

# Strahlenschutzverordnung (StSV)

vom 22. Juni 1994 (Stand am 1. Januar 2012)

---

*Der Schweizerische Bundesrat,*

gestützt auf Artikel 47 Absatz 1 des Strahlenschutzgesetzes (StSG)  
vom 22. März 1991<sup>1</sup>,

*verordnet:*

## **1. Kapitel: Allgemeine Bestimmungen und Grundsätze des Strahlenschutzes**

### **Art. 1** Geltungsbereich

<sup>1</sup> Diese Verordnung gilt für Stoffe, Gegenstände und Abfälle, deren Aktivität, Konzentration, Kontamination, Dosisleistung oder Masse über den in Anhang 2 aufgeführten Werten liegen.

<sup>2</sup> Die Verordnung gilt weiter:

- a. für Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen;
- b. für Geräte und Anlagen, die parasitäre ionisierende Strahlen aussenden können, sofern die nach Anhang 5 ermittelte Ortsdosisleistung in 10 cm Abstand von der Oberfläche mehr als 1 Mikrosievert ( $\mu\text{Sv}$ ) pro Stunde beträgt;
- c. ...<sup>2</sup>

<sup>3</sup> Für die Umsetzung der Strahlenschutzvorschriften gelten die in Anhang 3 enthaltenen Werte.

### **Art. 2** Ausnahmen

<sup>1</sup> Diese Verordnung gilt nicht für den Umgang mit Rohmaterialien natürlicher Herkunft und Nuklidzusammensetzung, die in Anhang 2 nicht erwähnt sind und zu einer Dosis von weniger als 1 mSv pro Jahr führen.<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Diese Verordnung gilt nicht für Stoffe mit einer spezifischen Aktivität unterhalb der Freigrenze nach Anhang 3 Spalte 9 und einer Ortsdosisleistung in 10 cm Abstand von der Oberfläche nach Abzug des Untergrundes von mehr als 0,1  $\mu\text{Sv}$  pro Stunde, wenn der Aufsichtsbehörde nachgewiesen wurde, dass Personen zu keiner Zeit eine effektive Dosis von mehr als 10  $\mu\text{Sv}$  pro Jahr akkumulieren werden.

AS 1994 1947

<sup>1</sup> SR 814.50

<sup>2</sup> Aufgehoben durch Ziff. I der V vom 17. Nov. 1999 (AS 2000 107).

<sup>3</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 17. Nov. 1999, in Kraft seit 1. Jan. 2000 (AS 2000 107).

<sup>3</sup> Auf Tätigkeiten, für die nach dem Kernenergiegesetz vom 21. März 2003<sup>4</sup> eine Bewilligung nötig ist, sind die Artikel 125–127, 133 und 134 nicht anwendbar.<sup>5</sup>

### Art. 3 Mischungen

<sup>1</sup> Mischungen von radioaktiven Stoffen mit inaktiven Materialien einzig zum Zweck, diese Verordnung nicht anwendbar zu machen, sind nicht zulässig.

<sup>2</sup> Die Aufsichtsbehörde kann gestatten, dass Stoffe nach Artikel 2 Absatz 2 zur Rezyklierung mit inaktiven Materialien vermischt werden, wenn der in jener Bestimmung verlangte Nachweis erbracht werden kann. Ferner bleibt Artikel 82 vorbehalten.

### Art. 4 Begriffsbestimmungen

Für diese Verordnung gelten die in Anhang 1 enthaltenen Begriffsbestimmungen.

### Art. 5 Rechtfertigung

<sup>1</sup> Eine Tätigkeit ist im Sinne von Artikel 8 StSG gerechtfertigt, wenn die mit ihr verbundenen Vorteile die strahlungsbedingten Nachteile deutlich überwiegen und keine gesamthaft für Mensch und Umwelt günstigere Alternative ohne Strahlenexposition zur Verfügung steht.

<sup>2</sup> Tätigkeiten mit ionisierenden Strahlen, die für die betroffenen Personen zu einer effektiven Dosis von weniger als 10  $\mu\text{Sv}$  pro Jahr führen, gelten in jedem Fall als gerechtfertigt.

### Art. 6 Optimierung

<sup>1</sup> Bei gerechtfertigten Tätigkeiten gilt der Strahlenschutz als optimiert, wenn:

- a. die angemessenen Lösungsvarianten bezüglich Strahlenschutz bewertet und gegeneinander abgewogen wurden;
- b. der Entscheidungsweg zur gewählten Lösung nachvollziehbar ist;
- c.<sup>6</sup> das Auftreten von Störfällen und die Entsorgung der Strahlenquellen in Betracht gezogen wurden.

<sup>2</sup> Die Aufsichtsbehörde (Art. 136) kann für die Optimierung im Einzelfall Richtwerte festlegen.

<sup>3</sup> Der Grundsatz der Optimierung gilt als erfüllt bei Tätigkeiten, welche in keinem Fall zu einer effektiven Dosis von mehr als 100  $\mu\text{Sv}$  pro Jahr für beruflich strahlenexponierte Personen und von mehr als 10  $\mu\text{Sv}$  pro Jahr für nichtberuflich strahlenexponierte Personen führen.

<sup>4</sup> SR 732.1

<sup>5</sup> Fassung gemäss Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004, in Kraft seit 1. Febr. 2005 (AS 2005 601).

<sup>6</sup> Fassung gemäss Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004, in Kraft seit 1. Febr. 2005 (AS 2005 601).

**Art. 77** Quellenbezogener Dosisrichtwert

<sup>1</sup> Der quellenbezogene Dosisrichtwert darf nicht höher sein als der Grenzwert nach Artikel 37.

<sup>2</sup> Die Bewilligungsbehörde (Art. 127) entscheidet, für welche Betriebe ein quellenbezogener Dosisrichtwert erforderlich ist, und legt diesen fest.

<sup>3</sup> Der quellenbezogene Dosisrichtwert wird nach dem Prinzip der Optimierung festgelegt. Dabei sind auch die Abgaben radioaktiver Stoffe und die Direktstrahlung aus anderen Betrieben zu berücksichtigen.

**Art. 8** Forschung

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

<sup>2</sup> Das Paul Scherrer-Institut (PSI) und andere Stellen des Bundes stehen den Aufsichtsbehörden im Rahmen ihrer Möglichkeiten zur Durchführung von Forschungsaufträgen über Strahlenwirkungen und Strahlenschutz zur Verfügung.

<sup>3</sup> Die Aufsichtsbehörden sprechen sich untereinander ab, bevor sie einen Forschungsauftrag vergeben.

**Art. 9<sup>8</sup>** Eidgenössische Kommission für Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität

<sup>1</sup> Die Eidgenössische Kommission für Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität (KSR) ist beratendes Organ des Bundesrates, des Eidgenössischen Departements des Innern (EDI), des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), des Eidgenössischen Departements für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS), der interessierten Ämter sowie der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (Suva) für Fragen des Strahlenschutzes.

<sup>2</sup> Sie hat folgende Aufgaben:

- 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;

<sup>7</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 17. Nov. 1999, in Kraft seit 1. Jan. 2000 (AS **2000** 107).

<sup>8</sup> Fassung gemäss Ziff. I 2.7 der V vom 9. Nov. 2011 (Überprüfung der ausserparlamentarischen Kommissionen), in Kraft seit 1. Jan. 2012 (AS **2011** 5227).

3. Radioaktivität in der Umwelt, Ergebnisse der Überwachung, Interpretation der Ergebnisse und daraus für die Bevölkerung resultierende Strahlendosen.

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

<sup>4</sup> Der Bundesrat wählt auf Vorschlag des EDI die Präsidentin oder den Präsidenten, die Vizepräsidentin oder den Vizepräsidenten sowie die übrigen Mitglieder.

<sup>5</sup> Die KSR kann dem EDI Vorschläge für Ersatz- und Neuwahlen unterbreiten.

<sup>6</sup> Sie ist administrativ dem Bundesamt für Gesundheit (BAG) zugewiesen.

<sup>7</sup> Sie arbeitet mit der Eidgenössischen Kommission für ABC-Schutz (KomABC), der Kommission für nukleare Sicherheit (KNS) und der Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität (EOR) zusammen. Dabei werden insbesondere gemeinsame Aufgaben auf dem Gebiet des Strahlenschutzes behandelt.

<sup>8</sup> Die KSR und ihre Ausschüsse können für die Prüfung besonderer Fragen aussenstehende Expertinnen und Experten beiziehen. Die KSR kann Aufträge an ihre Mitglieder oder an aussenstehende Expertinnen und Experten vergeben.

## **2. Kapitel: Sachkunde, Sachverständige, Aus- und Fortbildung**

### **1. Abschnitt: Grundsatz**

#### **Art. 10**

<sup>1</sup> Personen, die mit ionisierenden Strahlen umgehen, müssen ihrer Tätigkeit und Verantwortung entsprechend im Strahlenschutz aus- und fortgebildet werden.

<sup>2</sup> Die Ausbildung muss sicherstellen, dass diese Personen:

- a. mit den Grundregeln des Strahlenschutzes vertraut werden;
- b. eine geeignete Arbeitstechnik erlernen;
- c. die für die entsprechende Tätigkeit geltenden Strahlenschutzvorschriften anwenden können;
- d. die Risiken von Strahlenexpositionen kennen, die sich aus einem Fehlverhalten ergeben können;
- e. über die Gefahren informiert sind, welche ihre Arbeit mit ionisierenden Strahlen für die Gesundheit mit sich bringt.

## 2. Abschnitt: Sachkunde für medizinische Anwendungen

### Art. 11<sup>9</sup> Diagnostische Anwendungen

<sup>1</sup> Als Nachweis der notwendigen Sachkunde gilt:

- a. für diagnostische Anwendungen von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen (Anlagen) und geschlossenen radioaktiven Strahlenquellen das eidgenössische Arztdiplom oder ein als gleichwertig anerkanntes ausländisches Arztdiplom;
- b. für diagnostische Anwendungen von Anlagen zu chiropraktorischen Zwecken eine vom BAG anerkannte Ausbildung mit Prüfung in Röntgentechnik und Strahlenschutz.

<sup>2</sup> Für dosisintensive diagnostische Anwendungen nach Absatz 1 Buchstabe a muss zusätzlich ein entsprechender eidgenössischer Weiterbildungstitel, ein als gleichwertig anerkannter ausländischer Weiterbildungstitel oder eine gleichwertige Weiterbildung in der entsprechenden diagnostischen Methode nachgewiesen werden.

<sup>3</sup> Als Nachweis der notwendigen Sachkunde für diagnostische Anwendungen von Anlagen zu zahnärztlichen Zwecken gilt:

- a. das eidgenössische Zahnarztdiplom oder ein als gleichwertig anerkanntes ausländisches Zahnarztdiplom; oder
- b. eine erfolgreich abgelegte Prüfung als kantonal approbierter Zahnarzt.

<sup>4</sup> Für die Tätigkeit als Sachverständiger bleibt Artikel 18 vorbehalten.

### Art. 12<sup>10</sup> Therapeutische Anwendungen

<sup>1</sup> Als Nachweis der notwendigen Sachkunde für therapeutische Anwendungen von Anlagen und geschlossenen radioaktiven Strahlenquellen gilt:

- a. das eidgenössische Arztdiplom oder ein als gleichwertig anerkanntes ausländisches Arztdiplom;
- b. ein entsprechender eidgenössischer Weiterbildungstitel, ein als gleichwertig anerkannter ausländischer Weiterbildungstitel oder eine gleichwertige Weiterbildung in der entsprechenden therapeutischen Methode;
- c. eine angemessene praktische Ausbildung in einem Spital; und
- d. eine vom BAG anerkannte Ausbildung in Strahlenschutz.

<sup>2</sup> Wird der Inhalt der Ausbildungen nach Absatz 1 Buchstaben c und d bereits im Rahmen der Weiterbildung nach Absatz 1 Buchstabe b vermittelt, so kann das BAG den Arzt von einer zusätzlichen Ausbildung dispensieren.

<sup>9</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>10</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

**Art. 13<sup>11</sup>** Diagnostik und Therapie mit offenen radioaktiven Strahlenquellen

<sup>1</sup> Als Nachweis der notwendigen Sachkunde für die Anwendung von offenen radioaktiven Strahlenquellen gilt:

- a. das eidgenössische Arztdiplom oder ein als gleichwertig anerkanntes ausländisches Arztdiplom;
- b. ein entsprechender eidgenössischer Weiterbildungstitel, ein als gleichwertig anerkannter ausländischer Weiterbildungstitel oder eine gleichwertige Weiterbildung in der entsprechenden diagnostischen und therapeutischen Methode;
- c. eine angemessene praktische Ausbildung in einem Spital; und
- d. eine vom BAG anerkannte Ausbildung über den Strahlenschutz bei der medizinischen Anwendung von Radionukliden.

<sup>2</sup> Wird der Inhalt der Ausbildungen nach Absatz 1 Buchstaben c und d bereits im Rahmen der Weiterbildung nach Absatz 1 Buchstabe b vermittelt, so kann das BAG den Arzt von einer zusätzlichen Ausbildung dispensieren.

**Art. 14** Tierärzte

<sup>1</sup> Als Nachweis der notwendigen Sachkunde für tiermedizinische Anwendungen ionisierender Strahlen gilt das eidgenössische Diplom für Tierärzte oder ein als gleichwertig anerkanntes ausländisches Tierarztdiplom.<sup>12</sup>

<sup>2</sup> Für die Tätigkeit als Sachverständiger bleibt Artikel 18 vorbehalten.

**Art. 15<sup>13</sup>** Medizinisches Personal

<sup>1</sup> Für folgende Berufsgruppen gilt eine vom BAG anerkannte und mit einer Prüfung abgeschlossene Ausbildung im Strahlenschutz als Nachweis der notwendigen Sachkunde:

- a. Fachleute für medizinisch-technische Radiologie (MTRA);
- b. medizinische Praxisassistentinnen und -assistenten, Dentalassistentinnen und -assistenten sowie Dentalhygienikerinnen und -hygieniker;
- c. tiermedizinische Praxisassistentinnen und -assistenten;
- d. übriges medizinisches Personal, welches medizinische Röntgenaufnahmen erstellt oder Strahlenschutzaufgaben gegenüber anderen Personen wahrnimmt.

<sup>11</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>12</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>13</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>2</sup> Erfolgt die Ausbildung nach Absatz 1 bereits im Rahmen einer Ausbildung nach dem Berufsbildungsgesetz vom 13. Dezember 2002<sup>14</sup>, so gilt der entsprechende Fachausweis oder ein als gleichwertig anerkannter ausländischer Fachausweis als Nachweis der Sachkunde.

### 3. Abschnitt: Sachkunde für andere Anwendungen

#### Art. 16 Anforderungen an die Sachkunde

<sup>1</sup> Personen in Forschung, Lehre, medizinischer Analytik, Industrie, Kernanlagen, Transport und Handel, die Strahlenschutzaufgaben gegenüber anderen Personen wahrnehmen, müssen den Nachweis der notwendigen Sachkunde durch eine von der Aufsichtsbehörde anerkannte Ausbildung im Strahlenschutz mit Prüfung erbringen.

<sup>2</sup> Die Aufsichtsbehörde kann im Einzelfall von einer Prüfung absehen, wenn die mit einer Tätigkeit verbundene Gefährdung gering ist.

#### Art. 17 Sachkunde für Tätigkeiten in Notfallorganisationen

<sup>1</sup> Personen, die einer Notfallorganisation wie Polizei, Feuerwehr, Zivilschutz, Führungsstäbe oder Sanitätsdienste angehören, und die bei einem radiologischen Störfall Strahlenschutzaufgaben wahrnehmen, müssen ihrer Funktion und Tätigkeit entsprechend ausgebildet werden.

<sup>2</sup> Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz koordiniert die Ausbildung.<sup>15</sup>

### 4. Abschnitt: Sachverständige

#### Art. 18

<sup>1</sup> Sachverständige nach Artikel 16 StSG haben sich durch eine ihrer Tätigkeit und Verantwortung entsprechende von der Aufsichtsbehörde anerkannte Ausbildung im Strahlenschutz mit Prüfung sowie über Kenntnisse in der Strahlenschutzgesetzgebung auszuweisen.

<sup>2</sup> Ärzte, Tierärzte sowie Chiropraktoren, die über eine Ausbildung nach den Artikeln 11–14 verfügen und die Sachverständigenfunktion ausüben, müssen über eine vom BAG anerkannte und mit einer Prüfung abgeschlossene Ausbildung in Strahlenschutz und medizinischen Anwendungstechniken ionisierender Strahlung verfügen.<sup>16</sup>

<sup>14</sup> SR 412.10

<sup>15</sup> Fassung gemäss Art. 10 Ziff. 2 der V vom 18. Juni 2008 über die Kommission für ABC-Schutz, in Kraft seit 15. Juli 2008 (AS 2008 3153).

<sup>16</sup> Fassung gemäss Ziff. 1 der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>3</sup> Wird der Inhalt der Ausbildung nach Absatz 1 oder 2 bereits im Rahmen einer Aus- oder Weiterbildung nach den Artikeln 11–16 vermittelt, so kann die Aufsichtsbehörde die Person von einer zusätzlichen Ausbildung dispensieren.<sup>17</sup>

<sup>4</sup> Die Aufsichtsbehörde kann im Einzelfall von einer Prüfung absehen, wenn die mit einer Tätigkeit verbundene Gefährdung gering ist.

<sup>5</sup> Zahnärzte und kantonally approbierte Zahnärzte, die über eine Ausbildung nach Artikel 11 Absatz 3 verfügen, gelten in ihrem Tätigkeitsbereich als Sachverständige.<sup>18</sup>

## 5. Abschnitt: Aus- und Fortbildungskurse; Finanzhilfen

### Art. 19 Aus- und Fortbildungskurse

<sup>1</sup> Die Aufsichtsbehörden und das PSI führen bei Bedarf Strahlenschutzkurse durch.

<sup>2</sup> Das EDI und das UVEK können im Rahmen ihrer Zuständigkeit andere Stellen oder Institutionen mit der Durchführung von Strahlenschutzkursen beauftragen.<sup>19</sup>

### Art. 19a<sup>20</sup> Aus- und Fortbildungsregister

<sup>1</sup> Die Bewilligungsbehörde kann ein Register der Absolventinnen und Absolventen von Aus- und Fortbildungskursen zur Erlangung des Sachverständigen in ihrem Bewilligungsbereich führen.

<sup>2</sup> Das Register hat zum Zweck, die für die Erteilung von Bewilligungen notwendigen administrativen Abläufe zu vereinfachen.

<sup>3</sup> Die folgenden Daten werden im Register gespeichert:

- a. Name, Vorname, Ledigname;
- b. Geburtsdatum;
- c. Berufsausbildung;
- d. Art, Ausbildungsstätte und Datum der Strahlenschutzausbildungen;
- e. Datum einer Anerkennung der Gleichwertigkeit im Falle einer im Ausland absolvierten Ausbildung.

<sup>4</sup> Alle Eintragungen zu einer Person werden nach 80 Jahren, gerechnet ab Geburtsdatum, aus dem Register gelöscht.

<sup>17</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>18</sup> Eingefügt durch Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>19</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>20</sup> Eingefügt durch Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).



<sup>5</sup> Die anerkannten Ausbildungsinstitutionen übermitteln die Daten nach Absatz 3 erfolgreicher Absolventinnen und Absolventen von Aus- und Fortbildungskursen an die zuständige Bewilligungsbehörde.

#### **Art. 20**            Finanzhilfen an Aus- und Fortbildungskurse von Dritten

<sup>1</sup> Das BAG sowie das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) können im Rahmen der bewilligten Kredite Finanzhilfen gewähren an Aus- oder Fortbildungskurse im Strahlenschutz, die von Dritten (Schulen, Fachorganisationen) durchgeführt werden.<sup>21</sup>

<sup>2</sup> Die Finanzhilfen werden nur gewährt, wenn die Ausbildung von der Aufsichtsbehörde anerkannt worden ist.

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

### **6. Abschnitt: Delegation an EDI und UVEK; Anerkennung einer ausländischen Ausbildung**

#### **Art. 21**

<sup>1</sup> Das EDI und das UVEK regeln im Rahmen ihrer Zuständigkeit:

- a. die Voraussetzungen für die Anerkennung einer Ausbildung oder eines Kurses nach den Artikeln 11, 12, 13, 15, 16 und 18;
- b. die Bedingungen für Tätigkeiten in Notfallorganisationen nach Artikel 17.

<sup>2</sup> Sie können den Inhalt der Prüfungen und das Prüfungsverfahren regeln.

<sup>3</sup> Sie legen fest, zu welchen Tätigkeiten sachkundige Personen berechtigt sind.

#### **Art. 22<sup>22</sup>**            Anerkennung einer ausländischen Ausbildung

Die Aufsichtsbehörde anerkennt eine ausländische Strahlenschutzausbildung gemäss den Artikeln 11–16 und 18.

## **3. Kapitel: Medizinische Strahlenanwendungen**

### **1. Abschnitt: Grundsätze**

#### **Art. 23**            Information und Einwilligung des Patienten

Bei geplanten diagnostischen oder therapeutischen Strahlenanwendungen gelten hinsichtlich der Information und der Einwilligung des Patienten die entsprechenden

<sup>21</sup> Fassung gemäss Anhang Ziff. 22 der V vom 12. Nov. 2008 über das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat, in Kraft seit 1. Jan. 2009 (AS 2008 5747).

<sup>22</sup> Fassung gemäss Ziff. 1 der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

gesetzlichen Vorschriften des Bundes über den Schutz von Leib, Leben und der Persönlichkeit sowie die gesundheitsrechtlichen Vorschriften der Kantone.

#### **Art. 24** Schutz des Patienten

Der Bewilligungsinhaber muss dafür sorgen, dass zu jeder medizinischen Anlage die notwendigen Mittel zum Schutz des Patienten vorhanden sind und eingesetzt werden.

#### **Art. 25** Registrierung

Der Bewilligungsinhaber muss therapeutische oder dosisintensive oder interventionelle diagnostische Strahlenanwendungen so registrieren, dass die Strahlendosis des Patienten auch im Nachhinein ermittelt werden kann.

#### **Art. 26** Durchleuchtung

<sup>1</sup> Die Durchleuchtung darf nur vom Arzt, eine Durchleuchtung zur Einstellungskontrolle für die Strahlentherapie nach Anweisung eines Arztes auch von einer MTRA durchgeführt werden.

<sup>2</sup> Es dürfen dafür nur Anlagen mit Bildverstärker und automatischer Dosisleistungsregulierung verwendet werden.

<sup>3</sup> Durchleuchtungen für Eignungsuntersuchungen, insbesondere Abklärungen für die Aufnahme in eine Versicherung, sind nicht zulässig.

## **2. Abschnitt: Besondere Untersuchungen**

#### **Art. 27** Radiologische Reihenuntersuchungen

<sup>1</sup> Radiologische Reihenuntersuchungen dürfen nur durchgeführt werden, wenn sie medizinisch und epidemiologisch gerechtfertigt sind.

<sup>2</sup> Reihenuntersuchungen mittels Durchleuchtung oder mittels Schirmbildverfahren sind unzulässig.

#### **Art. 28<sup>23</sup>** Physiologische Untersuchungen mit radioaktiven Strahlenquellen

<sup>1</sup> Die Applikation offener oder geschlossener radioaktiver Strahlenquellen am Menschen für physiologische Untersuchungen, die nicht in den Geltungsbereich der Verordnung vom 17. Oktober 2001<sup>24</sup> über klinische Versuche mit Heilmitteln (VKlin) fallen, bedarf einer Bewilligung des BAG.

<sup>2</sup> Keine Bewilligung ist erforderlich, wenn:

- a. die effektive Dosis pro gesundem Probanden unter 1 mSv pro Jahr liegt;

<sup>23</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>24</sup> SR 812.214.2

- b. die effektive Dosis pro Patient unter 5 mSv pro Jahr liegt; oder
- c. es sich um nuklearmedizinische Routineuntersuchungen mit in der Schweiz zugelassenen Radiopharmazeutika im Rahmen von physiologischen Untersuchungen an Patientinnen und Patienten handelt.

<sup>3</sup> Mit Zustimmung des BAG darf der Grenzwert für gesunde Probanden bis 5 mSv betragen, sofern die Summendosis der letzten fünf Jahre einschliesslich des laufenden Jahres unter 5 mSv liegt.

<sup>4</sup> Dem Gesuch um Erteilung der Bewilligung sind beizulegen:

- a. eine ethische und wissenschaftliche Beurteilung des Versuchsplans;
- b. Angaben über Einverständniserklärung, Anzahl, Alter und Geschlecht der Versuchspersonen;
- c. Angaben betreffend Eigenschaften, Herstellungsverfahren sowie Qualitätskontrolle des Radiopharmazeutikums;
- d. Angaben über alle relevanten Strahlenschutzaspekte, insbesondere die Abschätzung der effektiven Strahlendosis, Organdosen und allfälliger Tumordosen, sowie Angaben zu den pharmakokinetischen Eigenschaften des Radiopharmazeutikums;
- e. Angaben betreffend Vorliegen der erforderlichen Bewilligungen gemäss Artikel 28 StSG und Artikel 5 des Heilmittelgesetzes vom 15. Dezember 2000<sup>25</sup> (HMG);
- f. ein ausgefülltes Formular des BAG für physiologische Untersuchungen mit Radiopharmazeutika oder mit radioaktiv markierten Stoffen<sup>26</sup>.

<sup>5</sup> Mit Ausnahme der Routineuntersuchungen nach Absatz 2 Buchstabe c ist für jedes Forschungsprojekt dem BAG innerhalb von 180 Tagen nach Projektabschluss ein Bericht mit allen für den Strahlenschutz relevanten Angaben, insbesondere der effektiven Dosis, einzureichen.

### 3. Abschnitt: Besondere Bestimmungen für Radiopharmazeutika<sup>27</sup>

**Art. 29<sup>28</sup>** Klinische Versuche mit radioaktiven Strahlenquellen

<sup>1</sup> Klinische Versuche mit offenen oder geschlossenen radioaktiven Strahlenquellen müssen nach der VKlin<sup>29</sup> durchgeführt werden.

<sup>25</sup> SR 812.21

<sup>26</sup> Dieses Formular kann beim Bundesamt für Gesundheit, Abteilung Strahlenschutz, 3003 Bern, bezogen oder von der Internetadresse [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch) heruntergeladen werden.

<sup>27</sup> Fassung gemäss Ziff. II 7 der V vom 17. Okt. 2001, in Kraft seit 1. Jan. 2002 (AS 2001 3294).

<sup>28</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>29</sup> SR 812.214.2

<sup>2</sup> Für gesunde Probanden darf die effektive Dosis den Grenzwert von 1 mSv nicht überschreiten. Der Grenzwert kann bis 5 mSv betragen, sofern die Summendosis der letzten fünf Jahre einschliesslich des laufenden Jahres unter 5 mSv liegt.

<sup>3</sup> Die Meldung an das Schweizerische Heilmittelinstitut muss neben den Angaben nach Artikel 14 VKlin zusätzlich Folgendes enthalten:

- a. Angaben betreffend Eigenschaften, Herstellungsverfahren sowie Qualitätskontrolle des Radiopharmazeutikums;
- b. alle relevanten Strahlenschutzaspekte, insbesondere die Abschätzung der effektiven Strahlendosis, der Organdosen und allfälliger Tumordosen, sowie Angaben zu den pharmakokinetischen Eigenschaften des Radiopharmazeutikums;
- c. Angaben betreffend Vorliegen der erforderlichen Bewilligungen gemäss Artikel 28 StSG und Artikel 5 HMG<sup>30</sup>.

<sup>4</sup> Das Schweizerische Heilmittelinstitut leitet die Meldung an das BAG weiter und lädt es zur Stellungnahme ein, wenn:

- a. die effektive Dosis pro gesundem Probanden über 1 mSv pro Jahr liegt;
- b. die effektive Dosis pro Patient über 5 mSv pro Jahr liegt; oder
- c. es sich nicht um nuklearmedizinische Routineuntersuchungen mit in der Schweiz zugelassenen Radiopharmazeutika im Rahmen von klinischen Versuchen oder pharmakologische Untersuchungen an Patientinnen und Patienten handelt.

<sup>5</sup> Im Übrigen gilt Artikel 28 Absatz 5 sinngemäss.

### **Art. 30<sup>31</sup>** Inverkehrbringen und Anwenden von Radiopharmazeutika

<sup>1</sup> Radiopharmazeutika dürfen erst dann in Verkehr gebracht oder am Menschen angewendet werden, wenn sie die Anforderungen des HMG<sup>32</sup> erfüllen. Eine Zustimmung des BAG ist erforderlich für:

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

<sup>2</sup> Das BAG erteilt seine Zustimmung, wenn die Qualitätskontrollen für das Radiopharmazeutikum nach dem Stand von Wissenschaft und Technik durchgeführt werden.

<sup>3</sup> Radiopharmazeutika müssen als solche gekennzeichnet sein und mindestens folgende Angaben enthalten:

<sup>30</sup> SR 812.21

<sup>31</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>32</sup> SR 812.21

- a. die Präparatbezeichnung;
- b. das Gefahrenzeichen nach Anhang 6;
- c. die Radionuklide, ihre chemische Form und ihre Aktivitäten sowie andere noch vorhandene Radionuklide und ihre Aktivitäten an einem bestimmten Datum;
- d. andere noch vorhandene chemische Formen der Radionuklide;
- e. beigemengte nicht radioaktive Stoffe;
- f. frühestes und äusserstes Gebrauchsdatum (Verfalldatum).

### **Art. 31** Qualitätskontrolle

<sup>1</sup> Wer Radiopharmazeutika herstellt oder am Menschen anwendet, muss regelmässig Qualitätskontrollen durchführen.

<sup>2</sup> Das BAG kann jederzeit von Radiopharmazeutika Proben erheben, um festzustellen, ob die Voraussetzungen nach Artikel 30 noch gegeben sind.<sup>33</sup> Es kann dafür spezialisierte Laboratorien beiziehen.

### **Art. 31a**<sup>34</sup> Zubereitung und Synthese von Radiopharmazeutika

<sup>1</sup> Zubereitung und Synthese von radiopharmazeutischen Endprodukten haben nach der Richtlinie cGRPP<sup>35</sup> vom März 2007 der EANM<sup>36</sup> zu erfolgen.

<sup>2</sup> Zubereitung und Synthese von Radiopharmazeutika mit erhöhtem Risikopotenzial müssen unter der Leitung einer fachtechnisch verantwortlichen Person erfolgen, die die beruflichen Anforderungen nach Artikel 5 Absatz 4 Buchstabe d der Arzneimittel-Bewilligungsverordnung vom 17. Oktober 2001<sup>37</sup> erfüllt oder eine äquivalente Ausbildung abgeschlossen hat. In der Schweiz zugelassene Radiotherapeutika aus Markierbestecken können unter der Leitung einer Person zubereitet werden, die diese Anforderungen selbst nicht erfüllt, aber von einer fachtechnisch verantwortlichen Person geschult wurde und überwacht wird.

<sup>33</sup> Fassung gemäss Ziff. II 7 der V vom 17. Okt. 2001, in Kraft seit 1. Jan. 2002 (AS **2001** 3294).

<sup>34</sup> Eingefügt durch Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS **2007** 5651).

<sup>35</sup> Guidelines on current Good Radiopharmacy Practice in the Production of Radiopharmaceuticals, Version 2 vom März 2007.

<sup>36</sup> European Association of Nuclear Medicine. Die Richtlinien der EANM in dieser Verordnung können beim Bundesamt für Gesundheit, Abteilung Strahlenschutz, 3003 Bern bezogen oder unter [www.eanm.org](http://www.eanm.org) abgerufen werden.

<sup>37</sup> SR **812.212.1**

**Art. 32<sup>38</sup>** Fachkommission für Radiopharmazeutika

<sup>1</sup> Die Fachkommission für Radiopharmazeutika (FKRP) berät das Schweizerische Heilmittelinstitut und das BAG in Fragen der Radiopharmazie. Sie erarbeitet Gutachten zu:

- a. Gesuchen um Zulassung von Radiopharmazeutika;
- b. sicherheitsrelevanten Fragestellungen im Zusammenhang mit Radiopharmazeutika.

<sup>2</sup> Die FKRP besteht aus Fachleuten der Wissenschaftsbereiche Nuklearmedizin, Pharmazie, Chemie und Strahlenschutz.

<sup>3</sup> Der Bundesrat wählt auf Vorschlag des EDI die Präsidentin oder den Präsidenten, die Vizepräsidentin oder den Vizepräsidenten, sowie die übrigen Mitglieder.

<sup>4</sup> Das BAG und das Schweizerische Heilmittelinstitut können dem EDI Vorschläge für Ersatz- und Neuwahlen unterbreiten.

