Bearbeitens erlaubt.
- b. Die Daten werden nicht weitergegeben.
- c. Werden die Ergebnisse veröffentlicht, so geschieht dies in vollständig anonymisierter Form.

## **2. Abschnitt: Präventive Radonschutzmassnahmen und Radonmessungen**

### **Art. 163** Radonschutz bei Neu- und Umbauten

<sup>1</sup> Die Baubewilligungsbehörde macht die Gebäudeeigentümerin oder den Gebäudeeigentümer oder bei Neubauten die Bauherrin oder den Bauherrn im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens für Neu- und Umbauten auf die Anforderungen dieser Verordnung betreffend Radonschutz aufmerksam, soweit dies sinnvoll ist.

<sup>2</sup> Die Gebäudeeigentümerin oder der Gebäudeeigentümer oder bei Neubauten die Bauherrin oder der Bauherr ist dafür besorgt, dass dem Stand der Technik entsprechende präventive bauliche Massnahmen getroffen werden, um eine Radongaskonzentration zu erreichen, die unter dem Referenzwert nach Artikel 155 Absatz 2 liegt. Erfordert es der Stand von Wissenschaft und Technik, so ist eine Radonmessung nach Artikel 159 Absatz 1 durchzuführen.

### **Art. 164** Radonmessungen durch den Kanton

<sup>1</sup> Der Kanton kann von der Gebäudeeigentümerin oder vom Gebäudeeigentümer verlangen, dass in Räumen, in denen sich Personen regelmässig während mehrerer Stunden pro Tag aufhalten, Radonmessungen durchgeführt werden.

<sup>2</sup> Er sorgt dafür, dass in Schulen und Kindergärten Radonmessungen nach Artikel 159 Absatz 1 durchgeführt werden.

<sup>3</sup> Er kann weitere Radonmessungen durchführen.

<sup>4</sup> Bei militärischen Bauten ist das VBS zuständig zur Anordnung von Radonmessungen.

#### **Art. 165** Radonmessungen an radonexponierten Arbeitsplätzen

<sup>1</sup> Betriebe mit radonexponierten Arbeitsplätzen sorgen dafür, dass Messungen nach Artikel 159 Absatz 1 durch eine anerkannte Radonmessstelle durchgeführt werden.

<sup>2</sup> Die Aufsichtsbehörde kann stichprobenweise Messungen an radonexponierten Arbeitsplätzen durchführen.

### **3. Abschnitt: Massnahmen zur Reduktion der Radonbelastung**

#### **Art. 166** Radonsanierung

<sup>1</sup> Wird der Referenzwert nach Artikel 155 Absatz 2 überschritten, so trifft die Gebäudeeigentümerin oder der Gebäudeeigentümer die notwendigen Sanierungsmassnahmen. Ihr oder ihm werden Empfehlungen des BAG und der Kantone über die Dringlichkeit der Sanierungsmassnahmen abgegeben.

<sup>2</sup> Bleibt die Gebäudeeigentümerin oder der Gebäudeeigentümer untätig, so kann der Kanton die Radonsanierung anordnen.

<sup>3</sup> Wird bei einer Schule oder einem Kindergarten festgestellt, dass der Referenzwert überschritten wird, so ordnet der Kanton innert dreier Jahre ab Feststellung die Radonsanierung an.

<sup>4</sup> Die Kosten der Sanierung trägt die Gebäudeeigentümerin oder der Gebäudeeigentümer.

#### **Art. 167** Massnahmen am Arbeitsplatz

<sup>1</sup> Wird der Schwellenwert nach Artikel 156 überschritten, so muss der Betrieb die jährlich durch Radon verursachte effektive Dosis der exponierten Personen ermitteln und diese mindestens alle fünf Jahre überprüfen.

<sup>2</sup> Liegt die effektive Dosis einer Person am Arbeitsplatz über 10 mSv pro Kalenderjahr, so trifft der Betrieb so rasch als möglich organisatorische oder technische Massnahmen, um die Dosis zu reduzieren.

<sup>3</sup> Liegt trotz Massnahmen die effektive Dosis einer Person am Arbeitsplatz über 10 mSv pro Kalenderjahr, so gilt diese Person als beruflich strahlenexponiert.

<sup>4</sup> Das EDI legt nach Anhörung der Suva fest, wie die jährlich durch Radon verursachte effektive Dosis zu ermitteln ist.

#### 4. Kapitel: Natürlich vorkommende radioaktive Materialien (NORM)

##### Art. 168 Betroffene Industriezweige

<sup>1</sup> Von NORM betroffene Industriezweige sind insbesondere:

- a. Grundwasserfilteranlagen;
- b. Erdgasproduktion;
- c. Gewinnung geothermischer Energie (Tiefengeothermie);
- d. Zirkon- und Zirkonium-Industrie;
- e. Zementherstellung und Instandhaltung von Klinkeröfen;
- f. Instandhaltung und Ausbau von hitzebeständigen Verkleidungen aus zirkonhaltigem Material;
- g. Tunnelbau in Gesteinsformationen mit erhöhtem Uran- oder Thoriumgehalt.

<sup>2</sup> In den von NORM betroffenen Industriezweigen ermitteln die Betriebe mittels repräsentativer Messungen, ob:

- a. bei den abgegebenen Materialien die NORM-Befreiungsgrenze überschritten wird;
- b. das Personal nach Artikel 51 Absätze 1 und 2 beruflich strahlenexponiert ist;
- c. der Umgang mit NORM zu einer Dosis für Personen aus der Bevölkerung führen kann, die aus Sicht des Strahlenschutzes nicht zu vernachlässigen ist.

<sup>3</sup> Die Betriebe melden die Nachweise der Prüfungen nach Absatz 2 und deren Ergebnisse dem BAG.

<sup>4</sup> Das BAG unterstützt die Betriebe bei der Bestimmung der Sachverhalte nach Absatz 2 Buchstaben b und c.

<sup>5</sup> Das BAG und die Suva können in Industriezweigen, die von NORM betroffen sind, stichprobenweise Messungen durchführen.

##### Art. 169 Abgabe von NORM an die Umwelt

<sup>1</sup> NORM, deren spezifische Aktivität höher ist als die entsprechende NORM-Befreiungsgrenze, können 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 durch die Abgabe bewirkte effektive Dosis für Personen aus der Bevölkerung unter 0,3 mSv pro Kalenderjahr bleibt.

<sup>2</sup> Das BAG überwacht im Rahmen des Probenahme- und Messprogramms nach Artikel 193 die Einhaltung der zulässigen effektiven Dosis.

<sup>3</sup> NORM dürfen nur zur Abgabe an die Umwelt ausgeführt werden, wenn die zuständige Behörde des Empfängerstaates ihre Zustimmung gegeben hat und die Voraussetzungen nach Absatz 1 eingehalten werden.



**Art. 170** Baumaterialien

<sup>1</sup> Bei Baumaterialien, die unter Strahlenschutzgesichtspunkten als bedenklich eingestuft sind, prüft das BAG zur Ermittlung der Exposition der Bevölkerung stichprobenartig, ob der Aktivitätskonzentrationsindex über 1 liegt.

<sup>2</sup> Liegt der Aktivitätskonzentrationsindex über 1, so führt das BAG eine Dosisabschätzung durch, um sicherzustellen, dass der Referenzwert nach Artikel 148 eingehalten wird.

<sup>3</sup> Das BAG informiert die Bevölkerung über die Ergebnisse.

**5. Kapitel: Langfristige Kontamination nach einem Notfall****Art. 171**

Das BAG bereitet die langfristigen Massnahmen von Bund und Kantonen zur Bewältigung der Auswirkungen nach dem Übergang von einer Notfall-Expositionssituation zu einer bestehenden Expositionssituation nach Artikel 141 vor.

**5. Titel: Aus- und Fortbildung****1. Kapitel: Allgemeine Bestimmungen****Art. 172** Personen, die aus- und fortgebildet werden müssen

<sup>1</sup> Folgende Personen müssen entsprechend ihrer Tätigkeit und Verantwortung im Strahlenschutz aus- und fortgebildet werden:

- a. Personen, die Umgang mit ionisierender Strahlung haben, dieser im Rahmen ihrer spezifischen Tätigkeit ausgesetzt sein können oder den Umgang damit planen oder anordnen und dabei die Strahlenschutzmassnahmen zum Selbstschutz treffen;
- b. Personen, die Strahlenschutzaufgaben gegenüber Dritten wahrnehmen;
- c. Strahlenschutz-Sachverständige;
- d. Radonfachpersonen nach Artikel 161 Absatz 1;
- e. Personen, die im Stör- oder Notfall Umgang mit ionisierender Strahlung haben, dieser ausgesetzt sein können oder den Umgang damit planen oder anordnen oder die kritische Infrastrukturen betreiben oder öffentliche Dienste erbringen.

<sup>2</sup> Das EDI kann im Einvernehmen mit dem ENSI und dem VBS für den Umgang mit ionisierender Strahlung mit geringem Gefährdungspotenzial Ausnahmen von der Fortbildungspflicht regeln.

**Art. 173** Verantwortung für die Aus- und Fortbildung

<sup>1</sup> Verantwortlich für die Aus- und Fortbildung sind:

- a. für Personen nach Artikel 172 Absatz 1 Buchstaben a–c: die Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber;
- b. für Radonfachpersonen nach Artikel 172 Absatz 1 Buchstabe d: diese Personen selber;
- c. für Personen nach Artikel 172 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 fortgebildeten Personen zur Verfügung stehen.

<sup>2</sup> Die verantwortlichen Stellen sind verpflichtet, die Aus- und Fortbildungen ihrer Betriebsangehörigen zu koordinieren und zu dokumentieren. Die Dokumentationen sind bis zum Ende der Tätigkeit im Betrieb aufzubewahren.

#### **Art. 174**      Ausbildung

<sup>1</sup> Personen nach Artikel 172 Absatz 1 Buchstaben b–d, die in den Bereichen Medizin, Industrie und Kernanlagen tätig sind, benötigen eine anerkannte Strahlenschutz-ausbildung mit Prüfung.

<sup>2</sup> Das EDI bestimmt im Einvernehmen mit dem ENSI und dem VBS, welche Personen welche Ausbildung benötigen.

<sup>3</sup> Es legt im Einvernehmen mit dem ENSI und dem VBS fest, ob die Ausbildung für Personen nach Artikel 172 Absatz 1 Buchstabe a und e einer Anerkennung bedarf.

#### **Art. 175**      Fortbildung

<sup>1</sup> Eine Fortbildung zielt auf das Wissen und die Kompetenzen ab, die bereits anlässlich einer Ausbildung erworben wurden. Die Fortbildung muss sicherstellen, dass die Kompetenzen, das Wissen und die Kenntnisse zum Stand der Technik und deren Umsetzung in die Praxis erhalten bleiben und aktualisiert werden.

<sup>2</sup> Fortbildungspflichtige Personen müssen mindestens alle fünf Jahre eine Fortbildung absolvieren.

<sup>3</sup> Das EDI kann im Einvernehmen mit dem ENSI und dem VBS unter Berücksichtigung des Gefährdungspotenzials:

- a. kürzere oder längere Fortbildungsintervalle festlegen;
- b. vorschreiben, dass die Fortbildung anerkannt sein muss.

#### **Art. 176**      Aus- und Fortbildungslehrgänge

<sup>1</sup> Die Aufsichtsbehörden und das PSI führen bei Bedarf Aus- und Fortbildungslehrgänge durch.

<sup>2</sup> Die Aufsichtsbehörden können andere Stellen oder Institutionen mit der Durchführung von Aus- und Fortbildungslehrgängen beauftragen.

<sup>3</sup> Das VBS koordiniert die Aus- und Fortbildungslehrgänge für Personen, die im Stör- oder Notfall Umgang mit ionisierender Strahlung haben, dieser ausgesetzt sein

können oder den Umgang damit planen oder anordnen oder die kritische Infrastrukturen betreiben oder öffentliche Dienste erbringen.

<sup>4</sup> Die Aufsichtsbehörden und das VBS können in ihrem Zuständigkeitsbereich verlangen, dass die nach Artikel 173 für die Aus- und Fortbildung verantwortlichen Personen das Datum der Durchführung sowie Form, Inhalt und Umfang der Aus- und Fortbildung aus- und fortbildungspflichtiger Personen melden.

#### **Art. 177**      Finanzhilfen

<sup>1</sup> Das BAG kann im Rahmen der bewilligten Kredite Finanzhilfen gewähren an Aus- oder Fortbildungslehrgänge im Strahlenschutz, die von Dritten, insbesondere von Schulen, von Fachorganisationen und der Industrie, durchgeführt werden.

<sup>2</sup> Die Finanzhilfen werden nur gewährt, wenn die Aus- oder Fortbildung von der Aufsichtsbehörde anerkannt ist.

<sup>3</sup> Die Finanzhilfen sind so zu bemessen, dass sie zusammen mit den übrigen Einnahmen des Veranstalters dessen nachgewiesene Kosten nicht übersteigen.

#### **Art. 178**      Anerkennung individueller Aus- und Fortbildungen

Die Aufsichtsbehörde anerkennt eine individuelle Aus- oder Fortbildung, die eine Person im Ausland oder für eine andere Tätigkeit erworben hat, als gleichwertig, wenn das erworbene Wissen sowie die Kompetenzen die Anforderungen des 2. Kapitels dieses Titels erfüllen.

#### **Art. 179**      Aus- und Fortbildungsdatenbank

<sup>1</sup> Das BAG führt eine Aus- und Fortbildungsdatenbank, in der die folgenden aus- und fortbildungspflichtigen Personen verzeichnet sind:

- a. die Personen, welche die Voraussetzungen erfüllen, um die Funktion als Strahlenschutz-Sachverständige ausüben zu können;
- b. die Strahlenschutzfachkräfte und Strahlenschutztechnikerinnen und -techniker nach Artikel 183 Buchstabe b;
- c. Personen, die eine anerkannte Fortbildung nach Artikel 182 oder 183 benötigen;
- d. die Radonfachpersonen nach Artikel 161 Absatz 1.

<sup>2</sup> Die Datenbank hat zum Zweck:

- a. die für die Erteilung von Bewilligungen notwendigen Informationen über die Berufsausbildung, die anerkannte Strahlenschutzausbildung und die Fortbildung der betreffenden Person bereitzustellen;
- b. die für die Erteilung von Bewilligungen notwendigen administrativen Abläufe zu vereinfachen;
- c. die Aufsicht durch die Behörden im Bereich der individuellen Aus- und Fortbildung zu vereinfachen.

<sup>3</sup> Die folgenden Daten der nach Absatz 1 erfassten Personen werden in der Datenbank gespeichert:

- a. Name, früherer Name, Vorname;
- 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 Strahlenschutzfortbildungen;
- g. bei individuellen Aus- und Fortbildungen nach Artikel 178: Datum der Anerkennung der Gleichwertigkeit.

<sup>4</sup> Die zuständigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Aufsichtsbehörden sind berechtigt, die Daten von Personen in ihrem Aufsichtsbereich im Online-Verfahren zu bearbeiten.

<sup>5</sup> Ausbildungsinstitutionen, die anerkannte Strahlenschutzlehrgänge anbieten, können im Online-Verfahren die Daten derjenigen Personen erfassen und abfragen, die ihre Aus- oder Fortbildung an der entsprechenden Institution absolviert haben. Sie können von den betreffenden Personen Daten zu den Lehrgängen ändern, die sie selber durchgeführt haben.

<sup>6</sup> Das BAG ermöglicht den betroffenen Personen elektronischen Zugriff auf ihre eigenen Daten in der Aus- und Fortbildungsdatenbank.

## **Art. 180**      Anerkennungsbehörden

<sup>1</sup> Die Aufsichtsbehörden nach Artikel 184 sind für die Anerkennung von Aus- und Fortbildungen zuständig.

<sup>2</sup> Das Generalsekretariat des VBS (GS VBS) ist für die Anerkennung von Aus- und Fortbildungen für Personen, die ausschliesslich im Stör- oder Notfall Umgang mit ionisierender Strahlung haben, dieser ausgesetzt sein können oder den Umgang damit planen oder anordnen oder die kritische Infrastrukturen betreiben oder öffentliche Dienste erbringen, zuständig.

<sup>3</sup> Bei Unklarheit über die Zuständigkeit für die Anerkennung sprechen sich das BAG, das ENSI, die Suva und das GS VBS gegenseitig ab.

<sup>4</sup> Aus- und Fortbildungslehrgänge, die von einer Anerkennungsbehörde angeboten werden, bedürfen der Anerkennung durch eine andere Anerkennungsbehörde.

<sup>5</sup> Die Anerkennungsbehörden nach den Absätzen 1 und 2 sind berechtigt, im Rahmen ihrer Anerkennungstätigkeit den Aus- und Fortbildungsbedarf von betroffenen Personen zu überwachen und die Qualität der Aus- und Fortbildungen zu überprüfen.

## 2. Kapitel: Regelungsinhalte und Kategorien von aus- und fortbildungspflichtigen Personen

### Art. 181      Regelungsinhalte im Allgemeinen

<sup>1</sup> Das EDI regelt die Aus- und Fortbildungen. Insbesondere legt es fest:

- a. die Ziele, die Anforderungen und den Umfang der Aus- und Fortbildung im Strahlenschutz;
- b. die zu erlangenden Kompetenzen und Kenntnisse für Personen nach Artikel 172, die aus- und fortgebildet werden müssen;
- c. die anererkennungspflichtigen Aus- und Fortbildungen nach den Artikeln 174–176, 178, 182 und 183;
- d. die Voraussetzungen für die Anerkennung von Aus- und Fortbildungen nach Buchstabe c;
- e. den Inhalt der Prüfungen und das Prüfungsverfahren;
- f. die erlaubten Tätigkeiten von Personen mit anererkennungspflichtigen Aus- und Fortbildungen im Bereich des Strahlenschutzes.

<sup>2</sup> Es regelt die Aus- und Fortbildung für Personen in Bereichen ausserhalb der Medizin im Einvernehmen mit dem ENSI und dem VBS.

### Art. 182      Kategorien von aus- und fortbildungspflichtigen Personen im Bereich der Medizin

<sup>1</sup> Die Anforderungen des EDI an die Aus- und Fortbildung im Strahlenschutz werden im Bereich Medizin nach folgenden Kategorien von Personen, die für den Strahlenschutz von Patientinnen und Patienten oder von Tieren verantwortlich sind, differenziert:

- 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 Strahlungsquellen durchführen;
- c. Zahnärztinnen und Zahnärzte;
- d. Chiropraktorinnen und Chiropraktoren;
- e. Tierärztinnen und Tierärzte;
- f. Medizinphysikerinnen und Medizinphysiker;
- g. Radiopharmazeutinnen und Radiopharmazeuten;
- h. diplomierte Radiologiefachfrauen und Radiologiefachmänner<sup>55</sup> mit einem Abschluss einer höheren Fachschule (HF) oder einer Fachhochschule (FH);

<sup>55</sup> Die Bezeichnung wurde in Anwendung von Art. 12 Abs. 2 des Publikationsgesetzes vom 18. Juni 2004 (SR 170.512) auf den 1. Nov. 2017 angepasst.

- i. medizinische Praxisassistentinnen und Praxisassistenten EFZ;
  - j. übriges medizinisches Personal;
  - k. diplomierte Dentalhygienikerinnen und Dentalhygieniker HF;
  - l. Dentalassistentinnen und Dentalassistenten EFZ;
  - m. diplomierte Fachfrauen und Fachmänner Operationstechnik HF sowie diplomierte Pflegefachfrauen und Pflegefachmänner Operationsbereich mit einem Fähigkeitsausweis des Schweizer Berufsverbands der Pflegefachfrauen und Pflegefachmänner (SBK);
  - n. tiermedizinische Praxisassistentinnen und Praxisassistenten EFZ;
  - o. Personen, die mit medizinischen Röntgenanlagen Handel betreiben, solche installieren oder warten.
- <sup>2</sup> Die folgenden Personen erfüllen, wenn sie eine entsprechende vom EDI geregelte Ausbildung im Strahlenschutz absolviert haben und die Fortbildungspflicht erfüllen, die Voraussetzungen, um in ihrem Tätigkeitsbereich die Funktion als Strahlenschutz-Sachverständige auszuüben:
- a. Ärztinnen und Ärzte sowie Chiropraktorerinnen und Chiropraktoren mit einem entsprechenden eidgenössischen Weiterbildungstitel;
  - b. Zahnärztinnen und Zahnärzte sowie Tierärztinnen und Tierärzte mit einem entsprechenden eidgenössischen Diplom;
  - c. Medizinphysikerinnen und Medizinphysiker;
  - d. Radiopharmazeutinnen und Radiopharmazeuten;
  - e. diplomierte Radiologiefachfrauen und Radiologiefachmänner<sup>56</sup> HF/FH.

**Art. 183** Kategorien von aus- und fortbildungspflichtigen Personen in Bereichen ausserhalb der Medizin

Die Anforderungen des EDI im Einvernehmen mit dem ENSI und dem VBS an die Aus- und Fortbildung im Strahlenschutz werden in Bereichen ausserhalb der Medizin nach folgenden Kategorien von Personen differenziert:

- a. Strahlenschutz-Sachverständige sowie Personen aus den Bereichen Kernanlagen, Industrie, Gewerbe, Lehre, Transport und Forschung, die Umgang mit ionisierender Strahlung haben;
- b. Strahlenschutzfachkräfte, Strahlenschutztechnikerinnen und -techniker sowie Strahlenschutzbeauftragte in Kernanlagen und am PSI;
- c. Radonfachpersonen;
- d. Personen, die im Stör- oder Notfall Umgang mit ionisierender Strahlung haben, dieser ausgesetzt sein können oder den Umgang damit planen oder an-

<sup>56</sup> Die Bezeichnung wurde in Anwendung von Art. 12 Abs. 2 des Publikationsgesetzes vom 18. Juni 2004 (SR 170.512) auf den 1. Nov. 2017 angepasst.

ordnen oder die kritische Infrastrukturen betreiben oder öffentliche Dienste erbringen.

## **6. Titel: Aufsicht, Vollzug und Beratung**

### **1. Kapitel: Aufsicht**

#### **Art. 184**      Aufsichtsbehörden

<sup>1</sup> Für die Aufsicht nach dieser Verordnung sind das BAG, die Suva und das ENSI zuständig.

<sup>2</sup> Das BAG beaufsichtigt die Betriebe, die nicht von der Suva oder dem ENSI beaufsichtigt werden, insbesondere:

- a. die medizinischen Betriebe;
- b. die Einrichtungen für Forschung und Lehre.

<sup>3</sup> Das ENSI beaufsichtigt:

- a. die Kernanlagen;
- b. die erdwissenschaftlichen Untersuchungen nach Artikel 35 KEG<sup>57</sup>;
- c. den Empfang und den Versand radioaktiver Stoffe in oder aus Kernanlagen;
- d.<sup>58</sup> die Abklinglagerung radioaktiver Abfälle aus Kernanlagen sowie alle damit im Zusammenhang stehenden Tätigkeiten.

<sup>4</sup> Die Suva beaufsichtigt die Industrie- und Gewerbebetriebe.

<sup>5</sup> Die Aufsichtsbehörden koordinieren den Vollzug und sprechen sich bei Unklarheit über die Zuständigkeit gegenseitig ab. Zu diesem Zweck treffen sie sich regelmäßig.

#### **Art. 185**      Archivierungs- und Auskunftspflicht der Aufsichtsbehörden

<sup>1</sup> Die Archivierung von Unterlagen zur Bewilligungserteilung, zu Bewilligungsanpassungen sowie zur Aufsicht richtet sich nach dem Archivierungsgesetz vom 26. Juni 1998<sup>59</sup>.

<sup>2</sup> Die Aufsichtsbehörden stellen den Bewilligungsbehörden auf Anfrage jederzeit die benötigten Unterlagen zur Verfügung.

#### **Art. 186**      Forschung

<sup>1</sup> Die Aufsichtsbehörden können nach gegenseitiger Absprache Forschungsprojekte über Strahlenwirkungen und Strahlenschutz in Auftrag geben oder sich an solchen Forschungsprojekten beteiligen.

<sup>57</sup> SR 732.1

<sup>58</sup> Eingefügt durch Ziff. II der V vom 7. Dez. 2018, in Kraft seit 1. Febr. 2019 (AS 2019 183).

<sup>59</sup> SR 152.1

<sup>2</sup> Das PSI, das Labor Spiez und andere Stellen des Bundes stehen im Rahmen ihrer Möglichkeiten den Aufsichtsbehörden zur Durchführung von Forschungsaufträgen über Strahlenwirkungen und Strahlenschutz zur Verfügung.

## **2. Kapitel: Vollzug**

### **1. Abschnitt: Kontrollen**

#### **Art. 187** Grundsatz

Das BAG, die Suva und das ENSI kontrollieren stichprobeweise und abgestuft nach Gefährdungspotenzial, ob die Vorschriften eingehalten werden und der Schutz von Mensch und Umwelt vor den Gefährdungen durch ionisierende Strahlen gewährleistet ist.

#### **Art. 188** Mitwirkungspflichten

<sup>1</sup> Dem BAG, der Suva und dem ENSI sind unentgeltlich sämtliche Auskünfte zu erteilen und alle Apparate, Gegenstände und Unterlagen zur Verfügung zu stellen, die für die Kontrollen erforderlich sind.