## **4. Kapitel: Schutz der strahlenexponierten Personen**

### **1. Abschnitt: Dosisbegrenzungen**

**Art. 33** Beruflich strahlenexponierte Personen

<sup>1</sup> Der Bewilligungsinhaber bezeichnet alle beruflich strahlenexponierten Personen des Betriebes und informiert sie über ihre besondere Stellung als beruflich strahlenexponierte Person.

<sup>2</sup> Er informiert sie insbesondere über:

- a. die bei ihrer Tätigkeit zu erwartenden Strahlendosen;
- b. die für sie geltenden Dosisgrenzwerte.

<sup>3</sup> Der Bewilligungsinhaber darf Personen unter 16 Jahren nicht als beruflich strahlenexponierte Personen beschäftigen.

**Art. 34** Dosisgrenzwerte

<sup>1</sup> Die Dosisgrenzwerte nach den Artikeln 35–37 gelten für die in einem Kalenderjahr akkumulierte Dosis aus kontrollierbarer Strahlung.

<sup>2</sup> Sie gelten nicht für:

- a. Strahlenanwendungen an Patienten zu diagnostischen oder therapeutischen Zwecken;
- b. Strahlenexpositionen in ausserordentlichen Lagen nach Artikel 20 StSG;
- c. Expositionen durch natürliche Strahlung, deren Quelle nicht beeinflusst werden kann;

<sup>38</sup> Fassung gemäss Ziff. I 2.7 der V vom 9. Nov. 2011 (Überprüfung der ausserparlamentarischen Kommissionen), in Kraft seit 1. Jan. 2012 (AS 2011 5227).

- d. die Exposition von Personen, soweit sie nichtberuflich bei der Unterstützung und Pflege von Patienten helfen.

<sup>3</sup> Für die Berechnung der Dosisgrenzwerte wird die Strahlenexposition durch die natürliche Strahlung und durch allfällige medizinische Massnahmen nicht berücksichtigt. Vorbehalten bleibt die Berücksichtigung einer Strahlenexposition durch Radon nach Artikel 110 Absatz 3.

**Art. 35** Dosisgrenzwert für beruflich strahlenexponierte Personen

<sup>1</sup> Für beruflich strahlenexponierte Personen darf die effektive Dosis den Grenzwert von 20 mSv pro Jahr nicht überschreiten. Artikel 36 bleibt vorbehalten.

<sup>2</sup> Für beruflich strahlenexponierte Personen, die wichtige Arbeiten ausführen, beträgt der Dosisgrenzwert ausnahmsweise und mit Einwilligung der Aufsichtsbehörde bis 50 mSv pro Jahr, sofern die Summendosis der letzten fünf Jahre einschliesslich des laufenden Jahres unter 100 mSv liegt.

<sup>3</sup> Für beruflich strahlenexponierte Personen darf die Äquivalentdosis die folgenden Grenzwerte nicht übersteigen:

- a. für die Augenlinse 150 mSv pro Jahr;
- b. für die Haut, die Hände und die Füsse 500 mSv pro Jahr.

**Art. 36** Schutz von jungen Personen und Frauen

<sup>1</sup> Für beruflich strahlenexponierte Personen im Alter von 16–18 Jahren darf die effektive Dosis den Grenzwert von 5 mSv pro Jahr nicht überschreiten.

<sup>2</sup> Ab Kenntnis einer Schwangerschaft bis zu ihrem Ende darf für beruflich strahlenexponierte Frauen die Äquivalentdosis an der Oberfläche des Abdomens 2 mSv und die effektive Dosis als Folge einer Inkorporation 1 mSv nicht überschreiten.

<sup>3</sup> Stillende Frauen dürfen keine Arbeiten mit radioaktiven Stoffen ausführen, bei denen die Gefahr einer Inkorporation oder radioaktiven Kontamination besteht.

**Art. 37** Dosisgrenzwert für nichtberuflich strahlenexponierte Personen

Für nichtberuflich strahlenexponierte Personen darf die effektive Dosis den Grenzwert von 1 mSv pro Jahr nicht überschreiten.

**Art. 37a<sup>39</sup>** Diagnostische Dosis-Referenzwerte

<sup>1</sup> Das BAG gibt Empfehlungen zur Strahlendosis bei diagnostischen Untersuchungen in Form von Dosis-Referenzwerten heraus. Es berücksichtigt dabei Angaben aus nationalen Erhebungen sowie internationale Empfehlungen.

<sup>2</sup> Die sachkundige Person gemäss Artikel 11 muss bei dosisintensiven Untersuchungen die entsprechenden Dosis- oder Aktivitätswerte im Patientendossier vermerken

<sup>39</sup> Eingefügt durch Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

und regelmässig mit dem dazugehörigen Referenzwert vergleichen. Die Überschreitung von Referenzwerten ist zu begründen.

<sup>3</sup> Bei diagnostischen, dosisintensiven radiologischen Anwendungen sind auf Anordnung des BAG während einem Monat folgende Daten zu protokollieren und dem BAG zur Verfügung zu stellen:

- a. Zeitpunkt sowie Art und Weise der Untersuchung;
- b. Strahlendosiswerte oder Aktivitätswerte;
- c. Anlagespezifikationen;
- d. Geschlecht und Alter der Patientinnen und Patienten.

#### **Art. 38** Massnahmen bei einer Überschreitung von Dosisgrenzwerten

<sup>1</sup> Wer vermutet oder feststellt, dass ein Dosisgrenzwert überschritten ist, muss dies sofort der Aufsichtsbehörde melden.

<sup>2</sup> Der Bewilligungsinhaber muss eine Untersuchung nach Artikel 99 veranlassen.

<sup>3</sup> Die Aufsichtsbehörde trifft die erforderlichen Massnahmen.

<sup>4</sup> Wird ein Dosisgrenzwert für beruflich strahlenexponierte Personen überschritten, so darf die betroffene Person für den Rest des Jahres zusätzlich höchstens eine effektive Dosis von 1 mSv akkumulieren. Vorbehalten bleibt eine Einwilligung der Aufsichtsbehörde nach Artikel 35 Absatz 2.

#### **Art. 39** Ärztliche Kontrolle bei einer Überschreitung von Dosisgrenzwerten

<sup>1</sup> Hat eine Person innerhalb eines Jahres eine effektive Dosis von mehr als 250 mSv, eine Äquivalentdosis für die Haut oder Knochenoberfläche von mehr als 2500 mSv oder eine Äquivalentdosis für ein anderes Organ von mehr als 1000 mSv erhalten, so ist sie unter ärztliche Kontrolle zu stellen.

<sup>2</sup> Der Arzt teilt das Ergebnis seiner Untersuchung mit einem Antrag über die zu treffenden Massnahmen dem Betroffenen und der Aufsichtsbehörde mit. Er informiert die Suva<sup>40</sup>, wenn es sich um einen Arbeitnehmer handelt.

<sup>3</sup> Der Arzt gibt der Aufsichtsbehörde dabei bekannt:

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

<sup>4</sup> Die Aufsichtsbehörde bewahrt diese Daten so lange auf, wie die betreffende Person beruflich strahlenexponiert ist.

<sup>40</sup> Ausdruck gemäss Ziff. I der V vom 17. Nov. 1999, in Kraft seit. 1. Jan. 2000 (AS 2000 107). Diese Änd. ist im ganzen Erlass berücksichtigt.



<sup>5</sup> Die Aufsichtsbehörde trifft die erforderlichen Massnahmen bei Personen, die in keinem Arbeitsverhältnis stehen. Sie kann einen befristeten oder dauernden Arbeitsausschluss verfügen.

**Art. 40** Aussergewöhnliche Strahlenexpositionen

<sup>1</sup> Die Dosisgrenzwerte nach den Artikeln 35–37 dürfen zur Bewältigung von Störfällen nach Artikel 97 überschritten werden, wenn dies zum Schutz der Bevölkerung und insbesondere zur Rettung von Menschenleben erforderlich ist.

<sup>2</sup> Für Personen, die nach Artikel 120 verpflichtet sind, gelten die Werte von Artikel 121 Absatz 1.

**Art. 41** Flugpersonal

<sup>1</sup> Personal von Düsenflugzeugen ist beim Eintritt in den Flugdienst durch den Betriebsinhaber über die bei der Berufsausübung auftretende Strahlenexposition zu informieren.

<sup>2</sup> Schwangere Frauen können verlangen, dass sie vom Flugdienst befreit werden.

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

**Art. 42** Dosimetrie bei beruflich strahlenexponierten Personen

<sup>1</sup> Bei beruflich strahlenexponierten Personen ist die Strahlenexposition individuell und nach Anhang 5 zu ermitteln (Personendosimetrie).

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

<sup>3</sup> Die Aufsichtsbehörde legt im Einzelfall fest, wie und in welchen Zeitabschnitten die interne Strahlenexposition zu ermitteln ist. Sie berücksichtigt dabei die Arbeitsbedingungen und die Art der verwendeten Radionuklide.

<sup>4</sup> Die Aufsichtsbehörde kann verlangen, dass ein zweites, unabhängiges Dosimetriesystem, welches eine zusätzliche Funktion erfüllt, eingesetzt wird.

<sup>5</sup> Die Aufsichtsbehörde kann Ausnahmen von den Absätzen 1 und 2 erlauben, wenn ein zusätzliches oder ein anderes geeignetes System zur Dosisüberwachung zur Verfügung steht.

**Art. 43** Pflichten des Bewilligungsinhabers

<sup>1</sup> Der Bewilligungsinhaber muss die Strahlenexposition aller in seinem Betrieb tätigen beruflich strahlenexponierten Personen von anerkannten Personendosimetriestellen ermitteln lassen. Triagemessungen für die Feststellung einer internen Strahlenexposition kann er auch selber durchführen.

<sup>2</sup> Er muss diese Personen über die Ergebnisse der Dosimetrie informieren.

<sup>3</sup> Er muss für die Kosten der Dosimetrie aufkommen.

<sup>4</sup> Er muss der Suva die für die Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorge notwendigen Betriebs-, Personen- und Dosimetriedaten zur Verfügung stellen.

#### **Art. 44** Dosimetrie bei nichtberuflich strahlenexponierten Personen<sup>41</sup>

<sup>1</sup> Die Strahlenexposition von nichtberuflich strahlenexponierten Personen wird im Rahmen der Überwachung der Immissionsgrenzwerte nach Artikel 102 oder durch Modellrechnungen ermittelt. In Einzelfällen kann die Strahlenexposition auch individuell ermittelt werden.

<sup>2</sup> Für nichtberuflich strahlenexponierte Personen innerhalb eines Betriebes legt die Aufsichtsbehörde die Methode zur Ermittlung der Strahlenexposition im Einzelfall fest.

<sup>3</sup> Die Strahlenexposition ist nach den Anhängen 3, 4, 5 und 7 zu ermitteln.<sup>42</sup>

### **3. Abschnitt: Personendosimetriestellen**

#### **Art. 45** Anerkennung und Voraussetzungen

<sup>1</sup> Wer eine Personendosimetriestelle betreiben will, muss diese anerkennen lassen.

<sup>2</sup> Die Anerkennung wird erteilt, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- a. Der verantwortliche Leiter der Personendosimetriestelle muss als Sachverständiger für den Strahlenschutz ausgebildet sein, über ein Diplom technisch-naturwissenschaftlicher Richtung einer Hochschule oder einer höheren technischen Lehranstalt und über praktische Kenntnisse in der betreffenden Messtechnik verfügen.
- b. Die Personendosimetriestelle muss in der Schweiz liegen, über eine geeignete Organisation sowie über genügend und hinreichend ausgebildetes Personal verfügen.
- c. Das Messsystem muss dem Stand der Technik entsprechen und an nationale oder internationale Normale angeschlossen sein (Rückverfolgbarkeit<sup>43</sup>).

<sup>3</sup> Ist eine Personendosimetriestelle für diese Tätigkeit akkreditiert, so gilt die Vermutung, dass die Voraussetzungen nach Absatz 2 erfüllt sind.

#### **Art. 46** Verfahren und Geltung der Anerkennung

<sup>1</sup> Die anerkennende Behörde stellt durch eine Inspektion und eine technische Prüfung fest, ob die Voraussetzungen für eine Anerkennung erfüllt sind. Sie kann Dritte damit beauftragen.

<sup>41</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 17. Nov. 1999, in Kraft seit 1. Jan. 2000 (AS 2000 107).

<sup>42</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>43</sup> Ausdruck gemäss Ziff. I der V vom 17. Nov. 1999, in Kraft seit 1. Jan. 2000 (AS 2000 107). Diese Änd. ist im ganzen Erlass berücksichtigt.

<sup>2</sup> Die Rückverfolgbarkeit nach Artikel 45 Absatz 2 Buchstabe c wird im Einzelfall durch das Bundesamt für Metrologie (METAS)<sup>44</sup> festgelegt und durch eine von ihm anerkannte Stelle überprüft.

<sup>3</sup> Die Anerkennung ist fünf Jahre gültig.

#### **Art. 47** 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.<sup>45</sup> das ENSI, wenn eine Personendosimetriestelle ganz oder zum grösseren Teil in ihrem 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. 48** Meldungen des Bewilligungsinhabers

Der Bewilligungsinhaber muss der von ihm beauftragten Personendosimetriestelle die Personalien (Name, Vorname, Ledigname, Geburtsdatum, AHV-Nummer, Geschlecht) der in seinem Betrieb tätigen beruflich strahlenexponierten Personen und die betriebsbezogenen Daten (Name des Betriebs, Adresse) melden.

#### **Art. 49** Meldungen der Personendosimetriestelle

<sup>1</sup> Die Personendosimetriestelle muss die Daten nach Artikel 48 und die ermittelten Strahlendosen innerhalb eines Monats nach Ablauf der Überwachungsperiode dem Bewilligungsinhaber und in einer vom BAG vorgeschriebenen Form dem zentralen Dosisregister (Art. 53) melden. Die Daten aus dem Aufsichtsbereich des ENSI sind auch diesem direkt zu melden.<sup>46</sup>

<sup>2</sup> Beträgt die über die Überwachungsperiode ermittelte effektive Dosis mehr als 2 mSv oder die Äquivalentdosis für ein Organ mehr als 10 mSv, so muss die Personendosimetriestelle dem Bewilligungsinhaber und der zuständigen Aufsichtsbehörde (BAG oder Suva) dies spätestens zehn Kalendertage nach dem Eintreffen des Dosimeters melden.

<sup>3</sup> Bei Verdacht auf Überschreitung eines Dosisgrenzwertes muss die Personendosimetriestelle das Resultat dem Bewilligungsinhaber innerhalb von 24 Stunden mitteilen. Liegt die Dosis über dem Dosisgrenzwert nach Artikel 35 oder 36, so muss die

<sup>44</sup> Ausdruck gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651). Diese Änd. ist im ganzen Erlass berücksichtigt.

<sup>45</sup> Fassung gemäss Anhang Ziff. 22 der V vom 12. Nov. 2008 über das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat, in Kraft seit 1. Jan. 2009 (AS 2008 5747).

<sup>46</sup> Fassung gemäss Anhang Ziff. 22 der V vom 12. Nov. 2008 über das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat, in Kraft seit 1. Jan. 2009 (AS 2008 5747).

Personendosimetriestelle sofort die zuständige Aufsichtsbehörde benachrichtigen. Sie informiert auch die Suva, wenn es sich um einen Arbeitnehmer handelt.

**Art. 50** Pflichten der Personendosimetriestelle

<sup>1</sup> Die Personendosimetriestelle muss die Dosiswerte und Personalien sowie alle Rohdaten, welche für eine nachträgliche Berechnung der zu meldenden Dosen notwendig sind, nach Ablieferung an das zentrale Dosisregister zwei Jahre aufbewahren.

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

**Art. 51** Schweigepflicht und Datenschutz

<sup>1</sup> Die Personendosimetriestelle darf Personalien und Dosiswerte der dosimetrierten Personen nur diesen selbst, ihrem Auftraggeber, der Aufsichtsbehörde, der Bewilligungsbehörde und dem zentralen Dosisregister bekanntgeben.

<sup>2</sup> Die mit der Durchführung der Dosimetrie betrauten Personen unterstehen hinsichtlich ihrer Schweigepflicht und des Datenschutzes den für die Bundesbeamten geltenden Vorschriften.

**Art. 52** Technische Bestimmungen

<sup>1</sup> Das EDI und das UVEK erlassen nach Anhören des METAS gemeinsam 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;
- d. Format der Meldungen.

## 4. Abschnitt: Registrierung der Strahlendosen

**Art. 53** Zentrales Dosisregister

<sup>1</sup> Das BAG führt ein Register der Dosen, die von den beruflich strahlenexponierten Personen in der Schweiz akkumuliert werden (zentrales Dosisregister).

<sup>2</sup> Das zentrale Dosisregister hat zum Zweck:

- a. den Aufsichtsbehörden jederzeit eine Kontrolle der akkumulierten Dosen aller beruflich strahlenexponierten Personen in der Schweiz zu ermöglichen;
- b. statistische Aussagen zu ermöglichen;
- c. die Aufbewahrung der Daten sicherzustellen.

**Art. 54** Bearbeitete Daten

<sup>1</sup> Die folgenden Daten können im zentralen Dosisregister gespeichert werden:

- a. Name, Vorname und Ledigname;
- b. Geburtsdatum;
- c. AHV-Nummer;
- d. Geschlecht;
- e. Name und Adresse des Betriebs;
- f. Dosiswerte;
- g. Berufsgruppe.

<sup>2</sup> Bei nur vorübergehend in der Schweiz tätigen Personen werden die in der Schweiz akkumulierten Dosen registriert. Bei den übrigen beruflich strahlenexponierten Personen werden auch die im Ausland akkumulierten Dosen registriert.

<sup>3</sup> Die Aufsichtsbehörden und der arbeitsärztliche Dienst der Suva haben direkten Zugriff auf die Daten aus ihrem Aufsichtsbereich.

**Art. 55** Aufbewahrung und Veröffentlichung der Daten

<sup>1</sup> Das BAG muss alle Daten, die im zentralen Dosisregister erfasst werden, 100 Jahre aufbewahren.

<sup>2</sup> Die Aufsichtsbehörden erarbeiten jährlich einen Bericht über die Ergebnisse der Personendosimetrie.

<sup>3</sup> Das BAG veröffentlicht den Bericht.

**Art. 56** Verwendung für Forschungsprojekte

<sup>1</sup> Das BAG kann die im zentralen Dosisregister gespeicherten Daten für Forschungsprojekte über Strahlenwirkungen und Strahlenschutz verwenden oder an Dritte bekanntgeben.

<sup>2</sup> Das BAG stellt die Daten nur in anonymisierter Form zur Verfügung, es sei denn, die Bekanntgabe von Personendaten sei für die Durchführung des Forschungsprojekts unerlässlich.

<sup>3</sup> Die Daten werden zur Verfügung gestellt, wenn:

- a. der Empfänger für die Durchführung eines Forschungsprojekts darauf angewiesen ist;
- b. er für die Einhaltung des Datenschutzes Gewähr bietet.

<sup>4</sup> Der Empfänger darf die Daten nur im Rahmen seines Forschungsprojekts verwenden. Er darf die Daten nur im Rahmen des Forschungsprojekts an Dritte weitergeben.

<sup>5</sup> Der Empfänger muss die Daten anonymisieren oder vernichten, wenn er sie im Rahmen seines Forschungsprojekts nicht mehr braucht. Ist ein Folgeprojekt geplant, so müssen die Daten beim BAG hinterlegt werden.

**Art. 57** Persönliches Dosisdokument

- <sup>1</sup> Das BAG gibt ein persönliches Dosisdokument heraus.
- <sup>2</sup> Die anerkannten Personendosimetriestellen müssen dieses Dosisdokument den beruflich strahlenexponierten Personen kostenlos abgeben.
- <sup>3</sup> Der Bewilligungsinhaber muss die akkumulierten Dosen registrieren. Bei Beendigung des Arbeitsverhältnisses oder vor einem Einsatz in einem anderen Betrieb muss er der beruflich strahlenexponierten Person das persönliche Dosisdokument mit den eingetragenen Dosen übergeben.

**5. Kapitel: Umgang mit Anlagen und radioaktiven Strahlenquellen****1. Abschnitt: Kontrollierte Zonen****Art. 58**

- <sup>1</sup> Der Bewilligungsinhaber muss zur Begrenzung und Kontrolle der Strahlenexposition kontrollierte Zonen einrichten.
- <sup>2</sup> Kontrollierte Zonen sind deutlich zu begrenzen und nach Anhang 6 zu kennzeichnen.
- <sup>3</sup> Der Bewilligungsinhaber muss Zutritt zu und Aufenthalt in kontrollierten Zonen unter Kontrolle halten.
- <sup>4</sup> Das EDI und das UVEK erlassen im Rahmen ihrer Zuständigkeit die erforderlichen Vorschriften für das Verhalten in kontrollierten Zonen.<sup>47</sup>

**2. Abschnitt: Abschirmung und Standort von Anlagen und radioaktiven Strahlenquellen****Art. 59<sup>48</sup>** Abschirmung

<sup>1</sup> Der Raum oder Bereich, in dem stationäre Anlagen oder radioaktive Strahlenquellen betrieben oder gelagert werden, ist so zu konzipieren oder abzuschirmen, dass unter Berücksichtigung der Betriebsfrequenz:

- a. an Orten, die zwar innerhalb des Betriebsareals, aber ausserhalb von kontrollierten Zonen liegen und an denen sich nichtberuflich strahlenexponierte Personen aufhalten können, die Ortsdosis 0,02 mSv pro Woche nicht übersteigt. Dieser Wert kann an Orten, wo sich Personen nicht dauernd aufhalten, bis zum Fünffachen überschritten werden;

<sup>47</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>48</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

- b. an Orten ausserhalb des Betriebsareals die Immissionsgrenzwerte nach Artikel 102 nicht überschritten werden.

<sup>2</sup> Mit Zustimmung der Aufsichtsbehörde kann an selten begangenen Orten ausserhalb von kontrollierten Zonen innerhalb eines ständig überwachten Betriebsareals, wo eine Überschreitung des Dosisgrenzwerts nach Artikel 37 durch geeignete Massnahmen unterbunden wird, die Ortsdosisleistung bis zu 0,0025 mSv pro Stunde betragen.

**Art. 60** Standort von nichtmedizinischen Anlagen und radioaktiven Strahlenquellen

<sup>1</sup> Anlagen für nichtmedizinische Anwendungen und Bestrahlungseinheiten, die für die zerstörungsfreie Materialprüfung (Grobstrukturanalysen) eingesetzt werden, müssen in einem Bestrahlungsraum installiert sein oder über eine Vollschutzeinrichtung verfügen.

<sup>2</sup> Der Bestrahlungsraum muss den folgenden Anforderungen genügen:

- a. Die Schalteinrichtung muss sich ausserhalb des Bestrahlungsraumes befinden.
- b. Geeignete Vorrichtungen müssen das Betreten des Bestrahlungsraumes verhindern, solange die Anlage in Betrieb steht. Das Verlassen des Raumes muss jederzeit gewährleistet sein.
- c. Der Betriebszustand der Anlage muss im Bestrahlungsraum, am Eingang zum Bestrahlungsraum und bei der Schalteinrichtung durch ein akustisches oder optisches Signal deutlich angezeigt werden.

<sup>3</sup> Die Aufsichtsbehörde kann Ausnahmen von Absatz 1 zulassen, wenn eine Anlage oder Bestrahlungseinheit nicht in einem Bestrahlungsraum betrieben werden kann. Die Ortsdosis darf an der Abgrenzung der kontrollierten Zone im Freien 0,1 mSv pro Woche und in Gebäuden 0,02 mSv pro Woche nicht übersteigen.

<sup>4</sup> Wird eine Anlage oder eine Bestrahlungseinheit ausserhalb eines Bestrahlungsraumes eingesetzt, so ist sicherzustellen, dass der Betreiber jederzeit eine weitere Person für Hilfeleistungen beiziehen kann.

<sup>5</sup> Analytische und andere Röntgenanlagen sowie Einheiten mit geschlossenen radioaktiven Strahlenquellen für radiometrische Messungen wie Füllstandsmesser, Niveauregler und Schichtdickenanlagen, müssen in einer kontrollierten Zone installiert sein oder über eine Vollschutzeinrichtung verfügen.

**Art. 61** Standort von medizinischen Anlagen und radioaktiven Strahlenquellen

<sup>1</sup> Das EDI regelt die Anforderungen an den Standort von medizinischen Anlagen. Es legt insbesondere die baulichen Massnahmen und die Berechnungsgrundlagen fest.

<sup>2</sup> Der Aufenthalt von Personen in der Nähe von Patienten, denen radioaktive Strahlenquellen zu therapeutischen Zwecken appliziert wurden, ist auf ein Minimum zu

beschränken. Der für den Patienten verantwortliche Arzt sorgt für eine angemessene Überwachung des Aufenthaltsbereiches des Patienten.

<sup>3</sup> Das EDI legt fest:

- a. die Anforderungen an die Applikationsräume;
- b. die Strahlenschutzmassnahmen für die Betreuung und Stationierung von Therapiepatienten.

#### **Art. 62** Technische Anforderungen

Das EDI und das UVEK regeln die technischen Anforderungen an Anlagen und radioaktive Strahlenquellen und legen die erforderlichen Schutzmassnahmen für den Umgang fest.

### **3. Abschnitt: Strahlungsmessgeräte**

#### **Art. 63** Strahlungsmessgeräte

<sup>1</sup> Der Bewilligungsinhaber muss dafür sorgen, dass der Betrieb über die notwendige Anzahl von geeigneten Strahlungsmessgeräten verfügt.

<sup>2</sup> In Räumen oder Bereichen, in denen radioaktive Strahlenquellen gehandhabt werden, müssen jederzeit geeignete Strahlungsmessgeräte für Dosisleistungs- bzw. Kontaminationskontrollen zur Verfügung stehen.

<sup>3</sup> Werden nichtmedizinische Anlagen oder Bestrahlungseinheiten für die Grobstrukturanalyse von Materialien ohne feste Abschirmung oder ausserhalb von Bestrahlungsräumen betrieben, so muss das Bedienungspersonal zusätzlich zum persönlichen Dosimeter ein mit einer Warnvorrichtung versehenes Strahlungsmessgerät zur Verfügung haben.

<sup>4</sup> Wenn Lage und Dimensionen von Abschirmungen verändert werden können oder wenn Abschränkungen zur Abgrenzung einer kontrollierten Zone zu errichten sind, muss zur Messung von Ortsdosisleistungen mindestens ein geeignetes, direkt ablesbares Strahlungsmessgerät bei der Anlage zur Verfügung stehen.

#### **Art. 64** Prüfung und Eichung von Strahlungsmessgeräten

<sup>1</sup> Der Bewilligungsinhaber muss Strahlungsmessgeräte in angemessenen Zeitabständen mit geeigneten Prüfquellen auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüfen.

<sup>2</sup> Die Aufsichtsbehörde kann den Bewilligungsinhaber verpflichten, an Vergleichsmessungen teilzunehmen.

<sup>3</sup> Sie kann verlangen, dass Strahlungsmessgeräte und Messgeräte zur Bestimmung von Aktivitäten durch das METAS oder durch eine von ihm anerkannte Stelle geprüft und geeicht werden.

<sup>4</sup> Die zur Kontrolle der Strahlentherapieanlagen eingesetzten ortsunabhängigen Referenzmesssysteme müssen regelmässig durch das METAS oder durch eine von



ihm anerkannte Stelle geeicht und dabei auf ihre Funktionstüchtigkeit geprüft werden.

<sup>5</sup> Die Anforderungen an diese Referenzmesssysteme und die Zeitspanne der periodischen Nachprüfungen werden durch das METAS im Einzelfall nach Anhörung der Aufsichtsbehörde festgelegt.

#### **4. Abschnitt: Bauart und Kennzeichnung von geschlossenen radioaktiven Strahlenquellen**

##### **Art. 65** Bauart

<sup>1</sup> Geschlossene radioaktive Strahlenquellen müssen bezüglich Bauart dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen.<sup>49</sup>

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

<sup>3</sup> Werden geschlossene radioaktive Strahlenquellen ausschliesslich als Gammastrahler verwendet, so muss eine Abschirmung vorhanden sein, die das Austreten der primären Teilchenstrahlung verhindert.

##### **Art. 66** Kennzeichnung

<sup>1</sup> Geschlossene radioaktive Strahlenquellen und deren Behälter sind so zu kennzeichnen, dass die Identifikation der Quelle jederzeit möglich ist. Die Aufsichtsbehörde kann Ausnahmen gewähren, wenn sich eine Kennzeichnung nicht anbringen lässt.

<sup>2</sup> Aus der Kennzeichnung müssen Radionuklid, Aktivität, Herstellungs- und Messdatum und Klassifikation gemäss ISO<sup>50</sup>-Norm 2919<sup>51</sup> ersichtlich oder ableitbar sein.<sup>52</sup>

##### **Art. 67** Prüfung

<sup>1</sup> Jede geschlossene radioaktive Strahlenquelle muss durch eine für diese Tätigkeit akkreditierte oder von der Aufsichtsbehörde anerkannte Stelle auf Dichtheit und Kontaminationsfreiheit geprüft werden.

<sup>2</sup> Jede geschlossene radioaktive Strahlenquelle, deren Aktivität oberhalb des hundertfachen Werts der Bewilligungsgrenze nach Anhang 3 Spalte 10 liegt, muss einer

<sup>49</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>50</sup> International Organization for Standardization. Die technischen ISO-Normen in dieser Verordnung können beim Bundesamt für Gesundheit, 3003 Bern kostenlos eingesehen oder beim Schweizerischen Informationszentrum für technische Regeln (switec), Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur gegen Verrechnung bezogen werden; [www.snv.ch](http://www.snv.ch)

<sup>51</sup> ISO 2919, Ausgabe 1999-02, Strahlenschutz – Umschlossene radioaktive Stoffe – Allgemeine Anforderungen und Klassifikation.

<sup>52</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

den anerkannten Regeln der Technik entsprechenden Typenprüfung unterzogen werden und entsprechend klassifiziert sein.<sup>53</sup>

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

#### **Art. 68**            Verwendung und Betrieb

<sup>1</sup> Bestrahlungseinheiten und Schutzbehälter mit geschlossenen radioaktiven Strahlenquellen, welche ausserhalb von Bestrahlungsräumen gehandhabt werden, dürfen bei verschlossener Abschirmung in 1 m Abstand von ihrer Oberfläche eine Ortsdosisleistung von höchstens 0,1 mSv pro Stunde aufweisen.

<sup>2</sup> Geschlossene radioaktive Strahlenquellen für die zerstörungsfreie Materialprüfung sind bei Nichtgebrauch in einem Schutzbehälter (Bestrahlungseinheit) aufzubewahren. Die Nutzstrahlung der ausgefahrenen radioaktiven Strahlenquelle muss mit einem Kollimator auf das benötigte Feld ausgeblendet werden.

### **5. Abschnitt: Arbeitsbereiche für den Umgang mit offenen radioaktiven Strahlenquellen**

#### **Art. 69**            Arbeitsbereiche

<sup>1</sup> Arbeiten mit offenen radioaktiven Strahlenquellen, deren Aktivität die Bewilligungsgrenze nach Anhang 3 Spalte 10 übersteigt, sind in Arbeitsbereichen auszuführen.

<sup>2</sup> Arbeitsbereiche sind in separaten, nur für diese Zwecke vorgesehenen Räumen einzurichten.

<sup>3</sup> Die Arbeitsbereiche werden aufgrund der pro Arbeitsgang gehandhabten oder pro Tag umgesetzten Aktivitäten in die folgenden Typen eingestuft:

- a. Typ C: Eine Aktivität von 1 bis zu 100 Bewilligungsgrenzen nach Anhang 3 Spalte 10;
- b. Typ B: Eine Aktivität von 1 bis zu 10 000 Bewilligungsgrenzen nach Anhang 3 Spalte 10;
- c. Typ A: Eine Aktivität von 1 Bewilligungsgrenze bis zu einer oberen Grenze, welche im Bewilligungsverfahren festgelegt wird.

<sup>4</sup> Für Tätigkeiten ohne Inhalationsgefahr kann die Aufsichtsbehörde im Einzelfall den Typ des Arbeitsbereiches unter Berücksichtigung des Inkorporationsrisikos festlegen.

<sup>5</sup> Das EDI und das UVEK erlassen die erforderlichen Vorschriften über Schutzmassnahmen für den Umgang mit offenen radioaktiven Strahlenquellen.<sup>54</sup>

<sup>53</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>54</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

**Art. 70** Ausnahmen

<sup>1</sup> Die Aufsichtsbehörde kann Ausnahmen von Artikel 69 Absatz 2 gestatten, wenn betriebstechnische Gründe vorliegen und der Strahlenschutz gewährleistet ist.

<sup>2</sup> Für Handhabungen mit geringen Inkorporationsrisiken kann die Aufsichtsbehörde in Ausnahmefällen die Werte nach Artikel 69 Absatz 3 bis zu einem Faktor 10 erhöhen, sofern der Strahlenschutz gewährleistet ist.

<sup>3</sup> Die Aufsichtsbehörde kann die Werte nach Artikel 69 Absatz 3 bis zu einem Faktor 100 erhöhen, wenn ein Arbeitsbereich nur der Lagerung von radioaktiven Strahlengquellen dient.

<sup>4</sup> Die Aufsichtsbehörde kann in Anlagen mit einem Zonenkonzept Ausnahmen von Artikel 69 Absatz 1 gestatten.<sup>55</sup>

**Art. 71** Richtwerte für Kontaminationen

<sup>1</sup> Für maximale Kontaminationen der Haut, von Wäsche, Kleidern, Materialien und Oberflächen ausserhalb von kontrollierten Zonen gelten die in Anhang 3 Spalte 12 festgelegten Richtwerte.

<sup>2</sup> Wenn in begehbaren Bereichen von kontrollierten Zonen die Kontamination von Materialien und Oberflächen über dem zehnfachen Richtwert nach Anhang 3 Spalte 12 liegt, müssen Dekontaminationsmassnahmen durchgeführt oder andere geeignete Schutzmassnahmen getroffen werden.

<sup>3</sup> Bleibt in einer kontrollierten Zone ein Teil einer Kontamination bei den voraussehbaren Beanspruchungen an der Oberfläche fixiert, so gelten die Richtwerte nach Anhang 3 Spalte 12 nur für die übertragbare Kontamination.

**Art. 72** Behandlung und Freigabe von Arbeitsbereichen nach Einstellung der Arbeiten

<sup>1</sup> Der Bewilligungsinhaber muss Arbeitsbereiche, in denen der Umgang mit offenen radioaktiven Strahlenquellen eingestellt wird, und nötigenfalls auch die Umgebung solcher Bereiche mit allen Installationen und dem dort verbleibenden Material mindestens soweit dekontaminieren, dass die in Anhang 3 Spalte 12 festgelegten Richtwerte und die Immissionsgrenzwerte nach Artikel 102 nicht überschritten werden.

<sup>2</sup> Der Bewilligungsinhaber muss der Aufsichtsbehörde über die nach Absatz 1 durchgeführten Massnahmen einen Bericht erstatten.

<sup>3</sup> Er darf die betroffenen Arbeitsbereiche nur nach Freigabe durch die Aufsichtsbehörde zu anderen Zwecken verwenden.

<sup>55</sup> Eingefügt durch Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

## 6. Abschnitt: Betrieb und Unterhalt von Anlagen und radioaktiven Strahlenquellen<sup>56</sup>

### Art. 73 Grundsatz

- <sup>1</sup> Der Bewilligungsinhaber muss dafür sorgen, dass Anlagen in angemessenen Zeitabständen umfassend überprüft und gewartet werden.
- <sup>2</sup> Die Aufsichtsbehörde legt für nichtmedizinische Anlagen im Einzelfall die Zeitabstände fest.
- <sup>3</sup> Der Bewilligungsinhaber muss geschlossene radioaktive Strahlenquellen regelmässig auf ihren Zustand prüfen und über die Prüfungen Buch führen.

### Art. 74 Medizinische Anlagen und medizinische Einrichtungen mit geschlossenen radioaktiven Strahlenquellen

- <sup>1</sup> Der Bewilligungsinhaber muss dafür sorgen, dass vor der ersten Anwendung einer medizinischen Anlage oder medizinischen Einrichtung mit geschlossenen radioaktiven Strahlenquellen eine Abnahmeprüfung durchgeführt wird.
- <sup>2</sup> Er muss nach Inbetriebnahme der medizinischen Anlage oder medizinischen Einrichtung mit geschlossenen radioaktiven Strahlenquellen regelmässig ein Qualitätssicherungsprogramm anwenden.
- <sup>3</sup> Der Zustand von medizinischen Röntgenanlagen und medizinischen Einrichtungen mit geschlossenen radioaktiven Strahlenquellen muss mindestens alle sechs Jahre, der von Therapieanlagen über 100 Kilovolt und der von Bestrahlungseinheiten mindestens jährlich im Rahmen einer Wartung geprüft werden.<sup>57</sup>
- <sup>4</sup> Bei Therapieanlagen oder Bestrahlungseinheiten müssen die sicherheitsrelevanten und die dosisbestimmenden Elemente mindestens jährlich sowie nach jeder Änderung einer Komponente, welche die Dosisleistung beeinflussen kann, überprüft werden. Die Überprüfung der dosisbestimmenden Elemente muss unter Aufsicht eines Medizinphysikers mit Fachanerkennung in medizinischer Strahlenphysik der Schweizerischen Gesellschaft für Strahlenbiologie und medizinische Physik oder einer anderen gleichwertigen Ausbildung erfolgen.<sup>58</sup>
- <sup>5</sup> Der Bewilligungsinhaber muss für den Betrieb von medizinischen Beschleunigeranlagen und medizinischen Bestrahlungseinheiten sowie für die Dosimetrie bei der Bestrahlungsplanung einen oder mehrere Medizinphysiker nach Absatz 4 zur Verfügung haben.
- <sup>6</sup> Das EDI legt den Mindestumfang der Abnahmeprüfung und des Qualitätssicherungsprogramms fest. Es berücksichtigt dabei internationale Qualitätssicherungsnormen.

<sup>56</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>57</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>58</sup> Fassung des Satzes gemäss Ziff. I der V vom 17. Nov. 1999, in Kraft seit 1. Jan. 2000 (AS 2000 107).

<sup>7</sup> Für nuklearmedizinische Anwendungen und durchleuchtungsgestützte interventionelle Radiologie sowie die Computertomographie muss der Bewilligungsinhaber periodisch einen Medizinphysiker nach Absatz 4 beiziehen.<sup>59</sup>

## **7. Abschnitt: Lagerung, Transport, Ein-, Aus- und Durchfuhr von radioaktiven Strahlenquellen**

### **Art. 75** Lagerung

<sup>1</sup> Radioaktive Strahlenquellen, deren Aktivität über der Bewilligungsgrenze nach Anhang 3 Spalte 10 liegt, müssen so gelagert werden, dass sie nur Personen zugänglich sind, die zu ihrer Benützung befugt sind.

<sup>2</sup> Das EDI und das UVEK regeln im Rahmen ihrer Zuständigkeit die Art der Lagerung und die Anforderungen an die Lagerstellen.<sup>60</sup>

### **Art. 76** Transport ausserhalb des Betriebsareals

<sup>1</sup> Wer radioaktive Strahlenquellen ausserhalb des Betriebsareals transportiert oder transportieren lässt, muss die für den Transport massgebenden Vorschriften des Bundes für die Beförderung gefährlicher Güter einhalten.

<sup>2</sup> Er muss ein angemessenes Qualitätssicherungsprogramm nachweisen und anwenden.

<sup>3</sup> Der Versender und der Transporteur von radioaktiven Strahlenquellen müssen einen Verantwortlichen für die Qualitätssicherung benennen und die Qualitätssicherungs-Massnahmen schriftlich festlegen.

<sup>4</sup> Verfügen der Versender oder der Transporteur über ein von einer akkreditierten Stelle zertifiziertes Qualitätssicherungssystem für den Transport radioaktiver Strahlenquellen, so gilt die Vermutung, dass sie ein angemessenes Qualitätssicherungsprogramm anwenden.

<sup>5</sup> Der Versender und der Transporteur müssen sich vergewissern, dass die Transportbehälter oder Verpackungen den massgebenden Vorschriften entsprechen und gewartet werden.

<sup>6</sup> Der Versender muss überprüfen, ob der von ihm beauftragte Transporteur eine Bewilligung für den Transport von radioaktiven Strahlenquellen besitzt.

<sup>59</sup> Eingefügt durch Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>60</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

**Art. 77<sup>61</sup>** Transport innerhalb des Betriebsareals

Das EDI und das UVEK legen im Rahmen ihrer Zuständigkeit fest, welchen Anforderungen die Transportverpackung von radioaktiven Strahlenquellen genügen muss, die innerhalb des Betriebsareals transportiert werden.

**Art. 78<sup>62</sup>** Ein-, Aus- und Durchfuhr

<sup>1</sup> Radioaktive Strahlenquellen dürfen nur über die von der Oberzolldirektion bezeichneten Zollstellen ein-, aus- oder durchgeführt werden.

<sup>2</sup> In der Zollanmeldung für die Ein- und Ausfuhr müssen folgende Angaben enthalten sein:<sup>63</sup>

- a. die genaue Warenbezeichnung;
- b. die Radionuklide;
- c. die Gesamtaktivität pro Radionuklid in Becquerel;
- d. die Nummer der Bewilligung des Empfängers oder Absenders in der Schweiz.

<sup>3</sup> Für die Einlagerung in ein offenes Zolllager oder in ein Zollfreilager bedarf es einer Einzelbewilligung. Diese muss der Zollstelle vorgelegt werden.

## **6. Kapitel: Radioaktive Abfälle**

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

**Art. 79** Grundsatz

<sup>1</sup> Radioaktive Abfälle dürfen nur mit einer Bewilligung und unter Kontrolle durch den Bewilligungsinhaber an die Umwelt abgegeben werden.

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

**Art. 80** Abgabe luftgetragener und flüssiger Abfälle

<sup>1</sup> Luftgetragene oder flüssige radioaktive Abfälle dürfen nur über die Abluft an die Atmosphäre oder über das Abwasser an Oberflächengewässer abgegeben werden.

<sup>2</sup> Die Bewilligungsbehörde legt im Einzelfall für jeden Betrieb maximal zulässige Abgabegeraten und gegebenenfalls Abgabekonzentrationen fest.

<sup>61</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>62</sup> Fassung gemäss Anhang 4 Ziff. 44 der Zollverordnung vom 1. Nov. 2006, in Kraft seit 1. Mai 2007 (AS 2007 1469).

<sup>63</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>3</sup> Sie legt die Abgaberraten und Abgabekonzentrationen so fest, dass der quellenbezogene Dosisrichtwert nach Artikel 7 und die Immissionsgrenzwerte nach Artikel 102 nicht überschritten werden.

#### **Art. 81**            Kontrollmassnahmen

<sup>1</sup> Die Bewilligungsbehörde legt in der Bewilligung eine Emissionsüberwachung fest. Sie kann eine Meldepflicht vorsehen.

<sup>2</sup> Die Immissionsüberwachung richtet sich nach Artikel 103.

<sup>3</sup> Der Bewilligungsinhaber kann für Überwachungsmessungen externe Stellen beziehen, wenn diese von der Aufsichtsbehörde anerkannt sind.

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

#### **Art. 82<sup>64</sup>**        Abgabe fester Abfälle

<sup>1</sup> Feste radioaktive Abfälle mit spezifischen Aktivitäten von höchstens der hundertfachen Freigrenze nach Anhang 3 Spalte 9 können ausnahmsweise mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde an die Umwelt abgegeben werden, wenn durch eine Vermischung mit inaktiven Materialien sichergestellt werden kann, dass die Werte von Anhang 2 nicht überschritten sind.

<sup>2</sup> Mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde können radium- und uranhaltige Materialien aus Siedlungsgebieten mit spezifischen Aktivitäten von höchstens der tausendfachen Freigrenze nach Anhang 3 Spalte 9 ebenfalls an die Umwelt abgegeben werden, falls:

- a. sie vor Inkrafttreten des StSG entstanden sind;
- b. eine Entsorgung über die üblichen Entsorgungskanäle nicht oder nur mit einem unverhältnismässigen Aufwand möglich wäre;
- c. eine Entfernung gesamthaft für Mensch und Umwelt eine wesentlich bessere Lösung darstellt als die Beibehaltung des bestehenden Zustands; und
- d. nach der Vermischung mit inaktiven Materialien sichergestellt werden kann, dass die Werte von Anhang 2 nicht überschritten sind.

#### **Art. 83**            Verbrennung von Abfällen in Betrieben

<sup>1</sup> Brennbare radioaktive Abfälle können im Betrieb, in welchem sie anfallen, oder mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde auch in anderen Betrieben verbrannt werden, wenn:

<sup>64</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

- a. der Betrieb über eine Abfallverbrennungsanlage verfügt, die den Vorschriften der Luftreinhalteverordnung vom 16. Dezember 1985<sup>65</sup> und der Technischen Verordnung vom 10. Dezember 1990<sup>66</sup> über Abfälle entspricht; und
- b. ein entsprechendes Überwachungsprogramm besteht.<sup>67</sup>

<sup>2</sup> Die Abfälle dürfen nur die Radionuklide H-3, C-14 oder S-35 enthalten. In begründeten Fällen können Abfälle, die andere Radionuklide enthalten, mit Zustimmung der Bewilligungsbehörde verbrannt werden.<sup>68</sup>

<sup>3</sup> Die wöchentlich zur Verbrennung zugelassene Aktivität darf die tausendfache Bewilligungsgrenze nach Anhang 3 Spalte 10 nicht überschreiten.

<sup>4</sup> Radioaktive Rückstände aus der Verbrennung und der Rauchgasreinigung müssen als radioaktiver Abfall behandelt werden.

## 2. Abschnitt: Behandlung der Abfälle im Betrieb

### Art. 84 Buchführung

Der Inhaber von radioaktiven Abfällen muss seine Bestände kontrollieren sowie die für die weitere Behandlung massgebenden Aktivitäten und die Zusammensetzung dokumentieren.

### Art. 85 Abfälle mit kurzer Halbwertszeit

<sup>1</sup> Abfälle, die ausschliesslich Radionuklide mit Halbwertszeiten von 60 Tagen oder weniger enthalten, müssen in den Betrieben, in welchen sie anfallen, gelagert werden, bis ihre Aktivität soweit abgefallen ist, dass sie nicht mehr unter den Geltungsbereich nach Artikel 1 fallen oder die bewilligte Abgaberate nach Artikel 80 unterschreiten.

<sup>2</sup> Abfälle, die spätestens 30 Jahre nach ihrer Entstehung aufgrund des radioaktiven Zerfalls aus dem Geltungsbereich nach Artikel 1 fallen, sind von den radioaktiven Abfällen zu trennen, wenn keine gesamthaft günstigere Alternative für Mensch und Umwelt zur Verfügung steht. Im Falle einer Trennung sind sie:

- a. so zu verpacken und aufzubewahren, dass ein unkontrollierter Austritt radioaktiver Stoffe verhindert und eine Brandgefahr vermieden wird;
- b. zu kennzeichnen und mit einer Dokumentation zu versehen, die über Art und Aktivitätsinhalt Auskunft gibt.<sup>69</sup>

<sup>65</sup> SR 814.318.142.1

<sup>66</sup> SR 814.600

<sup>67</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>68</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>69</sup> Eingefügt durch Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004, in Kraft seit 1. Febr. 2005 (AS 2005 601).



<sup>3</sup> Die Aktivität muss unmittelbar vor der Beseitigung der Abfälle in geeigneter Weise kontrolliert werden.<sup>70</sup>

<sup>4</sup> Der Bewilligungsinhaber muss dafür sorgen, dass Etiketten, Gefahrenzeichen oder sonstige Aufschriften, die auf Radioaktivität hinweisen, nach dem Abklingen der Aktivität, aber vor der Beseitigung als inaktive Abfälle entfernt werden.<sup>71</sup>

#### **Art. 86** Gase, Staub, Aerosole und Flüssigkeiten

Wenn dies mit zumutbarem Aufwand möglich und sinnvoll ist, so sind:

- a. radioaktive Abfälle in Form von Gasen, Staub oder Aerosolen durch geeignete Vorrichtungen wie Filter oder Waschtürme zurückzuhalten;
- b. flüssige radioaktive Abfälle in feste Form überzuführen.

### **3. Abschnitt: Ablieferung**

#### **Art. 87<sup>72</sup>** Ablieferungspflichtige radioaktive Abfälle

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

<sup>2</sup> Die Sammelstelle des Bundes ist das PSI.

<sup>3</sup> Von einer Ablieferung an das PSI sind ausgenommen:

- a. radioaktive Abfälle, die an die Umwelt abgegeben werden dürfen;
- b. radioaktive Abfälle mit kurzer Halbwertszeit nach Artikel 85.

<sup>4</sup> Das EDI regelt die technischen Einzelheiten für die Behandlung der ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle bis zu ihrer Entgegennahme durch die Sammelstelle des Bundes.

#### **Art. 87a<sup>73</sup>** Aufgaben des PSI

Das PSI nimmt die ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle entgegen und sorgt für die Stapelung, die Behandlung und die Zwischenlagerung.

<sup>70</sup> Ursprünglich Abs. 2.

<sup>71</sup> Ursprünglich Abs. 3.

<sup>72</sup> Fassung gemäss Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004, in Kraft seit 1. Febr. 2005 (AS 2005 601).

<sup>73</sup> Eingefügt durch Ziff. I der V vom 3. Juni 1996 (AS 1996 2129). Fassung gemäss Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004, in Kraft seit 1. Febr. 2005 (AS 2005 601).

**Art. 87<sup>b74</sup>** Koordinationskommission

Eine Koordinationskommission aus Vertretern des BAG, des ENSI und des PSI gibt zuhanden der Aufsichts- und Bewilligungsbehörden Empfehlungen über das weitere Vorgehen ab, falls neue oder zusätzliche Bewilligungen oder Freigaben notwendig sind.

**4. Abschnitt: ...****Art. 88–92<sup>75</sup>****5. Abschnitt: ...****Art. 93<sup>76</sup>****7. Kapitel: Störfälle****1. Abschnitt: Störfallvorsorge****Art. 94** Vorsorge

<sup>1</sup> Der Bewilligungsinhaber muss geeignete Massnahmen zur Vermeidung von Störfällen treffen.

<sup>2</sup> Der Betrieb muss so ausgelegt sein, dass der quellenbezogene Dosisrichtwert nach Artikel 7 auch bei Störfällen eingehalten werden kann, die mit einer Häufigkeit von mehr als  $10^{-1}$  pro Jahr eintreten.

<sup>3</sup> Bei Störfällen, die mit einer Häufigkeit zwischen  $10^{-1}$  und  $10^{-2}$  pro Jahr zu erwarten sind, muss der Betrieb so ausgelegt sein, dass ein einzelner Störfall eine zusätzliche Dosis von höchstens dem für diesen Betrieb festgelegten quellenbezogenen jährlichen Dosisrichtwert zur Folge hat.

<sup>4</sup> Bei Störfällen, die mit einer Häufigkeit zwischen  $10^{-2}$  und  $10^{-4}$  pro Jahr zu erwarten sind, muss der Betrieb so ausgelegt sein, dass die aus einem einzelnen Störfall resultierende Dosis für nichtberuflich strahlenexponierte Personen höchstens 1 mSv beträgt.<sup>77</sup>

<sup>74</sup> Eingefügt durch Ziff. I der V vom 3. Juni 1996 (AS 1996 2129). Fassung gemäss Anhang Ziff. 22 der V vom 12. Nov. 2008 über das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat, in Kraft seit 1. Jan. 2009 (AS 2008 5747).

<sup>75</sup> Aufgehoben durch Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004, mit Wirkung seit 1. Febr. 2005 (AS 2005 601).

<sup>76</sup> Aufgehoben durch Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004, mit Wirkung seit 1. Febr. 2005 (AS 2005 601).

<sup>77</sup> Fassung gemäss Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004, in Kraft seit 1. Febr. 2005 (AS 2005 601).

<sup>5</sup> Bei Störfällen, die mit einer Häufigkeit zwischen  $10^{-4}$  und  $10^{-6}$  pro Jahr zu erwarten sind, muss der Betrieb so ausgelegt sein, dass die aus einem einzelnen Störfall resultierende Dosis für nichtberuflich strahlenexponierte Personen höchstens 100 mSv beträgt. Die Bewilligungsbehörde kann im Einzelfall eine tiefere Dosis festlegen.<sup>78</sup>

<sup>6</sup> Der Betrieb muss so ausgelegt sein, dass nur wenige Störfälle nach den Absätzen 4 und 5 auftreten können.<sup>79</sup>

<sup>7</sup> Für Störfälle nach den Absätzen 4 und 5 sowie für Störfälle, deren Eintretenshäufigkeit kleiner ist als  $10^{-6}$  pro Jahr, deren Auswirkungen aber gross sein können, verlangt die Aufsichtsbehörde die erforderlichen vorsorglichen Massnahmen.<sup>80</sup>

<sup>8</sup> Die Aufsichtsbehörde legt im Einzelfall die Methodik und die Randbedingungen für die Störfallanalyse sowie für die Einordnung der Störfälle in die Häufigkeitskategorien der Absätze 3–5 fest. Die effektive Dosis oder die Organdosen durch störfallbedingte Bestrahlung von Personen sind mit den Beurteilungsrößen und Dosisfaktoren der Anhänge 3, 4 und 7 nach dem Stand von Wissenschaft und Technik zu ermitteln.<sup>81</sup>

#### **Art. 95**            Sicherheitsbericht

<sup>1</sup> Die Aufsichtsbehörde kann 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, ihren Auswirkungen auf den Betrieb und die Umgebung sowie ihre ungefähre Häufigkeit;
- e. der Notfallschutzplanung für die Bevölkerung bei Betrieben nach Artikel 101 Absatz 1.

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

#### **Art. 96**            Vorsorgliche Massnahmen

<sup>1</sup> Der Bewilligungsinhaber muss die notwendigen betriebsinternen Vorbereitungen treffen, damit Störfälle bewältigt werden können.

<sup>78</sup> Fassung gemäss Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004, in Kraft seit 1. Febr. 2005 (AS **2005** 601).

<sup>79</sup> Eingefügt durch Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004, in Kraft seit 1. Febr. 2005 (AS **2005** 601).

<sup>80</sup> Eingefügt durch Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004, in Kraft seit 1. Febr. 2005 (AS **2005** 601).

<sup>81</sup> Ursprünglich Abs. 6. Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS **2007** 5651).

<sup>2</sup> Er erlässt Weisungen über die zu treffenden Sofortmassnahmen.

<sup>3</sup> Der Bewilligungsinhaber muss dafür sorgen, dass für die Bewältigung von Störfällen jederzeit geeignete Mittel verfügbar sind; in Räumen, in welchen mit radioaktiven Stoffen umgegangen wird, gilt dies auch für die Brandbekämpfung.

<sup>4</sup> Er muss 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> Er muss durch geeignete Massnahmen dafür sorgen, dass das zur Beherrschung von Störfällen eingesetzte Personal im ersten Jahr nach dem Ereignis keine effektive Dosis von mehr als 50 mSv, für Tätigkeiten zum Schutz der Bevölkerung und insbesondere zur Rettung von Menschenleben von mehr als 250 mSv erhält.<sup>82</sup>

<sup>5bis</sup> Die Aufsichtsbehörde kann bei Betrieben, bei denen Störfälle nach Artikel 94 Absatz 5 eintreten können, verlangen, dass:

- a. Anlageparameter die zur Verfolgung des Unfallablaufs, zur Erstellung von Diagnosen und Prognosen sowie zur Ableitung von Schutzmassnahmen für die Bevölkerung notwendig sind, erfasst werden;
- b. diese Anlageparameter über ein störfallsicheres Übermittlungsnetz permanent an die Aufsichtsbehörden übertragen werden.<sup>83</sup>

<sup>6</sup> Die Aufsichtsbehörde kann verlangen, dass die Meldewege, die Funktionstüchtigkeit der Mittel und die Ausbildung des Personals in Übungen überprüft werden. Sie kann selber Übungen durchführen.

<sup>7</sup> Der Bewilligungsinhaber muss die zuständigen kantonalen Stellen und Ereignisdienste über die in seinem Betrieb vorhandenen Strahlenquellen informieren.

## 2. Abschnitt: Bewältigung von Störfällen

### Art. 97 Sofortmassnahmen

<sup>1</sup> Der Bewilligungsinhaber muss alle Anstrengungen unternehmen, um Störfälle zu bewältigen.

<sup>2</sup> Insbesondere muss er 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;

<sup>82</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>83</sup> Eingefügt durch Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004, in Kraft seit 1. Febr. 2005 (AS 2005 601).

- d. alle Beteiligten erfassen und auf Kontaminationen und Inkorporationen kontrollieren sowie nötigenfalls dekontaminieren.
- <sup>3</sup> Der Bewilligungsinhaber muss baldmöglichst:
- a. entstandene Kontaminationen beseitigen;
  - b. jene Massnahmen treffen, die für eine Abklärung des Störfalls erforderlich sind.

#### **Art. 98** Meldepflicht

- <sup>1</sup> Der Bewilligungsinhaber muss jeden Störfall der Aufsichtsbehörde melden.
- <sup>2</sup> Er muss radiologische Störfälle unverzüglich auch der Nationalen Alarmzentrale (NAZ) melden.
- <sup>3</sup> Bei einem Strahlenunfall muss der Bewilligungsinhaber unverzüglich die Aufsichtsbehörde benachrichtigen. Er muss den Strahlenunfall zusätzlich unverzüglich der Suva melden, wenn es sich beim Verunfallten um einen Arbeitnehmer handelt.

#### **Art. 99** Untersuchung

- <sup>1</sup> Der Bewilligungsinhaber muss nach einem Störfall unverzüglich einen Sachverständigen mit einer Untersuchung beauftragen.
- <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 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> Der Bewilligungsinhaber übergibt der Aufsichtsbehörde den Bericht spätestens sechs Wochen nach dem Störfall.

#### **Art. 100**<sup>84</sup> Information über den Störfall

Die Aufsichtsbehörde sorgt dafür, dass die betroffenen Personen und Kantone sowie die Bevölkerung über radiologische oder technische Störfälle rechtzeitig informiert werden. Artikel 9 der Verordnung vom 20. Oktober 2010<sup>85</sup> über die Organisation von Einsätzen bei ABC- und Naturereignissen (ABCN-Einsatzverordnung) bleibt vorbehalten.

<sup>84</sup> Fassung gemäss Anhang 2 Ziff. II 3 der ABCN-Einsatzverordnung vom 20. Okt. 2010, in Kraft seit 1. Jan. 2011 (AS 2010 5395).

<sup>85</sup> SR 520.17

### 3. Abschnitt: Notfallschutz in der Umgebung von Betrieben

#### Art. 101

<sup>1</sup> Die Bewilligungsbehörde legt für Betriebe, bei denen infolge eines Störfalls der Dosisgrenzwert nach Artikel 37 überschritten werden kann, im Einzelfall fest, in welchem Umfang sie sich an der Vorbereitung und Durchführung von Notfallschutzmassnahmen in ihrer Umgebung beteiligen oder solche Massnahmen selber treffen müssen.

<sup>2</sup> Die Bewilligungsbehörde zieht die zuständigen kantonalen Stellen und Ereignisdienste bei der Vorbereitung von Notfallschutzmassnahmen 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>86</sup> sowie die Alarmierungsverordnung vom 18. August 2010<sup>87, 88</sup>

## 8. Kapitel: Überwachung der Umwelt und der Lebensmittel

### 1. Abschnitt: Überwachung der Umwelt

#### Art. 102 Immissionsgrenzwerte

<sup>1</sup> Immissionen radioaktiver Stoffe dürfen ausserhalb des Betriebsareals in der Luft im Jahresmittel einen Dreihundertstel des Richtwerts nach Anhang 3 Spalte 11 nicht übersteigen.

<sup>2</sup> Immissionen radioaktiver Stoffe dürfen in öffentlich zugänglichen Gewässern im Wochenmittel einen Fünfzigstel der Freigrenze für die spezifische Aktivität nach Anhang 3 Spalte 9 nicht übersteigen.

<sup>3</sup> Die Direktstrahlung darf ausserhalb des Betriebsareals nicht zu Ortsdosen führen, die in Wohn-, Aufenthalts- und Arbeitsräumen 1 mSv pro Jahr und in anderen Bereichen 5 mSv pro Jahr übersteigen.

#### Art. 103 Immissionsüberwachung durch den Betrieb

<sup>1</sup> Die Bewilligungsbehörde kann den Bewilligungsinhaber dazu verpflichten, die Immissionen radioaktiver Stoffe und die Direktstrahlung aus seinem Betrieb messtechnisch zu überwachen und die Resultate der Aufsichtsbehörde zu melden.

<sup>2</sup> Der Bewilligungsinhaber kann für Überwachungsmessungen externe Stellen beziehen, wenn diese von der Aufsichtsbehörde anerkannt sind.

<sup>86</sup> SR 732.33

<sup>87</sup> SR 520.12

<sup>88</sup> Fassung gemäss Art. 20 Ziff. 4 der Notfallschutzverordnung vom 20. Okt. 2010, in Kraft seit 1. Jan. 2011 (AS 2010 5191).

**Art. 104** Überwachung der Umweltradioaktivität

<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 und des PSI.<sup>89</sup>

<sup>3</sup> Bei der Überwachung der Radioaktivität in Lebensmitteln arbeitet das BAG mit den Kantonen zusammen.

**Art. 105** 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.<sup>90</sup>

<sup>2</sup> Für die Durchführung des Probenahme- und Messprogramms sind Laboratorien des Bundes, namentlich das PSI, die Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz und das AC-Laboratorium Spiez zur Mitarbeit und zur ständigen Bereithaltung der dazu erforderlichen personellen und materiellen Mittel verpflichtet. Es können dafür Dritte beigezogen werden.

**Art. 106** Sammlung der Daten und Bericht

<sup>1</sup> Das ENSI, die SUVA, die NAZ, die Kantone sowie beteiligte Laboratorien stellen dem BAG die aus der Überwachung anfallenden und interpretierten Daten zur Verfügung.<sup>91</sup>

<sup>2</sup> Das BAG erstellt aus diesen Beiträgen jährlich einen Bericht über die Ergebnisse der Überwachung und die daraus für die Bevölkerung resultierenden Strahlendosen. Es veröffentlicht den Bericht.

**Art. 107<sup>92</sup>****2. Abschnitt: Überwachung der Lebensmittel****Art. 108** Grenz- und Toleranzwerte für Radionuklide in Lebensmitteln

Für Radionuklide in Lebensmitteln gelten die in der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung vom 27. Februar 1986<sup>93</sup> festgelegten Grenz- und Toleranzwerte.

<sup>89</sup> Fassung gemäss Anhang Ziff. 22 der V vom 12. Nov. 2008 über das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat, in Kraft seit 1. Jan. 2009 (AS 2008 5747).

<sup>90</sup> Fassung gemäss Anhang Ziff. 22 der V vom 12. Nov. 2008 über das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat, in Kraft seit 1. Jan. 2009 (AS 2008 5747).

<sup>91</sup> Fassung gemäss Anhang Ziff. 22 der V vom 12. Nov. 2008 über das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat, in Kraft seit 1. Jan. 2009 (AS 2008 5747).

<sup>92</sup> Aufgehoben durch Ziff. I der V vom 15. Nov. 2000 (AS 2000 2894).

<sup>93</sup> [AS 1986 647, 1987 1288, 1988 1235 1342, 1989 1197, 1990 1094, 1991 1878, 1994 2051 Art. 2. AS 1995 2893 Art. 6 Bst. a]. Siehe heute die V vom 26. Juni 1995 über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln (SR 817.021.23).

**Art. 109** Information

<sup>1</sup> Stellen die Kontrollorgane eine Überschreitung eines Grenz- oder Toleranzwerts fest, so informieren sie das BAG.

<sup>2</sup> Das BAG informiert die Kontrollorgane über die bei ihm eingehenden Meldungen nach Absatz 1.

**3. Abschnitt: Erhöhte Radonkonzentrationen****Art. 110** Grenzwerte und Richtwert

<sup>1</sup> Für Radongaskonzentrationen in Wohn- und Aufenthaltsräumen gilt ein über ein Jahr gemittelter Grenzwert von 1000 Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m<sup>3</sup>).

<sup>2</sup> Für Radongaskonzentrationen im Arbeitsbereich gilt ein über die monatliche Arbeitszeit gemittelter Grenzwert von 3000 Bq/m<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Ist eine beruflich strahlenexponierte Person bei der Ausübung ihres Berufes zusätzlich Radongaskonzentrationen von über 1000 Bq/m<sup>3</sup> ausgesetzt, so ist die durch Radon zusätzlich akkumulierte Dosis bei der Berechnung der zulässigen Jahresdosis nach Artikel 35 mitzubersichtigen.

<sup>4</sup> Bei Neu- und Umbauten (Art. 114) sowie bei Sanierungen (Art. 113 und 116) gilt ein Richtwert von 400 Bq/m<sup>3</sup>, soweit dies mit einfachen baulichen Massnahmen erreicht werden kann.

**Art. 111** Messungen

<sup>1</sup> Die Radongaskonzentration muss durch anerkannte Messstellen ermittelt werden.

<sup>1bis</sup> Die Messdauer in Wohn- und Aufenthaltsräumen muss mindestens einen Monat betragen.<sup>94</sup>

<sup>2</sup> Messungen können durch den Eigentümer oder jede andere betroffene Person veranlasst werden.