<sup>2</sup> Ihnen ist Zutritt zu Anlagen, Einrichtungen und Bereichen zu gewähren, soweit dies für die Durchführung der Kontrollen erforderlich ist.

#### **Art. 189** Beizug Dritter

Das BAG kann Dritte mit den Kontrollen beauftragen, insbesondere:

- a. Firmen, die bei Diagnostikanlagen eine Qualitätssicherung durchführen;
- b. Fachexpertinnen und -experten, die klinische Audits koordinieren, vorbereiten und durchführen.

#### **Art. 190** Kontrolle von Ein-, Aus- und Durchfuhr

<sup>1</sup> Die Zollstellen überprüfen im Rahmen ihrer Kontrollen bei der Ein-, Aus- und Durchfuhr, ob für den Transport von radioaktivem Material eine Bewilligung vorliegt.

<sup>2</sup> Sie kontrollieren auf Ersuchen der Bewilligungsbehörde, ob Waren bei der Ein-, Aus- und Durchfuhr den Bestimmungen dieser Verordnung entsprechen.

<sup>3</sup> Das BAG organisiert die Durchführung periodischer Schwerpunktkontrollen zur Überprüfung von Waren bei der Ein-, Aus- und Durchfuhr sowie von Personen bei der Einreise; es spricht sich dafür insbesondere mit der Oberzolldirektion ab.

<sup>4</sup> Es koordiniert, insbesondere mit dem Labor Spiez, den Bedarf, die Beschaffung sowie den Unterhalt an erforderlichen Messeinrichtungen und bereitet den Einsatz in besonderen Situationen vor.



<sup>5</sup> Es ist für die Zustimmung zu Vereinbarungen über eine allfällige Rücknahme ausgeführter radioaktiver Abfälle nach Artikel 25 Absatz 3 Buchstabe d StSG zuständig.

<sup>6</sup> Die Oberzolldirektion erlässt im Einvernehmen mit den Bewilligungsbehörden interne Weisungen für die Kontrolle der Ein-, Aus- und Durchfuhr von radioaktivem Material.

<sup>7</sup> Die Eidgenössische Zollverwaltung kann auf Anfrage die Daten aus den Zollanmeldungen an die Bewilligungs- und die Aufsichtsbehörden weitergeben.

## **2. Abschnitt: Überwachung der ionisierenden Strahlung und der Radioaktivität in der Umwelt**

### **Art. 191** Zuständigkeiten

<sup>1</sup> Das BAG überwacht die ionisierende Strahlung und die Radioaktivität in der Umwelt.

<sup>2</sup> Das ENSI überwacht zusätzlich die ionisierende Strahlung und die Radioaktivität in der Umgebung der Kernanlagen.

<sup>3</sup> Zur Ermittlung der Exposition der Bevölkerung gegenüber Radioaktivität in der Umwelt führt das BAG Messungen in hierfür geeigneten Probediensten wie luftgetragenen Teilchen, Wasser für den menschlichen Gebrauch oder Nahrungsmitteln durch. Es kann zu diesem Zweck mit den Kantonen zusammenarbeiten.

<sup>4</sup> Die Kantone überwachen die Radioaktivität in Lebensmitteln und in Gebrauchsgegenständen zum Schutz der Gesundheit der Konsumentinnen und Konsumenten.

<sup>5</sup> Das EDI erlässt im Einvernehmen mit dem ENSI und nach Anhörung des METAS technische Bestimmungen zur Umgebungsdosimetrie.

### **Art. 192** Automatisches Messnetz zur Überwachung der Radioaktivität in der Schweiz

<sup>1</sup> Das BAG betreibt ein automatisches Messnetz zur allgemeinen Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt. Dieses erfasst auch die Immissionen von Betrieben, die radioaktive Stoffe an die Umwelt abgeben oder in grösseren Mengen abgeben können, in deren Umgebung.

<sup>2</sup> Das BAG formuliert in Zusammenarbeit mit der zuständigen Aufsichtsbehörde die Anforderungen an das Messnetz hinsichtlich der Überwachung der Umgebung der Betriebe nach Absatz 1.

<sup>3</sup> Betriebe, bei denen eine erhebliche Freisetzung von Radioaktivität nicht ausgeschlossen werden kann, tragen die Kosten für die Anschaffung und für den Betrieb derjenigen Messstationen des automatischen Messnetzes, die der Überwachung der Radioaktivität in ihrer Umgebung dienen.

<sup>4</sup> 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.

<sup>5</sup> Das BAG auferlegt den einzelnen Betrieben jährlich die Kosten aus dem Vorjahr für ihre jeweiligen Messstationen.

#### **Art. 193** Probenahme- und Messprogramm

<sup>1</sup> Das BAG erstellt in Zusammenarbeit mit dem ENSI, der Suva, der NAZ und den Kantonen ein Probenahme- und Messprogramm für geplante und für bestehende Expositionssituationen.

<sup>2</sup> Für die Durchführung des Probenahme- und Messprogramms sind die Laboratorien des Bundes, namentlich das PSI, die Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (Eawag) sowie das Labor Spiez, zur Mitarbeit und zur ständigen Bereithaltung der dazu erforderlichen personellen und materiellen Mittel verpflichtet.

<sup>3</sup> Für die Durchführung des Probenahme- und Messprogramms können Dritte beigezogen werden.

#### **Art. 194** Sammlung der Daten, radiologische Beurteilung und Berichterstattung

<sup>1</sup> Das ENSI, die Suva, die NAZ, die Kantone sowie die beteiligten Laboratorien stellen dem BAG die aus der Überwachung anfallenden Daten interpretiert zur Verfügung.

<sup>2</sup> Basierend auf den Resultaten des Probenahme- und Messprogramms nach Artikel 193 beurteilt das BAG die radiologische Lage. Es berechnet und überprüft die von der Bevölkerung akkumulierten Dosen. Vorbehalten bleiben in Notfall-Expositionssituationen die Bestimmungen der VBSTB<sup>60</sup>.

<sup>3</sup> Das BAG ermittelt die Strahlenexposition der Bevölkerung nach den Anhängen 3–6.

<sup>4</sup> Es erstellt und veröffentlicht jährlich einen Bericht über die Ergebnisse der Überwachung und die daraus hervorgehenden Strahlendosen für die Bevölkerung.

#### **Art. 195** Untersuchungsschwellen bei der Umweltüberwachung

<sup>1</sup> Werden Konzentrationen von künstlichen Radionukliden in der Umwelt festgestellt, die zu einer effektiven Dosis von mehr als 10  $\mu$ Sv pro Jahr für einen bestimmten Expositionspfad und für Personen aus der Bevölkerung führen können, so sucht das BAG nach der Ursache.

<sup>60</sup> SR 520.17

<sup>2</sup> Wurden Radionuklide von einem Betrieb abgegeben, der über eine Bewilligung verfügt, so informiert das BAG die betroffene Aufsichtsbehörde. Diese veranlasst wenn möglich und sinnvoll die Durchführung von Optimierungsmassnahmen für die Reduktion der Abgabe.

<sup>3</sup> Wurden Radionuklide von einem Betrieb abgegeben, der über keine Bewilligung verfügt, stammen die Radionuklide aus dem Ausland oder ist die Ursache unklar, so ergänzt das BAG falls nötig sein Messprogramm entsprechend und informiert die Bevölkerung.

### 3. Abschnitt: Weitere Vollzugsbestimmungen

**Art. 196** Information über Ereignisse von öffentlichem Interesse

Das BAG sorgt dafür, dass die betroffenen Personen und Kantone sowie die Bevölkerung über Ereignisse von öffentlichem Interesse rechtzeitig informiert werden.

**Art. 197** Überwachung des beruflich strahlenexponierten Flugpersonals

Das BAZL beaufsichtigt die Luftfahrzeugbetreiberinnen und -betreiber hinsichtlich der Überwachung des beruflich strahlenexponierten Flugpersonals.

### 3. Kapitel: Eidgenössische Kommission für Strahlenschutz

**Art. 198**

<sup>1</sup> Die KSR ist eine ständige Verwaltungskommission im Sinne von Artikel 8a Absatz 2 RVOV<sup>61</sup>.

<sup>2</sup> 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.

<sup>61</sup> SR 172.010.1

- c. Sie erarbeitet in Zusammenarbeit mit den betroffenen Berufs- und Fachverbänden Empfehlungen zur Rechtfertigung von diagnostischen oder therapeutischen Verfahren nach Artikel 28 Absätze 1 und 2 und veröffentlicht diese.<sup>62</sup>
- d. Sie erarbeitet im Auftrag des Bundesrates oder der Aufsichtsbehörden Berichte und Stellungnahmen.

<sup>3</sup> Sie besteht aus Fachleuten der Wissenschaft und der Industrie.

<sup>4</sup> 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.

<sup>5</sup> Die KSR und ihre Ausschüsse können für die Prüfung besonderer Fragen aussenstehende Expertinnen und Experten beiziehen.

## 7. Titel: Strafbestimmungen

### Art. 199

<sup>1</sup> Nach Artikel 44 Absatz 1 Buchstabe f StSG wird bestraft, wer:

- a. ohne Bewilligung radioaktive mit sonstigen Materialien mischt zum Zweck, den Umgang mit diesen nicht der Bewilligungspflicht und Aufsicht unterstellen zu müssen (Art. 107);
- b. eine Tätigkeit ausübt, die eine Gefährdung durch ionisierende Strahlen mit sich bringen kann, ohne dafür über die nach den Artikeln 172–175 geforderte Ausbildung zu verfügen;
- c. eine Personendosimetriestelle ohne Anerkennung betreibt (Art. 66);
- d. eine Personendosimetriestelle betreibt und die dieser Stelle auferlegten Pflichten nach den Artikeln 69–71 verletzt;
- e. in der Zollanmeldung nicht die in Artikel 103 geforderten Angaben macht, radioaktive Waren nicht anmeldet oder bewusst falsch deklariert.

<sup>2</sup> 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.

<sup>62</sup> www.ksr-cpr.ch

## 8. Titel: Schlussbestimmungen

**Art. 200**      Aufhebung eines anderen Erlasses

Die Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994<sup>63</sup> wird aufgehoben.

**Art. 201**      Änderung anderer Erlasse

Die Änderung anderer Erlasse wird in Anhang 11 geregelt.

**Art. 202**      Übergangsbestimmungen

<sup>1</sup> Bewilligungen, die vor dem Inkrafttreten dieser Verordnung erteilt wurden, bleiben bis zu ihrer Erneuerung oder bis zu ihrem Ablauf gültig. Die sich aus einer Bewilligung ergebenden Pflichten richten sich nach den Vorschriften dieser Verordnung.

<sup>2</sup> Auf Verfahren, die beim Inkrafttreten dieser Verordnung hängig sind, finden die Vorschriften dieser Verordnung Anwendung.

<sup>3</sup> Der Grenzwert für die Äquivalentdosis der Augenlinse nach Artikel 56 Absatz 3 Buchstabe a gilt ab dem 1. Januar 2019; davor gilt der Grenzwert nach bisherigem Recht.

<sup>4</sup> Artikel 43 (Eigenevaluation und Qualitätshandbuch der Bewilligungsinhaberinnen und -inhaber) muss spätestens zwei Jahre nach Inkrafttreten dieser Verordnung umgesetzt werden.

<sup>5</sup> Wer zum Zeitpunkt des Inkrafttretens dieser Verordnung Inhaberin oder der Inhaber einer Bewilligung für eine geschlossene hoch radioaktive Quelle ist, muss:

- a. der Bewilligungsbehörde bis zwei Jahre nach Inkrafttreten dieser Verordnung die Angaben nach Artikel 97 zur Erstellung des Inventars melden;
- b. der Aufsichtsbehörde bis zwei Jahre nach Inkrafttreten dieser Verordnung mitteilen, welche Massnahmen zur Sicherung und Sicherheit nach Artikel 99 festgelegt wurden.

<sup>6</sup> Wer zum Zeitpunkt des Inkrafttretens dieser Verordnung Inhaberin oder der Inhaber eines Betriebs ist, in dem eine erhöhte Wahrscheinlichkeit des Auftretens von herrenlosen radioaktiven Materialien besteht, muss die Massnahmen nach Artikel 104 bis drei Jahre nach Inkrafttreten dieser Verordnung umsetzen und für die Tätigkeit eine Bewilligung beantragen.

<sup>7</sup> Radioaktive Abfälle, die sich bei Inkrafttreten dieser Verordnung bereits in Abklinglagerung nach Artikel 117 Absatz 2 befinden, dürfen nach einer neuen Beurteilung aufgrund der neuen Befreiungsgrenzen höchstens weitere dreissig Jahre gelagert werden. Die Beurteilung ist spätestens zwei Jahre nach Inkrafttreten dieser Verordnung der Aufsichtsbehörde vorzulegen.

<sup>63</sup> [AS 1994 1947, 1995 4959 Ziff. II 2, 1996 2129, 2000 107 934 2894, 2001 3294 Ziff. II 7, 2005 601 Anhang 7 Ziff. 3 2885 Anhang Ziff. 7, 2007 1469 Anhang 4 Ziff. 44 5651, 2008 3153 Art. 10 Ziff. 2 5747 Anhang Ziff. 22, 2010 5191 Art. 20 Ziff. 4 5395 Anhang 2 Ziff. II 3, 2011 5227 Ziff. I 2.7, 2012 7065 Ziff. I 5 7157, 2013 3041 Ziff. I 5 3407 Anhang 6 Ziff. 3]

<sup>8</sup> Die Kantone passen das Baubewilligungsverfahren innert zweier Jahre nach Inkrafttreten dieser Verordnung so an, dass es die Anforderungen nach Artikel 163 Absatz 1 erfüllt.

<sup>9</sup> Artikel 171 (Langfristige Kontamination nach einem Notfall) kommt erst drei Jahre nach Inkrafttreten dieser Verordnung zur Anwendung.

**Art. 203** Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am 1. Januar 2018 in Kraft.

## **Bestimmung technischer Begriffe**

### *Vorbemerkung*

Die Begriffe sind in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt.

### **Aktivitätskonzentrationsindex bei Baumaterialien**

Der Aktivitätskonzentrationsindex  $I$  ergibt sich aus folgender Formel:

$$I = C_{\text{Ra226}}/300 \text{ Bq/kg} + C_{\text{Th232}}/200 \text{ Bq/kg} + C_{\text{K40}}/3000 \text{ Bq/kg}$$

wobei  $C_{\text{Ra226}}$ ,  $C_{\text{Th232}}$  und  $C_{\text{K40}}$  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**

Dosisrichtwert zur Optimierung bei diagnostischen oder interventionellen medizinischen Expositionen oder Aktivitätswert im Falle von Radiopharmaka. Der diagnostische Referenzwert wird 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.

### **Kleinröntgenanlagen**

Röntgenanlagen mit einer Röhrenspannung bis zu 70 kV, einem Röhrenstrom bis zu 15 Milliampere (mA) und einer Grösse des Strahlungsfeldes von  $\leq 6$  cm Durchmesser.

### **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.

## **Teilschutzeinrichtung**

Abschirmung einer Anlage, die beim Betrieb 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  $\mu\text{Sv/h}$  gesenkt wird und an allen zugänglichen Stellen die für Personen aus der Bevölkerung geltenden Dosisgrenzwerte nicht überschritten werden können.

## **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.

## **Vollschutzeinrichtung**

Abschirmung einer Anlage oder einer Bestrahlungseinheit, die Nutz-, Streu- und Störstrahlung vollständig umschliesst und derart abschirmt, dass die Ortsdosisleistung in 10 cm Abstand von der Oberfläche auf weniger als 1  $\mu\text{Sv/h}$  gesenkt wird und an allen zugänglichen Stellen die für Personen aus der Bevölkerung geltenden Dosisgrenzwerte nicht überschritten werden können.

## **Zubereitung eines Radiopharmazeutikums**

Vorgang, bei dem durch Befolgung der Markiervorschriften gemäss Zulassung eines Markierbestecks zur Diagnostik das radiopharmazeutische Endprodukt erzeugt wird.



*Anhang 2*

(Art. 2 Abs. 1 Bst. k, 10 Bst. f, 168 Abs. 2 Bst. a und 169 Abs. 1)

**NORM-Befreiungsgrenzen**

NORM-Befreiungsgrenzen für natürlich vorkommende Radionuklide in Feststoffen, die sich ganz oder teilweise im säkularen Gleichgewicht mit ihren Tochternukliden befinden:

- |                                            |              |
|--------------------------------------------|--------------|
| – Natürliche Radionuklide der U-238-Reihe  | 1 000 Bq/kg  |
| – Natürliche Radionuklide der Th-232-Reihe | 1 000 Bq/kg  |
| – K-40                                     | 10 000 Bq/kg |

*Anhang 3<sup>64</sup>*  
(Art. 2 Abs. 1 Bst. j, l und m sowie 194 Abs. 3)

## Daten für den operationellen Strahlenschutz, Befreiungsgrenzen, Bewilligungsgrenzen und Richtwerte

Die Erläuterungen zu den einzelnen Spalten und eine Zusammenstellung der Fussnoten finden sich nach der Tabelle.

| Radionuklid   | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung | Beurteilungsgrössen |                    |                                               |                                                      |                                                    | Befreiungs-<br>grenze | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte |          |                         |
|---------------|---------------|---------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------|----------|-------------------------|
|               |               |                           | $e_{inh}$<br>Sv/Bq  | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in<br>10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                       |                         | LL<br>Bq/g | LA<br>Bq | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> |
| 1             | 2             | 3                         | 4                   | 5                  | 6                                             | 7                                                    | 8                                                  | 9                     | 10                      | 11         | 12       | 13                      |
| H-3, OBT      | 12.32 a       | β <sup>-</sup>            | 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 <sup>-</sup>            | 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 <sup>-</sup>            | 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 <sup>-</sup>            | 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 <sup>+</sup> /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 <sup>-</sup>            | 5.80 E-10           | 5.80 E-10          | <0.001                                        | 200                                                  | 0.3                                                | 1.E+00                | 9.00E+06                | 1.00 E+04  | 30       |                         |
| C-14 monoxyde |               |                           | 8.00 E-13           |                    |                                               |                                                      |                                                    |                       | 6.00E+09                | 1.00 E+07  |          |                         |
| C-14 dioxyde  |               |                           | 6.50 E-12           |                    |                                               |                                                      |                                                    |                       | 8.00E+08                | 1.00 E+06  |          |                         |
| N-13          | 9.965 min     | ec, β <sup>+</sup> /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 <sup>+</sup> /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 <sup>+</sup> /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 <sup>+</sup> /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 <sup>-</sup> /ph        | 5.30 E-10           | 4.30 E-10          | 0.506                                         | 1000                                                 | 1.9                                                | 1.E+00                | 9.00E+06                | 2.00 E+04  | 3        |                         |

<sup>64</sup> Die Berichtigung vom 24. April 2018 betrifft nur den französischen Text (AS 2018 1653).

| Radionuklid   | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung               | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                   |                                                    | Befreiungs-<br>grenze<br>LL<br>Bq/g | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte              |                              |      | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|---------------|---------------|-----------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------|------|-------------------------------|
|               |               |                                         | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $H_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $H_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 10 cm<br>Abstand | $H_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                                     |                                     | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |      |                               |
| 1             | 2             | 3                                       | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                 | 8                                                  | 9                                   | 10                                  | 11                      | 12                           | 13   |                               |
| Mg-28 / Al-28 | 20.915 h      | β <sup>-</sup> /ph                      | 1.70 E-09          | 2.20 E-09          | 0.529                                         | 2000                                              | 3.1                                                | 1.E+01                              | [2]                                 | 3.00E+06                | 5.00 E+03                    | 3    |                               |
| Al-26         | 7.17 E5 a     | ec, β <sup>+</sup> /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 <sup>-</sup> /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 <sup>-</sup>                          | 5.50 E-08          | 5.60 E-10          | <0.001                                        | 500                                               | 0.6                                                | 1.E+02                              | [2]                                 | 9.00E+04                | 2.00 E+02                    | 10   | → P-32                        |
| P-30          | 2.498 min     | ec, β <sup>+</sup> /ph                  |                    |                    | 0.371                                         | 900                                               | 1.7                                                |                                     |                                     |                         |                              | 3    |                               |
| P-32          | 14.263 d      | β <sup>-</sup>                          | 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 <sup>-</sup>                          | 1.30E-09           | 2.40E-10           | <0.001                                        | 700                                               | 0.8                                                | 1.E+03                              |                                     | 4.00E+06                | 6.00E+03                     | 10   |                               |
| S-35 (inorg.) | 87.51 d       | β <sup>-</sup>                          | 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 <sup>-</sup>                          | 1.20E-10           | 7.70E-10           | <0.001                                        | 200                                               | 0.3                                                | 1.E+02                              |                                     | 4.00E+07                | 7.00E+04                     | 30   |                               |
| Cl-36         | 3.01 E5 a     | β <sup>-</sup> , ec, β <sup>+</sup> /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 <sup>-</sup> /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 <sup>-</sup> /ph                      | 7.60E-11           | 8.50E-11           | 0.241                                         | 1000                                              | 1.7                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 7.00E+07                | 1.00E+05                     | 3    | → Ar-39                       |
| Ar-37         | 35.04 d       | ec / ph                                 |                    |                    | <0.001                                        | <1                                                | <0.1                                               |                                     |                                     | 6.00E+13                | 6.00E+10                     |      |                               |
| Ar-39         | 269 a         | β <sup>-</sup>                          |                    |                    | <0.001                                        | 2000                                              | 1.5                                                |                                     |                                     | 6.00E+09                | 6.00E+06                     | [4]  |                               |
| Ar-41         | 109.61 min    | β <sup>-</sup> /ph                      |                    |                    | 0.188                                         | 1000                                              | 1.7                                                |                                     |                                     | 5.00E+07                | 5.00E+04                     |      |                               |
| K-38          | 7.636 min     | ec, β <sup>+</sup> /ph                  |                    |                    | 0.480                                         | 1000                                              | 1.8                                                |                                     |                                     |                         |                              | 3    |                               |
| K-40 [10]     | 1.251 E9 a    | β <sup>-</sup> , ec, β <sup>+</sup> /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 <sup>-</sup> /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 <sup>-</sup> /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 <sup>-</sup> /ph                      | 3.70E-11           | 8.40E-11           | 1.553                                         | 1000                                              | 1.8                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 1.00E+08                | 2.00E+05                     | 3    |                               |
| K-45          | 17.3 min      | β <sup>-</sup> /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 <sup>-</sup>                          | 2.30E-09           | 7.60E-10           | <0.001                                        | 700                                               | 0.8                                                | 1.E+02                              | [2]                                 | 2.00E+06                | 4.00E+03                     | 10   |                               |
| Ca-47         | 4.536 d       | β <sup>-</sup> /ph                      | 2.10E-09           | 1.60E-09           | 0.156                                         | 1000                                              | 1.6                                                | 1.E+01                              |                                     | 2.00E+06                | 4.00E+03                     | 3    | → Sc-47                       |
| Sc-43         | 3.891 h       | ec, β <sup>+</sup> /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 <sup>+</sup> /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]                   |