<sup>3</sup> Wenn eine Messung nicht nach Absatz 2 erfolgt, wird sie auf Gesuch des Betroffenen durch die Kantone angeordnet. Die Kantone sorgen dafür, dass das Resultat der Messung dem Betroffenen mitgeteilt wird.

<sup>4</sup> Als Betroffene gelten Personen, bei denen Anhaltspunkte bestehen, dass die Grenzwerte infolge Aufenthalts in Räumen oder Bereichen nach Artikel 110 überschritten sind. Dies gilt insbesondere für Personen, die sich in Gebieten mit erhöhten Radongaskonzentrationen nach Artikel 115 aufhalten.

<sup>5</sup> Die Benutzer von Gebäuden müssen die Räume für Messungen zugänglich machen.

<sup>6</sup> Die Kosten der durch die Kantone angeordneten Messungen gehen zu Lasten des Eigentümers.

<sup>94</sup> Eingefügt durch Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).



**Art. 112<sup>95</sup>** Anerkennung und Pflichten der Messstellen

<sup>1</sup> Das BAG anerkennt eine Messstelle für Radongasmessungen, wenn sie:

- a. über das zur ordnungsgemässen Erfüllung der Aufgaben nötige Fachpersonal und Messsystem verfügt;
- b. Gewähr für einwandfreie Aufgabenerfüllung bietet, namentlich wenn das Personal bei der Ausübung seiner Tätigkeit keiner Beeinflussung ausgesetzt ist, die zu Interessenskonflikten führt.

<sup>2</sup> Das Eidgenössische Justiz- und Polizeidepartement regelt die technischen Anforderungen an die Messsysteme und die Verfahren für die Erhaltung von deren Messbeständigkeit.

<sup>3</sup> Die Messstellen sind verpflichtet, ihre Daten in die Radondatenbank (Art. 118a) einzugeben.

<sup>4</sup> Das BAG überwacht die Messstellen.

**Art. 113** Schutzmassnahmen

<sup>1</sup> Auf Gesuch eines Betroffenen muss der Eigentümer bei einer Überschreitung des Grenzwerts nach Artikel 110 die erforderlichen Sanierungen innerhalb von drei Jahren vornehmen.

<sup>2</sup> Bei unbenutztem Ablauf der Frist oder bei Weigerung des Eigentümers ordnen die Kantone die erforderlichen Sanierungen an. Sie bestimmen für die Durchführung der Sanierungen eine Frist von längstens drei Jahren nach der Dringlichkeit des Einzelfalls.

<sup>3</sup> Die Kosten der Sanierungen gehen zu Lasten des Eigentümers.

<sup>4</sup> Vorbehalten bleiben Sanierungsmassnahmen, welche durch die Suva nach dem Bundesgesetz vom 20. März 1981<sup>96</sup> über die Unfallversicherung getroffen werden.

**Art. 114** Bauvorschriften

<sup>1</sup> Die Kantone treffen die notwendigen Massnahmen, damit Neu- und Umbauten so erstellt werden, dass der Grenzwert von 1000 Bq/m<sup>3</sup> nicht überschritten wird. Sie sorgen dafür, dass mit geeigneten baulichen Massnahmen angestrebt wird, dass die Radongaskonzentration den Richtwert von 400 Bq/m<sup>3</sup> nicht überschreitet.

<sup>2</sup> Nach Beendigung der Bauarbeiten kontrollieren die Kantone stichprobenweise, ob der Grenzwert eingehalten wird.

**Art. 115** Radongebiete

<sup>1</sup> Die Kantone sorgen dafür, dass auf ihrem Gebiet eine genügende Anzahl von Messungen durchgeführt wird.

<sup>95</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>96</sup> SR 832.20

<sup>2</sup> Sie bestimmen die Gebiete mit erhöhten Radongaskonzentrationen und passen diese aufgrund der Daten der Messungen laufend an.

<sup>3</sup> Die Kantone sorgen dafür, dass in Gebieten mit erhöhten Radongaskonzentrationen in einer genügenden Anzahl von Wohn-, Aufenthalts- und Arbeitsräumen in öffentlichen Gebäuden Messungen durchgeführt werden.

<sup>4</sup> Die Pläne der Gebiete mit erhöhten Radongaskonzentrationen können von jeder Person eingesehen werden.

#### **Art. 116** Sanierungsprogramme

<sup>1</sup> In Gebieten mit erhöhten Radongaskonzentrationen legen die Kantone die zu treffenden Sanierungsmassnahmen fest für Räume, in denen der Grenzwert nach Artikel 110 Absatz 1 überschritten ist.

<sup>2</sup> Sie bestimmen die Frist, innerhalb welcher die Sanierungsmassnahmen durchzuführen sind, entsprechend der Dringlichkeit des Einzelfalls und der wirtschaftlichen Tragbarkeit.

<sup>3</sup> Die Sanierungsmassnahmen müssen bis spätestens 20 Jahre nach dem Inkrafttreten dieser Verordnung durchgeführt sein.

<sup>4</sup> Die Kosten der Sanierungsmassnahmen gehen zu Lasten der Eigentümer.

#### **Art. 117** Information

<sup>1</sup> Die Kantone übergeben dem BAG regelmässig die aktualisierten Pläne mit den Radongebieten.<sup>97</sup>

<sup>2</sup> Sie informieren das BAG regelmässig über den Stand der Sanierungen.

#### **Art. 118** Fach- und Informationsstelle Radon

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

<sup>2</sup> Es nimmt dabei folgende Aufgaben wahr:

- a. es macht regelmässig zusammen mit den Kantonen Messempfehlungen und Messkampagnen;
- b. es berät Kantone, Hauseigentümer und weitere Interessierte bei Radon-Problemen;
- c. es informiert die Öffentlichkeit regelmässig über die Radonproblematik in der Schweiz;
- d. es berät die betroffenen Personen und interessierten Stellen über die geeigneten Schutzmassnahmen;
- e. es evaluiert regelmässig die Auswirkungen der Massnahmen;

<sup>97</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

- f. es kann Untersuchungen über die Herkunft und Wirkung des Radons durchführen;
- g. es gibt den Kantonen regelmässig einen Überblick über die ihm nach Artikel 115 gemeldeten Radongebiete.

<sup>3</sup> Das BAG stellt den Kantonen die Messdaten im Abrufverfahren zur Verfügung.<sup>98</sup>

<sup>4</sup> Das BAG kann Ausbildungskurse durchführen.

**Art. 118a<sup>99</sup>** Radondatenbank

<sup>1</sup> Das BAG führt eine zentrale Radondatenbank. Es speichert darin die Daten, die nötig 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 folgende Daten gespeichert:

- a. Gebäudestandort (Koordinaten, Parzellennummer);
- b. Gebäudeangaben;
- c. Raumangaben;
- d. Messdaten;
- e. Sanierungsdaten;
- f. Gebäudeeigentümer oder Gebäudeeigentümerin und/oder Gebäudebenutzerin oder Gebäudebenutzer (Name, Adresse, Postleitzahl, Ort).

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

<sup>4</sup> Die anerkannten Messstellen, Dosimeterverkaufsstellen sowie die zuständigen Behörden sind verpflichtet, die von ihnen erhobenen Daten in die zentrale Radondatenbank einzutragen. Zu diesem Zweck können den genannten Stellen die gesammelten Daten im Abrufverfahren zur Verfügung gestellt werden.

<sup>5</sup> Die mit der Messung und Sanierung beauftragten Personen können Einsicht in die Gebäudedaten nehmen und sind befugt Angaben über die Messung und Sanierung einzutragen. Zu diesem Zweck können ihnen die gesammelten Daten im Abrufverfahren zur Verfügung gestellt werden.

<sup>6</sup> Die in der Datenbank erfassten Daten werden nach 100 Jahren gelöscht.

<sup>98</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>99</sup> Eingefügt durch Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

## 9. Kapitel: Schutz der Bevölkerung bei erhöhter Radioaktivität

### 1. Abschnitt: Einsatzorganisation

#### Art. 119<sup>100</sup>

Für Ereignisse, die eine Gefährdung der Bevölkerung durch erhöhte Radioaktivität hervorrufen können, gilt zusätzlich zu den Bestimmungen dieser Verordnung die ABCN-Einsatzverordnung vom 20. Oktober 2010<sup>101</sup>.

### 2. Abschnitt: Verpflichtete Personen und Unternehmungen

#### Art. 120 Personenkategorien

<sup>1</sup> Im Fall einer Gefährdung durch erhöhte Radioaktivität sind zu Aufgaben nach Artikel 20 Absatz 2 Buchstabe b StSG verpflichtet:

- a. Personen und Unternehmungen wie Mess- und Strahlenschutzequipen für die unmittelbare Schadensbekämpfung;
- b. Personen und Unternehmungen des öffentlichen und privaten Verkehrs für die Durchführung von Personen- und Gütertransporten und Evakuierungen;
- c. Personen und Unternehmungen für die mittelbare Schadensbekämpfung wie Massnahmen an der Quelle, die eine weitere Kontamination der Umgebung verhindern sollen;
- d. Zollorgane für Kontrollen an der Grenze;
- e. Medizinalpersonen und medizinisches Fachpersonal zur Pflege von verstrahlten oder anderen betroffenen Personen.

<sup>2</sup> Von Einsätzen nach Absatz 1 befreit sind Personen unter 18 Jahren und schwangere Frauen.

#### Art. 121 Schutz der Gesundheit

<sup>1</sup> Die verpflichteten Personen dürfen nur für Arbeiten eingesetzt werden, bei denen nicht zu erwarten ist, dass sie im ersten Jahr nach dem Ereignis eine effektive Dosis von mehr als 50 mSv, beim Einsatz zur Rettung von Menschenleben von mehr als 250 mSv akkumulieren.

<sup>2</sup> Hat eine verpflichtete Person eine effektive Dosis von mehr als 250 mSv erhalten, so ist sie unter ärztliche Kontrolle zu stellen. Der untersuchende Arzt teilt das Ergebnis der Untersuchung mit Antrag bezüglich der zu treffenden Massnahmen der betroffenen Person und dem BAG mit. Er informiert die Suva, wenn es sich um einen Arbeitnehmer handelt.

<sup>100</sup> Fassung gemäss Anhang 2 Ziff. II 3 der ABCN-Einsatzverordnung vom 20. Okt. 2010, in Kraft seit 1. Jan. 2011 (AS 2010 5395).

<sup>101</sup> SR 520.17

<sup>3</sup> Die Bekanntgabe der Daten durch den Arzt richtet sich nach Artikel 39 Absatz 3.

<sup>4</sup> Die Strahlenexposition der verpflichteten Personen ist in angemessenen Zeitabständen und durch geeignete Messungen zu ermitteln.

<sup>5</sup> Werden Angehörige der Armee, des Zivilschutzes oder der Ereignisdienste gestützt auf das StSG eingesetzt, so richtet sich der Schutz der Gesundheit nach Absatz 1.

#### **Art. 122**      Ausrüstung

<sup>1</sup> Der nach Artikel 5 der ABCN-Einsatzverordnung vom 20. Oktober 2010<sup>102</sup> für ABCN-Ereignisse zuständige Bundesstab (BST ABCN) sowie die Organe des Bundes und der Kantone nach Artikel 4 der ABCN-Einsatzverordnung vom 20. Oktober 2010 veranlassen, dass die verpflichteten Personen über die für die Wahrnehmung ihrer Aufgabe und zum Schutz ihrer Gesundheit erforderliche Ausrüstung verfügen.<sup>103</sup>

<sup>2</sup> Zur erforderlichen Ausrüstung gehören insbesondere:

- a. eine genügende Anzahl von Messgeräten zur Bestimmung der Strahlenexposition;
- b. Mittel zum Schutz vor Inkorporationen oder Kontaminationen.

#### **Art. 123**      Instruktion und Ausbildung

<sup>1</sup> Der BST ABCN sowie die Organe des Bundes und der Kantone nach Artikel 4 der ABCN-Einsatzverordnung vom 20. Oktober 2010<sup>104</sup> veranlassen, dass die verpflichteten Personen vor der Ausübung ihrer Aufgabe angemessen instruiert und über die Gefahren, die mit ihrer Aufgabe verbunden sind, aufgeklärt werden.<sup>105</sup>

<sup>2</sup> Die Instruktion muss mindestens umfassen:

- a. das Verhalten im Strahlenfeld (Selbstschutz);
- b. die Risiken von Strahlenexpositionen;
- c. Arbeits- und Messmethoden im Einsatzfall.

<sup>3</sup> Die verpflichteten Personen können zu Übungen aufgebeten werden.

#### **Art. 124**      Versicherungsschutz und Entschädigung

<sup>1</sup> Bei erhöhter Radioaktivität sind die verpflichteten Personen gegen Unfall und Krankheit versichert. Sofern die obligatorische Unfallversicherung und die bisherigen privaten Versicherungen keine genügende Deckung gewährleisten, garantiert der Bund die Leistungen entsprechend den Bestimmungen des Bundesgesetzes vom

<sup>102</sup> SR **520.17**

<sup>103</sup> Fassung gemäss Anhang 2 Ziff. II 3 der ABCN-Einsatzverordnung vom 20. Okt. 2010, in Kraft seit 1. Jan. 2011 (AS **2010** 5395).

<sup>104</sup> SR **520.17**

<sup>105</sup> Fassung gemäss Anhang 2 Ziff. II 3 der ABCN-Einsatzverordnung vom 20. Okt. 2010, in Kraft seit 1. Jan. 2011 (AS **2010** 5395).

19. Juni 1992<sup>106</sup> über die Militärversicherung. Für den Vollzug kann soweit erforderlich die Militärversicherung beigezogen werden.<sup>107</sup>

<sup>2</sup> Entstehen den verpflichteten Personen und Unternehmungen aus ihrer Tätigkeit ungedeckte Kosten, so werden sie dafür durch den Bund entschädigt. Das EDI legt die finanzielle Abwicklung fest.

## 10. Kapitel: Bewilligungen und Aufsicht

### 1. Abschnitt: Bewilligungspflicht und -verfahren

#### Art. 125 Bewilligungspflicht

<sup>1</sup> Die Bewilligungspflicht richtet sich nach Artikel 28 StSG.

<sup>2</sup> Der Bewilligungspflicht untersteht auch, wer Personen in einem anderen Betrieb als seinem eigenen als beruflich strahlenexponierte Personen einsetzt.<sup>108</sup>

<sup>3</sup> Von der Bewilligungspflicht sind ausgenommen:

- a.<sup>109</sup> Tätigkeiten mit radioaktiven Stoffen, deren gehandhabte oder täglich umgesetzte Aktivität die Bewilligungsgrenze nach Anhang 3 Spalte 10 nicht überschreitet;
- b. der Umgang mit Strahlenquellen, die nach Artikel 128 zugelassen worden sind, mit Ausnahme des Vertreibens;
- c.<sup>110</sup> das Vertreiben, Verwenden, Lagern, Transportieren, Entsorgen, Ein-, Aus- und Durchführen von fertigen Uhren mit radioaktiven Stoffen, wenn sie den ISO-Normen<sup>111</sup> 3157<sup>112</sup> und 4168<sup>113</sup> entsprechen, sowie von höchstens 1000 Uhrenbestandteilen mit radioaktiver Leuchtfarbe;
- d.<sup>114</sup> das Transportieren von radioaktiven Stoffen als freigestellte Versandstücke (UN-Nummern 2908, 2909, 2910 und 2911 gemäss Anhang A, Abschnitt

<sup>106</sup> SR **833.1**

<sup>107</sup> Fassung des Satzes gemäss Anhang Ziff. 7 der V vom 27. April 2005, in Kraft seit 1. Juli 2005 (AS **2005** 2885).

<sup>108</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 17. Nov. 1999, in Kraft seit 1. Jan. 2000 (AS **2000** 107).

<sup>109</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 17. Nov. 1999, in Kraft seit 1. Jan. 2000 (AS **2000** 107).

<sup>110</sup> Eingefügt durch Ziff. I der V vom 3. Juni 1996 (AS **1996** 2129). Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS **2007** 5651).

<sup>111</sup> International Organization for Standardization. Die technischen Normen der ISO in dieser Verordnung können beim Bundesamt für Gesundheit, 3003 Bern, kostenlos eingesehen oder beim Schweizerischen Informationszentrum für technische Regeln (switec), Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur gegen Verrechnung bezogen werden; [www.snv.ch](http://www.snv.ch)

<sup>112</sup> ISO 3157, Ausgabe 1991-11, Radioaktive Leuchtfarbe für Zeitmessgeräte, Spezifikation.

<sup>113</sup> SN ISO 4168, Ausgabe 2003-09, Zeitmessgeräte – Bedingungen für die Durchführung von Kontrollen an Radiolumineszenzbeschichtungen.

<sup>114</sup> Eingefügt durch Ziff. I der V vom 17. Nov. 1999 (AS **2000** 107). Fassung gemäss Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004, in Kraft seit 1. Febr. 2005 (AS **2005** 601).

3.2.1, Tabelle A ADR<sup>115</sup>/SDR<sup>116</sup>, RID/RSD<sup>117</sup>, LTR<sup>118</sup>, Verordnung vom 10. Januar 1973<sup>119</sup> über Beförderung gefährlicher Güter zur See, ADN<sup>120</sup>;

e.<sup>121</sup> das Transportieren von radioaktiven Stoffen in der Luft (UN-Nummern 2912, 2915, 2916, 3321 und 3332 gemäss Anhang 18 zum Übereink. vom 7. Dez. 1944<sup>122</sup> über die Internationale Zivilluftfahrt und den zugehörigen technischen Vorschriften<sup>123</sup>).

#### **Art. 126** Erteilung und Befristung der Bewilligung

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

<sup>2</sup> Die Bewilligungsbehörde befristet die Bewilligung auf maximal zehn Jahre.

<sup>3</sup> Die Bewilligung für die Ein- oder Ausfuhr von radioaktiven Strahlenquellen, deren Aktivität die Bewilligungsgrenze um mehr als das 10 000 000-fache übersteigt, wird nur für die einzelne Ein- oder Ausfuhr erteilt.

<sup>4</sup> Die Bewilligungsbehörde teilt ihren Entscheid den betroffenen Kantonen, der Aufsichtsbehörde und bei Betrieben, die dem Arbeitsgesetz vom 13. März 1964<sup>124</sup> unterstehen, auch dem zuständigen Eidgenössischen Arbeitsinspektorat mit.

#### **Art. 127** Bewilligungsbehörden

<sup>1</sup> Das ENSI ist Bewilligungsbehörde für:<sup>125</sup>

- a. Tätigkeiten in Kernanlagen;
- b. ...<sup>126</sup>
- c. ...<sup>127</sup>

<sup>115</sup> SR **0.741.621**

<sup>116</sup> SR **741.621**

<sup>117</sup> SR **742.401.6**

<sup>118</sup> SR **748.411**

<sup>119</sup> [AS **1973** 123, AS **2007** 4477 Ziff. I 88]

<sup>120</sup> [AS **2002** 3649, **2004** 3939, **2007** 7069 Ziff. I 8, **2008** 5747 Anhang Ziff. 20.

AS **2010** 1667 Art. 5]. Siehe heute: die V des UVEK vom 2. März 2010 über die Inkraftsetzung des Europäischen Übereinkommens über die internationale Beförderung von gefährlichen Gütern auf Binnenwasserstrassen (SR **747.224.141**).

<sup>121</sup> Eingefügt durch Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS **2007** 5651).

<sup>122</sup> SR **0.748.0**. Dieser Anhang wird weder in der AS noch in der SR veröffentlicht. Er kann beim Bundesamt für Zivilluftfahrt, 3003 Bern, eingesehen oder bezogen werden.

<sup>123</sup> Die technischen Vorschriften werden weder in der AS noch in der SR veröffentlicht. Sie können beim Bundesamt für Zivilluftfahrt, 3003 Bern und bei den Informationsstellen der Landesflughäfen in französischer und englischer Sprache eingesehen werden; sie werden nicht ins Deutsche und Italienische übersetzt.

<sup>124</sup> SR **822.11**

<sup>125</sup> Fassung gemäss Anhang Ziff. 22 der V vom 12. Nov. 2008 über das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat, in Kraft seit 1. Jan. 2009 (AS **2008** 5747).

<sup>126</sup> Aufgehoben durch Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004, mit Wirkung seit 1. Febr. 2005 (AS **2005** 601).

<sup>127</sup> Aufgehoben durch Ziff. II 2 der V vom 15. Nov. 1995 (AS **1995** 4959).

d.<sup>128</sup> Versuche mit radioaktiven Stoffen im Rahmen von erdwissenschaftlichen Untersuchungen nach Artikel 35 des Kernenergiegesetzes vom 21. März 2003<sup>129</sup>;

e.<sup>130</sup> die Ein- bzw. Ausfuhr radioaktiver Stoffe für oder aus Kernanlagen;

f.<sup>131</sup> den Transport radioaktiver Stoffe von und zu Kernanlagen.

<sup>2</sup> In allen übrigen Fällen ist das BAG die Bewilligungsbehörde.

## 2. Abschnitt: Zulassungen

### Art. 128 Voraussetzungen

<sup>1</sup> Anlagen und radioaktive Strahlenquellen können vom BAG zugelassen werden, wenn:

- a. durch konstruktive Massnahmen verhindert wird, dass Personen unzulässig strahlenexponiert oder radioaktiv kontaminiert werden;
- b.<sup>132</sup> die gegebenenfalls notwendige Ablieferung an die Sammelstelle des Bundes als radioaktiver Abfall nach Ende der Gebrauchsdauer gewährleistet ist;
- c. die Ortsdosisleistung im Abstand von 10 cm von der Oberfläche 1 µSv pro Stunde nicht überschreitet.

<sup>2</sup> Das EDI kann Vorschriften über die Zulassung von bestimmten Anlagen und radioaktiven Strahlenquellen erlassen.

### Art. 129 Typenprüfung

Das BAG unterzieht die für eine Zulassung vorgesehenen Anlagen und radioaktiven Strahlenquellen einer Typenprüfung. Es kann dafür andere Stellen beiziehen.

### Art. 130 Wirkungen der Zulassung

<sup>1</sup> Wer mit zugelassenen Anlagen und radioaktiven Strahlenquellen umgeht, braucht hierfür mit Ausnahme des Vertreibens keine Bewilligung.

<sup>2</sup> Das BAG legt mit der Zulassung fest:

- a. unter welchen Bedingungen mit radioaktiven Strahlenquellen wie mit inaktiven Stoffen umgegangen werden kann;

<sup>128</sup> Fassung gemäss Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004, in Kraft seit 1. Febr. 2005 (AS 2005 601).

<sup>129</sup> SR 732.1

<sup>130</sup> Eingefügt durch Ziff. I der V vom 17. Nov. 1999, in Kraft seit 1. Jan. 2000 (AS 2000 107).

<sup>131</sup> Eingefügt durch Ziff. I der V vom 17. Nov. 1999, in Kraft seit 1. Jan. 2000 (AS 2000 107).

<sup>132</sup> Fassung gemäss Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004, in Kraft seit 1. Febr. 2005 (AS 2005 601).



- b.<sup>133</sup> wie radioaktive Strahlenquellen nach Ende der Gebrauchsdauer gegebenenfalls als radioaktiver Abfall an die Sammelstelle des Bundes abgeliefert werden müssen;
- c. welche Anlagen und radioaktiven Strahlenquellen über eine Warmaufschrift verfügen müssen.

<sup>3</sup> Es befristet die Zulassung auf maximal zehn Jahre.

#### **Art. 131** Pflichten des Inhabers der Zulassung

<sup>1</sup> Der Inhaber der Zulassung untersteht der Buchführungs- und Berichterstattungspflicht nach Artikel 134.

<sup>2</sup> Er muss die zugelassenen Anlagen und radioaktiven Strahlenquellen mit einem vom BAG bestimmten Zulassungszeichen kennzeichnen.

<sup>3</sup> Das BAG kann bestimmte Kategorien von zugelassenen Anlagen und radioaktiven Strahlenquellen von einer Kennzeichnung ganz oder teilweise befreien.

### **3. Abschnitt: Pflichten des Bewilligungsinhabers**

#### **Art. 132** Organisatorische Pflichten

<sup>1</sup> Der Bewilligungsinhaber muss betriebsinterne Weisungen über Arbeitsmethoden und Schutzmassnahmen erteilen und deren Einhaltung überwachen.

<sup>2</sup> Er hält schriftlich die Kompetenzen der verschiedenen Linienvorgesetzten und der Sachverständigen für den Strahlenschutz sowie jener Personen fest, die mit Strahlenquellen umgehen. Er erteilt den Sachverständigen die Kompetenz, einzugreifen, wenn dies aus Schutzgründen erforderlich ist.

<sup>3</sup> Er muss dafür sorgen, dass alle in seinem Betrieb tätigen Personen über die Gefahren, die sich aus dem betrieblichen Umgang mit ionisierenden Strahlen für ihre Gesundheit ergeben können, in angemessener Weise aufgeklärt werden.

<sup>4</sup> Setzt der Bewilligungsinhaber Personen aus Dienstleistungsbetrieben oder anderen Betrieben als beruflich strahlenexponierte Personen ein, so muss er diese Betriebe auf die massgebenden Strahlenschutzvorschriften aufmerksam machen.

#### **Art. 133** Meldepflicht

<sup>1</sup> Der Bewilligungsinhaber muss der Aufsichtsbehörde Änderungen vor ihrer Vornahme melden, insbesondere:

- a. Änderungen der Anlageleistung, der baulichen und konstruktiven Gegebenheiten und der Strahlrichtung;

<sup>133</sup> Fassung gemäss Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004, in Kraft seit 1. Febr. 2005 (AS **2005** 601).

b. ...<sup>134</sup>

c. Wechsel des Sachverständigen für den Strahlenschutz.

<sup>2</sup> Er muss der Aufsichtsbehörde jährlich den genauen Standort jeder Strahlenquelle melden, deren Aktivität grösser ist als der 100 000-fache Wert der Bewilligungsgrenze nach Anhang 3 Spalte 10 oder deren Dosisleistung ungeschützt in einem Meter Abstand 1 mSv/h übersteigt.<sup>135</sup>

<sup>3</sup> Der Verlust einer radioaktiven Strahlenquelle, deren Aktivität die Bewilligungsgrenze nach Anhang 3 Spalte 10 überschreitet, ist unverzüglich der Aufsichtsbehörde zu melden.

#### **Art. 134** Buchführungs- und Berichterstattungspflicht

<sup>1</sup> Wer mit radioaktiven Strahlenquellen umgeht, deren Aktivität die Bewilligungsgrenze nach Anhang 3 Spalte 10 überschreitet, muss darüber ein Inventar führen.

<sup>2</sup> Wer mit offenen radioaktiven Strahlenquellen umgeht, deren Aktivität die Bewilligungsgrenze nach Anhang 3 Spalte 10 überschreitet, muss darüber Buch führen.

<sup>3</sup> Wer Strahlenquellen vertreibt, muss der Aufsichtsbehörde auf Verlangen wie folgt Bericht erstatten:<sup>136</sup>

- a. die Bezeichnung der Radionuklide sowie ihrer chemischen und physikalischen Form;
- b. die Bezeichnung der Apparate oder Gegenstände, die radioaktive Stoffe enthalten mit Angabe der Radionuklide und ihrer Aktivität;
- c. die Bezeichnung der Anlagen und deren Parameter;
- d. die Adressen der inländischen Lieferanten;
- e. die Adressen der inländischen Bezüger sowie die Aktivität der einzelnen bezogenen Radionuklide.

<sup>4</sup> Für alle anderen Formen des Umgangs kann die Buchführung und Berichterstattung im Einzelfall in der Bewilligung geregelt werden.<sup>137</sup>

#### **Art. 135** Sorgfaltspflicht des Vertreibers

Der Vertreiber darf Anlagen oder radioaktive Strahlenquellen, deren Aktivität die Bewilligungsgrenze nach Anhang 3 Spalte 10 überschreitet, im Inland nur an Betriebe oder Personen weitergeben, die eine entsprechende Bewilligung besitzen.

<sup>134</sup> Aufgehoben durch Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, mit Wirkung seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>135</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>136</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>137</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

#### 4. Abschnitt: Aufsicht

##### Art. 136 Aufsichtsbehörden

<sup>1</sup> Für die Aufsicht über den Personen- und den Umgebungsschutz sind das BAG, die SUVA und das ENSI zuständig.<sup>138</sup>

<sup>2</sup> Das BAG beaufsichtigt die Betriebe, bei denen vor allem die Öffentlichkeit geschützt werden muss, insbesondere die medizinischen Betriebe und die Institute für Forschung und Lehre an Hochschulen.

<sup>3</sup> Die Suva beaufsichtigt die Betriebe, in denen vor allem die Arbeitnehmer geschützt werden müssen, insbesondere die Industrie- und Gewerbebetriebe.

<sup>4</sup> Das ENSI beaufsichtigt:<sup>139</sup>

a. die Kernanlagen;

b.<sup>140</sup> die erdwissenschaftlichen Untersuchungen nach Artikel 35 des Kernenergiegesetzes vom 21. März 2003<sup>141</sup>;

c. ...<sup>142</sup>

d. ...<sup>143</sup>

e.<sup>144</sup> den Empfang bzw. Versand radioaktiver Stoffe in oder aus Kernanlagen.

<sup>5</sup> Bei Unklarheit über die Zuständigkeit sprechen sich die Aufsichtsbehörden gegenseitig ab.

<sup>6</sup> Die Aufsichtsbehörden gehen von der Vermutung aus, dass der Bewilligungsinhaber seine organisatorischen Pflichten nach Artikel 132 einhält, wenn er über ein von einer akkreditierten Stelle zertifiziertes Qualitätssicherungssystem verfügt.

##### Art. 137<sup>145</sup> Kontrolle von medizinischen Anlagen und medizinischen Einrichtungen mit geschlossenen radioaktiven Strahlenquellen

<sup>1</sup> Die Aufsichtsbehörde führt stichprobeweise Strahlenschutzkontrollen in Betrieben mit medizinischen Anlagen oder medizinischen Einrichtungen mit geschlossenen radioaktiven Strahlenquellen durch.

<sup>138</sup> Fassung gemäss Anhang Ziff. 22 der V vom 12. Nov. 2008 über das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat, in Kraft seit 1. Jan. 2009 (AS 2008 5747).

<sup>139</sup> Fassung gemäss Anhang Ziff. 22 der V vom 12. Nov. 2008 über das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat, in Kraft seit 1. Jan. 2009 (AS 2008 5747).

<sup>140</sup> Fassung gemäss Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004, in Kraft seit 1. Febr. 2005 (AS 2005 601).

<sup>141</sup> SR 732.1

<sup>142</sup> Aufgehoben durch Ziff. I der V vom 17. Nov. 1999 (AS 2000 107).

<sup>143</sup> Aufgehoben durch Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004, mit Wirkung seit 1. Febr. 2005 (AS 2005 601).

<sup>144</sup> Eingefügt durch Ziff. I der V vom 17. Nov. 1999, in Kraft seit 1. Jan. 2000 (AS 2000 107).

<sup>145</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>2</sup> Das BAG kann Dritte, die bei Diagnostikanlagen in Arzt-, Zahnarzt- und Tierarztpraxen sowie Praxen von Chiropraktoren und kantonal approbierten Zahnärzten eine Wartung nach Artikel 74 Absatz 3 durchführen, mit einer Kontrolle beauftragen.

#### **Art. 138** Kontrolle von Ein-, Aus- und Durchfuhr

<sup>1</sup> Für die Kontrolle der Ein-, Aus- und Durchfuhr von radioaktiven Strahlenquellen erlässt die Oberzolldirektion im Einvernehmen mit dem BAG und dem ENSI Weisungen.<sup>146</sup>

<sup>2</sup> Die Eidgenössische Zollverwaltung räumt dem BAG den Zugriff auf die Datenbank ein, in der die Zollanmeldungen mit den Angaben nach Artikel 78 Absatz 2 gespeichert sind.<sup>147</sup> Bei der Einlagerung in ein offenes Zolllager oder in ein Zollfreilager löschen sie die Einzelbewilligung und stellen sie dem BAG zu.<sup>148</sup>

<sup>3</sup> Die Zollstellen überprüfen im Rahmen ihrer Kontrollen bei der Ein- und Durchfuhr, ob für den Transport eine Bewilligung des BAG vorliegt.<sup>149</sup>

<sup>4</sup> Das BAG entscheidet über die Zustimmung zur Vereinbarung über die Rücknahme von radioaktiven Abfällen nach Artikel 25 Absatz 3 Buchstabe d StSG.<sup>150</sup>

## **11. Kapitel: Straf- und Schlussbestimmungen**

#### **Art. 139** Strafbestimmungen

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

- a. ohne Zustimmung der Aufsichtsbehörde radioaktive Stoffe mit inaktiven Materialien mischt einzig zum Zweck, diese Verordnung nicht anwendbar zu machen (Art. 3 Abs. 1);
- b.<sup>151</sup> eine Tätigkeit ausübt, die eine Gefährdung durch ionisierende Strahlen mit sich bringen kann, ohne dafür über die nach den Artikeln 10–18 geforderte Ausbildung zu verfügen;
- c. Radiopharmazeutika ohne Zulassung des BAG in den Verkehr bringt oder am Menschen anwendet (Art. 30 Abs. 1);

<sup>146</sup> Fassung gemäss Anhang Ziff. 22 der V vom 12. Nov. 2008 über das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat, in Kraft seit 1. Jan. 2009 (AS **2008** 5747).

<sup>147</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS **2007** 5651).

<sup>148</sup> Fassung gemäss Anhang 4 Ziff. 44 der Zollverordnung vom 1. Nov. 2006, in Kraft seit 1. Mai 2007 (AS **2007** 1469).

<sup>149</sup> Fassung gemäss Anhang 4 Ziff. 44 der Zollverordnung vom 1. Nov. 2006, in Kraft seit 1. Mai 2007 (AS **2007** 1469).

<sup>150</sup> Eingefügt durch Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004, in Kraft seit 1. Febr. 2005 (AS **2005** 601).

<sup>151</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 17. Nov. 1999, in Kraft seit 1. Jan. 2000 (AS **2000** 107).

- d. die von ihm vermutete oder festgestellte Überschreitung eines Dosisgrenzwerts nicht sofort der Aufsichtsbehörde meldet (Art. 38);
  - e. eine Personendosimetriestelle ohne Anerkennung betreibt (Art. 45);
  - f. eine Personendosimetriestelle betreibt und die dieser auferlegten Pflichten nach den Artikeln 49–51 verletzt;
  - g.<sup>152</sup> in der Zollanmeldung nicht die in Artikel 78 Absatz 2 geforderten Angaben macht;
  - h. bei der Ausübung einer Tätigkeit einen Störfall verursacht.
- <sup>2</sup> Mit Busse bis zu 20 000 Franken wird bestraft, wer vorsätzlich oder fahrlässig:<sup>153</sup>
- a. Aufgaben nicht übernimmt, die ihm nach Artikel 20 Absatz 2 Buchstabe b StSG auferlegt worden sind (Art. 120);
  - b. unentschuldigt nicht an Übungen teilnimmt, zu denen er nach Artikel 123 Absatz 3 aufgeboten wurde.

#### **Art. 140**      Aufhebung und Änderung bisherigen Rechts

<sup>1</sup> Es werden aufgehoben:

- 1. die Verordnung vom 30. Juni 1976<sup>154</sup> über den Strahlenschutz;
- 2. die Dosimetrieverordnung vom 11. November 1981<sup>155</sup>;
- 3. die Verordnung vom 30. August 1978<sup>156</sup> über Aus- und Weiterbildung im Strahlenschutz.

<sup>2</sup> ...<sup>157</sup>

#### **Art. 141**      Übergangsbestimmungen

<sup>1</sup> Ärzte, Zahnärzte und Tierärzte gelten ohne eine Ausbildung nach Artikel 18 Absatz 2 als Sachverständige:

- a. längstens bis zum 30. September 2004, wenn sie beim Inkrafttreten dieser Verordnung eine Bewilligung für Anwendungen nach den Artikeln 11 und 14 besitzen;
- b. längstens bis zum 30. September 1997, wenn sie nach dem Inkrafttreten dieser Verordnung eine Bewilligung für Anwendungen nach den Artikeln 11 und 14 erhalten.

<sup>152</sup> Fassung gemäss Anhang 4 Ziff. 44 der Zollverordnung vom 1. Nov. 2006, in Kraft seit 1. Mai 2007 (AS 2007 1469).

<sup>153</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

<sup>154</sup> [AS 1976 1573, 1979 256, 1981 537, 1983 1964, 1984 876, 1987 652 Art. 21 Ziff. 4, 1988 1561, 1991 1459 Art. 22 Ziff. 2]

<sup>155</sup> [AS 1981 1872]

<sup>156</sup> [AS 1978 1404]

<sup>157</sup> Die Änderung kann unter AS 1994 1947 konsultiert werden.

<sup>2</sup> Ärzte und Tierärzte, die beim Inkrafttreten dieser Verordnung Anwendungen nach den Artikeln 11 Absatz 2 sowie 12–14 durchführen und dafür nicht über die in diesen Bestimmungen verlangte Sachkunde verfügen, müssen diese bis zum 30. September 2004 nachweisen.

<sup>3</sup> Nach bisherigem Recht erteilte Zulassungen von Radiopharmazeutika bleiben gültig bis zum 30. September 1999.

<sup>4</sup> Die Dosisgrenzwerte nach Artikel 35 Absätze 1 und 2 gelten erst ab dem 1. Januar 1995.

<sup>5</sup> Die Abschirmung und der Standort von bewilligten Anlagen oder radioaktiven Strahlenquellen müssen den Artikeln 59 und 60 spätestens ab dem 1. Oktober 2004 entsprechen.

<sup>6</sup> Die Durchleuchtung darf mit bewilligten Anlagen ohne Bildverstärker und ohne automatischer Dosisleistungsregulierung bis längstens zum 30. September 1996 durchgeführt werden.

<sup>7</sup> Reihenuntersuchungen dürfen mit bewilligten Anlagen mit Schirmbildverfahren ohne Bildverstärker bis längstens zum 30. September 1999 durchgeführt werden. Für Thorax-Reihenuntersuchungen mit Bildverstärker- und Speicherfoliensystemen gilt Artikel 27 Absatz 1.<sup>158</sup>

<sup>8</sup> Nach bisherigem Recht erteilte unbefristete Bewilligungen, Anerkennungen nach Artikel 45 oder Zulassungen nach Artikel 128 bleiben gültig bis zum 30. September 2004. Die Absätze 6 und 7 bleiben vorbehalten.

<sup>9</sup> Auf Verfahren, die beim Inkrafttreten dieser Verordnung hängig sind, findet das neue Recht Anwendung.

<sup>10</sup> Wenn Mensch und Umwelt nicht gefährdet sind und wenn nicht berechnete Interessen der Betroffenen entgegenstehen, kann die Aufsichtsbehörde im Einzelfall bis zum 30. September 1997 nach dem alten Recht beurteilen:

- a. die Mindestanforderungen an das Messsystem einer Personendosimetrie-stelle, die Messgenauigkeit und der Schwellenwert für beschleunigte Mel-dungen (Art. 52);
- b. der Standort von medizinischen Anlagen und radioaktiven Strahlenquellen (Art. 61);
- c. die Art der Lagerung von radioaktiven Strahlenquellen und die Anforderun-gen an die Lagerstellen (Art. 75);
- d. der Transport von radioaktiven Strahlenquellen innerhalb des Betriebsareals (Art. 77).

<sup>158</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 3. Juni 1996, in Kraft seit 1. Aug. 1996 (AS 1996 2129).

**Art. 141a**<sup>159</sup> Übergangsbestimmungen zur Änderung vom 24. Oktober 2007

<sup>1</sup> Die Zubereitung oder Synthese von radiopharmazeutischen Endprodukten muss dem Artikel 31a spätestens ab dem 1. Januar 2012 entsprechen.

<sup>2</sup> Der Medizinphysiker nach Artikel 74 Absatz 7 muss spätestens ab dem 1. Januar 2012 beigezogen werden.

**Art. 142** Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am 1. Oktober 1994 in Kraft.

<sup>159</sup> Eingefügt durch Ziff. I der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

## **Begriffsbestimmungen**

### **Abfälle, radioaktive**

Radioaktive Stoffe oder radioaktiv kontaminierte Materialien, die nicht weiterverwendet werden.

### **Abgabe**

Kontrollierte Freisetzung von radioaktiven Stoffen an die Umwelt, hauptsächlich als Gase und Aerosole über den Abluftpfad und als Flüssigkeiten über den Abwasserpfad. Die Einbringung radioaktiver Abfälle in ein Endlager gilt nicht als Abgabe an die Umwelt im Sinne von Artikel 79.

### **Abnahmeprüfung**

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

### **Aktivität**

Anzahl der Zerfälle pro Zeiteinheit. Die Einheit der Aktivität ist das Becquerel (Bq);  $1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$ .

### **Aktivität, spezifische**

Aktivität pro Masseneinheit. Die spezifische Aktivität wird ausgedrückt in Becquerel pro Kilogramm (Bq/kg).

### **Aktivitätskonzentration**

Aktivität pro Volumeneinheit. Die Aktivitätskonzentration wird ausgedrückt in Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m<sup>3</sup>).

### **Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen**

Einrichtungen und Apparate, die zur Erzeugung von Photonen- oder Korpuskularstrahlen von über 5 Kiloelektronenvolt Energie dienen.

### **Becquerel (Bq)**

Einheit für die Aktivität eines Radionuklids.  $1 \text{ Bq} = 1$  Zerfall pro Sekunde. Das Becquerel ersetzt die frühere Einheit Curie (Ci). ( $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$ ).

<sup>160</sup> Fassung gemäss Ziff. II der V vom 17. Nov. 1999 (AS 2000 107). Bereinigt durch Anhang 7 Ziff. 3 der Kernenergieverordnung vom 10. Dez. 2004 (AS 2005 601), Anhang 4 Ziff. 44 der Zollverordnung vom 1. Nov. 2006 (AS 2007 1469) und Ziff. III Abs. 1 der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).



### **Behandlung von radioaktiven Abfällen**

Tätigkeiten, mit denen radioaktive Abfälle für die Ablieferung an die Sammelstelle des Bundes vorbereitet werden.

### **Bestrahlungseinheit**

Ein zu Bestrahlungszwecken benutzbares Gerät, das eine geschlossene radioaktive Strahlenquelle enthält. Die Strahlenquelle ist in einer Abschirmung eingeschlossen, mit welcher sie in jedem Betriebszustand mechanisch verbunden bleibt.

### **Dosis**

Mass für die Beurteilung des gesundheitlichen Risikos durch ionisierende Strahlung. Wenn in dieser Verordnung nicht anders erwähnt, ist die effektive Dosis gemeint.

### **Dosis, absorbierte Dosis**

Die durch Wechselwirkung von ionisierender Strahlung mit Materie in einer Masseneinheit deponierte Energie. Der spezielle Name dieser Einheit ist das Gray (Gy);  $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$ .

### **Dosis, Äquivalentdosis H**

Das Produkt aus der absorbierten Dosis  $D_{T,R}$  infolge der Strahlung R im Gewebe T und dem Strahlen-Wichtungsfaktor  $w_R$  (vgl. auch Dosis, effektive). Der spezielle Name der Einheit der Äquivalentdosis ist das Sievert (Sv);  $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg}$ .  $H_{T,R} = w_R \cdot D_{T,R}$ ; für ein Gemisch von Strahlungen:  $H_T = \sum_R w_R \cdot D_{T,R}$

### **Dosis, effektive Dosis E**

Summe der mit den Wichtungsfaktoren  $w_T$  gewichteten Äquivalentdosen in allen Organen und Geweben.

$$E = \sum_T w_T H_T = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R}$$

$D_{T,R}$  = Im Gewebe T durch Strahlung R absorbierte Dosis

$w_R$  = Wichtungsfaktor der Strahlung

$w_T$  = Wichtungsfaktor für Gewebe (Anteil am Gesamtrisiko für Gewebe/Organ T)

$H_T$  = Äquivalentdosis des Gewebes/Organs T

Die spezielle Einheit der effektiven Dosis ist das Sievert (Sv);  $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg}$ .

### Wichtungsfaktoren der Strahlung

| Strahlenart und Energiebereich               | Wichtungsfaktoren der Strahlung $w_R$ |
|--|---------------------------------------|
| Photonen, alle Energien                      | 1                                     |
| Elektronen und Müonen, alle Energien         | 1                                     |
| Neutronen, mit Energie                       | 5                                     |
| – unter 10 keV                               | 10                                    |
| – 10 keV bis 100 keV                         | 20                                    |
| – 100 keV bis 2 MeV                          | 10                                    |
| – 2 MeV bis 20 MeV                           | 5                                     |
| – über 20 MeV                                | 5                                     |
| Protonen, ohne Rückstossprotonen,            | 5                                     |
| – Energie über 2 MeV                         | 5                                     |
| Alphateilchen, Spaltfragmente, schwere Kerne | 20                                    |

### Wichtungsfaktoren für Gewebe

| Gewebe oder Organ | Wichtungsfaktoren für Gewebe, $w_T$ |
|-------------------|-------------------------------------|
| Gonaden           | 0.20                                |
| Knochenmark (rot) | 0.12                                |
| Dickdarm          | 0.12                                |
| Lunge             | 0.12                                |
| Magen             | 0.12                                |
| Blase             | 0.05                                |
| Brust             | 0.05                                |
| Leber             | 0.05                                |
| Speiseröhre       | 0.05                                |
| Schilddrüse       | 0.05                                |
| Haut              | 0.01                                |
| Knochenoberfläche | 0.01                                |
| Übrige            | 0.05                                |

### Dosis, effektive Folgedosis $E_{50}$

Effektive Dosis, die als Folge einer Aufnahme eines Nuklids in den Körper im Verlauf von 50 Jahren akkumuliert wird.

### Dosis, Ortsdosis

Als Ortsdosis gilt

- die Grösse  $H^*(10)$  (Umgebungs-Äquivalentdosis) bei durchdringungsfähiger Strahlung;
- die Grösse  $H'(0,07)$  (Richtungs-Äquivalentdosis) bei Strahlung geringer Eindringtiefe.

### Dosis, Personen-Tiefendosis $H_p(10)$ [Kurzbezeichnung $H_p$ ]

Äquivalentdosis in weichem Gewebe in einer Tiefe von 10 mm im Bereich des Thorax.

**Dosis, Personen-Oberflächendosis  $H_p(0,07)$  [Kurzbezeichnung  $H_s$ ]**

Äquivalentdosis in weichem Gewebe in einer Tiefe von 0,07 mm im Bereich des Thorax.

**Dosis, Umgebungs-Äquivalentdosis  $H^*(10)$** 

Die Umgebungs-Äquivalentdosis  $H^*(10)$  am interessierenden Punkt im tatsächlichen Strahlungsfeld ist die Äquivalentdosis im zugehörigen ausgerichteten und aufgeweiteten Strahlungsfeld in 10 mm Tiefe der an diesem Punkt zentrierten ICRU-Kugel auf demjenigen Kugelradius, der dem ausgerichteten Strahlungsfeld entgegengerichtet ist.

**Dosisintensive diagnostische Anwendungen**

Untersuchungen des Achsenskeletts, des Beckens und des Abdomens sowie Untersuchungen, bei denen mehrere Schnitte durch Direkt- oder Indirektradiographie angefertigt werden. Durchleuchtungen, durchleuchtungsgestützte Kontrastmitteluntersuchungen und durchleuchtungsgestützte Interventionen zählen ebenfalls dazu. Nicht als dosisintensive diagnostische Anwendungen gelten Durchleuchtungen der peripheren Extremitäten inklusive Ellbogen resp. inklusive oberes Sprunggelenk.

**Dosis, Richtungs-Äquivalentdosis  $H'(0,07)$** 

Die Richtungs-Äquivalentdosis  $H'(0,07)$  am interessierenden Punkt im tatsächlichen Strahlungsfeld ist die Äquivalentdosis im zugehörigen aufgeweiteten Strahlungsfeld auf einem festgelegten Radius der ICRU-Kugel in der Tiefe 0,07 mm.

**Dosimeter**

Instrument zur Messung der Orts- oder Personendosis.

**Eichung**

Amtliche Prüfung und Bestätigung, dass ein einzelnes Strahlenmessgerät (Messmittel) den gesetzlichen Vorschriften entspricht.

**Einfuhr/Ausfuhr**

Als Ein- oder Ausfuhr gilt die definitive wie die vorübergehende Ein- oder Ausfuhr. Als Einfuhr gilt auch die Einlagerung in ein offenes Zölllager, in ein Lager für Massengüter oder in ein Zollfreilager.

**Gegenstände des täglichen Gebrauchs**

Gegenstände wie Wäsche und Kleidungsstücke, Mobiliar, Haushalteinrichtungen und ähnliches, jedoch ohne Baumaterialien.

**Gray (Gy)**

Der spezielle Name für die Einheit der absorbierten Dosis.  $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$ .

**Halbwertszeit**

Zeit, in der die Aktivität eines Radionuklids auf die Hälfte abklingt.

**ICRU-Kugel**

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).

**Ingestion**

Aufnahme von radioaktiven Stoffen in den Körper über den Verdauungstrakt.

**Inhalation**

Aufnahme radioaktiver Stoffe durch Einatmen.

**Inkorporation**

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

**Ionisierende Strahlen**

Strahlen, deren Energie zur Herauslösung von Elektronen aus der Elektronenhülle ausreicht (Ionisation).

**Klinische Versuche**

Am Menschen durchgeführte Untersuchungen, mit denen die Sicherheit, die Wirksamkeit oder weitere Eigenschaften eines Heilmittels oder die Bioverfügbarkeit systematisch überprüft werden.

**Konstanzprüfungen**

Prüfung bestimmter Parameter auf Abweichungen gegenüber Referenzwerten in regelmässigen Abständen.

**Kontamination, radioaktive**

Zustand einer Verunreinigung eines Materials durch radioaktive Stoffe.

**Normal**

Messmittel oder Massverkörperung einer Messgrösse, welche die Grundlage zur Prüfung anderer Messmittel bilden.

**Parasitäre Strahlung**

Von einem nicht primär zur Erzeugung von ionisierender Strahlung vorgesehenen Gerät oder dessen Bestandteilen als Nebenwirkung beim Betrieb oder als Folge von Defekten ausgesandte ionisierende Strahlung.

**Personen, beruflich strahlenexponierte**

Personen, die:

- a. auf Grund ihrer beruflichen Tätigkeit oder bei ihrer Ausbildung durch eine kontrollierbare Strahlung eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv pro Jahr akkumulieren können; oder
- b. regelmässig in kontrollierten Zonen arbeiten oder ausgebildet werden.

**Personen, nichtberuflich strahlenexponierte**

Personen, die durch Umstände, die nicht mit der beruflichen Tätigkeit oder der Ausbildung verknüpft sind, einer gegenüber dem natürlichen Untergrund erhöhten und kontrollierbaren Strahlung ausgesetzt sein können.

**Physiologische Untersuchungen**

Untersuchungen, die zur Abklärung der Funktionsabläufe im Stoffwechsel, beim Wachstum, bei der Entwicklung und bei Bewegungen dienen.

**Qualitätssicherung**

Planung, Überwachung, Prüfung und Korrektur der Ausführung eines Produktes oder einer Tätigkeit mit dem Ziel, vorgegebene Qualitätsanforderungen zu erfüllen.

**Radioaktivität**

Spontaner Zerfall von Nukliden unter Emission ionisierender Strahlung.

**Radionuklid**

Nuklid, das spontan unter Strahlungsemission zerfällt.

**Radionuklidgeneratoren**

Radioaktive Strahlenquelle mit einem chemisch fixierten Mutternuklid, welches ein Tochternuklid erzeugt, das durch Elution oder ein anderes Verfahren herausgelöst werden kann.

**Radiopharmazeutika**

Arzneimittel, die Radionuklide enthalten, deren Strahlung diagnostisch oder therapeutisch ausgenutzt wird.

Als Radiopharmazeutika im Sinne dieser Verordnung gelten namentlich:

- a. Pharmazeutika, welche 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.

### **Radiopharmazeutika mit erhöhtem Risikopotenzial**

Markierbestecke zur Therapie, Positronen-Emissions-Tomographie (PET) Radiopharmazeutika sowie Radiopharmazeutika aus Inhouse-Produktion (mit und ohne Kit-Formulierung).

### **Reihenuntersuchung, radiologische**

Ohne individuelle Indikation an einer grossen Zahl von Personen systematisch durchgeführte radiologische Untersuchung. Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen gelten nicht als Reihenuntersuchungen.

### **Richtwert**

Generelle Bezeichnung für einen Wert, der von einem Grenzwert abgeleitet wird, dessen Überschreiten gewisse Massnahmen bewirkt bzw. dessen Einhaltung auch die Einhaltung des zugehörigen Grenzwertes sicherstellt.

Der Richtwert für Radionuskonzentrationen gilt als Wert, welcher angestrebt werden soll. Eine Überschreitung hat keine rechtlichen Konsequenzen.

### **Rückverfolgbarkeit**

Eigenschaft eines Messergebnisses oder des Wertes eines Normals, durch eine ununterbrochene Kette von Vergleichsmessungen mit angegebenen Messunsicherheiten auf geeignete Normale, im Allgemeinen internationale oder nationale Normale, bezogen zu sein.

### **Sievert (Sv)**

Der spezielle Name der Einheit der Äquivalentdosis bzw. der effektiven Dosis.  
 $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg}$ .

### **Stoffe, radioaktiv**

Stoffe, die Radionuklide enthalten, deren Aktivität die in Anhang 3, Spalte 9 festgesetzten Freigrenzen übersteigt.

### **Störfall**

Ereignis, bei welchem eine Anlage vom Normalbetrieb abweicht und:

- a. die Sicherheit einer Anlage oder eines Gegenstandes beeinträchtigt wird (technischer Störfall);
- b. das zu einer Überschreitung eines Immissionsgrenzwerts oder des Dosisgrenzwerts für nichtberuflich strahlenexponierte Personen führen kann (radiologischer Störfall); oder
- c. bei dem jemand einer Dosis von mehr als 50 mSv ausgesetzt wird (Strahlenunfall).

**Strahlenquellen**

Apparate und Gegenstände, die radioaktive Stoffe enthalten (geschlossene und offene radioaktive Strahlenquellen), sowie Anlagen, die ionisierende Strahlen aussenden können.

**Strahlenquellen, radioaktive**

Geschlossene und offene Strahlenquellen.

**Strahlenquellen, geschlossene radioaktive**

Strahlenquellen, die radioaktive Stoffe enthalten und deren Bauart unter üblicher Beanspruchung ein Austreten radioaktiver Stoffe vollständig verhindert und so die Möglichkeit einer Kontamination ausschliesst. Die Quellenkapselung soll für die vorgesehene Anwendung den Anforderungen der ISO-Normen genügen und entsprechend klassifiziert sein.

**Strahlenquelle, offene radioaktive**

Strahlenquellen, die radioaktive Stoffe enthalten und die sich ausbreiten und eine Kontamination verursachen können.

**Summenregel**

Regel zur Überprüfung der Einhaltung von Aktivitätsgrenzwerten bei Nuklidgemischen. Dabei werden die verschiedenen Nuklide entsprechend ihrer Gefährdung gewichtet. Wenn die folgenden Ungleichungen erfüllt sind, so liegen die Gemische unter der Freigrenze bzw. unter dem Richtwert für die Oberflächenkontamination.

$$\frac{a_1}{LE_1} + \frac{a_2}{LE_2} + \dots + \frac{a_n}{LE_n} < 1$$

$a_1, a_2, \dots, a_n$ : spezifische Aktivitäten der Nuklide 1, 2, ... n in Bq/kg.

$LE_1, LE_2, \dots, LE_n$ : Freigrenzen der Nuklide 1, 2, ... n in Bq/kg gemäss 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> gemäss Anhang 3, Spalte 12

**Synthese eines radiopharmazeutischen Endprodukts**

Alle Syntheseschritte zur Bildung eines Radiopharmazeutikums in verabreichungsfertiger Form (radiopharmazeutisches Endprodukt), insbesondere der Einbau des radioaktiven Isotops in ein Molekül (z.B. Bildung einer kovalenten Bindung, Komplexbildung oder das Erreichen der erforderlichen Oxidationsstufe des Radionuklids durch Reduktion/Oxidation).

**Triagemessung**

Messverfahren zur Feststellung von Inkorporationen ohne Bestimmung der entsprechenden effektiven Dosis. Bei Überschreitung eines vorbestimmten Schwellwertes muss eine Inkorporationsmessung mit Bestimmung der effektiven Folgedosis durchgeführt werden.

**Vollschutzeinrichtung**

Abschirmung einer Anlage zur Erzeugung ionisierender Strahlung sowie Einheiten mit geschlossenen Strahlenquellen, welche bei Betrieb der Anlage Nutz-, Streu- und parasitäre Strahlung vollständig umschliesst und derart abschirmt, dass die Ortsdosisleistung in 10 cm Abstand von der Oberfläche auf weniger als 1 Mikrosievert pro Stunde gesenkt wird und an allen zugänglichen Stellen die für nichtberuflich strahlenexponierte Personen geltenden Dosisgrenzwerte nicht überschritten werden können.

**Wartung**

Sicherstellung der Funktionalität und Sicherheit einer Einrichtung durch vorbeugende Massnahmen.

**Zone, kontrollierte**

Kontrollierte Zonen sind:

- a. Arbeitsbereiche für den Umgang mit offenen radioaktiven Strahlenquellen nach Art. 69;
- b. Bereiche, in welchen die Konzentration der Luft über  $1/20$  der Richtwerte nach Anhang 3 Spalte 11 liegen kann;
- c. Bereiche, in welchen die Oberflächenkontamination über den Richtwerten nach Anhang 3 Spalte 12 liegen kann;
- d. Bereiche, in denen Personen durch externe Strahlenexpositionen eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv pro Jahr akkumulieren können;
- e. Bereiche, in denen Anlagen ohne Vollschutzeinrichtung betrieben werden;
- f. Bereiche, die von der Aufsichtsbehörde als solche bezeichnet werden.

**Zubereitung eines Radiopharmazeutikums**

Vorgang, bei welchem durch Befolgung der Markiervorschriften gemäss Zulassung eines Markierbestecks zur Diagnostik das radiopharmazeutische Endprodukt erzeugt wird.

**Zustandsprüfung**

Prüfung des Zustandes eines in Gebrauch stehenden Produktes und Feststellung der Erfüllung vorgegebener Erfordernisse.



*Anhang 2*<sup>161</sup>  
(Art. 1 Abs. 1 und 2 Abs. 1)

## Geltungsbereich

### 1. Stoffe und Gegenstände

Die Verordnung gilt, wenn für einen Stoff oder Gegenstand in mindestens einer Zeile alle Werte überschritten werden.

Für Erze, Mineralien- und Gesteinssammlungen ist allein die spezielle Zeile massgebend.

| Stoffe, Gegenstände                    | Spezifische Aktivität  | Absolute Aktivität,<br>Masse         | Konzentration,<br>Kontamination,<br>Dosisleistung   |
|--|--|--------------------------------------|---|
| Feste Stoffe                           | Freigrenze nach<br>Anhang 3 Spalte 9   | Freigrenze nach<br>Anhang 3 Spalte 9 |   |
| Feste Stoffe                           |  |                                      | Ortsdosisleistung in<br>10 cm von der Ober-<br>fläche nach Abzug des<br>Untergrundes: 0,1 µSv<br>pro Stunde |
| Feste Stoffe                           |  |                                      | Richtwert nach<br>Anhang 3 Spalte 12  |
| Flüssigkeiten                          | Freigrenze nach<br>Anhang 3 Spalte 9   | Freigrenze nach<br>Anhang 3 Spalte 9 |   |
| Wasser                                 | 1 % der Freigrenze<br>nach Anhang 3<br>Spalte 9  | Freigrenze nach<br>Anhang 3 Spalte 9 |   |
| Gase und Luft (inklusive Radon)        |  |                                      | $\frac{1}{300}$ Richtwert nach<br>Anhang 3 Spalte 11  |
| Lebensmittel                           | Toleranz-, respektive<br>Grenzwerte nach der<br>Verordnung des EDI<br>vom 26. Juni 1995 <sup>162</sup><br>über Fremd- und In-<br>haltsstoffe in Lebens-<br>mitteln |                                      |   |
| Gegenstände des<br>täglichen Gebrauchs | 1 % der Freigrenze<br>nach Anhang 3 Spalte 9   | Freigrenze nach<br>Anhang 3 Spalte 9 | für künstlich her-<br>gestellte Radionuklide  |

<sup>161</sup> Fassung gemäss Ziff. II der V vom 17. Nov. 1999, in Kraft seit 1. Jan. 2000  
(AS 2000 107).

<sup>162</sup> SR 817.021.23

| Stoffe, Gegenstände                      | Spezifische Aktivität                       | Absolute Aktivität, Masse              | Konzentration, Kontamination, Dosisleistung |
|--|---|--|---|
| Erze, Mineralien- und Gesteinssammlungen | 1000fache Freigrenze nach Anhang 3 Spalte 9 | 10 g nat. Thorium oder 100 g Natururan |   |

## 2. Abfälle und Abwässer

Die Verordnung gilt, wenn für Abfälle oder Abwässer in mindestens einer Zeile alle Werte überschritten werden.