| Radionuklid | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung               | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                       |                                                    | Befreiungs-<br>grenze | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                              | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|-------------|---------------|-----------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|             |               |                                         | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>mGBq in<br>10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LL<br>Bq/g            | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |                               |
| 1           | 2             | 3                                       | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                     | 8                                                  | 9                     | 10                      | 11                      | 12                           | 13                            |
| Sc-46       | 83.79 d       | β <sup>-</sup> /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 <sup>-</sup> /ph                      | 7.30E-10           | 5.40E-10           | 0.017                                         | 1000                                                  | 1.3                                                | 1.E+02                | 7.00E+06                | 1.00E+04                | 3                            |                               |
| Sc-48       | 43.67 h       | β <sup>-</sup> /ph                      | 1.60E-09           | 1.70E-09           | 0.495                                         | 2000                                                  | 1.7                                                | 1.E+00                | 3.00E+06                | 5.00E+03                | 3                            |                               |
| Sc-49       | 57.2 min      | β <sup>-</sup> /ph                      | 6.10E-11           | 8.20E-11           | 0.001                                         | 1000                                                  | 1.6                                                | 1.E+03                | [1] 8.00E+07            | 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] 7.00E+04            | 1.00E+02                | 30                           | → Sc-44 [6]                   |
| Ti-45       | 184.8 min     | ec, β <sup>+</sup> /ph                  | 1.50E-10           | 1.50E-10           | 0.136                                         | 1000                                                  | 1.5                                                | 1.E+01                | [1] 3.00E+07            | 6.00E+04                | 3                            |                               |
| V-47        | 32.6 min      | ec, β <sup>+</sup> /ph                  | 5.00E-11           | 6.30E-11           | 0.156                                         | 1000                                                  | 1.7                                                | 1.E+01                | [1] 1.00E+08            | 2.00E+05                | 3                            |                               |
| V-48        | 15.9735 d     | ec, β <sup>+</sup> /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 <sup>+</sup> /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 <sup>+</sup> /ph                  | 5.90E-11           | 6.10E-11           | 0.166                                         | 1000                                                  | 1.7                                                | 1.E+01                | [1] 8.00E+07            | 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                | 1.00E+08                | 2.00E+05                | 1000                         |                               |
| Mn-51       | 46.2 min      | ec, β <sup>+</sup> /ph                  | 6.80E-11           | 9.30E-11           | 0.159                                         | 1000                                                  | 1.7                                                | 1.E+01                | [1] 7.00E+07            | 1.00E+05                | 3                            | → Cr-51                       |
| Mn-52       | 5.591 d       | ec, β <sup>+</sup> /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 <sup>+</sup> , 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                | 1.00E+08                | 2.00E+05                | 1000                         |                               |
| Mn-54       | 312.12 d      | ec, β <sup>+</sup> , β <sup>-</sup> /ph | 1.20E-09           | 7.10E-10           | 0.126                                         | 10                                                    | 0.1                                                | 1.E-01                | 4.00E+06                | 7.00E+03                | 100                          |                               |
| Mn-56       | 2.5789 h      | β <sup>-</sup> /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 <sup>+</sup> /ph                  | 9.50E-10           | 1.40E-09           | 0.116                                         | 900                                                   | 1                                                  | 1.E+01                | [2] 5.00E+06            | 9.00E+03                | 10                           | → Mn-52m<br>[6]               |
| Fe-55       | 2.737 a       | ec / ph                                 | 9.20E-10           | 3.30E-10           | <0.001                                        | 20                                                    | <0.1                                               | 1.E+03                | 5.00E+06                | 9.00E+03                | 1000                         |                               |
| Fe-59       | 44.495 d      | β <sup>-</sup> /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 <sup>-</sup>                          | 3.30E-07           | 1.10E-07           | <0.001                                        | 90                                                    | 0.3                                                | 1.E+01                | 2.00E+04                | 3.00E+01                | 3                            | → Co-60m<br>[10]              |
| Co-55       | 17.53 h       | ec, β <sup>+</sup> /ph                  | 8.30E-10           | 1.10E-09           | 0.302                                         | 1000                                                  | 1.4                                                | 1.E+01                | 6.00E+06                | 1.00E+04                | 3                            | → Fe-55                       |
| Co-56       | 77.23 d       | ec, β <sup>+</sup> /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                | 8.00E+06                | 1.00E+04                | 100                          |                               |

| Radionuklid   | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung                | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                   |                                                    | Befreiungs-<br>grenze<br>LL<br>Bq/g | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte              |                              | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|---------------|---------------|------------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|               |               |                                          | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $H_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $H_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 10 cm<br>Abstand | $H_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                                     |                                     | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |                               |
| 1             | 2             | 3                                        | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                 | 8                                                  | 9                                   | 10                                  | 11                      | 12                           | 13                            |
| Co-58         | 70.86 d       | ec, β <sup>+</sup> / ph                  | 1.70E-09           | 7.40E-10           | 0.147                                         | 300                                               | 0.3                                                | 1.E+00                              | 3.00E+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                              | 3.00E+08                            | 5.00E+05                | 1000                         | → Co-58 [6]                   |
| Co-60         | 5.2713 a      | β <sup>-</sup> / ph                      | 1.70E-08           | 3.40E-09           | 0.366                                         | 1000                                              | 1.1                                                | 1.E-01                              | 3.00E+05                            | 5.00E+02                | 3                            |                               |
| Co-60m        | 10.467 min    | it, β <sup>-</sup> / ph                  | 1.20E-12           | 1.70E-12           | 0.001                                         | 20                                                | <0.1                                               | 1.E+03                              | 4.00E+09                            | 7.00E+06                | 1000                         | → Co-60 [6]                   |
| Co-61         | 1.650 h       | β <sup>-</sup> / ph                      | 7.50E-11           | 7.40E-11           | 0.017                                         | 1000                                              | 1.6                                                | 1.E+02                              | [1] 7.00E+07                        | 1.00E+05                | 3                            |                               |
| Co-62m        | 13.91 min     | β <sup>-</sup> / ph                      | 3.70E-11           | 4.70E-11           | 0.436                                         | 1000                                              | 1.8                                                | 1.E+01                              | [1] 1.00E+08                        | 2.00E+05                | 3                            |                               |
| Ni-56         | 6.075 d       | ec, β <sup>+</sup> / ph                  | 9.60E-10           | 8.60E-10           | 0.260                                         | 60                                                | 0.1                                                | 1.E+01                              | 5.00E+06                            | 9.00E+03                | 100                          | → Co-56 [6]                   |
| Ni-57         | 35.60 h       | ec, β <sup>+</sup> / ph                  | 7.60E-10           | 8.70E-10           | 0.278                                         | 700                                               | 0.8                                                | 1.E+01                              | 7.00E+06                            | 1.00E+04                | 10                           | → Co-57                       |
| Ni-59         | 1.01 E5 a     | ec, β <sup>+</sup> / ph                  | 2.20E-10           | 6.30E-11           | <0.001                                        | 10                                                | <0.1                                               | 1.E+02                              | 2.00E+07                            | 4.00E+04                | 1000                         |                               |
| Ni-63         | 100.1 a       | β <sup>-</sup>                           | 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 <sup>-</sup> / ph                      | 1.30E-10           | 1.80E-10           | 0.081                                         | 1000                                              | 1.6                                                | 1.E+01                              | [1] 4.00E+07                        | 6.00E+04                | 3                            |                               |
| Ni-66 / Cu-66 | 54.6 h        | β <sup>-</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph                  | 6.20E-11           | 7.00E-11           | 0.596                                         | 1000                                              | 1.8                                                | 1.E+01                              | [1] 8.00E+07                        | 1.00E+05                | 3                            |                               |
| Cu-61         | 3.333 h       | ec, β <sup>+</sup> / ph                  | 1.20E-10           | 1.20E-10           | 0.128                                         | 900                                               | 1.1                                                | 1.E+01                              | [1] 4.00E+07                        | 7.00E+04                | 3                            |                               |
| Cu-64         | 12.700 h      | ec, β <sup>+</sup> , β <sup>-</sup> / ph | 1.50E-10           | 1.20E-10           | 0.030                                         | 900                                               | 0.8                                                | 1.E+02                              | 3.00E+07                            | 6.00E+04                | 10                           |                               |
| Cu-67         | 61.83 h       | β <sup>-</sup> / ph                      | 5.80E-10           | 3.40E-10           | 0.018                                         | 1000                                              | 1.4                                                | 1.E+02                              | 9.00E+06                            | 1.00E+04                | 3                            |                               |
| Zn-62 / Cu-62 | 9.186 h       | ec, β <sup>+</sup> / ph                  | 6.60E-10           | 9.40E-10           | 0.319                                         | 1000                                              | 1.9                                                | 1.E+02                              | [2] 8.00E+06                        | 1.00E+04                | 3                            |                               |
| Zn-63         | 38.47 min     | ec, β <sup>+</sup> / ph                  | 6.10E-11           | 7.90E-11           | 0.175                                         | 1000                                              | 1.6                                                | 1.E+01                              | [1] 8.00E+07                        | 1.00E+05                | 3                            |                               |
| Zn-65         | 244.06 d      | ec, β <sup>+</sup> / 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 <sup>-</sup>                           | 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 <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / ph                      | 2.40E-10           | 2.40E-10           | 0.240                                         | 1000                                              | 1.7                                                | 1.E+01                              | [1] 2.00E+07                        | 3.00E+04                | 3                            |                               |
| Zn-72         | 46.5 h        | β <sup>-</sup> / ph                      | 1.50E-09           | 1.40E-09           | 0.026                                         | 900                                               | 0.9                                                | 1.E+00                              | [2] 3.00E+06                        | 6.00E+03                | 10                           | → Ga-72 [6]                   |
| Ga-65         | 15.2 min      | ec, β <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph                  | 7.10E-10           | 1.20E-09           | 0.877                                         | 600                                               | 1.1                                                | 1.E+01                              | 7.00E+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 <sup>+</sup> / ph                  | 8.10E-11           | 1.00E-10           | 0.149                                         | 1000                                              | 1.5                                                | 1.E+01                              | [1] 6.00E+07                        | 1.00E+05                | 3                            |                               |

| Radionuklid | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung      | Beurteilungsgrößen |                    |                                             |                                                       |                                                    | Befreiungs-<br>grenze<br>LL<br>Bq/g | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte              |                              | Instabiles Toch-<br>ternuklid |             |
|-------------|---------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------|
|             |               |                                | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>mGBq in<br>10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                                     |                                     | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |                               |             |
| 1           | 2             | 3                              | 4                  | 5                  | 6                                           | 7                                                     | 8                                                  | 9                                   | 10                                  | 11                      | 12                           | 13                            |             |
| Ga-70       | 21.14 min     | $\beta^-$ , 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       | $\beta^-$ / ph                 | 8.40E-10           | 1.10E-09           | 0.386                                       | 1000                                                  | 1.7                                                | 1.E+01                              |                                     | 6.00E+06                | 1.00E+04                     | 3                             |             |
| Ga-73       | 4.86 h        | $\beta^-$ / 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, $\beta^+$ / ph             | 1.30E-10           | 1.00E-10           | 0.108                                       | 400                                                   | 0.5                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 4.00E+07                | 6.00E+04                     | 10                            | → Ga-66 [6] |
| Ge-67       | 18.9 min      | ec, $\beta^+$ / 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]                                 | 6.00E+05                | 1.00E+03                     | 300                           | → Ga-68 [6] |
| Ge-69       | 39.05 h       | ec, $\beta^+$ / ph             | 3.70E-10           | 2.40E-10           | 0.132                                       | 500                                                   | 0.6                                                | 1.E+01                              |                                     | 1.00E+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     | $\beta^-$ / ph                 | 5.40E-11           | 4.60E-11           | 0.006                                       | 1000                                                  | 1.6                                                | 1.E+03                              |                                     | 9.00E+07                | 2.00E+05                     | 3                             |             |
| Ge-77       | 11.30 h       | $\beta^-$ / 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        | $\beta^-$ / 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, $\beta^+$ / ph             | 3.50E-11           | 5.70E-11           | 0.250                                       | 900                                                   | 1.7                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 1.00E+08                | 2.00E+05                     | 3                             | → Ge-69     |
| As-70       | 52.6 min      | ec, $\beta^+$ / ph             | 1.20E-10           | 1.30E-10           | 0.603                                       | 1000                                                  | 1.7                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 4.00E+07                | 7.00E+04                     | 3                             |             |
| As-71       | 65.28 h       | ec, $\beta^+$ / 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, $\beta^+$ / ph             | 1.30E-09           | 1.80E-09           | 0.339                                       | 900                                                   | 1.6                                                | 1.E+01                              |                                     | 4.00E+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]                                 | 8.00E+06                | 1.00E+04                     | 1000                          |             |
| As-74       | 17.77 d       | ec, $\beta^+$ , $\beta^-$ / ph | 1.80E-09           | 1.30E-09           | 0.117                                       | 900                                                   | 1.1                                                | 1.E+01                              |                                     | 3.00E+06                | 5.00E+03                     | 3                             |             |
| As-76       | 1.0778 d      | $\beta^-$ / ph                 | 9.20E-10           | 1.60E-09           | 0.132                                       | 1000                                                  | 1.6                                                | 1.E+01                              |                                     | 5.00E+06                | 9.00E+03                     | 3                             |             |
| As-77       | 38.83 h       | $\beta^-$ / 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      | $\beta^-$ / 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, $\beta^+$ / ph             | 1.20E-10           | 1.40E-10           | 0.158                                       | 900                                                   | 1.3                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 4.00E+07                | 7.00E+04                     | 3                             | → As-70 [6] |
| Se-73       | 7.15 h        | ec, $\beta^+$ / ph             | 2.40E-10           | 3.90E-10           | 0.174                                       | 900                                                   | 1.2                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 2.00E+07                | 3.00E+04                     | 3                             | → As-73     |
| Se-73m      | 39.8 min      | it, ec, $\beta^+$ / 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                              |                                     | 3.00E+06                | 5.00E+03                     | 100                           |             |
| Se-79       | 2.95 E5 a     | $\beta^-$                      | 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     | $\beta^-$ / ph                 | 2.40E-11           | 2.70E-11           | 0.002                                       | 1000                                                  | 1.6                                                | 1.E+03                              | [1]                                 | 2.00E+08                | 3.00E+05                     | 3                             |             |
| Se-81m      | 57.28 min     | it, $\beta^-$                  | 6.80E-11           | 5.90E-11           | 0.004                                       | 100                                                   | 1.1                                                | 1.E+03                              | [1]                                 | 7.00E+07                | 1.00E+05                     | 3                             | → Se-81     |

| Radionuklid | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung      | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                   |                                                    | Befreiungs-<br>grenze<br>LL<br>Bq/g | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte              |                              |             | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|-------------|---------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------|-------------------------------|
|             |               |                                | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                                     |                                     | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |             |                               |
| 1           | 2             | 3                              | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                 | 8                                                  | 9                                   | 10                                  | 11                      | 12                           | 13          |                               |
| Se-83       | 22.3 min      | $\beta^-$ / ph                 | 5.30E-11           | 5.10E-11           | 0.362                                         | 1000                                              | 1.7                                                | 1.E+01 [1]                          | 9.00E+07                            | 2.00E+05                | 3                            | → Br-83     |                               |
| Br-74       | 25.4 min      | ec, $\beta^+$ / ph             | 6.80E-11           | 8.40E-11           | 1.022                                         | 1000                                              | 1.8                                                | 1.E+01 [1]                          | 7.00E+07                            | 1.00E+05                | 3                            |             |                               |
| Br-74m      | 46 min        | ec, $\beta^+$ / 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, $\beta^+$ / ph             | 8.50E-11           | 7.90E-11           | 0.189                                         | 900                                               | 1.3                                                | 1.E+01 [1]                          | 6.00E+07                            | 1.00E+05                | 3                            | → Se-75     |                               |
| Br-76       | 16.2 h        | ec, $\beta^+$ / ph             | 5.80E-10           | 4.60E-10           | 0.503                                         | 700                                               | 1.1                                                | 1.E+01                              | 9.00E+06                            | 1.00E+04                | 3                            |             |                               |
| Br-77       | 57.036 h      | ec, $\beta^+$ / ph             | 1.30E-10           | 9.60E-11           | 0.051                                         | 60                                                | 0.1                                                | 1.E+01                              | 4.00E+07                            | 6.00E+04                | 100                          |             |                               |
| Br-80       | 17.68 min     | $\beta^-$ , ec, $\beta^+$ / ph | 1.70E-11           | 3.10E-11           | 0.013                                         | 1000                                              | 1.5                                                | 1.E+02 [1]                          | 3.00E+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]                          | 5.00E+07                            | 8.00E+04                | 1000                         | → Br-80     |                               |
| Br-82       | 35.30 h       | $\beta^-$ / ph                 | 8.80E-10           | 5.40E-10           | 0.395                                         | 1000                                              | 1.4                                                | 1.E+00                              | 6.00E+06                            | 9.00E+03                | 3                            |             |                               |
| Br-83       | 2.40 h        | $\beta^-$ / ph                 | 6.70E-11           | 4.30E-11           | 0.001                                         | 1000                                              | 1.5                                                | 1.E+03 [2]                          | 7.00E+07                            | 1.00E+05                | 3                            |             |                               |
| Br-84       | 31.80 min     | $\beta^-$ / ph                 | 6.20E-11           | 8.80E-11           | 0.923                                         | 1000                                              | 1.7                                                | 1.E+01 [1]                          | 8.00E+07                            | 1.00E+05                | 3                            |             |                               |
| Kr-79       | 35.04 h       | ec, $\beta^+$ / ph             |                    |                    | 0.042                                         | 100                                               | 0.2                                                |                                     | 2.00E+08                            | 2.00E+05                |                              |             |                               |
| Kr-81       | 2.29 E5 a     | ec / ph                        |                    |                    | 0.004                                         | 8                                                 | <0.1                                               |                                     | 1.00E+10                            | 1.00E+07                |                              |             |                               |
| Kr-83m      | 1.83 h        | it / ph                        |                    |                    | 0.002                                         | 3                                                 | <0.1                                               |                                     | 1.00E+12                            | 1.00E+09                |                              |             |                               |
| Kr-85       | 10.756 a      | $\beta^-$ / ph                 |                    |                    | 0.001                                         | 1000                                              | 1.5                                                |                                     | 5.00E+07                            | 5.00E+06                | [4]                          |             |                               |
| Kr-85m      | 4.480 h       | $\beta^-$ , it / ph            |                    |                    | 0.026                                         | 1000                                              | 1.4                                                |                                     | 4.00E+08                            | 4.00E+05                |                              | → Kr-85     |                               |
| Kr-87       | 76.3 min      | $\beta^-$ / ph                 |                    |                    | 0.501                                         | 1000                                              | 1.7                                                |                                     | 7.00E+07                            | 7.00E+04                |                              | → Rb-87     |                               |
| Kr-88       | 2.84 h        | $\beta^-$ / ph                 |                    |                    | 0.264                                         | 1000                                              | 1.5                                                |                                     | 2.00E+07                            | 2.00E+04                | [5]                          | → Rb-88 [6] |                               |
| Kr-89       | 3.15 min      | $\beta^-$ / ph                 |                    |                    | 2.047                                         | 900                                               | 1.8                                                |                                     | 3.00E+07                            | 3.00E+04                |                              | → Rb-89 [6] |                               |
| Rb-79       | 22.9 min      | ec, $\beta^+$ / 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, $\beta^+$ / ph             | 6.80E-11           | 5.40E-11           | 0.101                                         | 1000                                              | 1.2                                                | 1.E+01 [1]                          | 7.00E+07                            | 1.00E+05                | 3                            | → Kr-81     |                               |
| Rb-81m      | 30.5 min      | it, ec, $\beta^+$ / ph         | 1.30E-11           | 9.70E-12           | 0.006                                         | 5                                                 | 0.3                                                | 1.E+03 [1]                          | 4.00E+08                            | 6.00E+05                | 30                           | → Rb-81 [6] |                               |
| Rb-82m      | 6.472 h       | ec, $\beta^+$ / ph             | 2.20E-10           | 1.30E-10           | 0.436                                         | 400                                               | 0.6                                                | 1.E+01                              | 2.00E+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]                          | 5.00E+06                            | 8.00E+03                | 100                          |             |                               |
| Rb-84       | 32.77 d       | ec, $\beta^+$ , $\beta^-$ / ph | 1.50E-09           | 2.80E-09           | 0.141                                         | 400                                               | 0.6                                                | 1.E+00                              | 3.00E+06                            | 6.00E+03                | 10                           |             |                               |
| Rb-86       | 18.642 d      | $\beta^-$ , ec / ph            | 1.30E-09           | 2.80E-09           | 0.014                                         | 1000                                              | 1.6                                                | 1.E+02                              | 4.00E+06                            | 6.00E+03                | 3                            |             |                               |

| Radionuklid   | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung   | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                       |                                                    | Befreiungs-<br>grenze | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                              | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|---------------|---------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|               |               |                             | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>mGBq in<br>10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LL<br>Bq/g            | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |                               |
| 1             | 2             | 3                           | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                     | 8                                                  | 9                     | 10                      | 11                      | 12                           | 13                            |
| Rb-87         | 4.923 E10 a   | β <sup>-</sup>              | 7.60E-10           | 1.50E-09           | <0.001                                        | 1000                                                  | 1.2                                                | 1.E+01                | 7.00E+06                | 1.00E+04                | 3                            |                               |
| Rb-88         | 17.78 min     | β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph     | 2.10E-10           | 3.50E-10           | 1.750                                         | 900                                                   | 1.7                                                | 1.E+03                | [2] 2.00E+07            | 4.00E+04                | 3                            |                               |
| Sr-81         | 22.3 min      | ec, β <sup>+</sup> / ph     | 6.10E-11           | 7.80E-11           | 0.247                                         | 1000                                                  | 1.6                                                | 1.E+01                | [1] 8.00E+07            | 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] 6.00E+05            | 1.00E+03                | 3                            |                               |
| Sr-83         | 32.41 h       | ec, β <sup>+</sup> / 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                | 8.00E+06                | 1.00E+04                | 100                          |                               |
| Sr-85m        | 67.63 min     | it, ec, β <sup>+</sup> / ph | 7.40E-12           | 6.10E-12           | 0.035                                         | 70                                                    | 0.1                                                | 1.E+02                | [1] 7.00E+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] 1.00E+08            | 2.00E+05                | 30                           | → Rb-87                       |
| Sr-89         | 50.53 d       | β <sup>-</sup>              | 5.60E-09           | 2.60E-09           | <0.001                                        | 1000                                                  | 1.6                                                | 1.E+03                | [2] 9.00E+05            | 1.00E+03                | 3                            |                               |
| Sr-90         | 28.79 a       | β <sup>-</sup>              | 7.70E-08           | 2.80E-08           | <0.001                                        | 1000                                                  | 1.4                                                | 1.E+00                | [2] 6.00E+04            | 1.00E+02                | 3                            | → Y-90 [6]                    |
| Sr-91         | 9.63 h        | β <sup>-</sup> / ph         | 5.70E-10           | 7.60E-10           | 0.117                                         | 1000                                                  | 1.6                                                | 1.E+01                | [2] 9.00E+06            | 1.00E+04                | 3                            | → Y-91m, Y-91                 |
| Sr-92         | 2.66 h        | β <sup>-</sup> / ph         | 3.40E-10           | 4.90E-10           | 0.194                                         | 1000                                                  | 1.4                                                | 1.E+01                | [1] 1.00E+07            | 2.00E+04                | 3                            | → Y-92 [6]                    |
| Y-86          | 14.74 h       | ec, β <sup>+</sup> / ph     | 8.10E-10           | 9.60E-10           | 0.515                                         | 500                                                   | 0.8                                                | 1.E+00                | 6.00E+06                | 1.00E+04                | 10                           |                               |
| Y-86m         | 48 min        | it, ec, β <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph     | 5.30E-10           | 5.50E-10           | 0.080                                         | 20                                                    | <0.1                                               | 1.E+01                | [2] 9.00E+06            | 2.00E+04                | 300                          |                               |
| Y-88          | 106.65 d      | ec, β <sup>+</sup> / 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 <sup>-</sup>              | 1.70E-09           | 2.70E-09           | 0.007                                         | 1000                                                  | 1.6                                                | 1.E+03                | 3.00E+06                | 5.00E+03                | 3                            |                               |
| Y-90m         | 3.19 h        | it, β <sup>-</sup> / ph     | 1.30E-10           | 1.70E-10           | 0.098                                         | 200                                                   | 0.2                                                | 1.E+01                | [1] 4.00E+07            | 6.00E+04                | 30                           | → Y-90                        |
| Y-91          | 58.51 d       | β <sup>-</sup> / ph         | 6.10E-09           | 2.40E-09           | 0.001                                         | 1000                                                  | 1.6                                                | 1.E+02                | 8.00E+05                | 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] 3.00E+08            | 6.00E+05                | 100                          | → Y-91                        |
| Y-92          | 3.54 h        | β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / ph         | 6.00E-10           | 1.20E-09           | 0.098                                         | 1000                                                  | 1.6                                                | 1.E+02                | 8.00E+06                | 1.00E+04                | 3                            | → Zr-93                       |
| Y-94          | 18.7 min      | β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / 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/<br>Strahlung   | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                   |                                                    | Befreiungs-<br>grenze<br>LL<br>Bq/g | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte              |                              |                 | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|-------------|---------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------|-------------------------------|
|             |               |                             | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $H_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $H_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 10 cm<br>Abstand | $H_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                                     |                                     | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |                 |                               |
| 1           | 2             | 3                           | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                 | 8                                                  | 9                                   | 10                                  | 11                      | 12                           | 13              |                               |
| Zr-86       | 16.5 h        | ec, β <sup>+</sup> / ph     | 7.00E-10           | 8.60E-10           | 0.069                                         | 100                                               | 0.1                                                | 1.E+01 [2]                          | 7.00E+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 <sup>+</sup> / ph     | 7.50E-10           | 7.90E-10           | 0.182                                         | 400                                               | 0.5                                                | 1.E+01 [1]                          | 7.00E+06                            | 1.00E+04                | 10                           |                 |                               |
| Zr-93       | 1.53 E6 a     | β <sup>-</sup>              | 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 <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / 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 <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph     | 1.20E-10           | 1.40E-10           | 0.306                                         | 900                                               | 1.5                                                | 1.E+01 [1]                          | 4.00E+07                            | 7.00E+04                | 3                            | → Zr-89         |                               |
| Nb-90       | 14.60 h       | ec, β <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph     |                    |                    |                                               |                                                   |                                                    | 1.E+02                              | 1.00E+06                            | 2.00E+03                | 1000                         |                 |                               |
| Nb-91m      | 60.86 d       | it, ec, β <sup>+</sup> / ph |                    |                    |                                               |                                                   |                                                    | 1.E+01                              | 2.00E+06                            | 4.00E+03                | 300                          |                 |                               |
| Nb-92m      | 10.15 d       | ec, β <sup>+</sup> / ph     |                    |                    |                                               |                                                   |                                                    | 1.E+01                              | 8.00E+06                            | 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                              | 6.00E+06                            | 1.00E+04                | 1000                         |                 |                               |
| Nb-94       | 2.03 E4 a     | β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / ph         | 1.30E-09           | 5.80E-10           | 0.116                                         | 100                                               | 0.3                                                | 1.E+00                              | 4.00E+06                            | 6.00E+03                | 30                           |                 |                               |
| Nb-95m      | 3.61 d        | it, β <sup>-</sup> / ph     | 8.50E-10           | 5.60E-10           | 0.021                                         | 2000                                              | 1.4                                                | 1.E+02                              | 6.00E+06                            | 1.00E+04                | 3                            | → Nb-95 [6]     |                               |
| Nb-96       | 23.35 h       | β <sup>-</sup> / ph         | 9.70E-10           | 1.10E-09           | 0.372                                         | 1000                                              | 1.6                                                | 1.E+00                              | 5.00E+06                            | 9.00E+03                | 3                            |                 |                               |
| Nb-97       | 72.1 min      | β <sup>-</sup> / ph         | 7.20E-11           | 6.80E-11           | 0.099                                         | 1000                                              | 1.6                                                | 1.E+01 [1]                          | 7.00E+07                            | 1.00E+05                | 3                            |                 |                               |
| Nb-98m      | 51.3 min      | β <sup>-</sup> / ph         | 9.90E-11           | 1.10E-10           | 0.393                                         | 1000                                              | 1.8                                                | 1.E+01 [1]                          | 5.00E+07                            | 8.00E+04                | 3                            |                 |                               |
| Mo-90       | 5.56 h        | ec, β <sup>+</sup> / ph     | 5.60E-10           | 6.20E-10           | 0.147                                         | 1000                                              | 1.4                                                | 1.E+01 [1]                          | 9.00E+06                            | 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 <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph     | 6.50E-11           | 4.90E-11           | 0.222                                         | 20                                                | 0.1                                                | 1.E+01 [1]                          | 8.00E+07                            | 1.00E+05                | 100                          | → Mo-93         |                               |

| Radionuklid     | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung      | Beurteilungsgrössen |                    |                                               |                                                       |                                                    | Befreiungs-<br>grenze | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte |          |                         | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|-----------------|---------------|--------------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------|----------|-------------------------|-------------------------------|
|                 |               |                                | $e_{inh}$<br>Sv/Bq  | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>mGBq in<br>10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                       |                         | LL<br>Bq/g | LA<br>Bq | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> |                               |
| 1               | 2             | 3                              | 4                   | 5                  | 6                                             | 7                                                     | 8                                                  | 9                     | 10                      | 11         | 12       | 13                      |                               |
| Tc-93m          | 43.5 min      | it, ec, $\beta^+$ / 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, $\beta^+$ / ph             | 2.20E-10            | 1.80E-10           | 0.414                                         | 200                                                   | 0.4                                                | 1.E+01                | [1]                     | 2.00E+07   | 4.00E+04 | 10                      |                               |
| Tc-94m          | 52.0 min      | ec, $\beta^+$ / ph             | 8.00E-11            | 1.10E-10           | 0.285                                         | 700                                                   | 1.3                                                | 1.E+01                | [1]                     | 6.00E+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, $\beta^+$ , it / ph        | 8.60E-10            | 6.20E-10           | 0.117                                         | 100                                                   | 0.1                                                | 1.E+00                | [2]                     | 6.00E+06   | 1.00E+04 | 100                     | → Tc-95                       |
| Tc-96           | 4.28 d        | ec / ph                        | 1.00E-09            | 1.10E-09           | 0.388                                         | 40                                                    | 0.2                                                | 1.E+00                |                         | 5.00E+06   | 8.00E+03 | 30                      |                               |
| Tc-96m          | 51.5 min      | it, ec, $\beta^+$ / 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                |                         | 3.00E+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      | $\beta^-$ / ph                 | 6.10E-09            | 2.30E-09           | 0.215                                         | 2000                                                  | 1.5                                                | 1.E-01                |                         | 8.00E+05   | 1.00E+03 | 3                       |                               |
| Tc-99           | 2.111 E5 a    | $\beta^-$                      | 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, $\beta^-$ / 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      | $\beta^-$ / ph                 | 2.10E-11            | 1.90E-11           | 0.055                                         | 1000                                                  | 1.6                                                | 1.E+02                | [1]                     | 2.00E+08   | 4.00E+05 | 3                       |                               |
| Tc-104          | 18.3 min      | $\beta^-$ / 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, $\beta^+$ / ph             | 7.40E-11            | 9.40E-11           | 0.100                                         | 20                                                    | 0.1                                                | 1.E+02                | [1]                     | 7.00E+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                |                         | 3.00E+07   | 5.00E+04 | 100                     | → Tc-97                       |
| Ru-103          | 39.26 d       | $\beta^-$ / ph                 | 2.20E-09            | 7.30E-10           | 0.073                                         | 500                                                   | 0.6                                                | 1.E+00                | [2]                     | 2.00E+06   | 4.00E+03 | 10                      |                               |
| Ru-105          | 4.44 h        | $\beta^-$ / 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      | $\beta^-$ / ph                 | 3.50E-08            | 7.00E-09           | 0.357                                         | 1000                                                  | 1.6                                                | 1.E-01                | [2]                     | 1.00E+05   | 2.00E+02 | 3                       |                               |
| Rh-99           | 16.1 d        | ec, $\beta^+$ / ph             | 8.90E-10            | 5.10E-10           | 0.115                                         | 100                                                   | 0.2                                                | 1.E+01                | [1]                     | 6.00E+06   | 9.00E+03 | 30                      |                               |
| Rh-99m          | 4.7 h         | ec, $\beta^+$ / ph             | 7.30E-11            | 6.60E-11           | 0.122                                         | 100                                                   | 0.2                                                | 1.E+01                | [1]                     | 7.00E+07   | 1.00E+05 | 30                      |                               |
| Rh-100          | 20.8 h        | ec, $\beta^+$ / ph             | 6.30E-10            | 7.10E-10           | 0.392                                         | 100                                                   | 0.3                                                | 1.E+00                |                         | 8.00E+06   | 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, $\beta^+$ , $\beta^-$ / 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, $\beta^+$ , it / ph        | 9.00E-09            | 2.60E-09           | 0.339                                         | 50                                                    | 0.2                                                | 1.E+00                |                         | 6.00E+05   | 9.00E+02 | 30                      | → Rh-102                      |

| Radionuklid      | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung | Beurteilungsgrößen        |                           |                                               |                                                   |                                                    | Befreiungs-<br>grenze<br>LL<br>Bq/g | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte<br>CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> | Instabiles Toch-<br>ternuklid |                   |
|------------------|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------|
|                  |               |                           | $\epsilon_{inh}$<br>Sv/Bq | $\epsilon_{ing}$<br>Sv/Bq | $H_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $H_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 10 cm<br>Abstand | $H_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                                     |                                     |                                       |                              |                               |                   |
| 1                | 2             | 3                         | 4                         | 5                         | 6                                             | 7                                                 | 8                                                  | 9                                   | 10                                  | 11                                    | 12                           | 13                            |                   |
| 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       | $\beta^-$ / 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       | $\beta^-$ / 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      | $\beta^-$ / 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]                                 | 5.00E+06                              | 9.00E+03                     | 100                           | → Rh-100 [6]      |
| Pd-101           | 8.47 h        | ec, $\beta^+$ / ph        | 1.00E-10                  | 9.40E-11                  | 0.081                                         | 100                                               | 0.2                                                | 1.E+02                              |                                     | 5.00E+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      | $\beta^-$                 | 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     | $\beta^-$ / 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, $\beta^+$ / ph        | 3.20E-11                  | 4.00E-11                  | 0.546                                         | 800                                               | 1.4                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 2.00E+08                              | 3.00E+05                     | 3                             |                   |
| Ag-103           | 65.7 min      | ec, $\beta^+$ / 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, $\beta^+$ / ph        | 7.10E-11                  | 6.00E-11                  | 0.410                                         | 300                                               | 0.5                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 7.00E+07                              | 1.00E+05                     | 10                            |                   |
| Ag-104m          | 33.5 min      | ec, $\beta^+$ , 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                              |                                     | 6.00E+06                              | 1.00E+04                     | 100                           |                   |
| Ag-106           | 23.96 min     | ec, $\beta^+$ , 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                              |                                     | 3.00E+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      | $\beta^-$ , it / ph       | 7.30E-09                  | 2.80E-09                  | 0.409                                         | 500                                               | 0.6                                                | 1.E-01                              | [2]                                 | 7.00E+05                              | 1.00E+03                     | 10                            |                   |
| Ag-111           | 7.45 d        | $\beta^-$ / ph            | 1.60E-09                  | 1.30E-09                  | 0.004                                         | 1000                                              | 1.6                                                | 1.E+02                              |                                     | 3.00E+06                              | 5.00E+03                     | 3                             |                   |
| Ag-112           | 3.130 h       | $\beta^-$ / 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      | $\beta^-$ / 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]                                 | 8.00E+07                              | 1.00E+05                     | 100                           | → Ag-104 [6]      |
| Cd-107           | 6.50 h        | ec, $\beta^+$ / 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]                                 | 5.00E+05                              | 9.00E+02                     | 10                            |                   |
| Cd-113           | 7.7 E15 a     | $\beta^-$                 | 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        | $\beta^-$ , it            | 1.30E-07                  | 2.30E-08                  | <0.001                                        | 1000                                              | 1.4                                                | 1.E-01                              | [2]                                 | 4.00E+04                              | 6.00E+01                     | 3                             |                   |

| Radionuklid      | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung                | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                      |                                                    | Befreiungs-<br>grenze | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                              |      | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|------------------|---------------|------------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|------|-------------------------------|
|                  |               |                                          | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in<br>10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LL<br>Bq/g            | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |      |                               |
| 1                | 2             | 3                                        | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                    | 8                                                  | 9                     | 10                      | 11                      | 12                           | 13   |                               |
| Cd-115           | 53.46 h       | β <sup>-</sup> / ph                      | 1.30E-09           | 1.40E-09           | 0.037                                         | 1000                                                 | 1.5                                                | 1.E+01                | [2]                     | 4.00E+06                | 6.00E+03                     | 3    | → In-115                      |
| Cd-115m          | 44.6 d        | β <sup>-</sup> / ph                      | 6.40E-09           | 3.30E-09           | 0.003                                         | 1000                                                 | 1.6                                                | 1.E+02                | [2]                     | 8.00E+05                | 1.00E+03                     | 3    | → In-115                      |
| Cd-117           | 2.49 h        | β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph                  | 7.30E-11           | 6.60E-11           | 0.117                                         | 300                                                  | 0.3                                                | 1.E+01                | [1]                     | 7.00E+07                | 1.00E+05                     | 30   | → Cd-109                      |
| In-110           | 4.9 h         | ec, β <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph                  | 8.10E-11           | 1.00E-10           | 0.238                                         | 700                                                  | 1.1                                                | 1.E+01                | [1]                     | 6.00E+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 <sup>+</sup> , β <sup>-</sup> / ph | 1.30E-11           | 1.00E-11           | 0.047                                         | 900                                                  | 1                                                  | 1.E+02                | [1]                     | 4.00E+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 <sup>-</sup>                           | 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 <sup>-</sup> / ph                  | 8.70E-11           | 8.60E-11           | 0.033                                         | 900                                                  | 1                                                  | 1.E+02                |                         | 6.00E+07                | 1.00E+05                     | 10   | → In-115                      |
| In-116m          | 54.41 min     | β <sup>-</sup> / ph                      | 8.00E-11           | 6.40E-11           | 0.356                                         | 1000                                                 | 1.7                                                | 1.E+01                | [1]                     | 6.00E+07                | 1.00E+05                     | 3    |                               |
| In-117           | 43.2 min      | β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> , 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 <sup>-</sup> , 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 <sup>+</sup> / ph                  | 2.20E-11           | 2.30E-11           | 0.087                                         | 400                                                  | 0.6                                                | 1.E+02                | [1]                     | 2.00E+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                |                         | 2.00E+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                |                         | 3.00E+06                | 6.00E+03                     | 1000 |                               |
| Sn-121           | 27.03 h       | β <sup>-</sup>                           | 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 <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / ph                      | 5.60E-09           | 2.10E-09           | 0.001                                         | 1000                                                 | 1.6                                                | 1.E+02                |                         | 9.00E+05                | 1.00E+03                     | 3    |                               |

| Radionuklid | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung      | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                   |                                                    | Befreiungs-<br>grenze<br>LL<br>Bq/g | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte<br>CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> | Instabiles Toch-<br>ternuklid |                   |
|-------------|---------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------|
|             |               |                                | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $H_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $H_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 10 cm<br>Abstand | $H_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                                     |                                     |                                       |                              |                               |                   |
| 1           | 2             | 3                              | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                 | 8                                                  | 9                                   | 10                                  | 11                                    | 12                           | 13                            |                   |
| Sn-123m     | 40.06 min     | $\beta^-$ / 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        | $\beta^-$ / 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     | $\beta^-$ / 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        | $\beta^-$ / 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     | $\beta^-$ / ph                 | 1.50E-10           | 1.50E-10           | 0.138                                         | 1000                                              | 1.5                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 3.00E+07                              | 6.00E+04                     | 3                             | → Sb-128S [6]     |
| Sb-115      | 32.1 min      | ec, $\beta^+$ / ph             | 2.30E-11           | 2.40E-11           | 0.151                                         | 400                                               | 0.6                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 2.00E+08                              | 4.00E+05                     | 10                            |                   |
| Sb-116      | 15.8 min      | ec, $\beta^+$ / ph             | 2.30E-11           | 2.60E-11           | 0.321                                         | 500                                               | 0.9                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 2.00E+08                              | 4.00E+05                     | 10                            |                   |
| Sb-116m     | 60.3 min      | ec, $\beta^+$ / ph             | 8.50E-11           | 6.70E-11           | 0.487                                         | 400                                               | 0.9                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 6.00E+07                              | 1.00E+05                     | 10                            |                   |
| Sb-117      | 2.80 h        | ec, $\beta^+$ / 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, $\beta^+$ / ph             | 2.30E-10           | 2.10E-10           | 0.411                                         | 200                                               | 0.3                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 2.00E+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]                                 | 8.00E+07                              | 1.00E+05                     | 1000                          |                   |
| Sb-120      | 15.89 min     | ec, $\beta^+$ / ph             | 1.20E-11           | 1.40E-11           | 0.079                                         | 500                                               | 0.7                                                | 1.E+02                              | [1]                                 | 4.00E+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                              |                                     | 4.00E+06                              | 6.00E+03                     | 10                            |                   |
| Sb-122      | 2.7238 d      | $\beta^-$ , ec, $\beta^+$ / ph | 1.20E-09           | 1.70E-09           | 0.068                                         | 1000                                              | 1.6                                                | 1.E+01                              |                                     | 4.00E+06                              | 7.00E+03                     | 3                             |                   |
| Sb-124      | 60.20 d       | $\beta^-$ / 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]                                 | 6.00E+08                              | 1.00E+06                     | 1000                          | → Sb-124 [6]      |
| Sb-125      | 2.75856 a     | $\beta^-$ / 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       | $\beta^-$ / 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     | $\beta^-$ , 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]      |
| Sb-127      | 3.85 d        | $\beta^-$ / ph                 | 1.70E-09           | 1.70E-09           | 0.106                                         | 1000                                              | 1.6                                                | 1.E+01                              | [2]                                 | 3.00E+06                              | 5.00E+03                     | 3                             | → Te-127, Te-127m |
| Sb-128      | 9.01 h        | $\beta^-$ / ph                 | 6.70E-10           | 7.60E-10           | 0.472                                         | 1000                                              | 1.8                                                | 1.E+01                              |                                     | 7.00E+06                              | 1.00E+04                     | 3                             |                   |
| Sb-128m     | 10.4 min      | $\beta^-$ , 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        | $\beta^-$ / ph                 | 3.50E-10           | 4.20E-10           | 0.212                                         | 1000                                              | 1.6                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 1.00E+07                              | 2.00E+04                     | 3                             | → Te-129, Te-129m |
| Sb-130      | 39.5 min      | $\beta^-$ / ph                 | 9.10E-11           | 9.10E-11           | 0.505                                         | 2000                                              | 2.1                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 5.00E+07                              | 9.00E+04                     | 3                             |                   |

| Radionuklid | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                      |                                                    | Befreiungs-<br>grenze | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte |          | Instabiles Toch-<br>ternuklid |                         |
|-------------|---------------|---------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------|----------|-------------------------------|-------------------------|
|             |               |                           | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in<br>10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                       |                         | LL<br>Bq/g | LA<br>Bq |                               | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> |
| 1           | 2             | 3                         | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                    | 8                                                  | 9                     | 10                      | 11         | 12       | 13                            |                         |
| Sb-131      | 23.03 min     | β <sup>-</sup> / ph       | 8.30E-11           | 1.00E-10           | 0.278                                         | 1000                                                 | 1.7                                                | 1.E+01                | [1]                     | 6.00E+07   | 1.00E+05 | 3                             | → Te-131, Te-131m       |
| Te-116      | 2.49 h        | ec, β <sup>+</sup> / ph   | 1.70E-10           | 1.70E-10           | 0.033                                         | 8                                                    | 0.2                                                | 1.E+02                | [1]                     | 3.00E+07   | 5.00E+04 | 30                            | → Sb-116 [6]            |
| Te-119m     | 4.70 d        | ec, β <sup>+</sup> / ph   |                    |                    |                                               |                                                      |                                                    | 1.E+00                |                         | 8.00E+06   | 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                |                         | 1.00E+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                |                         | 1.00E+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 <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / ph   | 6.20E-09           | 2.30E-09           | 0.009                                         | 40                                                   | 0.5                                                | 1.E+01                | [2]                     | 8.00E+05   | 1.00E+03 | 10                            | → Te-127                |
| Te-129      | 69.6 min      | β <sup>-</sup> / ph       | 5.70E-11           | 6.30E-11           | 0.012                                         | 1000                                                 | 1.6                                                | 1.E+02                | [1]                     | 9.00E+07   | 1.00E+05 | 3                             | → I-129                 |
| Te-129m     | 33.6 d        | it, β <sup>-</sup> / ph   | 5.40E-09           | 3.00E-09           | 0.011                                         | 600                                                  | 1.2                                                | 1.E+01                | [2]                     | 9.00E+05   | 2.00E+03 | 3                             | → Te-129                |
| Te-131      | 25.0 min      | β <sup>-</sup> / ph       | 6.10E-11           | 8.70E-11           | 0.067                                         | 2000                                                 | 2                                                  | 1.E+02                |                         | 8.00E+07   | 1.00E+05 | 3                             | → I-131                 |
| Te-131m     | 30 h          | β <sup>-</sup> , it / ph  | 1.60E-09           | 1.90E-09           | 0.208                                         | 2000                                                 | 1.5                                                | 1.E+01                | [2]                     | 3.00E+06   | 5.00E+03 | 3                             | → I-131, Te-131         |
| Te-132      | 3.204 d       | β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> , 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 <sup>-</sup> / 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 <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph   | 3.90E-11           | 8.20E-11           | 0.077                                         | 400                                                  | 0.4                                                | 1.E+02                | [1]                     | 1.00E+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 <sup>+</sup> / ph   | 6.30E-09           | 1.30E-08           | 0.170                                         | 300                                                  | 0.5                                                | 1.E+01                |                         | 8.00E+05   | 1.00E+03 | 10                            |                         |
| I-125       | 59.400 d      | ec / ph                   | 7.30E-09           | 1.50E-08           | 0.033                                         | 4                                                    | <0.1                                               | 1.E+02                |                         | 7.00E+05   | 1.00E+03 | 10                            |                         |

| Radionuklid    | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung      | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                      |                                                    | Befreiungs-<br>grenze<br>LL<br>Bq/g | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte              |                              |    | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|----------------|---------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------|----|-------------------------------|
|                |               |                                | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in<br>10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                                     |                                     | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |    |                               |
| 1              | 2             | 3                              | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                    | 8                                                  | 9                                   | 10                                  | 11                      | 12                           | 13 |                               |
| I-126          | 12.93 d       | ec, $\beta^+$ , $\beta^-$ / 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     | $\beta^-$ , ec, $\beta^+$ / ph | 2.20E-11           | 4.60E-11           | 0.016                                         | 1000                                                 | 1.5                                                | 1.E+02                              | [1] 2.00E+08                        | 4.00E+05                | 3                            |    |                               |
| I-129          | 1.57 E7 a     | $\beta^-$ / 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       | $\beta^-$ / ph                 | 9.60E-10           | 2.00E-09           | 0.325                                         | 1000                                                 | 1.6                                                | 1.E+01                              | 5.00E+06                            | 9.00E+03                | 3                            |    |                               |
| I-131          | 8.02070 d     | $\beta^-$ / 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       | $\beta^-$ / 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, $\beta^-$ / 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        | $\beta^-$ / ph                 | 2.10E-09           | 4.30E-09           | 0.093                                         | 1000                                                 | 1.6                                                | 1.E+01                              | 2.00E+06                            | 4.00E+03                | 3                            |    | → Xe-133, Xe-133m             |
| I-134          | 52.5 min      | $\beta^-$ / ph                 | 7.90E-11           | 1.10E-10           | 0.385                                         | 1000                                                 | 1.8                                                | 1.E+01                              | [1] 6.00E+07                        | 1.00E+05                | 3                            |    |                               |
| I-135          | 6.57 h        | $\beta^-$ / 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, $\beta^+$ / ph             |                    |                    | 0.284                                         | 800                                                  | 1.3                                                |                                     | 7.00E+07                            | 7.00E+04                |                              |    |                               |
| Xe-123         | 2.08 h        | ec, $\beta^+$ / ph             |                    |                    | 0.107                                         | 800                                                  | 0.9                                                |                                     | 1.00E+08                            | 1.00E+05                |                              |    | → I-123                       |
| Xe-125         | 16.9 h        | ec, $\beta^+$ / ph             |                    |                    | 0.060                                         | 300                                                  | 0.2                                                |                                     | 3.00E+08                            | 3.00E+05                |                              |    | → I-125                       |
| Xe-127         | 36.4 d        | ec / ph                        |                    |                    | 0.059                                         | 400                                                  | 0.3                                                |                                     | 2.00E+08                            | 2.00E+05                |                              |    |                               |
| Xe-129m        | 8.88 d        | it / ph                        |                    |                    | 0.030                                         | 3000                                                 | 1.9                                                |                                     | 3.00E+09                            | 3.00E+06                |                              |    |                               |
| Xe-131m        | 11.84 d       | it / ph                        |                    |                    | 0.012                                         | 3000                                                 | 2.1                                                |                                     | 8.00E+09                            | 8.00E+06                |                              |    |                               |
| Xe-133         | 5.243 d       | $\beta^-$ / ph                 |                    |                    | 0.016                                         | 1000                                                 | 1                                                  |                                     | 2.00E+09                            | 2.00E+06                |                              |    |                               |
| Xe-133m        | 2.19 d        | it / ph                        |                    |                    | 0.016                                         | 2000                                                 | 1.7                                                |                                     | 2.00E+09                            | 2.00E+06                |                              |    | → Xe-133                      |
| Xe-135         | 9.14 h        | $\beta^-$ / ph                 |                    |                    | 0.040                                         | 2000                                                 | 1.6                                                |                                     | 3.00E+08                            | 3.00E+05                |                              |    | → Cs-135                      |
| Xe-135m        | 15.29 min     | it, $\beta^-$ / ph             |                    |                    | 0.069                                         | 200                                                  | 0.4                                                |                                     | 2.00E+08                            | 2.00E+05                |                              |    | → Cs-135                      |
| Xe-137         | 3.818 min     | $\beta^-$ / ph                 |                    |                    | 1.167                                         | 2                                                    | 1.7                                                |                                     | 3.00E+08                            | 3.00E+05                |                              |    |                               |
| Xe-138         | 14.08 min     | $\beta^-$ / ph                 |                    |                    | 0.166                                         | 1000                                                 | 1.7                                                |                                     | 5.00E+07                            | 5.00E+04                |                              |    | → Cs-138 [6]                  |
| Cs-125         | 45 min        | ec, $\beta^+$ / ph             | 2.30E-11           | 3.50E-11           | 0.114                                         | 500                                                  | 0.7                                                | 1.E+01                              | [1] 2.00E+08                        | 4.00E+05                | 10                           |    | → Xe-125                      |
| Cs-127         | 6.25 h        | ec, $\beta^+$ / ph             | 4.00E-11           | 2.40E-11           | 0.079                                         | 100                                                  | 0.2                                                | 1.E+02                              | 1.00E+08                            | 2.00E+05                | 30                           |    | → Xe-127                      |
| Cs-129         | 32.06 h       | ec, $\beta^+$ / ph             | 8.10E-11           | 6.00E-11           | 0.063                                         | 30                                                   | <0.1                                               | 1.E+01                              | 6.00E+07                            | 1.00E+05                | 1000                         |    |                               |