Die Angabe pro Monat bezieht sich auf Abgaben an die Umwelt.

| Abfälle, Abwässer                  | Spezifische Aktivität   | Absolute Aktivität pro Bewilligung                   | Kontamination, Dosisleistung   |
|------------------------------------|---|--|--|
| Feste Abfälle                      | Freigrenze nach Anhang 3 Spalte 9   | 100fache Freigrenze nach Anhang 3 Spalte 9 pro Monat |  |
| Feste Abfälle                      |   |  | Ortsdosisleistung in 10 cm von der Oberfläche nach Abzug des Untergrundes: 0,1 $\mu$ Sv pro Stunde |
| Feste Abfälle                      |   |  | Richtwert nach Anhang 3 Spalte 12  |
| Flüssige Abfälle                   | Freigrenze nach Anhang 3 Spalte 9   | 100fache Freigrenze nach Anhang 3 Spalte 9 pro Monat |  |
| Abwässer                           | 1 % der Freigrenze nach Anhang 3 Spalte 9 (im Wochenmittel im Abwasser des Arbeitsbereichs) | 100fache Freigrenze nach Anhang 3 Spalte 9 pro Monat |  |
| Gasförmige Abfälle, eingeschlossen |   | Bewilligungsgrenze nach Anhang 3 Spalte 10           |  |

## Daten für den operationellen Strahlenschutz

| Nuklid       | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart | $\epsilon_{inh}$<br>Sv/Bq | $\epsilon_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrössen                          |  |   | Freigrenze<br>LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte              |                          |                             |
|--------------|---------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|---|---|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|              |               |                             |                           |                           | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |   |                                     | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1            | 2             | 3                           | 4                         | 5                         | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                                  | 11                      | 12                       | 13                          |
| H-3          | 12.35 a       | $\beta^-$                   | 4.1 E-11                  | 4.2 E-11                  | <0.001                                       | <1   | <0.1  | 2 E+05  | 1 E+08                              | 2 E+05                  | 1000                     |                             |
| H-3, HTO     | 12.35 a       | $\beta^-$                   | 1.8 E-11                  | 1.8 E-11                  | <0.001                                       | <1   | <0.1  | 6 E+05  | 3 E+08                              | 5 E+05                  | 1000                     |                             |
| H-3, Gas [7] | 12.35 a       | $\beta^-$                   | 1.8 E-15                  |                           | <0.001                                       | <1   | <0.1  |   | 3 E+12                              | 5 E+09                  |                          |                             |
| Be-7         | 53.3 d        | $\epsilon, \gamma$          | 4.6 E-11                  | 2.8 E-11                  | 0.008  | <1   | 0.1   | 4 E+05  | 1 E+08                              | 1 E+05                  | 1000                     |                             |
| Be-10        | 1.6 E6 a      | $\beta^-$                   | 1.9 E-08                  | 1.1 E-09                  | <0.001                                       | 2000   | 1.6   | 9 E+03  | 3 E+05                              | 9 E+01                  | 3                        |                             |
| C-11         | 20.38 m       | $\epsilon, \beta^+$         | 3.2 E-12                  | 2.4 E-11                  | 0.160  | 1000   | 1.7   | 4 E+05  | 7 E+07                              | 7 E+04 [3]              | 3                        |                             |
| C-11 Monoxyd | 20.38 m       | $\epsilon, \beta^+$         | 1.2 E-12                  | 1.2 E-12                  |  |  |   |   | 7 E+07                              | 7 E+04 [3]              |                          |                             |
| C-11 Dioxyd  | 20.38 m       | $\epsilon, \beta^+$         | 2.2 E-12                  | 2.2 E-12                  |  |  |   |   | 7 E+07                              | 7 E+04 [3]              |                          |                             |
| C-14         | 5730 a        | $\beta^-$                   | 5.8 E-10                  | 5.8 E-10                  | <0.001                                       | 200  | 0.3   | 2 E+04  | 9 E+06                              | 1 E+04                  | 30                       |                             |
| C-14 Monoxyd | 5730 a        | $\beta^-$                   | 8.0 E-13                  | 8.0 E-13                  |  |  |   |   | 6 E+09                              | 1 E+07                  |                          |                             |
| C-14 Dioxyd  | 5730 a        | $\beta^-$                   | 6.5 E-12                  | 6.5 E-12                  |  |  |   |   | 8 E+08                              | 1 E+06                  |                          |                             |
| N-13         | 9.965 m       | $\epsilon, \beta^+$         |                           |                           | 0.160  | 1000   | 1.7   |   | 7 E+07                              | 7 E+04 [3]              | 3                        |                             |
| O-15         | 122.24 s      | $\epsilon, \beta^+$         |                           |                           | 0.161  | 1000   | 1.7   |   | 7 E+07                              | 7 E+04 [3]              | 3                        |                             |
| F-18         | 109.77 m      | $\epsilon, \beta^+$         | 9.3 E-11                  | 4.9 E-11                  | 0.160  | 2000   | 1.7   | 2 E+05  | 5 E+07                              | 7 E+04 [3]              | 3                        |                             |
| Na-22        | 2.602 a       | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 2.0 E-09                  | 3.2 E-09                  | 0.330  | 2000   | 1.6   | 3 E+03  | 3 E+06                              | 4 E+03                  | 3                        |                             |
| Na-24        | 15 h          | $\beta^-, \gamma$           | 5.3 E-10                  | 4.3 E-10                  | 0.506  | 1000   | 1.9   | 2 E+04  | 9 E+06                              | 3 E+04                  | 3                        |                             |
| Mg-28/Al-28  | 20.91 h       | $\beta^-, \gamma$           | 1.7 E-09                  | 2.2 E-09                  | 0.529  | 2000   | 3.1   | 5 E+03  | 3 E+06                              | 6 E+03                  | 3                        |                             |

<sup>163</sup> Fassung gemäss Ziff. II der V vom 17. Nov. 1999 (AS 2000 107). Bereinigt gemäss Ziff. II der V vom 15. Nov. 2000, in Kraft seit 1. Jan. 2001 (AS 2000 2894).

| Nuklid        | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart  | $\epsilon_{inh}$<br>Sv/Bq | $\epsilon_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|---------------|---------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|               |               |                              |                           |                           | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1             | 2             | 3                            | 4                         | 5                         | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| Al-26         | 7.16 E5 a     | $\epsilon, \beta^+, \gamma$  | 1.4 E-08                  | 3.5 E-09                  | 0.382  | 1000   | 1.5   | 3 E+03                                      | 4 E+05                  | 4 E+02                  |                          | 3                           |
| Si-31         | 157.3 m       | $\beta^-, \gamma$            | 1.1 E-10                  | 1.6 E-10                  | <0.001                                       | 1000   | 1.6   | 6 E+04                                      | 5 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3                           |
| Si-32         | 450 a         | $\beta^-$                    | 5.5 E-08                  | 5.6 E-10                  | <0.001                                       | 500  | 0.6   | 2 E+04                                      | 9 E+04                  | 3 E+01                  |                          | 3 → P-32                    |
| P-30          | 2.499 m       | $\epsilon, \beta^+, \gamma$  |                           |                           | 0.371  | 900  | 1.7   |   |                         |                         |                          | 3                           |
| P-32          | 14.29 d       | $\beta^-$                    | 2.9 E-09                  | 2.4 E-09                  | <0.001                                       | 1000   | 1.6   | 4 E+03                                      | 2 E+06                  | 2 E+03                  |                          | 3                           |
| P-33          | 25.4 d        | $\beta^-$                    | 1.3 E-09                  | 2.4 E-10                  | <0.001                                       | 700  | 0.8   | 4 E+04                                      | 4 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 10                          |
| S-35 (anorg.) | 87.44 d       | $\beta^-$                    | 1.1 E-09                  | 1.9 E-10                  | <0.001                                       | 200  | 0.3   | 5 E+04                                      | 5 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 30                          |
| S-35 (org.)   | 87.44 d       | $\beta^-$                    | 1.2 E-10                  | 7.7 E-10                  | <0.001                                       | 200  | 0.3   | 1 E+04                                      | 4 E+07                  | 7 E+04                  |                          | 30                          |
| Cl-36         | 3.01 E5 a     | $\beta^-, \epsilon, \beta^+$ | 5.1 E-09                  | 9.3 E-10                  | <0.001                                       | 1000   | 1.5   | 1 E+04                                      | 1 E+06                  | 1 E+03                  |                          | 3                           |
| Cl-38         | 37.21 m       | $\beta^-, \gamma$            | 7.3 E-11                  | 1.2 E-10                  | 1.551  | 1000   | 1.8   | 8 E+04                                      | 7 E+07                  | 4 E+04 [3]              |                          | 3                           |
| Cl-39         | 55.6 m        | $\beta^-, \gamma$            | 7.6 E-11                  | 8.5 E-11                  | 0.241  | 1000   | 1.7   | 1 E+05                                      | 7 E+07                  | 2 E+05                  |                          | 3 → Ar-39                   |
| Ar-37         | 35. 02 d      | $\epsilon$                   |                           |                           | <0.001                                       | <1   | <0.1  |   | 1 E+14                  | 1 E+11                  |                          |                             |
| Ar-39         | 269 a         | $\beta^-$                    |                           |                           | <0.001                                       | 2000   | 1.5   |   | 3 E+10                  | 7 E+06 [4]              |                          |                             |
| Ar-41         | 1.827 h       | $\beta^-, \gamma$            |                           |                           | 0.188  | 1000   | 1.7   |   | 5 E+07                  | 5 E+04                  |                          |                             |
| K-38          | 7.636 m       | $\epsilon, \beta^+, \gamma$  |                           |                           | 0.480  | 1000   | 1.8   |   |                         |                         |                          | 3                           |
| K-40          | 1.28 E9 a     | $\beta^-, \epsilon, \gamma$  | 3.0 E-09                  | 6.2 E-09                  | 0.022  | 1000   | 1.5   | 2 E+03                                      | 2 E+06                  | 3 E+03                  |                          | 3                           |
| K-42          | 12.36 h       | $\beta^-, \gamma$            | 2.0 E-10                  | 4.3 E-10                  | 0.464  | 1000   | 1.7   | 2 E+04                                      | 3 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 3                           |
| K-43          | 22.6 h        | $\beta^-, \gamma$            | 2.6 E-10                  | 2.5 E-10                  | 0.152  | 1000   | 1.6   | 4 E+04                                      | 2 E+07                  | 4 E+04                  |                          | 3                           |
| K-44          | 22.13 m       | $\beta^-, \gamma$            | 3.7 E-11                  | 8.4 E-11                  | 1.553  | 1000   | 1.8   | 1 E+05                                      | 1 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3                           |
| K-45          | 20 m          | $\beta^-, \gamma$            | 2.8 E-11                  | 5.4 E-11                  | 0.302  | 1000   | 1.7   | 2 E+05                                      | 2 E+08                  | 5 E+05                  |                          | 3                           |
| Ca-41         | 1.4 E5 a      | $\epsilon$                   | 1.9 E-10                  | 2.9 E-10                  | <0.001                                       | <1   | <0.1  | 3 E+04                                      | 3 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 300                         |
| Ca-45         | 163 d         | $\beta^-, \gamma$            | 2.3 E-09                  | 7.6 E-10                  | <0.001                                       | 700  | 0.8   | 1 E+04                                      | 2 E+06                  | 5 E+03                  |                          | 10                          |
| Ca-47         | 4.53 d        | $\beta^-, \gamma$            | 2.1 E-09                  | 1.6 E-09                  | 0.156  | 1000   | 1.6   | 6 E+03                                      | 2 E+06                  | 4 E+03                  |                          | 3 → Sc-47                   |
| Sc-43         | 3.891 h       | $\epsilon, \beta^+, \gamma$  | 1.8 E-10                  | 1.9 E-10                  | 0.174  | 1000   | 1.4   | 5 E+04                                      | 3 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3                           |
| Sc-44         | 3.927 h       | $\epsilon, \beta^+, \gamma$  | 3.0 E-10                  | 3.5 E-10                  | 0.324  | 1000   | 1.7   | 3 E+04                                      | 2 E+07                  | 7 E+04                  |                          | 3                           |
| Sc-44m        | 58.6 h        | $\epsilon, \gamma$           | 2.0 E-09                  | 2.4 E-09                  | 0.045  | 200  | 0.2   | 4 E+03                                      | 3 E+06                  | 4 E+03                  |                          | 3 → Sc-44 [6]               |

| Nuklid | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart       | $\epsilon_{inh}$<br>Sv/Bq | $\epsilon_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|--------|---------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|        |               |                                   |                           |                           | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1      | 2             | 3                                 | 4                         | 5                         | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| Sc-46  | 83.83 d       | $\beta^-$ , $\gamma$              | 4.8 E-09                  | 1.5 E-09                  | 0.299  | 1000   | 1.2   | 7 E+03                                      | 1 E+06                  | 1 E+03                  |                          | 3                           |
| Sc-47  | 3.351 d       | $\beta^-$ , $\gamma$              | 7.3 E-10                  | 5.4 E-10                  | 0.017  | 1000   | 1.3   | 2 E+04                                      | 7 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3                           |
| Sc-48  | 43.7 h        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 1.6 E-09                  | 1.7 E-09                  | 0.495  | 2000   | 1.7   | 6 E+03                                      | 3 E+06                  | 7 E+03                  |                          | 3                           |
| Sc-49  | 57.4 m        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 6.1 E-11                  | 8.2 E-11                  | 0.001  | 1000   | 1.6   | 1 E+05                                      | 8 E+07                  | 3 E+05                  |                          | 3                           |
| Ti-44  | 47.3 a        | $\epsilon$ , $\gamma$             | 7.2 E-08                  | 5.8 E-09                  | 0.026  | 2  | <0.1  | 2 E+03                                      | 7 E+04                  | 3 E+02                  |                          | 30 → Sc-44 [6]              |
| Ti-45  | 3.08 h        | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 1.5 E-10                  | 1.5 E-10                  | 0.136  | 1000   | 1.5   | 7 E+04                                      | 3 E+07                  | 2 E+05                  |                          | 3                           |
| V-47   | 32.6 m        | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 5.0 E-11                  | 6.3 E-11                  | 0.156  | 1000   | 1.7   | 2 E+05                                      | 1 E+08                  | 4 E+05                  |                          | 3                           |
| V-48   | 16.238 d      | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 2.7 E-09                  | 2.0 E-09                  | 0.432  | 900  | 1.0   | 5 E+03                                      | 2 E+06                  | 3 E+03                  |                          | 3                           |
| V-49   | 330 d         | $\epsilon$                        | 2.6 E-11                  | 1.8 E-11                  | <0.001                                       | <1   | <0.1  | 6 E+05                                      | 2 E+08                  | 9 E+04                  |                          | 100                         |
| Cr-48  | 22.96 h       | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 2.5 E-10                  | 2.0 E-10                  | 0.071  | 50   | 0.1   | 5 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 100 → V-48 [6]              |
| Cr-49  | 42.09 m       | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 5.9 E-11                  | 6.1 E-11                  | 0.166  | 1000   | 1.7   | 2 E+05                                      | 8 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3 → V-49                    |
| Cr-51  | 27.704 d      | $\epsilon$ , $\gamma$             | 3.6 E-11                  | 3.8 E-11                  | 0.005  | 3  | <0.1  | 3 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 100                         |
| Mn-51  | 46.2 m        | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 6.8 E-11                  | 9.3 E-11                  | 0.159  | 1000   | 1.7   | 1 E+05                                      | 7 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3 → Cr-51                   |
| Mn-52  | 5.591 d       | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 1.8 E-09                  | 1.8 E-09                  | 0.510  | 600  | 0.7   | 6 E+03                                      | 3 E+06                  | 5 E+03                  |                          | 10                          |
| Mn-52m | 21.1 m        | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 5.0 E-11                  | 6.9 E-11                  | 0.389  | 1000   | 1.7   | 1 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 3 → Mn-52                   |
| Mn-53  | 3.7 E6 a      | $\epsilon$                        | 3.6 E-11                  | 3.0 E-11                  | <0.001                                       | 20   | <0.1  | 3 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 1000                        |
| Mn-54  | 312.5 d       | $\epsilon$ , $\gamma$             | 1.2 E-09                  | 7.1 E-10                  | 0.126  | 10   | 0.1   | 1 E+04                                      | 4 E+06                  | 7 E+03                  |                          | 100                         |
| Mn-56  | 2.5785 h      | $\beta^-$ , $\gamma$              | 2.0 E-10                  | 2.5 E-10                  | 0.275  | 1000   | 1.7   | 4 E+04                                      | 3 E+07                  | 4 E+04                  |                          | 3                           |
| Fe-52  | 8.275 h       | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 9.5 E-10                  | 1.4 E-09                  | 0.116  | 900  | 1.0   | 7 E+03                                      | 5 E+06                  | 9 E+03                  |                          | 3 → Mn-52m [6]              |
| Fe-55  | 2.70 a        | $\epsilon$                        | 9.2 E-10                  | 3.3 E-10                  | <0.001                                       | 20   | <0.1  | 3 E+04                                      | 5 E+06                  | 9 E+03                  |                          | 300                         |
| Fe-59  | 44.529 d      | $\beta^-$ , $\gamma$              | 3.2 E-09                  | 1.8 E-09                  | 0.175  | 1000   | 1.1   | 6 E+03                                      | 2 E+06                  | 3 E+03                  |                          | 3                           |
| Fe-60  | 1 E5 a        | $\beta^-$                         | 3.3 E-07                  | 1.1 E-07                  | <0.001                                       | 90   | 0.3   | 9 E+01                                      | 2 E+04                  | 3 E+01                  |                          | 3 → Co-60m                  |
| Co-55  | 17.54 h       | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 8.3 E-10                  | 1.1 E-09                  | 0.302  | 1000   | 1.4   | 9 E+03                                      | 6 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3 → Fe-55                   |
| Co-56  | 78.76 d       | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 4.9 E-09                  | 2.5 E-09                  | 0.485  | 300  | 0.6   | 4 E+03                                      | 1 E+06                  | 2 E+03                  |                          | 10                          |
| Co-57  | 270.9 d       | $\epsilon$ , $\gamma$             | 6.0 E-10                  | 2.1 E-10                  | 0.021  | 100  | 0.1   | 5 E+04                                      | 8 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 100                         |
| Co-58  | 70.80 d       | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 1.7 E-09                  | 7.4 E-10                  | 0.147  | 300  | 0.3   | 1 E+04                                      | 3 E+06                  | 5 E+03                  |                          | 30                          |
| Co-58m | 9.15 h        | $\gamma$                          | 1.7 E-11                  | 2.4 E-11                  | <0.001                                       | 10   | <0.1  | 4 E+05                                      | 3 E+08                  | 5 E+05                  |                          | 1000 → Co-58 [6]            |

| Nuklid        | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart                   | $c_{inh}$<br>Sv/Bq | $c_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|---------------|---------------|---|--------------------|--------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|               |               |   |                    |                    | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1             | 2             | 3   | 4                  | 5                  | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| Co-60         | 5.271 a       | $\beta^-$ , $\gamma$                          | 1.7 E-08           | 3.4 E-09           | 0.366  | 1000   | 1.1   | 1 E+03 <sup>164</sup>                       | 9 E+04                  | 5 E+02                  |                          | 3                           |
| Co-60m        | 10.47 m       | $\beta^-$ , $\gamma$                          | 1.2 E-12           | 1.7 E-12           | 0.001  | 20   | <0.1  | 6 E+06                                      | 4 E+09                  | 7 E+06                  |                          | 300 → Co-60 [6]             |
| Co-61         | 1.65 h        | $\beta^-$ , $\gamma$                          | 7.5 E-11           | 7.4 E-11           | 0.017  | 1000   | 1.6   | 1 E+05                                      | 7 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3                           |
| Co-62m        | 13.91 m       | $\beta^-$ , $\gamma$                          | 3.7 E-11           | 4.7 E-11           | 0.436  | 1000   | 1.8   | 2 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 3                           |
| Ni-56         | 6.10 d        | $\epsilon$ , $\gamma$                         | 9.6 E-10           | 8.6 E-10           | 0.260  | 60   | 0.1   | 1 E+04                                      | 5 E+06                  | 9 E+03                  |                          | 30 → Co-56 [6]              |
| Ni-57         | 36.08 h       | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$             | 7.6 E-10           | 8.7 E-10           | 0.278  | 700  | 0.8   | 1 E+04                                      | 7 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 10 → Co-57                  |
| Ni-59         | 7.5 E4 a      | $\epsilon$                                    | 2.2 E-10           | 6.3 E-11           | <0.001                                       | 10   | <0.1  | 2 E+05                                      | 2 E+07                  | 4 E+04                  |                          | 1000                        |
| Ni-63         | 96 a          | $\beta^-$                                     | 5.2 E-10           | 1.5 E-10           | <0.001                                       | <1   | <0.1  | 7 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 1000                        |
| Ni-65         | 2.520 h       | $\beta^-$ , $\gamma$                          | 1.3 E-10           | 1.8 E-10           | 0.081  | 1000   | 1.6   | 6 E+04                                      | 4 E+07                  | 6 E+04                  |                          | 3                           |
| Ni-66 / Cu-66 | 54.6 h        | $\beta^-$ , $\gamma$                          | 1.9 E-09           | 3.0 E-09           | 0.039  | 2000   | 2.2   | 3 E+03                                      | 3 E+06                  | 4 E+03                  |                          | 3                           |
| Cu-60         | 23.2 m        | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$             | 6.2 E-11           | 7.0 E-11           | 0.596  | 1000   | 1.8   | 1 E+05                                      | 8 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3                           |
| Cu-61         | 3.408 h       | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$             | 1.2 E-10           | 1.2 E-10           | 0.128  | 900  | 1.1   | 8 E+04                                      | 4 E+07                  | 7 E+04                  |                          | 3                           |
| Cu-64         | 12.701 h      | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\beta^-$ , $\gamma$ | 1.5 E-10           | 1.2 E-10           | 0.030  | 900  | 0.8   | 8 E+04                                      | 3 E+07                  | 6 E+04                  |                          | 10                          |
| Cu-67         | 61.86 h       | $\beta^-$ , $\gamma$                          | 5.8 E-10           | 3.4 E-10           | 0.018  | 1000   | 1.4   | 3 E+04                                      | 9 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3                           |
| Zn-62 / Cu-62 | 9.26 h        | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$             | 6.6 E-10           | 9.4 E-10           | 0.319  | 1000   | 1.9   | 1 E+04                                      | 8 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3                           |
| Zn-63         | 38.1 m        | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$             | 6.1 E-11           | 7.9 E-11           | 0.175  | 1000   | 1.6   | 1 E+05                                      | 8 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3                           |
| Zn-65         | 243.9 d       | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$             | 2.8 E-09           | 3.9 E-09           | 0.086  | 40   | 0.1   | 3 E+03                                      | 2 E+06                  | 3 E+03                  |                          | 30                          |
| Zn-69         | 57 m          | $\beta^-$ , $\gamma$                          | 4.3 E-11           | 3.1 E-11           | <0.001                                       | 1000   | 1.6   | 3 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 3                           |
| Zn-69m        | 13.76 h       | $\beta^-$ , $\gamma$                          | 3.3 E-10           | 3.3 E-10           | 0.067  | 70   | 0.1   | 3 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 3 → Zn-69                   |
| Zn-71m        | 3.92 h        | $\beta^-$ , $\gamma$                          | 2.4 E-10           | 2.4 E-10           | 0.240  | 1000   | 1.7   | 4 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 3                           |
| Zn-72         | 46.5 h        | $\beta^-$ , $\gamma$                          | 1.5 E-09           | 1.4 E-09           | 0.026  | 900  | 0.9   | 7 E+03                                      | 3 E+06                  | 6 E+03                  |                          | 3 → Ga-72 [6]               |
| Ga-65         | 15.2 m        | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$             | 2.9 E-11           | 3.7 E-11           | 0.183  | 1000   | 1.6   | 3 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3 → Zn-65                   |
| Ga-66         | 9.40 h        | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$             | 7.1 E-10           | 1.2 E-09           | 0.877  | 600  | 1.1   | 8 E+03                                      | 7 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3                           |
| Ga-67         | 78.26 h       | $\epsilon$ , $\gamma$                         | 2.8 E-10           | 1.9 E-10           | 0.025  | 30   | 0.3   | 5 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 30                          |
| Ga-68         | 68.0 m        | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$             | 8.1 E-11           | 1.0 E-10           | 0.149  | 1000   | 1.5   | 1 E+05                                      | 6 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3                           |

164 AS 2000 934

| Nuklid | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart          | $c_{inh}$<br>Sv/Bq | $c_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|--------|---------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|        |               |                                      |                    |                    | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1      | 2             | 3                                    | 4                  | 5                  | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| Ga-70  | 21.15 m       | $\epsilon, \beta^-, \gamma$          | 2.6 E-11           | 3.1 E-11           | 0.001  | 1000   | 1.6   | 3 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3                           |
| Ga-72  | 14.1 h        | $\beta^-, \gamma$                    | 8.4 E-10           | 1.1 E-09           | 0.386  | 1000   | 1.7   | 9 E+03                                      | 6 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3                           |
| Ga-73  | 4.91 h        | $\beta^-, \gamma$                    | 2.0 E-10           | 2.6 E-10           | 0.052  | 1000   | 1.6   | 4 E+04                                      | 3 E+07                  | 4 E+04                  |                          | 3                           |
| Ge-66  | 2.27 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 1.3 E-10           | 1.0 E-10           | 0.108  | 400  | 0.5   | 1 E+05                                      | 4 E+07                  | 6 E+04                  |                          | 10 → Ga-66 [6]              |
| Ge-67  | 18.7 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 4.2 E-11           | 6.5 E-11           | 0.407  | 1000   | 1.7   | 2 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 3 → Ga-67                   |
| Ge-68  | 288d          | $\epsilon$                           | 7.9 E-09           | 1.3 E-09           | <0.001                                       | 10   | <0.1  | 8 E+03                                      | 6 E+05                  | 1 E+03                  |                          | 3 → Ga-68 [6]               |
| Ge-69  | 39.05 h       | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 3.7 E-10           | 2.4 E-10           | 0.132  | 500  | 0.6   | 4 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 10                          |
| Ge-71  | 11.8 d        | $\epsilon$                           | 1.1 E-11           | 1.2 E-11           | <0.001                                       | 10   | <0.1  | 8 E+05                                      | 5 E+08                  | 8 E+05                  | 1000                     |                             |
| Ge-75  | 82.78 m       | $\beta^-, \gamma$                    | 5.4 E-11           | 4.6 E-11           | 0.006  | 1000   | 1.6   | 2 E+05                                      | 9 E+07                  | 2 E+05                  |                          | 3                           |
| Ge-77  | 11.3 h        | $\beta^-, \gamma$                    | 4.5 E-10           | 3.3 E-10           | 0.163  | 1000   | 1.6   | 3 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 3                           |
| Ge-78  | 87 m          | $\beta^-, \gamma$                    | 1.4 E-10           | 1.2 E-10           | 0.045  | 1000   | 1.5   | 8 E+04                                      | 4 E+07                  | 6 E+04                  |                          | 3 → As-78 [6]               |
| As-69  | 15.2 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 3.5 E-11           | 5.7 E-11           | 0.250  | 900  | 1.7   | 2 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 3 → Ge-69                   |
| As-70  | 52.6 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 1.2 E-10           | 1.3 E-10           | 0.603  | 1000   | 1.7   | 8 E+04                                      | 4 E+07                  | 7 E+04                  |                          | 3                           |
| As-71  | 64.8 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 5.0 E-10           | 4.6 E-10           | 0.088  | 700  | 0.7   | 2 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 10 → Ge-71                  |
| As-72  | 26.0 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 1.3 E-09           | 1.8 E-09           | 0.339  | 900  | 1.6   | 6 E+03                                      | 4 E+06                  | 6 E+03                  |                          | 3                           |
| As-73  | 80.30 d       | $\epsilon, \gamma$                   | 6.5 E-10           | 2.6 E-10           | 0.003  | 20   | <0.1  | 4 E+04                                      | 8 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 300                         |
| As-74  | 17.76 d       | $\epsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$ | 1.8 E-09           | 1.3 E-09           | 0.117  | 900  | 1.1   | 8 E+03                                      | 3 E+06                  | 5 E+03                  |                          | 3                           |
| As-76  | 26.32 h       | $\beta^-, \gamma$                    | 9.2 E-10           | 1.6 E-09           | 0.132  | 1000   | 1.6   | 6 E+03                                      | 5 E+06                  | 9 E+03                  |                          | 3                           |
| As-77  | 38.8 h        | $\beta^-, \gamma$                    | 4.2 E-10           | 4.0 E-10           | 0.001  | 1000   | 1.5   | 3 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 3                           |
| As-78  | 90.7 m        | $\beta^-, \gamma$                    | 1.4 E-10           | 2.1 E-10           | 0.804  | 1000   | 1.7   | 5 E+04                                      | 4 E+07                  | 6 E+04                  |                          | 3                           |
| Se-70  | 41.0 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 1.2 E-10           | 1.4 E-10           | 0.158  | 900  | 1.3   | 7 E+04                                      | 4 E+07                  | 7 E+04                  |                          | 3 → As-70 [6]               |
| Se-73  | 7.15 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 2.4 E-10           | 3.9 E-10           | 0.174  | 900  | 1.2   | 3 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 3 → As-73                   |
| Se-73m | 39 m          | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 2.7 E-11           | 4.1 E-11           | 0.038  | 300  | 0.4   | 2 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 10 → Se-73                  |
| Se-75  | 119.8 d       | $\epsilon, \gamma$                   | 1.7 E-09           | 2.6 E-09           | 0.064  | 80   | 0.1   | 4 E+03                                      | 3 E+06                  | 5 E+03                  |                          | 30                          |
| Se-79  | 6.5 E4 a      | $\beta^-, \gamma$                    | 3.1 E-09           | 2.9 E-09           | <0.001                                       | 200  | 0.4   | 3 E+03                                      | 2 E+06                  | 3 E+03                  |                          | 10                          |
| Se-81  | 18.5 m        | $\beta^-, \gamma$                    | 2.4 E-11           | 2.7 E-11           | 0.002  | 1000   | 1.6   | 4 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3                           |
| Se-81m | 57.25 m       | $\beta^-, \gamma$                    | 6.8 E-11           | 5.9 E-11           | 0.004  | 100  | 1.1   | 2 E+05                                      | 7 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3 → Se-81                   |
| Se-83  | 22.5 m        | $\beta^-, \gamma$                    | 5.3 E-11           | 5.1 E-11           | 0.362  | 1000   | 1.7   | 2 E+05                                      | 9 E+07                  | 2 E+05                  |                          | 3 → Br-83                   |

| Nuklid | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart          | $\epsilon_{inh}$<br>Sv/Bq | $\epsilon_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|--------|---------------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|        |               |                                      |                           |                           | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1      | 2             | 3                                    | 4                         | 5                         | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| Br-74  | 25.3 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 6.8 E-11                  | 8.4 E-11                  | 1.022  | 1000   | 1.8   | 1 E+05                                      | 7 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3                           |
| Br-74m | 41.5 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 1.1 E-10                  | 1.4 E-10                  | 1.347  | 900  | 1.8   | 7 E+04                                      | 5 E+07                  | 8 E+04                  |                          | 3                           |
| Br-75  | 98 m          | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 8.5 E-11                  | 7.9 E-11                  | 0.189  | 900  | 1.3   | 1 E+05                                      | 6 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3 → Se-75                   |
| Br-76  | 16.2 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 5.8 E-10                  | 4.6 E-10                  | 0.503  | 700  | 1.1   | 2 E+04                                      | 9 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3                           |
| Br-77  | 56 h          | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 1.3 E-10                  | 9.6 E-11                  | 0.051  | 60   | 0.1   | 1 E+05                                      | 4 E+07                  | 6 E+04                  |                          | 100                         |
| Br-80  | 17.4 m        | $\epsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$ | 1.7 E-11                  | 3.1 E-11                  | 0.013  | 1000   | 1.5   | 3 E+05                                      | 3 E+08                  | 5 E+05                  |                          | 3                           |
| Br-80m | 4.42 h        | $\gamma$                             | 1.0 E-10                  | 1.1 E-10                  | 0.012  | 10   | <0.1  | 9 E+04                                      | 5 E+07                  | 8 E+04                  |                          | 3 → Br-80                   |
| Br-82  | 35.30 h       | $\beta^-, \gamma$                    | 8.8 E-10                  | 5.4 E-10                  | 0.395  | 1000   | 1.4   | 2 E+04                                      | 6 E+06                  | 9 E+03                  |                          | 3                           |
| Br-83  | 2.39 h        | $\beta^-, \gamma$                    | 6.7 E-11                  | 4.3 E-11                  | 0.001  | 1000   | 1.5   | 2 E+05                                      | 7 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3                           |
| Br-84  | 31.80 m       | $\beta^-, \gamma$                    | 6.2 E-11                  | 8.8 E-11                  | 0.923  | 1000   | 1.7   | 1 E+05                                      | 8 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3                           |
| Kr-79  | 35.04 h       | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          |                           |                           | 0.042  | 100  | 0.2   |   | 3 E+08                  | 3 E+05                  |                          |                             |
| Kr-81  | 2.1 E5 a      | $\epsilon, \gamma$                   |                           |                           | 0.004  | 8  | <0.1  |   | 7 E+09                  | 7 E+06                  |                          |                             |
| Kr-83m | 1.83 h        | $\gamma$                             |                           |                           | 0.002  | 3  | <0.1  |   | 1 E+12                  | 1 E+09                  |                          |                             |
| Kr-85  | 10.72 a       | $\beta^-, \gamma$                    |                           |                           | 0.001  | 1000   | 1.5   |   | 5 E+07 [8]              | 5 E+06 [4]              |                          |                             |
| Kr-85m | 4.48 h        | $\beta^-, \gamma$                    |                           |                           | 0.026  | 1000   | 1.4   |   | 5 E+08                  | 5 E+05                  |                          | → Kr-85                     |
| Kr-87  | 76.3 m        | $\beta^-, \gamma$                    |                           |                           | 0.501  | 1000   | 1.7   |   | 8 E+07                  | 8 E+04                  |                          | → Rb-87                     |
| Kr-88  | 2.84 h        | $\beta^-, \gamma$                    |                           |                           | 0.264  | 1000   | 1.5   |   | 2 E+07                  | 2 E+04 [1]              |                          | → Rb-88 [6]                 |
| Kr-89  | 3.18 m        | $\beta^-, \gamma$                    |                           |                           | 2.047  | 900  | 1.8   |   | 3 E+07                  | 3 E+04                  |                          | → Rb-89 [6]                 |
| Rb-79  | 22.9 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 3.0 E-11                  | 5.0 E-11                  | 0.217  | 2000   | 2.1   | 2 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3 → Kr-79                   |
| Rb-81  | 4.58 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 6.8 E-11                  | 5.4 E-11                  | 0.101  | 1000   | 1.2   | 2 E+05                                      | 7 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3 → Kr-81                   |
| Rb-81m | 32 m          | $\gamma$                             | 1.3 E-11                  | 9.7 E-12                  | 0.006  | 5  | 0.3   | 1 E+06                                      | 4 E+08                  | 6 E+05                  |                          | 30 → Rb-81 [6]              |
| Rb-82m | 6.2 h         | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 2.2 E-10                  | 1.3 E-10                  | 0.436  | 400  | 0.6   | 8 E+04                                      | 2 E+07                  | 4 E+04                  |                          | 10                          |
| Rb-83  | 86.2 d        | $\epsilon, \gamma$                   | 1.0 E-09                  | 1.9 E-09                  | 0.082  | 20   | <0.1  | 5 E+03                                      | 5 E+06                  | 8 E+03                  |                          | 100                         |
| Rb-84  | 32.77 d       | $\epsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$ | 1.5 E-09                  | 2.8 E-09                  | 0.141  | 400  | 0.6   | 4 E+03                                      | 3 E+06                  | 6 E+03                  |                          | 10                          |
| Rb-86  | 18.66 d       | $\beta^-, \gamma$                    | 1.3 E-09                  | 2.8 E-09                  | 0.014  | 1000   | 1.6   | 4 E+03                                      | 4 E+06                  | 6 E+03                  |                          | 3                           |
| Rb-87  | 4.7 E10 a     | $\beta^-$                            | 7.6 E-10                  | 1.5 E-09                  | <0.001                                       | 1000   | 1.2   | 7 E+03                                      | 7 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3                           |
| Rb-88  | 17.8 m        | $\beta^-, \gamma$                    | 2.8 E-11                  | 9.0 E-11                  | 2.314  | 900  | 1.7   | 1 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3                           |
| Rb-89  | 15.2 m        | $\beta^-, \gamma$                    | 2.5 E-11                  | 4.7 E-11                  | 0.659  | 1000   | 1.8   | 2 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3 → Sr-89                   |