| Radionuklid      | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung                | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                       |                                                    | Befreiungs-<br>grenze | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                              | Instabiles Toch-<br>ternuklid |              |
|------------------|---------------|------------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------|
|                  |               |                                          | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>mGBq in<br>10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LL<br>Bq/g            | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |                               |              |
| 1                | 2             | 3                                        | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                     | 8                                                  | 9                     | 10                      | 11                      | 12                           | 13                            |              |
| Cs-130           | 29.21 min     | ec, β <sup>+</sup> , β <sup>-</sup> / ph | 1.50E-11           | 2.80E-11           | 0.087                                         | 500                                                   | 0.8                                                | 1.E+02                | [1]                     | 3.00E+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 <sup>+</sup> , β <sup>-</sup> / ph | 3.80E-10           | 5.00E-10           | 0.119                                         | 50                                                    | 0.1                                                | 1.E+01                |                         | 1.00E+07                | 2.00E+04                     | 100                           |              |
| Cs-134           | 2.0648 a      | β <sup>-</sup> , ec / ph                 | 9.60E-09           | 1.90E-08           | 0.236                                         | 1000                                                  | 1.1                                                | 1.E-01                |                         | 5.00E+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 <sup>-</sup>                           | 9.90E-10           | 2.00E-09           | 0.000                                         | 600                                                   | 0.7                                                | 1.E+02                |                         | 5.00E+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]                     | 2.00E+08                | 3.00E+05                     | 30                            | → Cs-135     |
| Cs-136           | 13.16 d       | β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> , it / ph                 | 6.70E-09           | 1.30E-08           | 0.092                                         | 2000                                                  | 1.5                                                | 1.E-01                | [2]                     | 7.00E+05                | 1.00E+03                     | 3                             |              |
| Cs-138           | 33.41 min     | β <sup>-</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph                  | 1.20E-10           | 2.60E-10           | 0.805                                         | 900                                                   | 1.6                                                | 1.E+02                | [1]                     | 4.00E+07                | 7.00E+04                     | 3                             |              |
| Ba-128 / Cs-128  | 2.43 d        | ec, β <sup>+</sup> / ph                  | 1.30E-09           | 2.70E-09           | 0.209                                         | 700                                                   | 1.2                                                | 1.E+02                | [2]                     | 4.00E+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                |                         | 1.00E+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]                     | 8.00E+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                |                         | 2.00E+07                | 4.00E+04                     | 3                             |              |
| Ba-139           | 83.06 min     | β <sup>-</sup> / ph                      | 5.50E-11           | 1.20E-10           | 0.012                                         | 1000                                                  | 1.7                                                | 1.E+02                | [1]                     | 9.00E+07                | 2.00E+05                     | 3                             |              |
| Ba-140           | 12.752 d      | β <sup>-</sup> / ph                      | 1.60E-09           | 2.50E-09           | 0.031                                         | 1000                                                  | 1.5                                                | 1.E+00                |                         | 3.00E+06                | 5.00E+03                     | 3                             | → La-140 [6] |
| Ba-141           | 18.27 min     | β <sup>-</sup> / ph                      | 3.50E-11           | 7.00E-11           | 0.152                                         | 1000                                                  | 1.9                                                | 1.E+02                | [1]                     | 1.00E+08                | 2.00E+05                     | 3                             | → La-141     |
| Ba-142           | 10.6 min      | β <sup>-</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph                  | 3.60E-11           | 3.50E-11           | 0.116                                         | 400                                                   | 0.6                                                | 1.E+01                | [1]                     | 1.00E+08                | 2.00E+05                     | 10                            | → Ba-131     |
| La-132           | 4.8 h         | ec, β <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> / 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                |                         | 5.00E+05                | 8.00E+02                     | 1000                          |              |
| La-138           | 1.02 E11 a    | ec, β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / ph                      | 1.50E-09           | 2.00E-09           | 0.332                                         | 1000                                                  | 1.8                                                | 1.E+00                |                         | 3.00E+06                | 6.00E+03                     | 3                             |              |



| Radionuklid      | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung    | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                   |                                                    | Befreiungs-<br>grenze<br>LL<br>Bq/g | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte<br>CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|------------------|---------------|------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|                  |               |                              | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $H_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $H_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 10 cm<br>Abstand | $H_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                                     |                                     |                                       |                              |                               |
| 1                | 2             | 3                            | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                 | 8                                                  | 9                                   | 10                                  | 11                                    | 12                           | 13                            |
| La-141           | 3.92 h        | β <sup>-</sup> / ph          | 2.20E-10           | 3.60E-10           | 0.016                                         | 1000                                              | 1.6                                                | 1.E+02                              | [1] 2.00E+07                        | 4.00E+04                              | 3                            | → Ce-141                      |
| La-142           | 91.1 min      | β <sup>-</sup> / ph          | 1.50E-10           | 1.80E-10           | 0.490                                         | 1000                                              | 1.8                                                | 1.E+01                              | [1] 3.00E+07                        | 6.00E+04                              | 3                            |                               |
| La-143           | 14.2 min      | β <sup>-</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph      | 1.60E-09           | 2.50E-09           | 0.149                                         | 600                                               | 1                                                  | 1.E+03                              | [2] 3.00E+06                        | 5.00E+03                              | 10                           |                               |
| Ce-135           | 17.7 h        | ec, β <sup>+</sup> / ph      | 7.60E-10           | 7.90E-10           | 0.271                                         | 2000                                              | 1.8                                                | 1.E+01                              | 7.00E+06                            | 1.00E+04                              | 3                            | → La-135                      |
| Ce-137           | 9.0 h         | ec, β <sup>+</sup> / 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] 8.00E+06                        | 1.00E+04                              | 3                            | → Ce-137, La-137              |
| 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 <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / ph          | 1.00E-09           | 1.10E-09           | 0.053                                         | 1000                                              | 1.6                                                | 1.E+01                              | 5.00E+06                            | 8.00E+03                              | 3                            | → Pr-143                      |
| Ce-144 / Pr-144m | 284.91 d      | β <sup>-</sup> / 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 <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph      | 3.50E-11           | 4.00E-11           | 0.083                                         | 300                                               | 0.5                                                | 1.E+02                              | [1] 1.00E+08                        | 2.00E+05                              | 10                           | → Ce-137                      |
| Pr-138m          | 2.12 h        | ec, β <sup>+</sup> / ph      | 1.30E-10           | 1.30E-10           | 0.379                                         | 600                                               | 0.8                                                | 1.E+01                              | [1] 4.00E+07                        | 6.00E+04                              | 10                           |                               |
| Pr-139           | 4.41 h        | ec, β <sup>+</sup> / 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 <sup>-</sup> , ec / ph     | 7.40E-10           | 1.30E-09           | 0.011                                         | 1000                                              | 1.6                                                | 1.E+02                              | 7.00E+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] 5.00E+08                        | 9.00E+05                              | 1000                         | → Pr-142                      |
| Pr-143           | 13.57 d       | β <sup>-</sup>               | 2.20E-09           | 1.20E-09           | 0.000                                         | 1000                                              | 1.5                                                | 1.E+03                              | 2.00E+06                            | 4.00E+03                              | 3                            |                               |
| Pr-144           | 17.28 min     | β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph      | 8.90E-11           | 9.90E-11           | 0.061                                         | 200                                               | 0.3                                                | 1.E+02                              | [1] 6.00E+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] 1.00E+07                        | 2.00E+04                              | 3                            |                               |
| Nd-139           | 29.7 min      | ec, β <sup>+</sup> / ph      | 1.70E-11           | 2.00E-11           | 0.070                                         | 300                                               | 0.4                                                | 1.E+02                              | [1] 3.00E+08                        | 5.00E+05                              | 10                           | → Pr-139                      |
| Nd-139m          | 5.50 h        | ec, β <sup>+</sup> , 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              |

| Radionuklid     | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung    | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                       |                                                    | Befreiungs-<br>grenze | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte |          | Instabiles Toch-<br>ternuklid |                         |
|-----------------|---------------|------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------|----------|-------------------------------|-------------------------|
|                 |               |                              | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>mGBq in<br>10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                       |                         | LL<br>Bq/g | LA<br>Bq |                               | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> |
| 1               | 2             | 3                            | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                     | 8                                                  | 9                     | 10                      | 11         | 12       | 13                            |                         |
| 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 <sup>+</sup> / ph      | 8.80E-12           | 8.30E-12           | 0.021                                         | 50                                                    | 0.1                                                | 1.E+02                | [1]                     | 6.00E+08   | 9.00E+05 | 100                           |                         |
| Nd-147          | 10.98 d       | β <sup>-</sup> / ph          | 2.10E-09           | 1.10E-09           | 0.027                                         | 1000                                                  | 1.5                                                | 1.E+02                |                         | 2.00E+06   | 4.00E+03 | 3                             | → Pm-147                |
| Nd-149          | 1.728 h       | β <sup>-</sup> / ph          | 1.30E-10           | 1.20E-10           | 0.063                                         | 2000                                                  | 1.8                                                | 1.E+02                | [1]                     | 4.00E+07   | 6.00E+04 | 3                             | → Pm-149                |
| Nd-151          | 12.44 min     | β <sup>-</sup> / 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 <sup>+</sup> / 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                |                         | 5.00E+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                |                         | 9.00E+05   | 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                |                         | 2.00E+06   | 3.00E+03 | 1000                          |                         |
| Pm-146          | 5.53 a        | ec, β <sup>-</sup> / ph      | 1.30E-08           | 9.00E-10           | 0.122                                         | 500                                                   | 0.6                                                | 1.E-01                |                         | 4.00E+05   | 6.00E+02 | 10                            | → Sm-146                |
| Pm-147          | 2.6234 a      | β <sup>-</sup>               | 3.50E-09           | 2.60E-10           | <0.001                                        | 500                                                   | 0.6                                                | 1.E+03                |                         | 1.00E+06   | 2.00E+03 | 10                            | → Sm-147                |
| Pm-148          | 5.368 d       | β <sup>-</sup> / ph          | 2.20E-09           | 2.70E-09           | 0.091                                         | 1000                                                  | 1.6                                                | 1.E+01                |                         | 2.00E+06   | 4.00E+03 | 3                             |                         |
| Pm-148m         | 41.29 d       | β <sup>-</sup> , 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 <sup>-</sup> / ph          | 8.20E-10           | 9.90E-10           | 0.002                                         | 1000                                                  | 1.6                                                | 1.E+03                |                         | 6.00E+06   | 1.00E+04 | 3                             |                         |
| Pm-150          | 2.68 h        | β <sup>-</sup> / ph          | 2.10E-10           | 2.60E-10           | 0.226                                         | 1000                                                  | 1.8                                                | 1.E+01                | [1]                     | 2.00E+07   | 4.00E+04 | 3                             |                         |
| Pm-151          | 28.40 h       | β <sup>-</sup> / ph          | 6.40E-10           | 7.30E-10           | 0.052                                         | 1000                                                  | 1.5                                                | 1.E+01                |                         | 8.00E+06   | 1.00E+04 | 3                             | → Sm-151                |
| Sm-141          | 10.2 min      | ec, β <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> , it / ph | 5.60E-11           | 6.50E-11           | 0.338                                         | 900                                                   | 1.1                                                | 1.E+01                | [1]                     | 9.00E+07   | 1.00E+05 | 3                             | → Pm-141, Sm-141        |
| Sm-142 / Pm-142 | 72.49 min     | ec, β <sup>+</sup> / 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                |                         | 7.00E+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                |                         | 8.00E+02   | 1.00E+00 | 3                             |                         |
| Sm-151          | 90 a          | β <sup>-</sup>               | 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 <sup>-</sup> / ph          | 6.80E-10           | 7.40E-10           | 0.016                                         | 1000                                                  | 1.6                                                | 1.E+02                |                         | 7.00E+06   | 1.00E+04 | 3                             |                         |
| Sm-155          | 22.3 min      | β <sup>-</sup> / 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                |

| Radionuklid | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung                 | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                   |                                                    | Befreiungs-<br>grenze<br>LL<br>Bq/g | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte              |                              |                     | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|-------------|---------------|-------------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------------|
|             |               |                                           | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $H_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $H_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 10 cm<br>Abstand | $H_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                                     |                                     | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |                     |                               |
| 1           | 2             | 3                                         | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                 | 8                                                  | 9                                   | 10                                  | 11                      | 12                           | 13                  |                               |
| Sm-156      | 9.4 h         | $\beta^- / \text{ph}$                     | 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        | $\text{ec}, \beta^+ / \text{ph}$          | 7.30E-10           | 7.50E-10           | 0.217                                         | 60                                                | 0.2                                                | 1.E+00                              | 7.00E+06                            | 1.00E+04                | 30                           | → Sm-145            |                               |
| Eu-146      | 4.61 d        | $\text{ec}, \beta^+ / \text{ph}$          | 1.20E-09           | 1.30E-09           | 0.375                                         | 100                                               | 0.3                                                | 1.E+00                              | 4.00E+06                            | 7.00E+03                | 30                           | → Sm-146            |                               |
| Eu-147      | 24.1 d        | $\text{ec}, \beta^+, \alpha / \text{ph}$  | 1.00E-09           | 4.40E-10           | 0.085                                         | 300                                               | 0.3                                                | 1.E+01                              | 5.00E+06                            | 8.00E+03                | 30                           | → Sm-147,<br>Pm-143 |                               |
| Eu-148      | 54.5 d        | $\text{ec}, \beta^+, \alpha / \text{ph}$  | 2.30E-09           | 1.30E-09           | 0.327                                         | 70                                                | 0.2                                                | 1.E+00                              | 2.00E+06                            | 4.00E+03                | 30                           | → Pm-144            |                               |
| Eu-149      | 93.1 d        | $\text{ec} / \text{ph}$                   | 2.30E-10           | 1.00E-10           | 0.018                                         | 20                                                | <0.1                                               | 1.E+01                              | 2.00E+07                            | 4.00E+04                | 1000                         |                     |                               |
| Eu-150      | 36.9 a        | $\text{ec}, \beta^+ / \text{ph}$          | 3.40E-08           | 1.30E-09           | 0.238                                         | 100                                               | 0.2                                                | 1.E-01                              | 1.00E+05                            | 2.00E+02                | 30                           |                     |                               |
| Eu-150m     | 12.8 h        | $\beta^-, \text{ec}, \beta^+ / \text{ph}$ | 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      | $\text{ec}, \beta^+, \beta^- / \text{ph}$ | 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      | $\beta^-, \text{ec}, \beta^+ / \text{ph}$ | 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       | $\beta^-, \text{ec} / \text{ph}$          | 3.50E-08           | 2.00E-09           | 0.185                                         | 2000                                              | 1.8                                                | 1.E-01                              | 1.00E+05                            | 2.00E+02                | 3                            |                     |                               |
| Eu-155      | 4.7611 a      | $\beta^- / \text{ph}$                     | 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       | $\beta^- / \text{ph}$                     | 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       | $\beta^- / \text{ph}$                     | 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      | $\beta^- / \text{ph}$                     | 7.50E-11           | 9.40E-11           | 0.220                                         | 1000                                              | 1.8                                                | 1.E+01 [1]                          | 7.00E+07                            | 1.00E+05                | 3                            |                     |                               |
| Gd-145      | 23.0 min      | $\text{ec}, \beta^+ / \text{ph}$          | 3.50E-11           | 4.40E-11           | 0.360                                         | 500                                               | 0.9                                                | 1.E+01 [1]                          | 1.00E+08                            | 2.00E+05                | 10                           | → Eu-145 [6]        |                               |
| Gd-146      | 48.27 d       | $\text{ec} / \text{ph}$                   | 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        | $\text{ec}, \beta^+ / \text{ph}$          | 5.90E-10           | 6.10E-10           | 0.206                                         | 400                                               | 0.4                                                | 1.E+01 [1]                          | 8.00E+06                            | 1.00E+04                | 10                           | → Eu-147            |                               |
| Gd-148      | 74.6 a        | $\alpha$                                  | 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        | $\text{ec}, \beta^+ / \text{ph}$          | 7.90E-10           | 4.50E-10           | 0.076                                         | 400                                               | 0.6                                                | 1.E+01                              | 6.00E+06                            | 1.00E+04                | 10                           | → Eu-149            |                               |
| Gd-151      | 124 d         | $\text{ec}, \alpha\alpha / \text{ph}$     | 9.30E-10           | 2.00E-10           | 0.018                                         | 200                                               | 0.2                                                | 1.E+01                              | 5.00E+06                            | 9.00E+03                | 30                           | → Sm-147            |                               |
| Gd-152      | 1.08 E14 a    | $\alpha$                                  | 2.20E-05           | 4.10E-08           | <0.001                                        | <1                                                | <0.1                                               | 1.E+01 [1]                          | 2.00E+02                            | 4.00E-01                | 3                            |                     |                               |
| Gd-153      | 240.4 d       | $\text{ec} / \text{ph}$                   | 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      | $\beta^- / \text{ph}$                     | 3.90E-10           | 4.90E-10           | 0.010                                         | 1000                                              | 1.5                                                | 1.E+02                              | 1.00E+07                            | 2.00E+04                | 3                            |                     |                               |
| Tb-147      | 1.64 h        | $\text{ec}, \beta^+ / \text{ph}$          | 1.20E-10           | 1.60E-10           | 0.356                                         | 400                                               | 0.8                                                | 1.E+01 [1]                          | 4.00E+07                            | 7.00E+04                | 10                           | → Gd-147 [6]        |                               |

| Radionuklid | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung   | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                       |                                                    | Befreiungs-<br>grenze | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                              | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|-------------|---------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|             |               |                             | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>mGBq in<br>10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LL<br>Bq/g            | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |                               |
| 1           | 2             | 3                           | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                     | 8                                                  | 9                     | 10                      | 11                      | 12                           | 13                            |
| Tb-149      | 4.118 h       | ec, β <sup>+</sup> , 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 <sup>+</sup> , 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 <sup>+</sup> , 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 <sup>+</sup> / ph     | 2.40E-10           | 2.50E-10           | 0.045                                         | 100                                                   | 0.1                                                | 1.E+01                | 2.00E+07                | 3.00E+04                | 100                          | → Gd-153                      |
| Tb-154      | 21.5 h        | ec, β <sup>+</sup> / ph     | 6.00E-10           | 6.50E-10           | 0.313                                         | 400                                                   | 0.6                                                | 1.E+01                | [1] 8.00E+06            | 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                | 2.00E+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] 4.00E+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                | 6.00E+06                | 1.00E+04                | 1000                         |                               |
| Tb-158      | 180 a         | ec, β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / ph         | 5.40E-09           | 1.60E-09           | 0.169                                         | 1000                                                  | 1.7                                                | 1.E+00                | 9.00E+05                | 2.00E+03                | 3                            |                               |
| Tb-161      | 6.906 d       | β <sup>-</sup> / ph         | 1.20E-09           | 7.20E-10           | 0.013                                         | 1000                                                  | 1.3                                                | 1.E+03                | 4.00E+06                | 7.00E+03                | 3                            |                               |
| Dy-155      | 9.9 h         | ec, β <sup>+</sup> / ph     | 1.20E-10           | 1.30E-10           | 0.094                                         | 100                                                   | 0.1                                                | 1.E+01                | [1] 4.00E+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                | 9.00E+07                | 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 <sup>-</sup> / ph         | 8.70E-11           | 1.10E-10           | 0.005                                         | 1000                                                  | 1.6                                                | 1.E+03                | 6.00E+07                | 1.00E+05                | 3                            |                               |
| Dy-166      | 81.6 h        | β <sup>-</sup> / 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 <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph     | 7.60E-12           | 6.50E-12           | 0.088                                         | 300                                                   | 0.3                                                | 1.E+02                | [1] 7.00E+08            | 1.00E+06                | 30                           | → Dy-157                      |
| Ho-159      | 33.05 min     | ec, β <sup>+</sup> / ph     | 1.00E-11           | 7.90E-12           | 0.069                                         | 200                                                   | 0.2                                                | 1.E+02                | [1] 5.00E+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] 5.00E+08            | 8.00E+05                | 1000                         |                               |
| Ho-162      | 15.0 min      | ec, β <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> / 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                      |
| Ho-164      | 29 min        | ec, β <sup>-</sup> / ph     | 1.30E-11           | 9.50E-12           | 0.009                                         | 600                                                   | 0.7                                                | 1.E+03                | [1] 4.00E+08            | 6.00E+05                | 10                           |                               |

| Radionuklid | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung | Beurteilungsgrößen        |                           |                                               |                                                   |                                                    | Befreiungs-<br>grenze<br>LL<br>Bq/g | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte<br>CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | Instabiles Toch-<br>ternuklid |      |              |
|-------------|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|------|--------------|
|             |               |                           | $\epsilon_{inh}$<br>Sv/Bq | $\epsilon_{ing}$<br>Sv/Bq | $H_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $H_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 10 cm<br>Abstand | $H_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                                     |                                     |                                       |                               |      |              |
| 1           | 2             | 3                         | 4                         | 5                         | 6                                             | 7                                                 | 8                                                  | 9                                   | 10                                  | 11                                    | 12                            | 13   |              |
| Ho-164m     | 38.0 min      | it / ph                   | 1.60E-11                  | 1.60E-11                  | 0.014                                         | 20                                                | <0.1                                               | 1.E+03                              | [1]                                 | 3.00E+08                              | 5.00E+05                      | 1000 | → Ho-164     |
| Ho-166      | 26.80 h       | β <sup>-</sup> / ph       | 8.30E-10                  | 1.40E-09                  | 0.005                                         | 1000                                              | 1.7                                                | 1.E+02                              |                                     | 6.00E+06                              | 1.00E+04                      | 3    |              |
| Ho-166m     | 1.20 E3 a     | β <sup>-</sup> / ph       | 7.80E-08                  | 2.00E-09                  | 0.268                                         | 800                                               | 0.9                                                | 1.E-01                              |                                     | 6.00E+04                              | 1.00E+02                      | 10   |              |
| Ho-167      | 3.1 h         | β <sup>-</sup> / ph       | 1.00E-10                  | 8.30E-11                  | 0.061                                         | 1000                                              | 1.4                                                | 1.E+02                              | [1]                                 | 5.00E+07                              | 8.00E+04                      | 3    |              |
| Er-161      | 3.21 h        | ec, β <sup>+</sup>        | 8.50E-11                  | 8.00E-11                  | 0.139                                         | 400                                               | 0.4                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 6.00E+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 <sup>-</sup>            | 9.20E-10                  | 3.70E-10                  | <0.001                                        | 1000                                              | 1                                                  | 1.E+03                              |                                     | 5.00E+06                              | 9.00E+03                      | 10   |              |
| Er-171      | 7.516 h       | β <sup>-</sup>            | 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 <sup>-</sup>            | 1.20E-09                  | 1.00E-09                  | 0.084                                         | 1000                                              | 1                                                  | 1.E+01                              |                                     | 4.00E+06                              | 7.00E+03                      | 10   | → Tm-172     |
| Tm-162      | 21.70 min     | ec, β <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> / 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]                                 | 5.00E+06                              | 8.00E+03                      | 3    |              |
| Tm-170      | 128.6 d       | β <sup>-</sup> , 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 <sup>-</sup> / ph       | 9.10E-10                  | 1.10E-10                  | <0.001                                        | <1                                                | <0.1                                               | 1.E+03                              |                                     | 5.00E+06                              | 9.00E+03                      | 1000 |              |
| Tm-172      | 63.6 h        | β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph   | 2.30E-11                  | 2.30E-11                  | 0.027                                         | 60                                                | 0.1                                                | 1.E+02                              | [1]                                 | 2.00E+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]                                 | 5.00E+06                              | 9.00E+03                      | 100  | → Tm-166 [6] |
| Yb-167      | 17.5 min      | ec, β <sup>+</sup> / ph   | 9.50E-12                  | 6.70E-12                  | 0.053                                         | 200                                               | 0.4                                                | 1.E+02                              | [1]                                 | 5.00E+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                              |                                     | 2.00E+06                              | 3.00E+03                      | 10   |              |
| Yb-175      | 4.185 d       | β <sup>-</sup> / ph       | 7.00E-10                  | 4.40E-10                  | 0.007                                         | 1000                                              | 1.1                                                | 1.E+02                              |                                     | 7.00E+06                              | 1.00E+04                      | 3    |              |
| Yb-177      | 1.911 h       | β <sup>-</sup> / ph       | 9.40E-11                  | 9.70E-11                  | 0.028                                         | 1000                                              | 1.5                                                | 1.E+02                              | [1]                                 | 5.00E+07                              | 9.00E+04                      | 3    | → Lu-177     |
| Yb-178      | 74 min        | β <sup>-</sup> / 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 <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph   | 9.50E-10                  | 9.90E-10                  | 0.281                                         | 60                                                | 0.3                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 5.00E+06                              | 9.00E+03                      | 30   |              |
| Lu-171      | 8.24 d        | ec, β <sup>+</sup> / ph   | 9.30E-10                  | 6.70E-10                  | 0.115                                         | 30                                                | 0.1                                                | 1.E+01                              |                                     | 5.00E+06                              | 9.00E+03                      | 100  |              |

| Radionuklid | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                      |                                                    | Befreiungs-<br>grenze | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                              | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|-------------|---------------|---------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|             |               |                           | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in<br>10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LL<br>Bq/g            | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |                               |
| 1           | 2             | 3                         | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                    | 8                                                  | 9                     | 10                      | 11                      | 12                           | 13                            |
| Lu-172      | 6.70 d        | ec, β <sup>+</sup> / ph   | 1.80E-09           | 1.30E-09           | 0.283                                         | 300                                                  | 0.5                                                | 1.E+00                | 3.00E+06                | 5.00E+03                | 10                           |                               |
| Lu-173      | 1.37 a        | ec / ph                   | 1.50E-09           | 2.60E-10           | 0.028                                         | 30                                                   | 0.1                                                | 1.E+00                | 3.00E+06                | 6.00E+03                | 100                          |                               |
| Lu-174      | 3.31 a        | ec, β <sup>+</sup> / ph   | 2.90E-09           | 2.70E-10           | 0.024                                         | 10                                                   | <0.1                                               | 1.E+00                | 2.00E+06                | 3.00E+03                | 1000                         |                               |
| 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 <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> , ec / ph  | 1.60E-10           | 1.70E-10           | 0.003                                         | 1000                                                 | 1.8                                                | 1.E+03                | 3.00E+07                | 5.00E+04                | 3                            |                               |
| Lu-177      | 6.647 d       | β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> , it / ph  | 1.20E-08           | 1.70E-09           | 0.166                                         | 2000                                                 | 2.6                                                | 1.E-01 [2]            | 4.00E+05                | 7.00E+02                | 3                            | → Lu-177                      |
| Lu-178      | 28.4 min      | β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / ph       | 5.60E-11           | 3.80E-11           | 0.182                                         | 2000                                                 | 2.8                                                | 1.E+01 [1]            | 9.00E+07                | 1.00E+05                | 3                            |                               |
| Lu-179      | 4.59 h        | β <sup>-</sup> / ph       | 1.60E-10           | 2.10E-10           | 0.005                                         | 1000                                                 | 1.6                                                | 1.E+03                | 3.00E+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]            | 1.00E+05                | 2.00E+02                | 100                          | → Lu-172 [6]                  |
| Hf-173      | 23.6 h        | ec, β <sup>+</sup> / ph   | 2.20E-10           | 2.30E-10           | 0.071                                         | 300                                                  | 0.3                                                | 1.E+01                | 2.00E+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                | 6.00E+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]            | 3.00E+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+07                | 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 <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / ph       | 3.60E-07           | 3.00E-09           | 0.039                                         | 500                                                  | 0.6                                                | 1.E-01 [2]            | 1.00E+04                | 2.00E+01                | 10                           | → Ta-182 [6]                  |
| Hf-182m     | 61.5 min      | β <sup>-</sup> , it / ph  | 7.10E-11           | 4.20E-11           | 0.150                                         | 1000                                                 | 1.8                                                | 1.E+01 [1]            | 7.00E+07                | 1.00E+05                | 3                            | → Ta-182 [6],<br>Hf-182       |
| Hf-183      | 1.067 h       | β <sup>-</sup> / ph       | 8.30E-11           | 7.30E-11           | 0.116                                         | 1000                                                 | 1.6                                                | 1.E+01 [1]            | 6.00E+07                | 1.00E+05                | 3                            | → Ta-183                      |
| Hf-184      | 4.12 h        | β <sup>-</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph   | 5.70E-11           | 5.30E-11           | 0.244                                         | 700                                                  | 1.5                                                | 1.E+01 [1]            | 9.00E+07                | 1.00E+05                | 3                            | → Hf-172 [6]                  |
| Ta-173      | 3.14 h        | ec, β <sup>+</sup> / ph   | 1.60E-10           | 1.90E-10           | 0.098                                         | 500                                                  | 0.7                                                | 1.E+01 [1]            | 3.00E+07                | 5.00E+04                | 10                           | → Hf-173                      |

| Radionuklid      | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                   |                                                    | Befreiungs-<br>grenze<br>LL<br>Bq/g | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte              |                              | Instabiles Toch-<br>ternuklid |              |
|------------------|---------------|---------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------|
|                  |               |                           | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                                     |                                     | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |                               |              |
| 1                | 2             | 3                         | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                 | 8                                                  | 9                                   | 10                                  | 11                      | 12                           | 13                            |              |
| Ta-174           | 1.14 h        | ec, β <sup>+</sup> / ph   | 6.60E-11           | 5.70E-11           | 0.106                                         | 700                                               | 1.2                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 8.00E+07                | 1.00E+05                     | 3                             | → Hf-174     |
| Ta-175           | 10.5 h        | ec, β <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> / 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]                                 | 4.00E+07                | 6.00E+04                     | 30                            |              |
| Ta-178           | 9.31 min      | ec, β <sup>+</sup> / 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                             |              |
| 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 <sup>-</sup> / ph   | 6.20E-11           | 5.40E-11           | 0.011                                         | 200                                               | 0.4                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 8.00E+07                | 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 <sup>-</sup> / ph       | 7.40E-09           | 1.50E-09           | 0.194                                         | 1000                                              | 1.8                                                | 1.E-01                              |                                     | 7.00E+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]                                 | 1.00E+08                | 2.00E+05                     | 3                             | → Ta-182 [6] |
| Ta-183           | 5.1 d         | β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / ph       | 6.30E-10           | 6.80E-10           | 0.247                                         | 2000                                              | 2.8                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 8.00E+06                | 1.00E+04                     | 3                             |              |
| Ta-185           | 49.4 min      | β <sup>-</sup> / ph       | 7.20E-11           | 6.80E-11           | 0.033                                         | 2000                                              | 2.3                                                | 1.E+02                              | [1]                                 | 7.00E+07                | 1.00E+05                     | 3                             | → W-185      |
| Ta-186           | 10.5 min      | β <sup>-</sup> / 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            | 2.3 h         |                           | 7.60E-11           | 1.10E-10           | 0.036                                         | 20                                                | 0.1                                                | 1.E+02                              | [1]                                 | 7.00E+07                | 1.00E+05                     | 100                           | → Ta-176 [6] |
| W-177            | 132 min       | ec, β <sup>+</sup> / 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]                                 | 4.00E+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 <sup>-</sup>            | 2.20E-10           | 5.00E-10           | <0.001                                        | 1000                                              | 1.1                                                | 1.E+03                              |                                     | 2.00E+07                | 4.00E+04                     | 3                             |              |
| W-187            | 23.72 h       | β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / ph       | 8.40E-10           | 2.30E-09           | <0.001                                        | 1000                                              | 1                                                  | 1.E+01                              | [2]                                 | 6.00E+06                | 1.00E+04                     | 10                            | → Re-188     |
| Re-177           | 0.233 h       |                           | 2.20E-11           | 2.20E-11           | 0.100                                         | 300                                               | 0.8                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 2.00E+08                | 4.00E+05                     | 10                            | → W-177 [6]  |
| Re-178           | 13.2 min      | ec, β <sup>+</sup> / ph   | 2.40E-11           | 2.50E-11           | 0.256                                         | 700                                               | 1.6                                                | 1.E+01                              | [1]                                 | 2.00E+08                | 3.00E+05                     | 3                             | → W-178      |
| Re-181           | 19.9 h        | ec, β <sup>+</sup> / ph   | 3.70E-10           | 4.20E-10           | 0.124                                         | 500                                               | 0.6                                                | 1.E+01                              |                                     | 1.00E+07                | 2.00E+04                     | 10                            | → W-181      |

| Radionuklid     | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung    | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                       |                                                    | Befreiungs-<br>grenze | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                              |                | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|-----------------|---------------|------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|----------------|-------------------------------|
|                 |               |                              | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>mGBq in<br>10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LL<br>Bq/g            | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |                |                               |
| 1               | 2             | 3                            | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                     | 8                                                  | 9                     | 10                      | 11                      | 12                           | 13             |                               |
| Re-182          | 64.0 h        | ec / ph                      | 1.70E-09           | 1.40E-09           | 0.177                                         | 80                                                    | 0.6                                                | 1.E+00                | 3.00E+06                | 5.00E+03                | 10                           |                |                               |
| Re-182m         | 12.7 h        | ec, β <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> / 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 <sup>-</sup> , ec / ph     | 1.20E-09           | 1.50E-09           | 0.004                                         | 2000                                                  | 1.6                                                | 1.E+03                | 4.00E+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] 6.00E+05            | 1.00E+03                | 100                          | → Re-186       |                               |
| Re-187          | 4.12 E10 a    | β <sup>-</sup>               | 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 <sup>-</sup> / ph          | 7.40E-10           | 1.40E-09           | 0.010                                         | 1000                                                  | 1.8                                                | 1.E+02                | 7.00E+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 <sup>-</sup> / ph          | 6.00E-10           | 7.80E-10           | 0.011                                         | 2000                                                  | 1.6                                                | 1.E+02                | [2] 8.00E+06            | 1.00E+04                | 3                            | → Os-189m      |                               |
| Os-180 / Re-180 | 21.5 min      | ec, β <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph      | 1.00E-10           | 8.90E-11           | 0.186                                         | 400                                                   | 0.6                                                | 1.E+01                | [1] 5.00E+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] 6.00E+08            | 1.00E+06                | 1000                         |                |                               |
| Os-191          | 15.4 d        | β <sup>-</sup> / ph          | 1.50E-09           | 5.70E-10           | 0.015                                         | 400                                                   | 0.4                                                | 1.E+02                | [2] 3.00E+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 <sup>-</sup> / ph          | 6.80E-10           | 8.10E-10           | 0.012                                         | 1000                                                  | 1.6                                                | 1.E+02                | 7.00E+06                | 1.00E+04                | 3                            |                |                               |
| Os-194          | 6.0 a         | β <sup>-</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph      | 4.00E-11           | 4.80E-11           | 0.584                                         | 1000                                                  | 1.9                                                | 1.E+01                | [1] 1.00E+08            | 2.00E+05                | 3                            | → Os-182       |                               |
| Ir-184          | 3.09 h        | ec, β <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> , it / ph | 7.10E-11           | 6.10E-11           | 0.152                                         | 900                                                   | 0.9                                                | 1.E+01                | [1] 7.00E+07            | 1.00E+05                | 10                           |                |                               |
| Ir-187          | 10.5 h        | ec, β <sup>+</sup> / ph      | 1.20E-10           | 1.20E-10           | 0.059                                         | 100                                                   | 0.1                                                | 1.E+02                | 4.00E+07                | 7.00E+04                | 100                          |                |                               |
| Ir-188          | 41.5 h        | ec, β <sup>+</sup> / ph      | 6.20E-10           | 6.30E-10           | 0.223                                         | 500                                                   | 0.5                                                | 1.E+01                | [1] 8.00E+06            | 1.00E+04                | 10                           |                |                               |



| Radionuklid | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                   |                                                    | Befreiungs-<br>grenze<br>LL<br>Bq/g | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte<br>CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> | Instabiles Toch-<br>ternuklid |                           |
|-------------|---------------|---------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
|             |               |                           | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                                     |                                     |                                       |                              |                               |                           |
| 1           | 2             | 3                         | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                 | 8                                                  | 9                                   | 10                                  | 11                                    | 12                           | 13                            |                           |
| 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 <sup>-</sup> , 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                              |                                     | 5.00E+06                              | 8.00E+03                     | 1000                          |                           |
| Ir-194      | 19.28 h       | β <sup>-</sup> / ph       | 7.50E-10           | 1.30E-09           | 0.017                                         | 1000                                              | 1.6                                                | 1.E+02                              |                                     | 7.00E+06                              | 1.00E+04                     | 3                             |                           |
| Ir-194m     | 171 d         | β <sup>-</sup> / ph       | 8.20E-09           | 2.10E-09           | 0.367                                         | 1000                                              | 1.5                                                | 1.E+01                              | [2]                                 | 6.00E+05                              | 1.00E+03                     | 3                             |                           |
| Ir-195      | 2.5 h         | β <sup>-</sup> / ph       | 1.00E-10           | 1.00E-10           | 0.012                                         | 1000                                              | 1.7                                                | 1.E+02                              | [1]                                 | 5.00E+07                              | 8.00E+04                     | 3                             |                           |
| Ir-195m     | 3.8 h         | β <sup>-</sup> , it / ph  | 2.40E-10           | 2.10E-10           | 0.073                                         | 2000                                              | 2.6                                                | 1.E+02                              | [1]                                 | 2.00E+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]                                 | 8.00E+07                              | 1.00E+05                     | 100                           | → Ir-186-1 [6],<br>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]                                 | 8.00E+06                              | 1.00E+04                     | 10                            | → Ir-188 [6]              |
| Pt-189      | 10.87 h       | ec, β <sup>+</sup> / ph   | 7.30E-11           | 1.20E-10           | 0.054                                         | 200                                               | 0.2                                                | 1.E+02                              |                                     | 7.00E+07                              | 1.00E+05                     | 30                            | → Ir-189                  |
| Pt-190      | 6.50 E11 a    | α                         |                    |                    |                                               |                                                   |                                                    | 1.E+00                              |                                     | 2.00E+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]                                 | 2.00E+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 <sup>-</sup> / ph       | 1.60E-10           | 4.00E-10           | 0.005                                         | 1000                                              | 1.5                                                | 1.E+03                              |                                     | 3.00E+07                              | 5.00E+04                     | 3                             |                           |
| Pt-197m     | 95.41 min     | it, β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / ph       | 2.20E-11           | 3.90E-11           | 0.031                                         | 1000                                              | 1.7                                                | 1.E+02                              | [1]                                 | 2.00E+08                              | 4.00E+05                     | 3                             | → Au-199                  |
| Pt-200      | 12.5 h        | β <sup>-</sup> / ph       | 4.00E-10           | 1.20E-09           | 0.011                                         | 1000                                              | 1.5                                                | 1.E+02                              | [2]                                 | 1.00E+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                              |                                     | 3.00E+07                              | 5.00E+04                     | 10                            | → Pt-193                  |
| Au-194      | 38.02 h       | ec, β <sup>+</sup> / ph   | 3.80E-10           | 4.20E-10           | 0.157                                         | 200                                               | 0.2                                                | 1.E+01                              |                                     | 1.00E+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                              |                                     | 4.00E+06                              | 7.00E+03                     | 30                            |                           |

| Radionuklid | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung    | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                       |                                                    | Befreiungs-<br>grenze | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                              | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|-------------|---------------|------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|             |               |                              | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>mGBq in<br>10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LL<br>Bq/g            | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |                               |
| 1           | 2             | 3                            | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                     | 8                                                  | 9                     | 10                      | 11                      | 12                           | 13                            |
| Au-196      | 6.183 d       | ec, β <sup>-</sup> / ph      |                    |                    |                                               |                                                       |                                                    | 1.E+01                | 1.00E+07                | 2.00E+04                | 1000                         |                               |
| Au-198      | 2.69517 d     | β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / ph          | 7.60E-10           | 4.40E-10           | 0.015                                         | 2000                                                  | 1.5                                                | 1.E+02                | 7.00E+06                | 1.00E+04                | 3                            |                               |
| Au-200      | 48.4 min      | β <sup>-</sup> / ph          | 5.60E-11           | 6.80E-11           | 0.044                                         | 1000                                                  | 1.6                                                | 1.E+02                | [1] 9.00E+07            | 1.00E+05                | 3                            |                               |
| Au-200m     | 18.7 h        | β <sup>-</sup> , it / ph     | 1.00E-09           | 1.10E-09           | 0.323                                         | 2000                                                  | 2.1                                                | 1.E+01                | [1] 5.00E+06            | 8.00E+03                | 3                            | → Au-200                      |
| Au-201      | 26 min        | β <sup>-</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph      | 1.00E-10           | 8.20E-11           | 0.037                                         | 800                                                   | 1.1                                                | 1.E+02                | [1] 5.00E+07            | 8.00E+04                | 3                            | → Au-193                      |
| Hg-193m     | 11.8 h        | ec, β <sup>+</sup> , it / ph | 3.80E-10           | 4.00E-10           | 0.162                                         | 1000                                                  | 0.9                                                | 1.E+01                | [1] 1.00E+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 <sup>+</sup> / ph      | 9.20E-11           | 9.70E-11           | 0.034                                         | 60                                                    | 0.1                                                | 1.E+02                | 5.00E+07                | 9.00E+04                | 100                          | → Au-195                      |
| Hg-195m     | 41.6 h        | it, ec, β <sup>+</sup> / ph  | 6.50E-10           | 5.60E-10           | 0.037                                         | 1000                                                  | 1.3                                                | 1.E+02                | [2] 8.00E+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                | 8.00E+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 <sup>-</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph      | 8.90E-12           | 8.10E-12           | 0.125                                         | 90                                                    | 0.1                                                | 1.E+01                | [1] 6.00E+08            | 9.00E+05                | 100                          | → Hg-194                      |
| Tl-194m     | 32.8 min      | ec, β <sup>+</sup> / ph      | 3.60E-11           | 4.00E-11           | 0.368                                         | 700                                                   | 1.3                                                | 1.E+01                | [1] 1.00E+08            | 2.00E+05                | 3                            | → Hg-194                      |
| Tl-195      | 1.16 h        | ec, β <sup>+</sup> / 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                      |
| Tl-197      | 2.84 h        | ec, β <sup>+</sup> / 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 <sup>+</sup> / ph      | 1.20E-10           | 7.30E-11           | 0.280                                         | 100                                                   | 0.2                                                | 1.E+01                | [1] 4.00E+07            | 7.00E+04                | 30                           |                               |
| Tl-198m     | 1.87 h        | ec, β <sup>+</sup> , it / ph | 7.30E-11           | 5.40E-11           | 0.188                                         | 2000                                                  | 1.5                                                | 1.E+01                | [1] 7.00E+07            | 1.00E+05                | 3                            | → Tl-198 [6]                  |
| Tl-199      | 7.42 h        | ec, β <sup>+</sup> / ph      | 3.70E-11           | 2.60E-11           | 0.042                                         | 600                                                   | 0.5                                                | 1.E+02                | 1.00E+08                | 2.00E+05                | 10                           |                               |
| Tl-200      | 26.1 h        | ec, β <sup>+</sup> / 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                | 7.00E+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                          |                               |

| Radionuklid     | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                   |                                                    | Befreiungs-<br>grenze<br>LL<br>Bq/g | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte              |                              | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|-----------------|---------------|---------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|                 |               |                           | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $H_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $H_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 10 cm<br>Abstand | $H_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                                     |                                     | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |                               |
| 1               | 2             | 3                         | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                 | 8                                                  | 9                                   | 10                                  | 11                      | 12                           | 13                            |
| Tl-204          | 3.78 a        | $\beta^-$ , ec / ph       | 6.20E-10           | 1.30E-09           | <0.001                                        | 1000                                              | 1.4                                                | 1.E+00                              | 8.00E+06                            | 1.00E+04                | 3                            | → Pb-204                      |
| Tl-209          | 2.161 min     | $\beta^-$ / ph            |                    |                    | 0.296                                         | 1000                                              | 1.9                                                |                                     |                                     |                         | 3                            | → Pb-209                      |
| Pb-195m         | 15 min        | ec, $\beta^+$ / 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]                          | 6.00E+07                            | 1.00E+05                | 10                           | → Tl-198 [6]                  |
| Pb-199          | 90 min        | ec, $\beta^+$ / 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, $\beta^+$ / ph        | 1.20E-10           | 1.60E-10           | 0.120                                         | 300                                               | 0.3                                                | 1.E+01                              | 4.00E+07                            | 7.00E+04                | 30                           | → Tl-201                      |
| Pb-202          | 5.25 E4 a     | ec, $\alpha$ / 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]                          | 4.00E+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                              | 3.00E+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       | $\beta^-$                 | 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       | $\beta^-$ , $\alpha$ / 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      | $\beta^-$ , $\alpha$ / ph | 5.60E-09           | 1.80E-10           | 0.016                                         | 1000                                              | 1.7                                                | 1.E+02 [1]                          | 9.00E+05                            | 1.00E+03                | 3                            |                               |
| Pb-212          | 10.64 h       | $\beta^-$ / 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      | $\beta^-$ / 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, $\beta^+$ / ph        | 5.60E-11           | 5.10E-11           | 0.371                                         | 600                                               | 0.7                                                | 1.E+01 [1]                          | 9.00E+07                            | 1.00E+05                | 10                           | → Pb-200                      |
| Bi-201          | 108 min       | ec, $\beta^+$ / 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, $\beta^+$ / ph        | 1.00E-10           | 8.90E-11           | 0.367                                         | 500                                               | 0.6                                                | 1.E+01 [1]                          | 5.00E+07                            | 8.00E+04                | 10                           | → Pb-202                      |
| Bi-203          | 11.76 h       | ec, $\beta^+$ / 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, $\beta^+$ / ph        | 1.00E-09           | 9.00E-10           | 0.239                                         | 100                                               | 0.2                                                | 1.E+01 [1]                          | 5.00E+06                            | 8.00E+03                | 30                           | → Pb-205                      |
| Bi-206          | 6.243 d       | ec, $\beta^+$ / ph        | 2.10E-09           | 1.90E-09           | 0.487                                         | 600                                               | 1                                                  | 1.E+00                              | 2.00E+06                            | 4.00E+03                | 10                           |                               |
| Bi-207          | 32.9 a        | ec, $\beta^+$ / 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                              | 1.00E+06                            | 2.00E+03                | 300                          |                               |
| Bi-210          | 5.013 d       | $\beta^-$ , $\alpha$      | 6.00E-08           | 1.30E-09           | <0.001                                        | 1000                                              | 1.6                                                | 1.E+03                              | 8.00E+04                            | 1.00E+02                | 3                            | → Po-210                      |
| Bi-210m         | 3.04 E6 a     | $\alpha$ / ph             | 2.10E-06           | 1.50E-08           | 0.042                                         | 500                                               | 0.4                                                | 1.E-01 [2]                          | 2.00E+03                            | 4.00E+00                | 10                           | → Tl-206                      |

| Radionuklid                | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung     | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                      |                                                    | Befreiungs-<br>grenze | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                              | Instabiles Toch-<br>ternuklid |                                |
|----------------------------|---------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|                            |               |                               | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in<br>10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LL<br>Bq/g            | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |                               |                                |
| 1                          | 2             | 3                             | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                    | 8                                                  | 9                     | 10                      | 11                      | 12                           | 13                            |                                |
| Bi-212 / Po-212,<br>Tl-208 | 60.55 min     | $\beta^-$ , $\alpha$ / ph     | 3.90E-08           | 2.60E-10           | 0.180                                         | 1000                                                 | 1.7                                                | 1.E+01                | [1]                     | 1.00E+05                | 2.00E+02                     | 3                             |                                |
| Bi-213 / Po-213,<br>Tl-209 | 45.59 min     | $\beta^-$ , $\alpha$ / 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      | $\beta^-$ , $\alpha$ / ph     | 2.10E-08           | 1.10E-10           | 0.239                                         | 1000                                                 | 1.7                                                | 1.E+01                | [1]                     | 2.00E+05                | 4.00E+02                     | 3                             | → Po-214→<br>Pb-210            |
| Po-203                     | 36.7 min      | ec, $\beta^+$ , $\alpha$ / ph | 6.10E-11           | 5.20E-11           | 0.245                                         | 1000                                                 | 1                                                  | 1.E+01                | [1]                     | 8.00E+07                | 1.00E+05                     | 10                            | → Bi-203 [6]                   |
| Po-205                     | 1.66 h        | ec, $\beta^+$ , $\alpha$ / ph | 8.90E-11           | 5.90E-11           | 0.233                                         | 200                                                  | 0.3                                                | 1.E+01                | [1]                     | 6.00E+07                | 9.00E+04                     | 30                            | → Bi-205 [6],<br>Pb-201        |
| Po-206                     | 8.8 d         | ec, $\alpha$ / ph             |                    |                    |                                               |                                                      |                                                    | 1.E+00                |                         | 1.00E+04                | 2.00E+01                     | 3                             | → Bi-206 [6]                   |
| Po-207                     | 5.80 h        | ec, $\beta^+$ , $\alpha$ / ph | 1.50E-10           | 1.40E-10           | 0.201                                         | 200                                                  | 0.3                                                | 1.E+01                | [1]                     | 3.00E+07                | 6.00E+04                     | 30                            | → Bi-207 [6]                   |
| Po-208                     | 2.898 a       | $\alpha$ , ec                 |                    |                    |                                               |                                                      |                                                    | 1.E+00                |                         | 2.00E+03                | 3.00E+00                     | 0.3                           | → Bi-208                       |
| Po-209                     | 102 a         | $\alpha$ , ec / ph            |                    |                    |                                               |                                                      |                                                    | 1.E+00                |                         | 2.00E+03                | 3.00E+00                     | 0.3                           | → Pb-205                       |
| Po-210                     | 138.376 d     | $\alpha$                      | 2.20E-06           | 2.40E-07           | <0.001                                        | <1                                                   | <0.1                                               | 1.E+00                |                         | 2.00E+03                | 4.00E+00                     | 1                             |                                |
| At-207                     | 1.80 h        | ec, $\beta^+$ , $\alpha$ / 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],<br>Bi-203        |
| At-211                     | 7.214 h       | ec, $\alpha$ / 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-<br>207 [6]       |
| Rn-220                     | 55.6 s        | $\alpha$ / ph                 |                    |                    | <0.001                                        | <1                                                   | <0.1                                               |                       |                         |                         |                              |                               | → Po-216→<br>Pb-212            |
| Rn-222                     | 3.8235 d      | $\alpha$ / ph                 |                    |                    | <0.001                                        | <1                                                   | <0.1                                               |                       |                         |                         |                              |                               | → Po-218→<br>Pb-214            |
| Fr-222                     | 14.2 min      | $\beta^-$ / ph                | 2.10E-08           | 7.10E-10           | 0.001                                         | 1000                                                 | 1.6                                                | 1.E+03                | [2]                     | 2.00E+05                | 4.00E+02                     | 3                             | → Ra-222 etc.                  |
| Fr-223                     | 22.00 min     | $\beta^-$ , $\alpha$ / ph     | 1.30E-09           | 2.30E-09           | 0.017                                         | 2000                                                 | 1.8                                                | 1.E+02                | [1]                     | 4.00E+06                | 6.00E+03                     | 3                             | → Ra-223                       |
| Ra-223                     | 11.43 d       | $\alpha$ / ph                 | 5.70E-06           | 1.00E-07           | 0.024                                         | 600                                                  | 0.5                                                | 1.E+01                | [2]                     | 9.00E+02                | 1.00E+00                     | 3                             | → Rn-219→<br>Po-215→Pb-<br>211 |