| Nuklid        | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart | $c_{inh}$<br>Sv/Bq | $c_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|---------------|---------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|               |               |                             |                    |                    | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1             | 2             | 3                           | 4                  | 5                  | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| Sr-80 / Rb-80 | 100m          | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 2.1 E-10           | 3.5 E-10           | 1.750  | 900  | 1.7   | 3 E+04                                      | 2 E+07                  | 4 E+04                  |                          | 3                           |
| Sr-81         | 25.5 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 6.1 E-11           | 7.8 E-11           | 0.247  | 1000   | 1.6   | 1 E+05                                      | 8 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3→Rb-81 [6]                 |
| Sr-82 / Rb-82 | 25.0 d        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 7.7 E-09           | 6.1 E-09           | 0.434  | 900  | 1.6   | 2 E+03                                      | 6 E+05                  | 1 E+03                  |                          | 3                           |
| Sr-83         | 32.4 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 4.9 E-10           | 5.8 E-10           | 0.127  | 400  | 0.5   | 2 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 10→Rb-83                    |
| Sr-85         | 64.84 d       | $\epsilon, \gamma$          | 6.4 E-10           | 5.6 E-10           | 0.086  | 20   | 0.1   | 2 E+04                                      | 8 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 100                         |
| Sr-85m        | 69.5 m        | $\epsilon, \gamma$          | 7.4 E-12           | 6.1 E-12           | 0.035  | 70   | 0.1   | 2 E+06                                      | 7 E+08                  | 1 E+06                  |                          | 100→Sr-85                   |
| Sr-87m        | 2.805 h       | $\epsilon, \gamma$          | 3.5 E-11           | 3.3 E-11           | 0.053  | 300  | 0.3   | 3 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 30→Rb-87                    |
| Sr-89         | 50.5 d        | $\beta^-, \gamma$           | 5.6 E-09           | 2.6 E-09           | <0.001                                       | 1000   | 1.6   | 4 E+03                                      | 9 E+05                  | 1 E+03                  |                          | 3                           |
| Sr-90         | 29.12 a       | $\beta^-$                   | 7.7 E-08           | 2.8 E-08           | <0.001                                       | 1000   | 1.4   | 4 E+02                                      | 6 E+04                  | 1 E+02                  |                          | 3→Y-90 [6]                  |
| Sr-91         | 9.5 h         | $\beta^-, \gamma$           | 5.7 E-10           | 7.6 E-10           | 0.117  | 1000   | 1.6   | 1 E+04                                      | 9 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3→Y-91m, Y-91               |
| Sr-92         | 2.71 h        | $\beta^-, \gamma$           | 3.4 E-10           | 4.9 E-10           | 0.194  | 1000   | 1.4   | 2 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 3→Y-92 [6]                  |
| Y-86          | 14.74 h       | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 8.1 E-10           | 9.6 E-10           | 0.515  | 500  | 0.8   | 1 E+04                                      | 6 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 10                          |
| Y-86m         | 48 m          | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 4.9 E-11           | 5.6 E-11           | 0.034  | 200  | 0.1   | 2 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 30→Y-86 [6]                 |
| Y-87          | 80.3 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 5.3 E-10           | 5.5 E-10           | 0.080  | 20   | <0.1  | 2 E+04                                      | 9 E+06                  | 2 E+04                  |                          | 100                         |
| Y-88          | 106.64 d      | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 3.3 E-09           | 1.3 E-09           | 0.380  | 40   | 0.2   | 8 E+03                                      | 2 E+06                  | 3 E+03                  |                          | 30                          |
| Y-90          | 64.0 h        | $\beta^-, \gamma$           | 1.7 E-09           | 2.7 E-09           | 0.007  | 1000   | 1.6   | 4 E+03                                      | 3 E+06                  | 5 E+03                  |                          | 3                           |
| Y-90m         | 3.19 h        | $\gamma$                    | 1.3 E-10           | 1.7 E-10           | 0.098  | 200  | 0.2   | 6 E+04                                      | 4 E+07                  | 6 E+04                  |                          | 30→Y-90                     |
| Y-91          | 58.51 d       | $\beta^-, \gamma$           | 6.1 E-09           | 2.4 E-09           | 0.001  | 1000   | 1.6   | 4 E+03                                      | 8 E+05                  | 1 E+03                  |                          | 3                           |
| Y-91m         | 49.71 m       | $\gamma$                    | 1.5 E-11           | 1.1 E-11           | 0.082  | 70   | 0.1   | 9 E+05                                      | 3 E+08                  | 6 E+05                  |                          | 30→Y-91                     |
| Y-92          | 3.54 h        | $\beta^-, \gamma$           | 2.8 E-10           | 4.9 E-10           | 0.546  | 1000   | 1.7   | 2 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 3                           |
| Y-93          | 10.1 h        | $\beta^-, \gamma$           | 6.0 E-10           | 1.2 E-09           | 0.098  | 1000   | 1.6   | 8 E+03                                      | 8 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3→Zr-93                     |
| Y-94          | 19.1 m        | $\beta^-, \gamma$           | 4.6 E-11           | 8.1 E-11           | 1.111  | 900  | 1.7   | 1 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 3                           |
| Y-95          | 10.7 m        | $\beta^-, \gamma$           | 2.6 E-11           | 4.6 E-11           | 1.219  | 1000   | 1.7   | 2 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3→Zr-95 [6]                 |
| Zr-86         | 16.5 h        | $\epsilon, \gamma$          | 7.0 E-10           | 8.6 E-10           | 0.069  | 100  | 0.1   | 1 E+04                                      | 7 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 30→Y-86 [6]                 |
| Zr-88         | 83.4 d        | $\epsilon, \gamma$          | 4.1 E-09           | 3.3 E-10           | 0.076  | 50   | 0.1   | 3 E+04                                      | 1 E+06                  | 2 E+03                  |                          | 100→Y-88 [6]                |
| Zr-89         | 78.43 h       | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 7.5 E-10           | 7.9 E-10           | 0.182  | 400  | 0.5   | 1 E+04                                      | 7 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 10                          |
| Zr-93         | 1.53 E6 a     | $\beta^-$                   | 2.9 E-08           | 2.8 E-10           | <0.001                                       | <1   | <0.1  | 4 E+04                                      | 2 E+05                  | 3 E+02                  |                          | 100→Nb-93m                  |
| Zr-95         | 63.98 d       | $\beta^-, \gamma$           | 4.2 E-09           | 8.8 E-10           | 0.112  | 1000   | 1.1   | 1 E+04                                      | 1 E+06                  | 2 E+03                  |                          | 3→Nb-95 [6]                 |

| Nuklid      | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart       | $c_{inh}$<br>Sv/Bq | $c_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|-------------|---------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|             |               |                                   |                    |                    | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1           | 2             | 3                                 | 4                  | 5                  | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| Zr-97       | 16.90 h       | $\beta^-$ , $\gamma$              | 1.4 E-09           | 2.1 E-09           | 0.027  | 1000   | 1.6   | 5 E+03                                      | 4 E+06                  | 6 E+03                  |                          | 3 → Nb-97                   |
| Nb-88       | 14.3 m        | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 5.0 E-11           | 6.3 E-11           | 0.719  | 1000   | 1.8   | 2 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 3 → Zr-88                   |
| Nb-89-1 [2] | 66 m          | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 1.2 E-10           | 1.4 E-10           | 0.306  | 900  | 1.5   | 7 E+04                                      | 4 E+07                  | 7 E+04                  |                          | 3 → Zr-89                   |
| Nb-89-2 [2] | 122 m         | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 1.9 E-10           | 3.0 E-10           | 0.392  | 700  | 1.3   | 3 E+04                                      | 3 E+07                  | 4 E+04                  |                          | 3 → Zr-89                   |
| Nb-90       | 14.60 h       | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 1.1 E-09           | 1.2 E-09           | 0.574  | 2000   | 1.9   | 8 E+03                                      | 5 E+06                  | 8 E+03                  |                          | 3                           |
| Nb-91       | 680 a         | $\epsilon$                        | 4.1 E-09           | 6.4 E-11           |  |  |   | 2 E+05                                      | 1 E+06                  | 2 E+03                  |                          |                             |
| Nb-91m      | 62 d          | $\epsilon$ , $\gamma$             | 2.3 E-09           | 6.3 E-10           |  |  |   | 2 E+04                                      | 2 E+06                  | 4 E+03                  |                          |                             |
| Nb-92m      | 10.15 d       | $\beta^+$ , $\gamma$              | 5.9 E-10           | 6.0 E-10           |  |  |   | 2 E+04                                      | 8 E+06                  | 1 E+04                  |                          |                             |
| Nb-93m      | 13.6 a        | $\gamma$                          | 8.6 E-10           | 1.2 E-10           | 0.003  | <1   | <0.1  | 8 E+04                                      | 6 E+06                  | 1 E+04                  | 1000                     |                             |
| Nb-94       | 2.03 E4 a     | $\beta^-$ , $\gamma$              | 2.5 E-08           | 1.7 E-09           | 0.237  | 1000   | 1.5   | 6 E+03                                      | 2 E+05                  | 3 E+02                  |                          | 3                           |
| Nb-95       | 35.15 d       | $\beta^-$ , $\gamma$              | 1.3 E-09           | 5.8 E-10           | 0.116  | 100  | 0.3   | 2 E+04                                      | 4 E+06                  | 6 E+03                  |                          | 30                          |
| Nb-95m      | 86.6 h        | $\gamma$                          | 8.5 E-10           | 5.6 E-10           | 0.021  | 2000   | 1.4   | 2 E+04                                      | 6 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3 → Nb-95 [6]               |
| Nb-96       | 23.35 h       | $\beta^-$ , $\gamma$              | 9.7 E-10           | 1.1 E-09           | 0.372  | 1000   | 1.6   | 9 E+03                                      | 5 E+06                  | 9 E+03                  |                          | 3                           |
| Nb-97       | 72.1 m        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 7.2 E-11           | 6.8 E-11           | 0.099  | 1000   | 1.6   | 1 E+05                                      | 7 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3                           |
| Nb-98       | 51.5 m        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 9.9 E-11           | 1.1 E-10           | 0.393  | 1000   | 1.8   | 9 E+04                                      | 5 E+07                  | 8 E+04                  |                          | 3                           |
| Mo-90       | 5.67 h        | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 5.6 E-10           | 6.2 E-10           | 0.147  | 1000   | 1.4   | 2 E+04                                      | 9 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3 → Nb-90 [6]               |
| Mo-93       | 3.5 E3 a      | $\epsilon$                        | 1.4 E-09           | 2.6 E-09           | 0.016  | 4  | <0.1  | 4 E+03                                      | 4 E+06                  | 6 E+03                  |                          | 300                         |
| Mo-93m      | 6.85 h        | $\gamma$                          | 3.0 E-10           | 2.8 E-10           | 0.330  | 800  | 0.8   | 4 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 10 → Mo-93                  |
| Mo-99       | 66.0 h        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 1.1 E-09           | 1.2 E-09           | 0.024  | 1000   | 1.6   | 8 E+03                                      | 5 E+06                  | 8 E+03                  |                          | 3 → Tc-99m, Tc-99           |
| Mo-101      | 14.62 m       | $\beta^-$ , $\gamma$              | 4.5 E-11           | 4.2 E-11           | 0.196  | 1000   | 1.7   | 2 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 3 → Tc-101                  |
| Tc-93       | 2.75 h        | $\epsilon$ , $\gamma$             | 6.5 E-11           | 4.9 E-11           | 0.222  | 20   | 0.1   | 2 E+05                                      | 8 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 100 → Mo-93                 |
| Tc-93m      | 49.5 m        | $\epsilon$ , $\gamma$             | 3.1 E-11           | 2.4 E-11           | 0.098  | 300  | 0.4   | 4 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 10 → Tc-93, Mo-93           |
| Tc-94       | 293 m         | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 2.2 E-10           | 1.8 E-10           | 0.414  | 200  | 0.4   | 6 E+04                                      | 2 E+07                  | 4 E+04                  |                          | 10                          |
| Tc-94m      | 52 m          | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 8.0 E-11           | 1.1 E-10           | 0.285  | 700  | 1.3   | 9 E+04                                      | 6 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3                           |
| Tc-95       | 20.0 h        | $\epsilon$ , $\gamma$             | 1.8 E-10           | 1.6 E-10           | 0.135  | 20   | 0.1   | 6 E+04                                      | 3 E+07                  | 5 E+04                  |                          | 100                         |
| Tc-95m      | 61 d          | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 8.6 E-10           | 6.2 E-10           | 0.117  | 100  | 0.1   | 2 E+04                                      | 6 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 30 → Tc-95                  |
| Tc-96       | 4.28 d        | $\epsilon$ , $\gamma$             | 1.0 E-09           | 1.1 E-09           | 0.388  | 40   | 0.2   | 9 E+03                                      | 5 E+06                  | 8 E+03                  |                          | 30                          |
| Tc-96m      | 51.5 m        | $\epsilon$ , $\gamma$             | 1.1 E-11           | 1.3 E-11           | 0.016  | 3  | <0.1  | 8 E+05                                      | 5 E+08                  | 8 E+05                  |                          | 1000 → Tc-96                |

| Nuklid          | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart            | $c_{inh}$<br>Sv/Bq | $c_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|-----------------|---------------|--|--------------------|--------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|                 |               |  |                    |                    | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1               | 2             | 3                                      | 4                  | 5                  | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| Tc-97           | 2.6 E6 a      | ε                                      | 1.6 E-10           | 8.3 E-11           | 0.017  | 4  | <0.1  | 1 E+05                                      | 3 E+07                  | 5 E+04                  | 1000                     |                             |
| Tc-97m          | 87 d          | γ                                      | 2.7 E-09           | 6.6 E-10           | 0.014  | 30   | 0.7   | 2 E+04                                      | 2 E+06                  | 3 E+03                  | 10→ Tc-97                |                             |
| Tc-98           | 4.2 E6 a      | β <sup>-</sup> , γ                     | 6.1 E-09           | 2.3 E-09           | 0.215  | 2000   | 1.5   | 4 E+03                                      | 8 E+05                  | 1 E+03                  | 3                        |                             |
| Tc-99           | 2.13 E5 a     | β <sup>-</sup>                         | 3.2 E-09           | 7.8 E-10           | <0.001                                       | 1000   | 1.1   | 1 E+04                                      | 2 E+06                  | 3 E+03                  | 3                        |                             |
| Tc-99m          | 6.02 h        | γ                                      | 2.9 E-11           | 2.2 E-11           | 0.022  | 300  | 0.2   | 5 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  | 30→ Tc-99                |                             |
| Tc-101          | 14.2 m        | β <sup>-</sup> , γ                     | 2.1 E-11           | 1.9 E-11           | 0.055  | 1000   | 1.6   | 5 E+05                                      | 2 E+08                  | 4 E+05                  | 3                        |                             |
| Tc-104          | 18.2 m        | β <sup>-</sup> , γ                     | 4.8 E-11           | 8.1 E-11           | 1.219  | 1000   | 1.8   | 1 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  | 3                        |                             |
| Ru-94           | 51.8 m        | ε, γ                                   | 7.4 E-11           | 9.4 E-11           | 0.100  | 20   | 0.1   | 1 E+05                                      | 7 E+07                  | 1 E+05                  | 100→ Tc-94               |                             |
| Ru-97           | 2.9 d         | ε, γ                                   | 1.6 E-10           | 1.5 E-10           | 0.055  | 100  | 0.1   | 7 E+04                                      | 3 E+07                  | 5 E+04                  | 100→ Tc-97               |                             |
| Ru-103          | 39.28 d       | β <sup>-</sup> , γ                     | 2.2 E-09           | 7.3 E-10           | 0.073  | 500  | 0.6   | 1 E+04                                      | 2 E+06                  | 4 E+03                  | 10                       |                             |
| Ru-105          | 4.44 h        | β <sup>-</sup> , γ                     | 2.5 E-10           | 2.6 E-10           | 0.119  | 1000   | 1.6   | 4 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  | 3→ Rh-105                |                             |
| Ru-106 / Rh-106 | 368.2 d       | β <sup>-</sup> , γ                     | 3.5 E-08           | 7.0 E-09           | 0.357  | 1000   | 1.6   | 1 E+03                                      | 1 E+05                  | 2 E+02                  | 3                        |                             |
| Rh-99           | 16 d          | ε, β <sup>+</sup> , γ                  | 8.9 E-10           | 5.1 E-10           | 0.115  | 100  | 0.2   | 2 E+04                                      | 6 E+06                  | 9 E+03                  | 30                       |                             |
| Rh-99m          | 4.7 h         | ε, β <sup>+</sup> , γ                  | 7.3 E-11           | 6.6 E-11           | 0.122  | 100  | 0.2   | 2 E+05                                      | 7 E+07                  | 1 E+05                  | 30                       |                             |
| Rh-100          | 20.8 h        | ε, β <sup>+</sup> , γ                  | 6.3 E-10           | 7.1 E-10           | 0.392  | 100  | 0.3   | 1 E+04                                      | 8 E+06                  | 1 E+04                  | 30                       |                             |
| Rh-101          | 3.200 a       | ε, γ                                   | 3.1 E-09           | 5.5 E-10           | 0.062  | 300  | 0.4   | 2 E+04                                      | 2 E+06                  | 3 E+03                  | 10                       |                             |
| Rh-101m         | 4.34 d        | ε, γ                                   | 2.7 E-10           | 2.2 E-10           | 0.066  | 200  | 0.2   | 5 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  | 30→ Rh-101               |                             |
| Rh-102          | 2.900 a       | ε, β <sup>+</sup> , γ                  | 9.0 E-09           | 2.6 E-09           | 0.339  | 50   | 0.2   | 4 E+03                                      | 6 E+05                  | 9 E+02                  | 30                       |                             |
| Rh-102m         | 207 d         | ε, β <sup>+</sup> , β <sup>-</sup> , γ | 4.2 E-09           | 1.2 E-09           | 0.085  | 400  | 0.6   | 8 E+03                                      | 1 E+06                  | 2 E+03                  | 10→ Rh-102               |                             |
| Rh-103m         | 56.12 m       | γ                                      | 2.5 E-12           | 3.8 E-12           | 0.002  | <1   | <0.1  | 3 E+06                                      | 2 E+09                  | 3 E+06                  | 1000                     |                             |
| Rh-105          | 35.36 h       | β <sup>-</sup> , γ                     | 4.4 E-10           | 3.7 E-10           | 0.013  | 1000   | 1.2   | 3 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  | 3                        |                             |
| Rh-106m         | 132 m         | β <sup>-</sup> , γ                     | 1.9 E-10           | 1.6 E-10           | 0.436  | 1000   | 1.7   | 6 E+04                                      | 3 E+07                  | 4 E+04                  | 3                        |                             |
| Rh-107          | 21.7 m        | β <sup>-</sup> , γ                     | 2.8 E-11           | 2.4 E-11           | 0.051  | 1000   | 1.6   | 4 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  | 3→ Pd-107                |                             |
| Pd-100          | 3.63 d        | ε, γ                                   | 9.7 E-10           | 9.4 E-10           | 0.050  | 20   | 0.1   | 1 E+04                                      | 5 E+06                  | 9 E+03                  | 100→ Rh-100 [6]          |                             |
| Pd-101          | 8.27 h        | ε, β <sup>+</sup> , γ                  | 1.0 E-10           | 9.4 E-11           | 0.081  | 100  | 0.2   | 1 E+05                                      | 5 E+07                  | 8 E+04                  | 30→ Rh-101m              |                             |
| Pd-103          | 16.96 d       | ε, γ                                   | 3.0 E-10           | 1.9 E-10           | 0.019  | 3  | <0.1  | 5 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  | 300→ Rh-103m             |                             |
| Pd-107          | 6.5 E6 a      | β <sup>-</sup>                         | 2.9 E-10           | 3.7 E-11           | <0.001                                       | <1   | <0.1  | 3 E+05                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  | 1000                     |                             |
| Pd-109          | 13.427 h      | β <sup>-</sup> , γ                     | 5.0 E-10           | 5.5 E-10           | 0.010  | 1000   | 2.0   | 2 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  | 3                        |                             |

| Nuklid           | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart          | $c_{inh}$<br>Sv/Bq | $c_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|------------------|---------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|                  |               |                                      |                    |                    | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1                | 2             | 3                                    | 4                  | 5                  | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| Ag-102           | 12.9 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 3.2 E-11           | 4.0 E-11           | 0.546  | 800  | 1.4   | 3 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3                           |
| Ag-103           | 65.7 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 4.5 E-11           | 4.3 E-11           | 0.125  | 500  | 0.8   | 2 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 10 → Pd-103                 |
| Ag-104           | 69.2 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 7.1 E-11           | 6.0 E-11           | 0.410  | 300  | 0.5   | 2 E+05                                      | 7 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 10                          |
| Ag-104m          | 33.5 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 4.5 E-11           | 5.4 E-11           | 0.188  | 400  | 0.8   | 2 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 10 → Ag-104 [6]             |
| Ag-105           | 41.0 d        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 8.0 E-10           | 4.7 E-10           | 0.102  | 50   | 0.1   | 2 E+04                                      | 6 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 100                         |
| Ag-106           | 23.96 m       | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 2.7 E-11           | 3.2 E-11           | 0.117  | 700  | 1.0   | 3 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 10                          |
| Ag-106m          | 8.41 d        | $\epsilon, \gamma$                   | 1.6 E-09           | 1.5 E-09           | 0.435  | 60   | 0.2   | 7 E+03                                      | 3 E+06                  | 5 E+03                  |                          | 30                          |
| Ag-108m / Ag-108 | 127 a         | $\epsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$ | 1.9 E-08           | 2.3 E-09           | 0.263  | 100  | 0.3   | 4 E+03                                      | 3 E+05                  | 4 E+02                  |                          | 30                          |
| Ag-110m / Ag-110 | 249.9 d       | $\epsilon, \beta^-, \gamma$          | 7.3 E-09           | 2.8 E-09           | 0.409  | 500  | 0.6   | 4 E+03                                      | 7 E+05                  | 1 E+03                  |                          | 10                          |
| Ag-111           | 7.45 d        | $\beta^-, \gamma$                    | 1.6 E-09           | 1.3 E-09           | 0.004  | 1000   | 1.6   | 8 E+03                                      | 3 E+06                  | 5 E+03                  |                          | 3                           |
| Ag-112           | 3.12 h        | $\beta^-, \gamma$                    | 2.6 E-10           | 4.3 E-10           | 0.640  | 1000   | 1.7   | 2 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 3                           |
| Ag-115           | 20.0 m        | $\beta^-, \gamma$                    | 4.4 E-11           | 6.0 E-11           | 0.181  | 1000   | 1.7   | 2 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 3 → Cd-115, Cd-115m         |
| Cd-104           | 57.7 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 6.3 E-11           | 5.8 E-11           | 0.062  | 20   | 0.1   | 2 E+05                                      | 8 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 100 → Ag-104 [6]            |
| Cd-107           | 6.49 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 1.1 E-10           | 6.2 E-11           | 0.030  | 20   | 0.6   | 2 E+05                                      | 5 E+07                  | 8 E+04                  |                          | 10                          |
| Cd-109           | 464 d         | $\epsilon, \gamma$                   | 9.6 E-09           | 2.0 E-09           | 0.027  | 5  | 0.4   | 5 E+03                                      | 5 E+05                  | 9 E+02                  |                          | 10                          |
| Cd-113           | 9.3 E15 a     | $\beta^-$                            | 1.4 E-07           | 2.5 E-08           | <0.001                                       | 1000   | 0.9   | 4 E+02                                      | 4 E+04                  | 6 E+01                  |                          | 10                          |
| Cd-113m          | 13.6 a        | $\beta^-$                            | 1.3 E-07           | 2.3 E-08           | <0.001                                       | 1000   | 1.4   | 4 E+02                                      | 4 E+04                  | 6 E+01                  |                          | 3                           |
| Cd-115           | 53.46 h       | $\beta^-, \gamma$                    | 1.3 E-09           | 1.4 E-09           | 0.037  | 1000   | 1.5   | 7 E+03                                      | 4 E+06                  | 6 E+03                  |                          | 3 → In-115                  |
| Cd-115m          | 44.6 d        | $\beta^-, \gamma$                    | 6.4 E-09           | 3.3 E-09           | 0.003  | 1000   | 1.6   | 3 E+03                                      | 8 E+05                  | 1 E+03                  |                          | 3 → In-115                  |
| Cd-117           | 2.49 h        | $\beta^-, \gamma$                    | 2.5 E-10           | 2.8 E-10           | 0.158  | 1000   | 1.5   | 4 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 3 → In-117m, In-117         |
| Cd-117m          | 3.36 h        | $\beta^-, \gamma$                    | 3.2 E-10           | 2.8 E-10           | 0.282  | 1000   | 1.5   | 4 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 3 → In-117, In-117m         |
| In-109           | 4.2 h         | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 7.3 E-11           | 6.6 E-11           | 0.117  | 300  | 0.3   | 2 E+05                                      | 7 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 30 → Cd-109                 |
| In-110L [2]      | 4.9 h         | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 2.5 E-10           | 2.4 E-10           | 0.468  | 60   | 0.2   | 4 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 30                          |
| In-110S [2]      | 69.1 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 8.1 E-11           | 1.0 E-10           | 0.238  | 700  | 1.1   | 1 E+05                                      | 6 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3                           |
| In-111           | 2.83 d        | $\epsilon, \gamma$                   | 3.1 E-10           | 2.9 E-10           | 0.082  | 400  | 0.3   | 3 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 10                          |
| In-112           | 14.4 m        | $\epsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$ | 1.3 E-11           | 1.0 E-11           | 0.047  | 900  | 1.0   | 1 E+06                                      | 4 E+08                  | 6 E+05                  |                          | 10                          |
| In-113m          | 1.658 h       | $\gamma$                             | 3.2 E-11           | 2.8 E-11           | 0.047  | 500  | 0.6   | 4 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 10                          |
| In-114m / In-114 | 49.51 d       | $\epsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$ | 1.1 E-08           | 4.1 E-09           | 0.023  | 3000   | 3.2   | 2 E+03                                      | 5 E+05                  | 8 E+02                  |                          | 3                           |

| Nuklid           | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart | $\epsilon_{inh}$<br>Sv/Bq | $\epsilon_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|------------------|---------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|                  |               |                             |                           |                           | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1                | 2             | 3                           | 4                         | 5                         | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| In-115           | 5.1 E14 a     | $\beta^-$                   | 4.5 E-07                  | 3.2 E-08                  | <0.001                                       | 1000   | 1.3   | 3 E+02                                      | 1 E+04                  | 2 E+01                  |                          | 3                           |
| In-115m          | 4.486 h       | $\beta^-, \gamma$           | 8.7 E-11                  | 8.6 E-11                  | 0.033  | 900  | 1.0   | 1 E+05                                      | 6 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 10 → In-115                 |
| In-116m          | 54.15 m       | $\beta^-, \gamma$           | 8.0 E-11                  | 6.4 E-11                  | 0.356  | 1000   | 1.7   | 2 E+05                                      | 6 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3                           |
| In-117           | 43.8 m        | $\beta^-, \gamma$           | 4.8 E-11                  | 3.1 E-11                  | 0.109  | 2000   | 1.8   | 3 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 3                           |
| In-117m          | 116.5 m       | $\beta^-, \gamma$           | 1.1 E-10                  | 1.2 E-10                  | 0.019  | 1000   | 1.4   | 8 E+04                                      | 5 E+07                  | 8 E+04                  |                          | 3 → In-117 [6]              |
| In-119m / In-119 | 18.0 m        | $\beta^-, \gamma$           | 2.9 E-11                  | 4.7 E-11                  | 0.033  | 1000   | 1.7   | 2 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3                           |
| Sn-110           | 4.0 h         | $\epsilon, \gamma$          | 2.6 E-10                  | 3.5 E-10                  | 0.064  | 70   | 0.1   | 3 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 100 → In-110S [6]           |
| Sn-111           | 35.3 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 2.2 E-11                  | 2.3 E-11                  | 0.087  | 400  | 0.6   | 4 E+05                                      | 2 E+08                  | 4 E+05                  |                          | 10 → In-111                 |
| Sn-113           | 115.1 d       | $\epsilon, \gamma$          | 1.9 E-09                  | 7.3 E-10                  | 0.019  | 4  | <0.1  | 1 E+04                                      | 3 E+06                  | 4 E+03                  |                          | 100 → In-113m               |
| Sn-117m          | 13.61 d       | $\gamma$                    | 2.2 E-09                  | 7.1 E-10                  | 0.038  | 3000   | 2.4   | 1 E+04                                      | 2 E+06                  | 4 E+03                  |                          | 3                           |
| Sn-119m          | 293.0 d       | $\gamma$                    | 1.5 E-09                  | 3.4 E-10                  | 0.011  | 1  | <0.1  | 3 E+04                                      | 3 E+06                  | 6 E+03                  |                          | 300                         |
| Sn-121           | 27.06 h       | $\beta^-$                   | 2.8 E-10                  | 2.3 E-10                  | <0.001                                       | 1000   | 1.1   | 4 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 3                           |
| Sn-121m          | 55 a          | $\beta^-, \gamma$           | 3.3 E-09                  | 3.8 E-10                  | 0.004  | 300  | 0.3   | 3 E+04                                      | 2 E+06                  | 3 E+03                  |                          | 30 → Sn-121                 |
| Sn-123           | 129.2 d       | $\beta^-, \gamma$           | 5.6 E-09                  | 2.1 E-09                  | 0.001  | 1000   | 1.6   | 5 E+03                                      | 9 E+05                  | 1 E+03                  |                          | 3                           |
| Sn-123m          | 40.08 m       | $\beta^-, \gamma$           | 4.4 E-11                  | 3.8 E-11                  | 0.024  | 2000   | 1.9   | 3 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 3                           |
| Sn-125           | 9.64 d        | $\beta^-, \gamma$           | 2.8 E-09                  | 3.1 E-09                  | 0.053  | 1000   | 1.5   | 3 E+03                                      | 2 E+06                  | 3 E+03                  |                          | 3 → Sb-125                  |
| Sn-126           | 1.0 E5 a      | $\beta^-, \gamma$           | 1.8 E-08                  | 4.7 E-09                  | 0.017  | 1000   | 1.2   | 2 E+03                                      | 3 E+05                  | 5 E+02                  |                          | 3 → Sb-126 [6]              |
| Sn-127           | 2.10 h        | $\beta^-, \gamma$           | 2.0 E-10                  | 2.0 E-10                  | 0.313  | 1000   | 1.6   | 5 E+04                                      | 3 E+07                  | 4 E+04                  |                          | 3 → Sb-127 [6]              |
| Sn-128           | 59.1 m        | $\beta^-, \gamma$           | 1.5 E-10                  | 1.5 E-10                  | 0.138  | 1000   | 1.5   | 7 E+04                                      | 3 E+07                  | 6 E+04                  |                          | 3 → Sb-128S [6]             |
| Sb-115           | 31.8 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 2.3 E-11                  | 2.4 E-11                  | 0.151  | 400  | 0.6   | 4 E+05                                      | 2 E+08                  | 4 E+05                  |                          | 10                          |
| Sb-116           | 15.8 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 2.3 E-11                  | 2.6 E-11                  | 0.321  | 500  | 0.9   | 4 E+05                                      | 2 E+08                  | 4 E+05                  |                          | 10                          |
| Sb-116m          | 60.3 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 8.5 E-11                  | 6.7 E-11                  | 0.487  | 400  | 0.9   | 1 E+05                                      | 6 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 10                          |
| Sb-117           | 2.80 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 2.7 E-11                  | 1.8 E-11                  | 0.045  | 400  | 0.3   | 6 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 10                          |
| Sb-118m          | 5.00 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 2.3 E-10                  | 2.1 E-10                  | 0.411  | 200  | 0.3   | 5 E+04                                      | 2 E+07                  | 4 E+04                  |                          | 30                          |
| Sb-119           | 38.1 h        | $\epsilon, \gamma$          | 5.9 E-11                  | 8.1 E-11                  | 0.022  | 3  | <0.1  | 1 E+05                                      | 8 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 1000                        |
| Sb-120-1 [2]     | 15.89 m       | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 1.2 E-11                  | 1.4 E-11                  | 0.079  | 500  | 0.7   | 7 E+05                                      | 4 E+08                  | 7 E+05                  |                          | 10                          |
| Sb-120-2 [2]     | 5.76 d        | $\epsilon, \gamma$          | 1.3 E-09                  | 1.2 E-09                  | 0.386  | 400  | 0.4   | 8 E+03                                      | 4 E+06                  | 6 E+03                  |                          | 10                          |
| Sb-122           | 2.70 d        | $\epsilon, \beta^-, \gamma$ | 1.2 E-09                  | 1.7 E-09                  | 0.068  | 1000   | 1.6   | 6 E+03                                      | 4 E+06                  | 7 E+03                  |                          | 3                           |