| Radionuklid        | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung     | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                      |                                                    | Befreiungs-<br>grenze<br>LL<br>Bq/g | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte<br>CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|--------------------|---------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|                    |               |                               | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $H_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $H_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in<br>10 cm<br>Abstand | $H_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                                     |                                     |                                       |                              |                               |
| 1                  | 2             | 3                             | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                    | 8                                                  | 9                                   | 10                                  | 11                                    | 12                           | 13                            |
| Ra-224             | 3.66 d        | $\alpha$ / ph                 | 2.40E-06           | 6.50E-08           | 0.002                                         | 30                                                   | <0.1                                               | 1.E+00                              | [2] 2.00E+03                        | 3.00E+00                              | 3                            | → Rn-220 etc.                 |
| Ra-225             | 14.9 d        | $\beta^-$ / 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        | $\alpha$ / ph                 | 2.20E-06           | 2.80E-07           | 0.001                                         | 50                                                   | <0.1                                               | 1.E-02                              | [2] 2.00E+03                        | 4.00E+00                              | 1                            | → Rn-222                      |
| Ra-226 (+ Töchter) |               |                               |                    |                    | 0.283                                         | 5000                                                 | 5.2                                                | 1.E-02                              | 2.00E+03                            | 4.00E+00                              | 1                            |                               |
| Ra-227             | 42.2 min      | $\beta^-$ / ph                | 2.10E-10           | 8.40E-11           | 0.038                                         | 2000                                                 | 1.8                                                | 1.E+02                              | [1] 2.00E+07                        | 4.00E+04                              | 3                            | → Ac-227                      |
| Ra-228             | 5.75 a        | $\beta^-$ / ph                | 1.70E-06           | 6.70E-07           | <0.001                                        | <1                                                   | <0.1                                               | 1.E-01                              | [2] 3.00E+03                        | 5.00E+00                              | 0.3                          | → Ac-228                      |
| Ac-224             | 2.78 h        | ec, $\alpha$ / ph             | 9.90E-08           | 7.00E-10           | 0.038                                         | 100                                                  | 0.2                                                | 1.E+02                              | [1] 5.00E+04                        | 8.00E+01                              | 30                           | → Ra-224, Fr-220 etc.         |
| Ac-225             | 10.0 d        | $\alpha$ / ph                 | 6.50E-06           | 2.40E-08           | 0.005                                         | 20                                                   | 0.1                                                | 1.E+01                              | [2] 8.00E+02                        | 1.00E+00                              | 10                           | → Fr-221 etc.                 |
| Ac-226             | 29.37 h       | $\beta^-$ , ec, $\alpha$ / ph | 1.00E-06           | 1.00E-08           | 0.024                                         | 1000                                                 | 1.3                                                | 1.E+02                              | [2] 5.00E+03                        | 8.00E+00                              | 3                            | → Th-226, Ra-226, Fr-222      |
| Ac-227             | 21.772 a      | $\beta^-$ , $\alpha$ / ph     | 6.30E-04           | 1.10E-06           | <0.001                                        | <1                                                   | <0.1                                               | 1.E-02                              | [2] 8.00E+00                        | 1.00E-02                              | 0.1                          | → Th-227, Fr-223              |
| Ac-228             | 6.15 h        | $\beta^-$ / 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     | $\alpha$ / ph                 | 7.80E-08           | 3.60E-10           | 0.002                                         | 100                                                  | 0.3                                                | 1.E+03                              | [1] 6.00E+04                        | 1.00E+02                              | 30                           | → Ra-222 etc.                 |
| Th-227             | 18.68 d       | $\alpha$ / ph                 | 7.60E-06           | 8.90E-09           | 0.023                                         | 200                                                  | 0.2                                                | 1.E+01                              | 7.00E+02                            | 1.00E+00                              | 10                           | → Ra-223                      |
| Th-228             | 1.9116 a      | $\alpha$ / 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     | $\alpha$ / ph                 | 6.90E-05           | 4.80E-07           | 0.027                                         | 300                                                  | 0.5                                                | 1.E-01                              | [2] 7.00E+01                        | 1.00E-01                              | 0.3                          | → Ra-225                      |
| Th-230             | 7.538 E4 a    | $\alpha$ / 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       | $\beta^-$ / ph                | 4.00E-10           | 3.40E-10           | 0.019                                         | 700                                                  | 0.8                                                | 1.E+03                              | 1.00E+07                            | 2.00E+04                              | 10                           | → Pa-231                      |
| Th-232             | 1.405 E10 a   | $\alpha$ / 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       | $\beta^-$ / ph                | 5.80E-09           | 3.40E-09           | 0.008                                         | 1000                                                 | 1.9                                                | 1.E+02                              | [2] 9.00E+05                        | 1.00E+03                              | 3                            | → Pa-234                      |
| Th (+ Töchter)     |               |                               |                    |                    | 0.355                                         | 6000                                                 | 5.4                                                |                                     | 2.00E+02                            |                                       |                              |                               |
| Pa-227             | 38.3 min      | $\alpha$ , ec / ph            | 9.70E-08           | 4.50E-10           | 0.007                                         | 5                                                    | <0.1                                               | 1.E+01                              | [1] 5.00E+04                        | 9.00E+01                              | 300                          | → Ac-223                      |
| Pa-228             | 22 h          | ec, $\beta^+$ , $\alpha$ / 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              |

| Radionuklid   | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung   | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                      |                                                    | Befreiungs-<br>grenze | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte |          |                         | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|---------------|---------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------|----------|-------------------------|-------------------------------|
|               |               |                             | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in<br>10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                       |                         | LL<br>Bq/g | LA<br>Bq | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> |                               |
| 1             | 2             | 3                           | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                    | 8                                                  | 9                     | 10                      | 11         | 12       | 13                      |                               |
| Pa-230        | 17.4 d        | ec, β <sup>-</sup> , α / ph | 5.70E-07           | 9.20E-10           | 0.108                                         | 200                                                  | 0.3                                                | 1.E+01                | 9.00E+03                | 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                | 6.00E+01                | 9.00E-02   | 0.3      | → Ac-227                |                               |
| Pa-232        | 1.31 d        | β <sup>-</sup> , ec / ph    | 6.80E-09           | 7.20E-10           | 0.151                                         | 1000                                                 | 1.3                                                | 1.E+01                | 7.00E+05                | 1.00E+03   | 3        | → U-232                 |                               |
| Pa-233        | 26.967 d      | β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / ph         | 5.80E-10           | 5.10E-10           | 0.281                                         | 2000                                                 | 2.9                                                | 1.E+01                | 9.00E+06                | 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] 4.00E+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                | 1.00E+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                |                               |
| U-233         | 1.592 E5 a    | α / ph                      | 6.90E-06           | 5.00E-08           | 0.001                                         | 2                                                    | <0.1                                               | 1.E+00                | 7.00E+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                | 7.00E+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] 8.00E+02            | 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] 8.00E+02            | 1.00E+00   | 3        | → Th-232                |                               |
| U-237         | 6.75 d        | β <sup>-</sup> / ph         | 1.70E-09           | 7.70E-10           | 0.037                                         | 1000                                                 | 1.6                                                | 1.E+02                | 3.00E+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] 9.00E+02            | 1.00E+00   | 10       | → Th-234                |                               |
| U-239         | 23.45 min     | β <sup>-</sup> / ph         | 3.50E-11           | 2.80E-11           | 0.012                                         | 1000                                                 | 1.6                                                | 1.E+02                | [1] 1.00E+08            | 2.00E+05   | 3        | → Np-239                |                               |
| U-240         | 14.1 h        | β <sup>-</sup> / ph         | 8.40E-10           | 1.10E-09           | 0.009                                         | 1000                                                 | 1                                                  | 1.E+02                | [2] 6.00E+06            | 1.00E+04   | 10       | → Np-240                |                               |
| U (+ Töchter) |               |                             |                    |                    | 0.296                                         | 6000                                                 | 7.1                                                |                       | 9.00E+02                |            |          | [11]                    |                               |
| Np-232        | 14.7 min      | ec, β <sup>+</sup> / ph     | 3.50E-11           | 9.70E-12           | 0.199                                         | 400                                                  | 0.6                                                | 1.E+01                | [1] 1.00E+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 <sup>+</sup> / ph     | 7.30E-10           | 8.10E-10           | 0.219                                         | 80                                                   | 0.2                                                | 1.E+01                | 7.00E+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 <sup>-</sup> , 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         |                               |

| Radionuklid | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                      |                                                    | Befreiungs-<br>grenze<br>LL<br>Bq/g | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte              |                              |                  | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|-------------|---------------|---------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------|-------------------------------|
|             |               |                           | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $H_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $H_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in<br>10 cm<br>Abstand | $H_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                                     |                                     | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |                  |                               |
| 1           | 2             | 3                         | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                    | 8                                                  | 9                                   | 10                                  | 11                      | 12                           | 13               |                               |
| Np-236m     | 22.5 h        | ec, β <sup>-</sup> / ph   | 3.60E-09           | 1.90E-10           | 0.013                                         | 600                                                  | 0.6                                                | 1.E+02                              | 1.00E+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] 3.00E+02                        | 6.00E-01                | 3                            | → Pa-233         |                               |
| Np-238      | 2.117 d       | β <sup>-</sup> / ph       | 1.70E-09           | 9.10E-10           | 0.089                                         | 1000                                                 | 1.1                                                | 1.E+01                              | 3.00E+06                            | 5.00E+03                | 3                            | → Pu-238         |                               |
| Np-239      | 2.3565 d      | β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / ph       | 1.30E-10           | 8.20E-11           | 0.225                                         | 3000                                                 | 3.4                                                | 1.E+01                              | [1] 4.00E+07                        | 6.00E+04                | 1                            | → Pu-240         |                               |
| Np-240m     | 7.22 min      | β <sup>-</sup> , 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                              | 4.00E+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 <sup>-</sup> , a        | 5.80E-07           | 4.70E-09           | <0.001                                        | <1                                                   | <0.1                                               | 1.E+01                              | 9.00E+03                            | 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          |                               |
| Pu-243      | 4.956 h       | β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / ph       | 6.50E-10           | 7.20E-10           | 0.070                                         | 2000                                                 | 2                                                  | 1.E+02                              | [2] 8.00E+06                        | 1.00E+04                | 3                            | → Am-245         |                               |
| Pu-246      | 10.84 d       | β <sup>-</sup> / ph       | 7.00E-09           | 3.30E-09           | 0.034                                         | 700                                                  | 0.7                                                | 1.E+01                              | [2] 7.00E+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] 1.00E+08                        | 2.00E+05                | 10                           | → Pu-237, Np-233 |                               |

| Radionuklid | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung   | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                       |                                                    | Befreiungs-<br>grenze | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte |          |                         | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|-------------|---------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------|----------|-------------------------|-------------------------------|
|             |               |                             | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>mGBq in<br>10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                       |                         | LL<br>Bq/g | LA<br>Bq | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> |                               |
| 1           | 2             | 3                           | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                     | 8                                                  | 9                     | 10                      | 11         | 12       | 13                      |                               |
| Am-238      | 98 min        | ec, β <sup>+</sup> , α / ph | 6.60E-11           | 3.20E-11           | 0.145                                         | 60                                                    | 0.1                                                | 1.E+01                | [1]                     | 8.00E+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                |                         | 8.00E+06   | 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 <sup>-</sup> , ec / ph    | 1.20E-08           | 3.00E-10           | 0.009                                         | 1000                                                  | 1.1                                                | 1.E+03                |                         | 4.00E+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]                     | 2.00E+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 <sup>-</sup> / ph         | 1.50E-09           | 4.60E-10           | 0.145                                         | 3000                                                  | 2.9                                                | 1.E+01                |                         | 3.00E+06   | 6.00E+03 | 3                       | → Cm-244                      |
| Am-244m     | 26 min        | β <sup>-</sup> / ph         | 6.20E-11           | 2.90E-11           | 0.002                                         | 1000                                                  | 1.6                                                | 1.E+04                | [1]                     | 8.00E+07   | 1.00E+05 | 3                       | → Cm-244                      |
| Am-245      | 2.05 h        | β <sup>-</sup> / ph         | 7.60E-11           | 6.20E-11           | 0.007                                         | 2000                                                  | 1.8                                                | 1.E+03                |                         | 7.00E+07   | 1.00E+05 | 3                       | → Cm-245                      |
| Am-246      | 39 min        | β <sup>-</sup> / 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 <sup>-</sup> / ph         | 3.80E-11           | 3.40E-11           | 0.154                                         | 1000                                                  | 1.7                                                | 1.E+01                | [1]                     | 1.00E+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                |                         | 2.00E+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                |                         | 1.00E+03   | 2.00E+00 | 10                      | → 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                |                         | 3.00E+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                      |



| Radionuklid | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung      | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                       |                                                    | Befreiungs-<br>grenze<br>LL<br>Bq/g | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte              |                              |                  | Instabiles Toch-<br>ternuklid |
|-------------|---------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------|-------------------------------|
|             |               |                                | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $H_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $H_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>mGBq in<br>10 cm<br>Abstand | $H_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |                                     |                                     | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |                  |                               |
| 1           | 2             | 3                              | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                     | 8                                                  | 9                                   | 10                                  | 11                      | 12                           | 13               |                               |
| Cm-246 [9]  | 4.76 E3 a     | $\alpha$ , 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     | $\alpha$ / 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     | $\alpha$ , fs / ph             | 9.50E-05           | 7.70E-07           | 3.8                                           | <1                                                    | <0.1                                               | 1.E-01                              | 5.00E+01                            | 9.00E-02                | 0.3                          | → Pu-244         |                               |
| Cm-249      | 64.15 min     | $\beta^-$ / 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        | $\alpha$ , $\beta^-$ , fs / ph | 5.40E-04           | 4.40E-06           | 36                                            | <1                                                    | <0.1                                               | 1.E-02                              | [2] 9.00E+00                        | 2.00E-02                | 0.1                          | → Pu-246, Bk-250 |                               |
| Bk-245      | 4.94 d        | ec, $\alpha$ / 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 |                               |
| 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     | $\alpha$ / 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         | $\beta^-$ , $\alpha$           | 1.00E-07           | 9.70E-10           | <0.001                                        | 20                                                    | <0.1                                               | 1.E+02                              | 5.00E+04                            | 8.00E+01                | 300                          | → Cf-249, Am-245 |                               |
| Bk-250      | 3.212 h       | $\beta^-$ / ph                 | 7.10E-10           | 1.40E-10           | 0.137                                         | 1000                                                  | 1.5                                                | 1.E+01                              | [1] 7.00E+06                        | 1.00E+04                | 3                            | → Cf-250         |                               |
| Cf-244      | 19.4 min      | $\alpha$ / 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        | $\alpha$ , fs / ph             | 3.50E-07           | 3.30E-09           | 0.002                                         | <1                                                    | <0.1                                               | 1.E+03                              | 1.00E+04                            | 2.00E+01                | 100                          | → Cm-242         |                               |
| Cf-248 [9]  | 334 d         | $\alpha$ , fs / ph             | 6.10E-06           | 2.80E-08           | 0.003                                         | <1                                                    | <0.1                                               | 1.E+00                              | 8.00E+02                            | 1.00E+00                | 10                           | → Cm-244         |                               |
| Cf-249      | 351 a         | $\alpha$ , 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       | $\alpha$ , fs / ph             | 2.20E-05           | 1.60E-07           | 0.035                                         | <1                                                    | <0.1                                               | 1.E+00                              | 2.00E+02                            | 4.00E-01                | 1                            | → Cm-246         |                               |
| Cf-251      | 900 a         | $\alpha$ / 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       | $\alpha$ , fs / ph             | 1.30E-05           | 9.00E-08           | 1.3                                           | <1                                                    | <0.1                                               | 1.E+00                              | 4.00E+02                            | 6.00E-01                | 3                            | → Cm-248         |                               |
| Cf-253      | 17.81 d       | $\beta^-$ , $\alpha$ / ph      | 1.00E-06           | 1.40E-09           | <0.001                                        | 800                                                   | 0.8                                                | 1.E+02                              | [2] 5.00E+03                        | 8.00E+00                | 10                           | → Es-253, Cm-249 |                               |
| Cf-254 [9]  | 60.5 d        | $\alpha$ , fs / ph             | 2.20E-05           | 4.00E-07           | 42                                            | <1                                                    | <0.1                                               | 1.E+00                              | 2.00E+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, $\alpha$ / ph              | 1.70E-09           | 1.70E-10           | 0.028                                         | 200                                                   | 0.2                                                | 1.E+02                              | [1] 3.00E+06                        | 5.00E+03                | 30                           | → Cf-251, Bk-247 |                               |
| Es-253      | 20.47 d       | $\alpha$ , fs / ph             | 2.10E-06           | 6.10E-09           | 0.001                                         | 1                                                     | <0.1                                               | 1.E+02                              | 2.00E+03                            | 4.00E+00                | 30                           | → Bk-249         |                               |

| Radionuklid | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlung      | Beurteilungsgrößen |                    |                                               |                                                      |                                                    | Befreiungs-<br>grenze | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                              | Instabiles Toch-<br>ternuklid |                  |
|-------------|---------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------|
|             |               |                                | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{10}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>GBq in<br>10 cm<br>Abstand | $h_{c,0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LL<br>Bq/g            | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/<br>cm <sup>2</sup> |                               |                  |
| 1           | 2             | 3                              | 4                  | 5                  | 6                                             | 7                                                    | 8                                                  | 9                     | 10                      | 11                      | 12                           | 13                            |                  |
| Es-254      | 275.7 d       | $\alpha, \beta^-, fs / ph$     | 6.00E-06           | 2.80E-08           | 0.021                                         | 6                                                    | <0.1                                               | 1.E-01                | [2]                     | 8.00E+02                | 1.00E+00                     | 10                            | → Bk-250         |
| Es-254m     | 39.3 h        | $\beta^-, \alpha, ec, fs / ph$ | 3.70E-07           | 4.20E-09           | 0.077                                         | 1000                                                 | 1.4                                                | 1.E+01                | [2]                     | 1.00E+04                | 2.00E+01                     | 3                             | → Fm-254, Bk-250 |
| Fm-252      | 25.39 h       | $\alpha, fs / ph$              | 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        | $ec, \alpha / ph$              | 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       | $\alpha, fs / ph$              | 7.70E-08           | 4.40E-10           | 0.002                                         | <1                                                   | <0.1                                               | 1.E+04                | [1]                     | 6.00E+04                | 1.00E+02                     | 1000                          | → Cf-250         |
| Fm-255      | 20.07 h       | $\alpha, fs / ph$              | 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       | $\alpha, fs / ph$              | 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      | 5.2 h         |                                | 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      | 55 d          |                                | 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:  $\alpha$ : Alphastrahlung;  $\beta^+$ ,  $\beta^-$ : Betastrahlung; ec: Elektro-neneinfang; it: isomeric transition; fs: spontane Spaltung. Für «/Strahlung» ist bei jedem Radionuklid «/ph» angegeben, wenn der Zerfall unter Emission von Photonenstrahlung ( $\gamma$  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  $\mu\text{m}$  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  $5 \mu\text{m}$
- 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  $e_{\text{inh}}$ -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<sup>65</sup> dem Bericht NRPB-R245 von 1991 entnommen worden. Da diese Quelle nicht

<sup>65</sup> [AS 1994 1947, 1995 4959 Ziff. II 2, 1996 2129, 2000 107 934 2894, 2001 3294 Ziff. II 7, 2005 601 Anhang 7 Ziff. 3 2885 Anhang Ziff. 7, 2007 1469 Anhang 4 Ziff. 44 5651, 2008 3153 Art. 10 Ziff. 2 5747 Anhang Ziff. 22, 2010 5191 Art. 20 Ziff. 4 5395 Anhang 2 Ziff. II 3, 2011 5227 Ziff. I 2.7, 2012 7065 Ziff. I 5 7157, 2013 3041 Ziff. I 5 3407 Anhang 6 Ziff. 3]

mehr aktuell ist und diese Radionuklide nur von geringer Bedeutung sind, wird in dieser Verordnung auf die Angabe der Dosiskoeffizienten für diese zwölf Radionuklide verzichtet.

- 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, wird in dieser Verordnung auf die Angabe der Dosiskoeffizienten für diese zwölf Radionuklide verzichtet.

- 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 Tiefe (Umgebungs-Äquivalentdosisleistung) 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-Äquivalentdosisleistung) in 10 cm Abstand von einer radioaktiven Quelle mit einer Aktivität von 1 GBq.

- 8 Dosiskoeffizient für Hautkontamination. Eine Hautkontamination von 1 kBq/cm<sup>2</sup> (gemittelt über 100 cm<sup>2</sup>) führt zur angegebenen Dosisleistung (Richtungs-Äquivalentdosisleistung).

**9–12 Befreiungsgrenze, Bewilligungsgrenze und Richtwerte**

- 9 Befreiungsgrenze 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 Aug. 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. Aug. 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  $e_{\text{ing}}$  von S-35 org und  $e_{\text{inh}}$  von S-35 inorg). Die auf diese Weise festgelegten LL-Werte wurden auf alle chemischen Formen des Radionuklids angewendet.

- 10 Bewilligungsgrenze (LA). 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 5 mSv.

Für Edelgase, C-11, N-13, O-15, F-18 und Cl-38 entspricht die Bewilligungsgrenze der Aktivität eines Raums von 1000 m<sup>3</sup> Inhalt und einer Konzentration CA nach Spalte 11.

- 11 Richtwert für Daueraktivität in der Luft für beruflich strahlenexponierte Personen (CA). 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:  $CA [\text{Bq}/\text{m}^3] = 0,02 \text{ Sv} / (e_{\text{inh}} \cdot 2400 \text{ m}^3/\text{a})$ .

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  $e_{\text{imm}}$  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  $e_{\text{imm}}$  für die Haut aus der Publikation: [Federal Guidance Report N°12, Ex-

ternal Exposure to Radionuclides in air, water and soil, Keith F. Eckerman and Jeffrey C. Ryman, Sept. 1993].

- 12 Richtwert für die Oberflächenkontamination ausserhalb von Kontrollbereichen gemittelt über 100 cm<sup>2</sup> (CS).

Der Wert von CS wird auf der Basis der folgenden Szenarien berechnet, wobei das ungünstigste gewählt wird:

- eine andauernde Bestrahlung während des ganzen Jahres (8760 Stunden) durch eine Haut-kontamination führt zu einer Äquivalentdosis von 50 mSv pro Jahr (1/10 des Dosisgrenzwerts für die Haut);
- eine tägliche Ingestion einer Kontamination auf eine Fläche von 10 cm<sup>2</sup> führt zu einer effektiven Dosis von 0,5 mSv pro Jahr;
- eine einmalige Inhalation von 10 % der Aktivität einer Kontamination auf einer Fläche von 100 cm<sup>2</sup> führt zu einer Dosis von 0,5 mSv (1/10 der Bewilligungsgrenze);
- ein Maximalwert von 1000 Bq/cm<sup>2</sup>.

### 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 Befreiungsgrenze 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 weiter unten 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  $\mu$ Sv/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.

- [10] Kaliumsalze in Mengen von weniger als 1000 kg gelten als befreit.
- [11] Für Nuklidgemische von Uran (U-238/U-235/U-234+Töchter) sowie von Thorium (Th-232/Th-230/Th-228+Töchter) gilt die Bewilligungsgrenze des dominierenden Nuklids.

### 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 Befreiungsgrenze bzw. unter dem Richtwert für die Oberflächenkontamination.

$$\frac{a_1}{LL_1} + \frac{a_2}{LL_2} + \dots + \frac{a_n}{LL_n} < 1$$

$a_1, a_2, \dots, a_n$ : spezifische Aktivitäten der Nuklide 1, 2, ..., n in Bq/g.

$LL_1, LL_2, \dots, LL_n$ : Befreiungsgrenzen der Nuklide 1, 2, ..., n in Bq/g nach Anhang 3 Spalte 9.

$$\frac{c_1}{CS_1} + \frac{c_2}{CS_2} + \dots + \frac{c_n}{CS_n} < 1$$

$c_1, c_2, \dots, c_n$ : Kontaminationswerte der Nuklide 1, 2, ..., n in Bq/cm<sup>2</sup>.

$CS_1, CS_2, \dots, CS_n$ : Richtwert für die Oberflächenkontamination der Nuklide 1, 2, ..., n in Bq/cm<sup>2</sup> nach Anhang 3 Spalte 12.

**Zu Fussnote [2] Einbeziehung von Tochternukliden bei der Berechnung der Befreiungsgrenze**

| 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      |         |                |



---

| Nuklid | Tochternuclide | Nuklid  | Tochternuclide | Nuklid | Tochternuclide | Nuklid | Tochternuclide | Nuklid | Tochternuclide |
|--------|----------------|---------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|
| 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      |        |                |

---

## Dosisgrößen und Methode für die Ermittlung der Strahlendosis

### 1 Dosisgrößen

#### 1.1 Energiedosis $D$ (absorbed dose)

Grundlegende Dosisgrösse, definiert durch die Beziehung:

$$D = \frac{d\bar{\epsilon}}{dm}$$

wobei  $d\bar{\epsilon}$  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 Gray (Gy).

#### 1.2 Organ-Energiedosis $D_T$ (mean absorbed dose in a tissue or organ)

Die Energiedosis  $D_T$ , gemittelt über das Gewebe oder Organ T, die gegeben ist durch:

$$D_T = \frac{\epsilon_T}{m_T}$$

wobei  $\epsilon_T$  die mittlere Energie ist, die auf ein Gewebe oder Organ T übertragen wird, und  $m_T$  die Masse dieses Gewebes oder Organs.

#### 1.3 Organ-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 Organ-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<br>– 1 MeV–50 MeV<br>– über 50 MeV | 2,5+18,2·e <sup>-[ln(E)]<sup>2</sup>/6</sup><br>5,0+17,0·e <sup>-[ln(2·E)]<sup>2</sup>/6</sup><br>2,5+3,25·e <sup>-[ln(0,04·E)]<sup>2</sup>/6</sup> |
| Protonen und geladene Pionen                 | 2                                                |                                                                                                                                                     |
| Alphateilchen, Spaltfragmente, schwere Kerne | 20                                               |                                                                                                                                                     |

## 1.5 Folge-Organ-Äquivalentdosis $H_T(\tau)$ (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  $\tau$  die Integrationszeit in Jahren ist.

## 1.6 Effektive Dosis $E$ (effective dose)

Summe der gewichteten Organ-Äquivalentdosen für alle angegebenen Gewebe und Organe des Körpers, gegeben durch den Ausdruck:

$$E = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R} = \sum_T w_T H_T$$

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 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                                |

| Gewebe oder Organ  | Wichtungsfaktoren für Gewebe, $w_T$ |
|--------------------|-------------------------------------|
| Speiseröhre        | 0,04                                |
| Schilddrüse        | 0,04                                |
| Gehirn             | 0,01                                |
| Haut               | 0,01                                |
| Knochen-Oberfläche | 0,01                                |
| Speicheldrüse      | 0,01                                |
| Übrige             | 0,12                                |

### 1.8 Effektive Folgedosis $E(\tau)$ (committed effective dose)

Summe der Produkte aus den Organ-Folgedosen und den zugehörigen Gewebe-Wichtungsfaktoren ( $w_T$ ), wobei  $\tau$  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 Mess-Äquivalentdosis $H$ (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:

$$H = DQ$$

1.9.2 Die Einheit der Mess-Äquivalentdosis ist das Joule durch Kilogramm (J/kg), der besondere Name ist Sievert (Sv). Zu den entsprechenden Messgrößen siehe Personendosis und Umgebungs-Äquivalentdosis.

### 1.10 Ortsdosis

Mess-Äquivalentdosis, gemessen an einem bestimmten Ort. Als Ortsdosis gelten die Größen Umgebungs-Äquivalentdosis  $H^*(10)$  und Richtungs-Äquivalentdosis  $H'(d, \Omega)$ .

### 1.11 Personendosis $H_p(d)$ (personal dose equivalent)

1.11.1 Eine Mess-Äquivalentdosis. Die Äquivalentdosis in ICRU Weichteilgewebe in einer geeigneten Tiefe  $d$  [mm] unter der Stelle der Körperoberfläche, an der das Personendosimeter getragen wird. Die Einheit der Personendosis ist das Joule durch Kilogramm (J/kg), ihr besonderer Name ist Sievert (Sv).

1.11.2 Die Tiefen-Personendosis  $H_p(10)$  ist ein Schätzwert für die effektive Dosis. Die Oberflächen-Personendosis  $H_p(0.07)$  ist ein Schätzwert für die Haut-

dosis und die Augenlinsendosis. Alternativ kann die Augenlinsen-Personendosis  $H_p(3)$  als Schätzwert für die Augenlinsendosis verwendet werden.

### 1.12 Richtungs-Äquivalentdosis $H'(d, \Omega)$ (directional dose equivalent)

- 1.12.1 Äquivalentdosis an einem Punkt im Strahlungsfeld, die im zugehörigen aufgeweiteten Strahlungsfeld auf einem in festgelegter Richtung  $\Omega$  orientierten Radius der ICRU-Kugel in der Tiefe  $d$  erzeugt würde. Die Einheit der Richtungs-Äquivalentdosis ist das Joule durch Kilogramm (J/kg), ihr besonderer Name ist Sievert (Sv).
- 1.12.2 Im speziellen Fall eines gerichteten Feldes, kann die Richtung mit dem Winkel  $\alpha$  spezifiziert werden.  $\alpha$  bezeichnet den Winkel zwischen dem Radius entgegen dem Strahlungsfeld und dem festgelegten Radius  $\Omega$ . Ist  $\alpha = 0^\circ$  kann die Grösse  $H'(d, 0^\circ)$  als  $H'(d)$  geschrieben werden und ist gleich  $H^*(d)$ .
- 1.12.3 Die empfohlenen Werte für  $d$  sind 10 mm für durchdringende Strahlung, 0,07 mm für wenig durchdringende Strahlung und 3 mm für die Augenlinse (Siehe **operationelle Grössen für die Ortsdosimetrie**).

### 1.13 Umgebungs-Äquivalentdosis $H^*(10)$ (ambient dose equivalent)

Dosisäquivalent an einem Punkt im Strahlungsfeld, die im zugehörigen aufgeweiteten und ausgerichteten Strahlungsfeld auf dem der Einfallrichtung 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).

### 1.14 ICRU-Kugel (ICRU sphere)

Die ICRU-Kugel ist definiert als eine Kugel mit dem Durchmesser 30 cm, der Dichte  $1 \text{ g/cm}^3$  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).

### 1.15 Qualitätsfaktor (Quality factor, $Q(L)$ )

- 1.15.1 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 linearen Energietransfers LET ( $L$  in keV/ $\mu\text{m}$ ) geladener Teilchen in Wasser:

$$Q(L) = \begin{cases} 1 & \text{für } L < 10 \\ 0.32L - 2.2 & \text{für } 10 \leq L \leq 100 \\ 300/\sqrt{L} & \text{für } L > 100 \end{cases}$$

- 1.15.2 Bei der Definition der Organ-Äquivalentdosen wurde  $Q$  durch den Strahlungs-Wichtungsfaktor  $w_R$  ersetzt.  $Q$  wird jedoch nach wie vor für die Definition der Mess-Äquivalentdosis verwendet.

## 2 Methode für die Ermittlung der Strahlendosis

### 2.1 Grundsatz

Die effektive Dosis und die Organ-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:
- die Tiefen-Personendosis  $H_p(10)$  mit der Kurzbezeichnung  $H_p$ ;
  - die Oberflächen-Personendosis  $H_p(0,07)$  mit der Kurzbezeichnung  $H_s$ ;
  - die Augenlinsen-Personendosis  $H_p(3)$ .
- 2.2.2 Die operationellen Grössen für die Ortsdosimetrie sind:
- die Umgebungs-Äquivalentdosis  $H^*(10)$ ;
  - die Richtungs-Äquivalentdosis  $H'(0,07)$ ;
  - die Richtungs-Äquivalentdosis  $H'(3)$ .
- 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 und Ortsdosen unterhalb der entsprechenden Dosisgrenzwerte

- 2.3.1 Die Äquivalentdosis für ein Organ wird bei externer Bestrahlung der Tiefen-Personendosis  $H_p(10)$ , beziehungsweise der Umgebungs-Äquivalentdosis  $H^*(10)$  gleichgesetzt für alle Gewebe und Organe mit Ausnahme der Haut und der Augenlinse.
- 2.3.2 Die Äquivalentdosis für die Haut, Hände und Füsse wird bei externer Bestrahlung der Oberflächen-Personendosis  $H_p(0,07)$ , beziehungsweise der Richtungs-Äquivalentdosis  $H'(0,07)$ , gleichgesetzt.
- 2.3.3 Die Äquivalentdosis für die Augenlinse wird bei externer Bestrahlung der Oberflächen-Personendosis  $H_p(0,07)$ , beziehungsweise der Richtungs-Äquivalentdosis  $H'(0,07)$ , gleichgesetzt. Alternativ kann sie auch der Augenlinsen-Personendosis  $H_p(3)$ , beziehungsweise der Richtungs-Äquivalentdosis  $H'(3)$  gleichgesetzt werden.
- 2.3.4 Die effektive Dosis wird gleichgesetzt der Summe aus:

- a. der Tiefen-Personendosis  $H_p(10)$ , beziehungsweise der Umgebungs-Äquivalentdosis  $H^*(10)$ ; 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 Strahlenschutz-Sachverständigen in Zusammenarbeit mit der Aufsichtsbehörde die effektive Dosis oder die Organ-Äquivalentdosen 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-Äquivalentdosis) bei durchdringungsfähiger Strahlung;
- b. die Grösse  $H'(0,07)$  (Richtungs-Äquivalentdosis) bei Strahlung geringer Eindringtiefe.

Anhang 5  
(Art. 139 Abs. 2 und 194 Abs. 3)

## Dosisfaktoren bei Personen aus der Bevölkerung

### 1. Inhalation

| Nuklid         | Absorptionsklasse | Kleinkind (1a) |                    |                           | Kind (10 a) |                    |                           | Erwachsene |                    |                           |
|----------------|-------------------|----------------|--------------------|---------------------------|-------------|--------------------|---------------------------|------------|--------------------|---------------------------|
|                |                   | Typ            | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $h_{inh, Organ}$<br>Sv/Bq | Organ       | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $h_{inh, Organ}$<br>Sv/Bq | Organ      | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $h_{inh, Organ}$<br>Sv/Bq |
| 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                        |
| 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                        |



| Nuklid           | Absorptionsklasse | Kleinkind (1a) |                    |                           | Kind (10 a) |                    |                           | Erwachsene |                    |                           |       |
|------------------|-------------------|----------------|--------------------|---------------------------|-------------|--------------------|---------------------------|------------|--------------------|---------------------------|-------|
|                  |                   | Typ            | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $h_{inh, Organ}$<br>Sv/Bq | Organ       | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $h_{inh, Organ}$<br>Sv/Bq | Organ      | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $h_{inh, Organ}$<br>Sv/Bq | Organ |
| 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    |
| 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    |

| Nuklid | Absorptionsklasse | Kleinkind (1a) |                    |                           | Kind (10 a) |                    |                           | Erwachsene |                    |                           |       |
|--------|-------------------|----------------|--------------------|---------------------------|-------------|--------------------|---------------------------|------------|--------------------|---------------------------|-------|
|        |                   | Typ            | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $h_{inh, Organ}$<br>Sv/Bq | Organ       | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $h_{inh, Organ}$<br>Sv/Bq | Organ      | $e_{inh}$<br>Sv/Bq | $h_{inh, Organ}$<br>Sv/Bq | Organ |
| 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    |
| 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 = 1  $\mu$ m)  
 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 = 1 $\mu$ m)

[1] In Form von verdunstetem Wasser

[2] Organisch gebundenes Tritium

## 2. Ingestion

| Nuklid       | Kleinkind (1a)     |                           |       | Kind (10a)         |                           |       | Erwachsene         |                           |       |
|--------------|--------------------|---------------------------|-------|--------------------|---------------------------|-------|--------------------|---------------------------|-------|
|              | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{ing, Organ}$<br>Sv/Bq | Organ | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{ing, Organ}$<br>Sv/Bq | Organ | $e_{ing}$<br>Sv/Bq | $h_{ing, Organ}$<br>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, OBТ [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    |
| 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    |

| Nuklid           | Kleinkind (1a)            |                                  |       | Kind (10a)                |                                  |       | Erwachsene                |                                  |       |
|------------------|---------------------------|----------------------------------|-------|---------------------------|----------------------------------|-------|---------------------------|----------------------------------|-------|
|                  | $e_{\text{ing}}$<br>Sv/Bq | $h_{\text{ing, Organ}}$<br>Sv/Bq | Organ | $e_{\text{ing}}$<br>Sv/Bq | $h_{\text{ing, Organ}}$<br>Sv/Bq | Organ | $e_{\text{ing}}$<br>Sv/Bq | $h_{\text{ing, Organ}}$<br>Sv/Bq | Organ |
| 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    |
| 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    |

| Nuklid | Kleinkind (1a)            |                                  |       | Kind (10a)                |                                  |       | Erwachsene                |                                  |       |
|--------|---------------------------|----------------------------------|-------|---------------------------|----------------------------------|-------|---------------------------|----------------------------------|-------|
|        | $e_{\text{ing}}$<br>Sv/Bq | $h_{\text{ing, Organ}}$<br>Sv/Bq | Organ | $e_{\text{ing}}$<br>Sv/Bq | $h_{\text{ing, Organ}}$<br>Sv/Bq | Organ | $e_{\text{ing}}$<br>Sv/Bq | $h_{\text{ing, Organ}}$<br>Sv/Bq | Organ |
| 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    |
| 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    |

$e_{\text{ing}}$ : 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 Publikation 119 zu finden.

$h_{\text{ing, Organ}}$ : 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. 139 Abs. 2 und 194 Abs. 3)

## Dosisfaktoren für Wolken- und Bodenstrahlung

| Nuklid      | Externe Bestrahlung aus<br>Wolkenstrahlung      | Externe Bestrahlung aus<br>Bodenstrahlung       |
|-------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|             | $e_{imm}^{imm}$<br>(mSv/h)/(Bq/m <sup>3</sup> ) | $e_{so1}^{so1}$<br>(mSv/h)/(Bq/m <sup>2</sup> ) |
| 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                                         |

| Nuklid        | Externe Bestrahlung aus<br>Wolkenstrahlung      | Externe Bestrahlung aus<br>Bodenstrahlung       |
|---------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|               | $e_{imm}^{imm}$<br>(mSv/h)/(Bq/m <sup>3</sup> ) | $e_{so1}^{so1}$<br>(mSv/h)/(Bq/m <sup>2</sup> ) |
| Kr-89         | 3.4E-07                                         | 6.6E-09                                         |
| 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                                         | 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                                         |

| Nuklid         | Externe Bestrahlung aus<br>Wolkenstrahlung | Externe Bestrahlung aus<br>Bodenstrahlung |
|----------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                | $e_{imm}$<br>(mSv/h)/(Bq/m <sup>3</sup> )  | $e_{sol}$<br>(mSv/h)/(Bq/m <sup>2</sup> ) |
| 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                                   |

| Nuklid | Externe Bestrahlung aus<br>Wolkenstrahlung | Externe Bestrahlung aus<br>Bodenstrahlung |
|--------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|
|        | $e_{imm}$<br>(mSv/h)/(Bq/m <sup>3</sup> )  | $e_{sol}$<br>(mSv/h)/(Bq/m <sup>2</sup> ) |
| 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. 24 Abs. 1 und 2)

## Immissionsgrenzwerte

### 1 Immissionsgrenzwerte für die Luft (IG<sub>L</sub>):

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 führen würde: Kleinkind (KK), zehnjähriges Kind (10 j) oder Erwachsener (Erw.).

1.2

| Nuklid                    | Immissionsgrenzwert Luft [Bq/m <sup>3</sup> ] |         |         |         |
|---------------------------|-----------------------------------------------|---------|---------|---------|
|                           | Erw.                                          | 10 j    | KK      | Minimum |
| HTO                       | 2,2E+03                                       | 2,3E+03 | 3,1E+03 | 2,2E+03 |
| C-14 (org <sup>66</sup> ) | 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 <sup>67</sup> ) | 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:

$$IG_{Lr}[\text{Bq/m}^3] = \min\left(\frac{0.3 \text{ mSv/a}}{AR_{KK} \cdot e_{\text{inh,KK}} + F_{\text{Abs}} \cdot e_{\text{imm}} \cdot AS}, \frac{0.3 \text{ mSv/a}}{AR_{10j} \cdot e_{\text{inh,10j}} + F_{\text{Abs}} \cdot e_{\text{imm}} \cdot AS}, \frac{0.3 \text{ mSv/a}}{AR_{\text{Erw}} \cdot e_{\text{inh,Erw}} + F_{\text{Abs}} \cdot e_{\text{imm}} \cdot AS}\right)$$

wobei  $e_{\text{inh,KK}}$ ,  $e_{\text{inh,10j}}$  und  $e_{\text{inh,Erw}}$  [mSv/Bq] der Dosiskoeffizient für Inhalation für Kleinkinder, bzw. zehnjährige Kinder oder Erwachsene ist und  $e_{\text{imm}}$  [(mSv/h)/(Bq/m<sup>3</sup>)] der Immersionsdosiskoeffizient (nicht altersabhängig). Die Inhalations- und Immersionsdosismfaktoren entstammen den Anhängen 5 und 6.

<sup>66</sup> org = organisch  
<sup>67</sup> el = elementar



Berücksichtigt wurde für die Immersion ein Abschirmfaktor ( $F_{\text{Abs}}$ ) von 0,4 durch partiellen Aufenthalt im Haus.

Für die Atemraten  $AR_{\text{KK}}$ ,  $AR_{10\text{J}}$ ,  $AR_{\text{Erw}}$  [ $\text{m}^3/\text{a}$ ] für Kleinkinder, bzw. für zehnjährige Kinder oder für Erwachsene wurden die folgenden Werte (ENSI-G14) eingesetzt:

- $AR_{\text{KK}} = 2022$  [ $\text{m}^3/\text{a}$ ]
- $AR_{10\text{J}} = 5688$  [ $\text{m}^3/\text{a}$ ]
- $AR_{\text{Erw}} = 7584$  [ $\text{m}^3/\text{a}$ ]

## 2 Immissionsgrenzwerte für Gewässer ( $IG_{\text{Gw}}$ ):

- 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:

$$IG_{\text{Gw}} [\text{Bq/l}] = \min \left( \frac{0.3 \text{ mSv/a}}{e_{\text{ing,KK}} \cdot TwK_{\text{KK}}}; \frac{0.3 \text{ mSv/a}}{e_{\text{ing,10J}} \cdot TwK_{10\text{J}}}; \frac{0.3 \text{ mSv/a}}{e_{\text{ing,Erw}} \cdot TwK_{\text{Erw}}} \right)$$

wobei  $e_{\text{ing,KK}}$ ,  $e_{\text{ing,10J}}$  und  $e_{\text{ing,Erw}}$  [ $\text{mSv/Bq}$ ] 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.

$$\frac{a_1}{IG_{Lf1}} + \frac{a_2}{IG_{Lf2}} + \dots + \frac{a_n}{IG_{Lfn}} < 1$$

$a_1, a_2, \dots, a_n$ : Luftaktivitätskonzentrationen der Nuklide 1, 2, ..., n in Bq/m<sup>3</sup>.

$IG_{Lf1}, IG_{Lf2}, \dots, IG_{Lfn}$ : Immissionsgrenzwerte für die Luft der Nuklide 1, 2, ..., n in Bq/m<sup>3</sup>.

$$\frac{a_1}{IG_{Gw1}} + \frac{a_2}{IG_{Gw2}} + \dots + \frac{a_n}{IG_{Gwn}} < 1$$

$a_1, a_2, \dots, a_n$ : Aktivitätskonzentrationen der Nuklide 1, 2, ..., n im Wasser in Bq/l.

$IG_{Gw1}, IG_{Gw2}, \dots, IG_{Gwn}$ : Immissionsgrenzwerte für Gewässer der Nuklide 1, 2, ..., n in Bq/l.

## **Kennzeichnung von Kontroll- und Überwachungsbereichen**

Kontroll- und Überwachungsbereiche sind je nach den verwendeten Strahlungsquellen wie folgt zu kennzeichnen:

### **1. Geschlossene radioaktive Quellen:**

- a. das radiotoxischste Nuklid oder Leitnuklid 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.

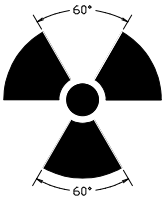
### **2. Übriges radioaktives Material:**

- a. das radiotoxischste Nuklid oder Leitnuklid 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<sup>2</sup> oder als Anzahl Richtwerte für das betreffende Nuklid;
- d. der maximale Kontaminationsgrad der Raumluft in Bq/m<sup>3</sup>;
- e. die Ortsdosisleistung in mSv pro Stunde im begehbaren Bereich, wenn sinnvoll;
- f. Angaben über die erforderliche Schutzkleidung sowie Schutzmassnahmen;
- g. 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.

<sup>68</sup> Bereinigt durch die Berichtigung vom 5. Juni 2018 (AS 2018 2273).

**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)<sup>69</sup>.

| Radionuklid             | Aktivitätswert (TBq) |
|-------------------------|----------------------|
| Am-241                  | $6 \times 10^{-2}$   |
| Am-241/Be               | $6 \times 10^{-2}$   |
| Cf-252                  | $2 \times 10^{-2}$   |
| Cm-244                  | $5 \times 10^{-2}$   |
| Co-60                   | $3 \times 10^{-2}$   |
| Cs-137                  | $1 \times 10^{-1}$   |
| Gd-153                  | $1 \times 10^0$      |
| Ir-192                  | $8 \times 10^{-2}$   |
| Pm-147                  | $4 \times 10^1$      |
| Pu-238                  | $6 \times 10^{-2}$   |
| Pu-239/Be <sup>70</sup> | $6 \times 10^{-2}$   |
| Ra-226                  | $4 \times 10^{-2}$   |
| Se-75                   | $2 \times 10^{-1}$   |
| Sr-90 (Y-90)            | $1 \times 10^0$      |
| Tm-170                  | $2 \times 10^1$      |
| Yb-169                  | $3 \times 10^{-1}$   |

<sup>69</sup> Die in dieser Verordnung genannten Veröffentlichungen der IAEO können in englischer Sprache kostenlos abgerufen werden auf den Internetseiten der IAEO unter [www.iaea.org](http://www.iaea.org) > Publications.

<sup>70</sup> Angegeben ist die Aktivität des alphastrahlenden Radionuklids.

## Anhang 10

(Art. 80 Abs. 2 Bst. b, 82 Abs. 1 und 2, 85 Abs. 2 Bst. b)

**Zonentypen und Gebietstypen**

1. Zonen werden je nach vorhandenem oder zu erwartendem Kontaminationsgrad in die nachfolgenden Zonentypen eingeteilt:

| Zonentyp | Oberflächenkontamination $K_O$        | Luftkontamination $K_L$                 |
|----------|---------------------------------------|-----------------------------------------|
| 0        | $K_O < 1 \cdot CS^{71}$               | $K_L < 0,05 \cdot CA^{72}$              |
| I        | $K_O < 1 \cdot CS$                    | $0,05 \cdot CA \leq K_L < 0,1 \cdot CA$ |
| II       | $1 \cdot CS \leq K_O < 10 \cdot CS$   | $0,05 \cdot CA \leq K_L < 0,1 \cdot CA$ |
| III      | $10 \cdot CS \leq K_O < 100 \cdot CS$ | $0,1 \cdot CA \leq K_L < 10 \cdot CA$   |
| IV       | $K_O \geq 100 \cdot CS$               | $K_L \geq 10 \cdot CA$                  |

Verlangen die Luft- und Oberflächenkontaminationsgrade nicht den gleichen Zonentyp, entscheidet der restriktivere Faktor.

2. Innerhalb von Zonen mit erhöhter Ortsdosisleistung sind, zur Planung und Regulierung der Personendosen, die nachfolgenden Gebiete mit maximal zulässigen Ortsdosisleistungen zu bezeichnen:

| Gebietstyp | Ortsdosisleistung $D$ an zugänglichen Stellen |
|------------|-----------------------------------------------|
| V          | $D < 0,01$ mSv/h                              |
| W          | $0,01 < D < 0,1$ mSv/h                        |
| X          | $0,1 < D < 1$ mSv/h                           |
| Y          | $1 < D < 10$ mSv/h                            |
| Z          | $D > 10$ mSv/h                                |

<sup>71</sup> Richtwert (Bq/cm<sup>2</sup>) für Oberflächenkontamination nach Anhang 3 Spalte 12; gemittelt über 100 cm<sup>2</sup>.

<sup>72</sup> Richtwert (Bq/m<sup>3</sup>) für Daueraktivität in der Luft nach Anhang 3 Spalte 11.

## **Änderung anderer Erlasse**

Die nachstehenden Verordnungen werden wie folgt geändert:

...<sup>73</sup>

<sup>73</sup> Die Änderungen können unter AS **2017** 4261 konsultiert werden.