| Nuklid        | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart       | $c_{inh}$<br>Sv/Bq | $c_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze<br>LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte              |                          |                             |
|---------------|---------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|--|--|---|---|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|               |               |                                   |                    |                    | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |   |                                     | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1             | 2             | 3                                 | 4                  | 5                  | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                                  | 11                      | 12                       | 13                          |
| Sb-124        | 60.20 d       | $\beta^-$ , $\gamma$              | 4.7 E-09           | 2.5 E-09           | 0.261  | 1000   | 1.5   | 4 E+03  | 1 E+06                              | 2 E+03                  |                          | 3                           |
| Sb-124m-2 [2] | 20.2 m        | $\gamma$                          | 8.3 E-12           | 8.0 E-12           | <0.001                                       | <1   | <0.1  | 1 E+06  | 6 E+08                              | 1 E+06                  |                          | 100→ Sb-124 [6]             |
| Sb-125        | 2.77 a        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 3.3 E-09           | 1.1 E-09           | 0.076  | 700  | 0.7   | 9 E+03  | 2 E+06                              | 3 E+03                  |                          | 10→ Te-125m                 |
| Sb-126        | 12.4 d        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 3.2 E-09           | 2.4 E-09           | 0.434  | 1000   | 1.5   | 4 E+03  | 2 E+06                              | 3 E+03                  |                          | 3                           |
| Sb-126m       | 19.0 m        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 3.3 E-11           | 3.6 E-11           | 0.239  | 1000   | 1.5   | 3 E+05  | 2 E+08                              | 3 E+05                  |                          | 3→ Sb-126 [6]               |
| Sb-127        | 3.85 d        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 1.7 E-09           | 1.7 E-09           | 0.106  | 1000   | 1.6   | 6 E+03  | 3 E+06                              | 5 E+03                  |                          | 3→ Te-127, Te-127m          |
| Sb-128S [2]   | 10.4 m        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 2.6 E-11           | 3.3 E-11           | 0.313  | 1000   | 1.8   | 3 E+05  | 2 E+08                              | 3 E+05                  |                          | 3                           |
| Sb-128L [2]   | 9.01 h        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 6.7 E-10           | 7.6 E-10           | 0.472  | 1000   | 1.8   | 1 E+04  | 7 E+06                              | 1 E+04                  |                          | 3                           |
| Sb-129        | 4.32 h        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 3.5 E-10           | 4.2 E-10           | 0.212  | 1000   | 1.6   | 2 E+04  | 1 E+07                              | 2 E+04                  |                          | 3→ Te-129, Te-129m          |
| Sb-130        | 40 m          | $\beta^-$ , $\gamma$              | 9.1 E-11           | 9.1 E-11           | 0.505  | 2000   | 2.1   | 1 E+05  | 5 E+07                              | 9 E+04                  |                          | 3                           |
| Sb-131        | 23 m          | $\beta^-$ , $\gamma$              | 8.3 E-11           | 1.0 E-10           | 0.278  | 1000   | 1.7   | 1 E+05  | 6 E+07                              | 1 E+05                  |                          | 3→ Te-131, Te-131m          |
| Te-116        | 2.49 h        | $\epsilon$ , $\gamma$             | 1.7 E-10           | 1.7 E-10           | 0.033  | 8  | 0.2   | 6 E+04  | 3 E+07                              | 5 E+04                  |                          | 10→ Sb-116 [6]              |
| Te-119m       | 16 h          | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 6.3 E-10           | 8.3 E-10           |  |  |   | 1 E+04  | 8 E+06                              | 1 E+04                  |                          | 10                          |
| Te-121        | 17 d          | $\epsilon$ , $\gamma$             | 4.4 E-10           | 4.3 E-10           | 0.104  | 20   | 0.1   | 2 E+04  | 1 E+07                              | 2 E+04                  |                          | 100                         |
| Te-121m       | 154 d         | $\epsilon$ , $\gamma$             | 3.6 E-09           | 2.3 E-09           | 0.043  | 200  | 0.4   | 4 E+03  | 1 E+06                              | 2 E+03                  |                          | 10→ Te-121 [6]              |
| Te-123        | 1 E13 a       | $\epsilon$                        | 5.0 E-09           | 4.4 E-09           | 0.017  | 2  | <0.1  | 2 E+03  | 1 E+06                              | 2 E+03                  |                          | 300                         |
| Te-123m       | 119.7 d       | $\gamma$                          | 3.4 E-09           | 1.4 E-09           | 0.032  | 400  | 0.8   | 7 E+03  | 1 E+06                              | 2 E+03                  |                          | 10→ Te-123                  |
| Te-125m       | 58 d          | $\gamma$                          | 2.9 E-09           | 8.7 E-10           | 0.027  | 500  | 1.1   | 1 E+04  | 2 E+06                              | 3 E+03                  |                          | 3                           |
| Te-127        | 9.35 h        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 1.8 E-10           | 1.7 E-10           | 0.001  | 1000   | 1.4   | 6 E+04  | 3 E+07                              | 5 E+04                  |                          | 3                           |
| Te-127m       | 109 d         | $\beta^-$ , $\gamma$              | 6.2 E-09           | 2.3 E-09           | 0.009  | 40   | 0.5   | 4 E+03  | 8 E+05                              | 1 E+03                  |                          | 10→ Te-127                  |
| Te-129        | 69.6 m        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 5.7 E-11           | 6.3 E-11           | 0.012  | 1000   | 1.6   | 2 E+05  | 9 E+07                              | 1 E+05                  |                          | 3→ I-129                    |
| Te-129m       | 33.6 d        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 5.4 E-09           | 3.0 E-09           | 0.011  | 600  | 1.2   | 3 E+03  | 9 E+05                              | 2 E+03                  |                          | 3→ Te-129                   |
| Te-131        | 25 m          | $\beta^-$ , $\gamma$              | 6.1 E-11           | 8.7 E-11           | 0.067  | 2000   | 2.0   | 1 E+05  | 8 E+07                              | 1 E+05                  |                          | 3→ I-131                    |
| Te-131m       | 30 h          | $\beta^-$ , $\gamma$              | 1.6 E-09           | 1.9 E-09           | 0.208  | 2000   | 1.5   | 5 E+03  | 3 E+06                              | 5 E+03                  |                          | 3→ I-131, Te-131            |
| Te-132        | 78.2 h        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 3.0 E-09           | 3.7 E-09           | 0.050  | 700  | 0.7   | 3 E+03  | 2 E+06                              | 3 E+03                  |                          | 10→ I-132 [6]               |
| Te-133        | 12.45 m       | $\beta^-$ , $\gamma$              | 4.4 E-11           | 7.2 E-11           | 0.151  | 1000   | 1.7   | 1 E+05  | 1 E+08                              | 2 E+05                  |                          | 3→ I-133                    |
| Te-133m       | 55.4 m        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 1.9 E-10           | 2.8 E-10           | 0.344  | 1000   | 1.8   | 4 E+04  | 3 E+07                              | 4 E+04                  |                          | 3→ I-133, Te-133            |
| Te-134        | 41.8 m        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 1.1 E-10           | 1.1 E-10           | 0.142  | 2000   | 1.7   | 9 E+04  | 5 E+07                              | 8 E+04                  |                          | 3→ I-134 [6]                |

| Nuklid         | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart          | $c_{inh}$<br>Sv/Bq | $c_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|----------------|---------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|                |               |                                      |                    |                    | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1              | 2             | 3                                    | 4                  | 5                  | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| I-120          | 81.0 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 1.9 E-10           | 3.4 E-10           | 1.155  | 800  | 1.5   | 3 E+04                                      | 3 E+07                  | 4 E+04                  |                          | 3                           |
| I-120m         | 53 m          | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 1.4 E-10           | 2.1 E-10           | 1.108  | 800  | 1.7   | 5 E+04                                      | 4 E+07                  | 6 E+04                  |                          | 3                           |
| I-121          | 2.12 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 3.9 E-11           | 8.2 E-11           | 0.077  | 400  | 0.4   | 1 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 10 → Te-121                 |
| I-123          | 13.2 h        | $\epsilon, \gamma$                   | 1.1 E-10           | 2.1 E-10           | 0.043  | 400  | 0.3   | 5 E+04                                      | 5 E+07                  | 8 E+04                  |                          | 10 → Te-123                 |
| I-124          | 4.18 d        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 6.3 E-09           | 1.3 E-08           | 0.170  | 300  | 0.5   | 8 E+02                                      | 8 E+05                  | 1 E+03                  |                          | 10                          |
| I-125          | 60.14 d       | $\epsilon, \gamma$                   | 7.3 E-09           | 1.5 E-08           | 0.033  | 4  | <0.1  | 7 E+02                                      | 7 E+05                  | 1 E+03                  |                          | 10                          |
| I-126          | 13.02 d       | $\epsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$ | 1.4 E-08           | 2.9 E-08           | 0.078  | 700  | 0.7   | 3 E+02                                      | 4 E+05                  | 6 E+02                  |                          | 3                           |
| I-128          | 24.99 m       | $\epsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$ | 2.2 E-11           | 4.6 E-11           | 0.016  | 1000   | 1.5   | 2 E+05                                      | 2 E+08                  | 4 E+05                  |                          | 3                           |
| I-129          | 1.57 E7 a     | $\beta^-, \gamma$                    | 5.1 E-08           | 1.1 E-07           | 0.016  | 100  | 0.3   | 9 E+01                                      | 1 E+05                  | 2 E+02                  |                          | 1 → Xe-129                  |
| I-130          | 12.36 h       | $\beta^-, \gamma$                    | 9.6 E-10           | 2.0 E-09           | 0.325  | 1000   | 1.6   | 5 E+03                                      | 5 E+06                  | 9 E+03                  |                          | 3                           |
| I-131          | 8.04 d        | $\beta^-, \gamma$                    | 1.1 E-08           | 2.2 E-08           | 0.062  | 1000   | 1.4   | 5 E+02                                      | 5 E+05                  | 8 E+02                  |                          | 3 → Xe-131m                 |
| I-132          | 2.30 h        | $\beta^-, \gamma$                    | 2.0 E-10           | 2.9 E-10           | 0.338  | 1000   | 1.7   | 3 E+04                                      | 3 E+07                  | 4 E+04                  |                          | 3                           |
| I-132m         | 83.6 m        | $\beta^-, \gamma$                    | 1.1 E-10           | 2.2 E-10           | 0.055  | 300  | 1.0   | 5 E+04                                      | 5 E+07                  | 8 E+04                  |                          | 10 → I-132 [6]              |
| I-133          | 20.8 h        | $\beta^-, \gamma$                    | 2.1 E-09           | 4.3 E-09           | 0.093  | 1000   | 1.6   | 2 E+03                                      | 2 E+06                  | 4 E+03                  |                          | 3 → Xe-133, Xe-133m         |
| I-134          | 52.6 m        | $\beta^-, \gamma$                    | 7.9 E-11           | 1.1 E-10           | 0.385  | 1000   | 1.8   | 9 E+04                                      | 6 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3                           |
| I-135          | 6.61 h        | $\beta^-, \gamma$                    | 4.6 E-10           | 9.3 E-10           | 0.223  | 1000   | 1.6   | 1 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 3 → Xe-135, Xe-135m         |
| Xe-122 / I-122 | 20.1 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          |                    |                    | 0.284  | 800  | 1.3   |   | 7 E+07                  | 7 E+04                  |                          |                             |
| Xe-123         | 2.08 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          |                    |                    | 0.107  | 800  | 0.9   |   | 1 E+08                  | 1 E+05                  |                          | → I-123                     |
| Xe-125         | 17.0 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          |                    |                    | 0.060  | 300  | 0.2   |   | 3 E+08                  | 3 E+05                  |                          | → I-125                     |
| Xe-127         | 36.41 d       | $\epsilon, \gamma$                   |                    |                    | 0.059  | 400  | 0.3   |   | 3 E+08                  | 3 E+05                  |                          |                             |
| Xe-129m        | 8.0 d         | $\gamma$                             |                    |                    | 0.030  | 3000   | 1.9   |   | 4 E+09                  | 4 E+06                  |                          |                             |
| Xe-131m        | 11.9 d        | $\gamma$                             |                    |                    | 0.012  | 3000   | 2.1   |   | 9 E+09                  | 9 E+06                  |                          |                             |
| Xe-133         | 5.245 d       | $\beta^-, \gamma$                    |                    |                    | 0.016  | 1000   | 1.0   |   | 2 E+09                  | 2 E+06                  |                          |                             |
| Xe-133m        | 2.188 d       | $\gamma$                             |                    |                    | 0.016  | 2000   | 1.7   |   | 2 E+09                  | 2 E+06                  |                          | → Xe-133                    |
| Xe-135         | 9.09 h        | $\beta^-, \gamma$                    |                    |                    | 0.040  | 2000   | 1.6   |   | 3 E+08                  | 3 E+05                  |                          | → Cs-135                    |
| Xe-135m        | 15.29 m       | $\beta^-, \gamma$                    |                    |                    | 0.069  | 200  | 0.4   |   | 2 E+08                  | 2 E+05                  |                          | → Cs-135                    |
| Xe-137         | 3.83 m        | $\beta^-, \gamma$                    |                    |                    | 1.167  | 2  | 1.7   |   | 3 E+08                  | 3 E+05                  |                          |                             |
| Xe-138         | 14.17 m       | $\beta^-, \gamma$                    |                    |                    | 0.166  | 1000   | 1.7   |   | 6 E+07                  | 6 E+04                  |                          | → Cs-138 [6]                |

| Nuklid           | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart          | $c_{inh}$<br>Sv/Bq | $c_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  |          | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte               |                             |
|------------------|---------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|--|--|---|---|----------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|                  |               |                                      |                    |                    | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1                | 2             | 3                                    | 4                  | 5                  | 6  | 7  | 8   | 9   | 10       | 11                      | 12                       | 13                          |
| Cs-125           | 45 m          | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 2.3 E-11           | 3.5 E-11           | 0.114  | 500  | 0.7   | 3 E+05                                      | 2 E+08   | 4 E+05                  |                          | 10 → Xe-125                 |
| Cs-127           | 6.25 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 4.0 E-11           | 2.4 E-11           | 0.079  | 100  | 0.2   | 4 E+05                                      | 1 E+08   | 2 E+05                  |                          | 30 → Xe-127                 |
| Cs-129           | 32.06 h       | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 8.1 E-11           | 6.0 E-11           | 0.063  | 30   | <0.1  | 2 E+05                                      | 6 E+07   | 1 E+05                  |                          | 100                         |
| Cs-130           | 29.9 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 1.5 E-11           | 2.8 E-11           | 0.087  | 500  | 0.8   | 4 E+05                                      | 3 E+08   | 6 E+05                  |                          | 10                          |
| Cs-131           | 9.69 d        | $\epsilon$                           | 4.5 E-11           | 5.8 E-11           | 0.016  | 2  | <0.1  | 2 E+05                                      | 1 E+08   | 2 E+05                  |                          | 1000                        |
| Cs-132           | 6.475 d       | $\epsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$ | 3.8 E-10           | 5.0 E-10           | 0.119  | 50   | 0.1   | 2 E+04                                      | 1 E+07   | 2 E+04                  |                          | 100                         |
| Cs-134           | 2.062 a       | $\epsilon, \beta^-, \gamma$          | 9.6 E-09           | 1.9 E-08           | 0.236  | 1000   | 1.1   | 5 E+02                                      | 5 E+05   | 9 E+02                  |                          | 3                           |
| Cs-134m          | 2.90 h        | $\gamma$                             | 2.6 E-11           | 2.0 E-11           | 0.009  | 1000   | 1.5   | 5 E+05                                      | 2 E+08   | 3 E+05                  |                          | 3 → Cs-134 [6]              |
| Cs-135           | 2.3 E6 a      | $\beta^-$                            | 9.9 E-10           | 2.0 E-09           | 0.000  | 600  | 0.7   | 5 E+03                                      | 5 E+06   | 8 E+03                  |                          | 10                          |
| Cs-135m          | 53 m          | $\gamma$                             | 2.4 E-11           | 1.9 E-11           | 0.239  | 70   | 0.2   | 5 E+05                                      | 2 E+08   | 3 E+05                  |                          | 30 → Cs-135                 |
| Cs-136           | 13.1 d        | $\beta^-, \gamma$                    | 1.9 E-09           | 3.0 E-09           | 0.327  | 1000   | 1.5   | 3 E+03                                      | 3 E+06   | 4 E+03                  |                          | 3                           |
| Cs-137 / Ba-137m | 30.0 a        | $\beta^-, \gamma$                    | 6.7 E-09           | 1.3 E-08           | 0.092  | 2000   | 1.5   | 8 E+02                                      | 7 E+05   | 1 E+03                  |                          | 3                           |
| Cs-138           | 32.2 m        | $\beta^-, \gamma$                    | 4.6 E-11           | 9.2 E-11           | 0.445  | 1000   | 1.8   | 1 E+05                                      | 1 E+08   | 2 E+05                  |                          | 3                           |
| Ba-126 / Cs-126  | 96.5 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 1.2 E-10           | 2.6 E-10           | 0.805  | 900  | 1.6   | 4 E+04                                      | 4 E+07   | 7 E+04                  |                          | 3                           |
| Ba-128 / Cs-128  | 2.43 d        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 1.3 E-09           | 2.7 E-09           | 0.209  | 700  | 1.2   | 4 E+03                                      | 4 E+06   | 6 E+03                  |                          | 3                           |
| Ba-131           | 11.8 d        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 3.5 E-10           | 4.5 E-10           | 0.087  | 300  | 0.4   | 2 E+04                                      | 1 E+07   | 2 E+04                  |                          | 10 → Cs-131                 |
| Ba-131m          | 14.6 m        | $\gamma$                             | 6.4 E-12           | 4.9 E-12           | 0.019  | 50   | 0.4   | 2 E+06                                      | 8 E+08   | 1 E+06                  |                          | 10 → Ba-131                 |
| Ba-133           | 10.74 a       | $\epsilon, \gamma$                   | 1.8 E-09           | 1.0 E-09           | 0.085  | 70   | 0.1   | 1 E+04                                      | 3 E+06   | 5 E+03                  |                          | 30                          |
| Ba-133m          | 38.9 h        | $\gamma$                             | 2.8 E-10           | 5.5 E-10           | 0.019  | 2000   | 1.5   | 2 E+04                                      | 2 E+07   | 3 E+04                  |                          | 3 → Ba-133                  |
| Ba-135m          | 28.7 h        | $\gamma$                             | 2.3 E-10           | 4.5 E-10           | 0.018  | 2000   | 1.5   | 2 E+04                                      | 2 E+07   | 4 E+04                  |                          | 3                           |
| Ba-139           | 82.7 m        | $\beta^-, \gamma$                    | 5.5 E-11           | 1.2 E-10           | 0.012  | 1000   | 1.7   | 8 E+04                                      | 9 E+07   | 2 E+05                  |                          | 3                           |
| Ba-140           | 12.74 d       | $\beta^-, \gamma$                    | 1.6 E-09           | 2.5 E-09           | 0.031  | 1000   | 1.5   | 4 E+03                                      | 3 E+06   | 5 E+03                  |                          | 3 → La-140 [6]              |
| Ba-141           | 18.27 m       | $\beta^-, \gamma$                    | 3.5 E-11           | 7.0 E-11           | 0.152  | 1000   | 1.9   | 1 E+05                                      | 1 E+08   | 2 E+05                  |                          | 3 → La-141                  |
| Ba-142           | 10.6 m        | $\beta^-, \gamma$                    | 2.7 E-11           | 3.5 E-11           | 0.160  | 1000   | 1.7   | 3 E+05                                      | 2 E+08   | 3 E+05                  |                          | 3 → La-142 [6]              |
| La-131           | 59 m          | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 3.6 E-11           | 3.5 E-11           | 0.116  | 400  | 0.6   | 3 E+05                                      | 1 E+08   | 2 E+05                  |                          | 10 → Ba-131                 |
| La-132           | 4.8 h         | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 2.8 E-10           | 3.9 E-10           | 0.379  | 400  | 0.8   | 3 E+04                                      | 2 E+07   | 3 E+04                  |                          | 10                          |
| La-135           | 19.5 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$          | 2.5 E-11           | 3.0 E-11           | 0.017  | 2  | <0.1  | 3 E+05                                      | 2 E+08   | 3 E+05                  |                          | 1000                        |
| La-137           | 6 E4 a        | $\epsilon$                           | 1.0 E-08           | 8.1 E-11           | 0.014  | 2  | <0.1  | 1 E+05                                      | 5 E+05   | 8 E+02                  |                          | 1000                        |



| Nuklid           | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart | $\epsilon_{inh}$<br>Sv/Bq | $\epsilon_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|------------------|---------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|                  |               |                             |                           |                           | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1                | 2             | 3                           | 4                         | 5                         | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| La-138           | 1.35E11 a     | $\epsilon, \beta^-, \gamma$ | 1.8 E-07                  | 1.1 E-09                  | 0.185  | 400  | 0.4   | 9 E+03                                      | 3 E+04                  | 5 E+01                  |                          | 10                          |
| La-140           | 40.272 h      | $\beta^-, \gamma$           | 1.5 E-09                  | 2.0 E-09                  | 0.332  | 1000   | 1.8   | 5 E+03                                      | 3 E+06                  | 6 E+03                  |                          | 3                           |
| La-141           | 3.93 h        | $\beta^-, \gamma$           | 2.2 E-10                  | 3.6 E-10                  | 0.016  | 1000   | 1.6   | 3 E+04                                      | 2 E+07                  | 4 E+04                  |                          | 3 → Ce-141                  |
| La-142           | 92.5 m        | $\beta^-, \gamma$           | 1.5 E-10                  | 1.8 E-10                  | 0.490  | 1000   | 1.8   | 6 E+04                                      | 3 E+07                  | 6 E+04                  |                          | 3                           |
| La-143           | 14.23 m       | $\beta^-, \gamma$           | 3.3 E-11                  | 5.6 E-11                  | 0.219  | 1000   | 1.6   | 2 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3 → Ce-143                  |
| Ce-134 / La-134  | 72.0 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 1.6 E-09                  | 2.5 E-09                  | 0.149  | 600  | 1.0   | 4 E+03                                      | 3 E+06                  | 5 E+03                  |                          | 10                          |
| Ce-135           | 17.6 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 7.6 E-10                  | 7.9 E-10                  | 0.271  | 2000   | 1.8   | 1 E+04                                      | 7 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3 → La-135                  |
| Ce-137           | 9.0 h         | $\epsilon, \gamma$          | 1.9 E-11                  | 2.5 E-11                  | 0.016  | 10   | <0.1  | 4 E+05                                      | 3 E+08                  | 4 E+05                  | 1000                     | → La-137                    |
| Ce-137m          | 34.4 h        | $\epsilon, \gamma$          | 5.9 E-10                  | 5.4 E-10                  | 0.016  | 2000   | 1.6   | 2 E+04                                      | 8 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3 → Ce-137, La-137          |
| Ce-139           | 137.66 d      | $\epsilon, \gamma$          | 1.4 E-09                  | 2.6 E-10                  | 0.036  | 500  | 0.5   | 4 E+04                                      | 4 E+06                  | 6 E+03                  |                          | 10                          |
| Ce-141           | 32.501 d      | $\beta^-, \gamma$           | 3.1 E-09                  | 7.1 E-10                  | 0.014  | 2000   | 1.6   | 1 E+04                                      | 2 E+06                  | 3 E+03                  |                          | 3                           |
| Ce-143           | 33.0 h        | $\beta^-, \gamma$           | 1.0 E-09                  | 1.1 E-09                  | 0.053  | 1000   | 1.6   | 9 E+03                                      | 5 E+06                  | 8 E+03                  |                          | 3 → Pr-143                  |
| Ce-144 / Pr-144m | 284.3 d       | $\beta^-, \gamma$           | 2.9 E-08                  | 5.2 E-09                  | 0.005  | 800  | 0.9   | 2 E+03                                      | 2 E+05                  | 3 E+02                  |                          | 10 → Pr-144                 |
| Pr-136           | 13.1 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 2.5 E-11                  | 3.3 E-11                  | 0.375  | 600  | 1.1   | 3 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3                           |
| Pr-137           | 76.6 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 3.5 E-11                  | 4.0 E-11                  | 0.083  | 300  | 0.5   | 3 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 10 → Ce-137                 |
| Pr-138m          | 2.1 h         | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 1.3 E-10                  | 1.3 E-10                  | 0.379  | 600  | 0.8   | 8 E+04                                      | 4 E+07                  | 6 E+04                  |                          | 10                          |
| Pr-139           | 4.51 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 3.0 E-11                  | 3.1 E-11                  | 0.028  | 100  | 0.1   | 3 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 30 → Ce-139                 |
| Pr-142           | 19.13 h       | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 7.4 E-10                  | 1.3 E-09                  | 0.011  | 1000   | 1.6   | 8 E+03                                      | 7 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3                           |
| Pr-142m          | 14.6 m        | $\gamma$                    | 9.4 E-12                  | 1.7 E-11                  | <0.001                                       | <1   | <0.1  | 6 E+05                                      | 5 E+08                  | 9 E+05                  |                          | 10 → Pr-142                 |
| Pr-143           | 13.56 d       | $\beta^-, \gamma$           | 2.2 E-09                  | 1.2 E-09                  | 0.000  | 1000   | 1.5   | 8 E+03                                      | 2 E+06                  | 4 E+03                  |                          | 3                           |
| Pr-144           | 17.28 m       | $\beta^-, \gamma$           | 3.0 E-11                  | 5.0 E-11                  | 0.099  | 1000   | 1.6   | 2 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3                           |
| Pr-145           | 5.98 h        | $\beta^-, \gamma$           | 2.6 E-10                  | 3.9 E-10                  | 0.002  | 1000   | 1.6   | 3 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 3                           |
| Pr-147           | 13.6 m        | $\beta^-, \gamma$           | 3.0 E-11                  | 3.3 E-11                  | 0.144  | 1000   | 1.8   | 3 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3 → Nd-147                  |
| Nd-136           | 50.65 m       | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 8.9 E-11                  | 9.9 E-11                  | 0.061  | 200  | 0.3   | 1 E+05                                      | 6 E+07                  | 9 E+04                  |                          | 30 → Pr-136 [6]             |
| Nd-138 / Pr-138  | 5.04 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 3.8 E-10                  | 6.4 E-10                  | 0.398  | 700  | 1.3   | 2 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 3                           |
| Nd-139           | 29.7 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 1.7 E-11                  | 2.0 E-11                  | 0.070  | 300  | 0.4   | 5 E+05                                      | 3 E+08                  | 5 E+05                  |                          | 10 → Pr-139                 |
| Nd-139m          | 5.5 h         | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 2.5 E-10                  | 2.5 E-10                  | 0.246  | 500  | 0.6   | 4 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 10 → Pr-139, Nd-139         |
| Nd-140           | 3.37 d        | $\epsilon$                  | 2.0 E-09                  | 2.8 E-09                  |  |  |   | 4 E+03                                      | 3 E+06                  | 4 E+03                  |                          | 3                           |

| Nuklid          | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart         | $\epsilon_{inh}$<br>Sv/Bq | $\epsilon_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|-----------------|---------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|                 |               |                                     |                           |                           | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1               | 2             | 3                                   | 4                         | 5                         | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| Nd-141          | 2.49 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$         | 8.8 E-12                  | 8.3 E-12                  | 0.021  | 50   | 0.1   | 1 E+06                                      | 6 E+08                  | 9 E+05                  |                          | 100                         |
| Nd-147          | 10.98 d       | $\beta^-, \gamma$                   | 2.1 E-09                  | 1.1 E-09                  | 0.027  | 1000   | 1.5   | 9 E+03                                      | 2 E+06                  | 4 E+03                  |                          | 3 → Pm-147                  |
| Nd-149          | 1.73 h        | $\beta^-, \gamma$                   | 1.3 E-10                  | 1.2 E-10                  | 0.063  | 2000   | 1.8   | 8 E+04                                      | 4 E+07                  | 6 E+04                  |                          | 3 → Pm-149                  |
| Nd-151          | 12.44 m       | $\beta^-, \gamma$                   | 2.9 E-11                  | 3.0 E-11                  | 0.137  | 1000   | 1.7   | 3 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3 → Pm-151                  |
| Pm-141          | 20.90 m       | $\epsilon, \beta^+, \gamma$         | 2.5 E-11                  | 3.6 E-11                  | 0.137  | 500  | 0.9   | 3 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 10 → Nd-141, Nd-141m        |
| Pm-143          | 265 d         | $\epsilon, \gamma$                  | 9.6 E-10                  | 2.3 E-10                  | 0.057  | 7  | <0.1  | 4 E+04                                      | 5 E+06                  | 9 E+03                  |                          | 300                         |
| Pm-144          | 363 d         | $\epsilon, \gamma$                  | 5.4 E-09                  | 9.7 E-10                  | 0.248  | 40   | 0.1   | 1 E+04                                      | 9 E+05                  | 2 E+03                  |                          | 100                         |
| Pm-145          | 17.7 a        | $\epsilon, \gamma$                  | 2.4 E-09                  | 1.1 E-10                  | 0.013  | 10   | <0.1  | 9 E+04                                      | 2 E+06                  | 3 E+03                  |                          | 1000                        |
| Pm-146          | 2020 d        | $\epsilon, \beta^-, \gamma$         | 1.3 E-08                  | 9.0 E-10                  | 0.122  | 500  | 0.6   | 1 E+04                                      | 4 E+05                  | 6 E+02                  |                          | 10 → Sm-146                 |
| Pm-147          | 2.6234 a      | $\beta^-, \gamma$                   | 3.5 E-09                  | 2.6 E-10                  | <0.001                                       | 500  | 0.6   | 4 E+04                                      | 1 E+06                  | 2 E+03                  |                          | 10 → Sm-147                 |
| Pm-148          | 5.37 d        | $\beta^-, \gamma$                   | 2.2 E-09                  | 2.7 E-09                  | 0.091  | 1000   | 1.6   | 4 E+03                                      | 2 E+06                  | 4 E+03                  |                          | 3                           |
| Pm-148m         | 41.3 d        | $\beta^-, \gamma$                   | 4.3 E-09                  | 1.8 E-09                  | 0.306  | 1000   | 1.4   | 6 E+03                                      | 1 E+06                  | 2 E+03                  |                          | 3 → Sm-148                  |
| Pm-149          | 53.08 h       | $\beta^-, \gamma$                   | 8.2 E-10                  | 9.9 E-10                  | 0.002  | 1000   | 1.6   | 1 E+04                                      | 6 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3                           |
| Pm-150          | 2.68 h        | $\beta^-, \gamma$                   | 2.1 E-10                  | 2.6 E-10                  | 0.226  | 1000   | 1.8   | 4 E+04                                      | 2 E+07                  | 4 E+04                  |                          | 3                           |
| Pm-151          | 28.4 h        | $\beta^-, \gamma$                   | 6.4 E-10                  | 7.3 E-10                  | 0.052  | 1000   | 1.5   | 1 E+04                                      | 8 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3 → Sm-151                  |
| Sm-141          | 10.2 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$         | 2.7 E-11                  | 3.9 E-11                  | 0.287  | 500  | 1.0   | 3 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 10 → Pm-141 [6]             |
| Sm-141m         | 22.6 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$         | 5.6 E-11                  | 6.5 E-11                  | 0.338  | 900  | 1.1   | 2 E+05                                      | 9 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3 → Pm-141, Sm-141          |
| Sm-142 / Pm-142 | 72.49 m       | $\epsilon, \beta^+, \gamma$         | 1.1 E-10                  | 1.9 E-10                  | 0.752  | 800  | 1.5   | 5 E+04                                      | 5 E+07                  | 8 E+04                  |                          | 3                           |
| Sm-145          | 340 d         | $\epsilon, \gamma$                  | 1.1 E-09                  | 2.1 E-10                  | 0.026  | 20   | <0.1  | 5 E+04                                      | 5 E+06                  | 8 E+03                  |                          | 100 → Pm-145                |
| Sm-146          | 1.03 E8 a     | $\alpha$                            | 6.7 E-06                  | 5.4 E-08                  | <0.001                                       | <1   | <0.1  | 2 E+02                                      | 7 E+02                  | 1 E+00                  |                          | 1                           |
| Sm-147          | 1.06 E11 a    | $\alpha$                            | 6.1 E-06                  | 4.9 E-08                  | <0.001                                       | <1   | <0.1  | 2 E+02                                      | 8 E+02                  | 1 E+00                  |                          | 1                           |
| Sm-151          | 90 a          | $\beta^-, \gamma$                   | 2.6 E-09                  | 9.8 E-11                  | <0.001                                       | <1   | <0.1  | 1 E+05                                      | 2 E+06                  | 3 E+03                  |                          | 100                         |
| Sm-153          | 46.7 h        | $\beta^-, \gamma$                   | 6.8 E-10                  | 7.4 E-10                  | 0.016  | 1000   | 1.6   | 1 E+04                                      | 7 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3                           |
| Sm-155          | 22.1 m        | $\beta^-, \gamma$                   | 2.8 E-11                  | 2.9 E-11                  | 0.019  | 1000   | 1.6   | 3 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3 → Eu-155                  |
| Sm-156          | 9.4 h         | $\beta^-, \gamma$                   | 2.8 E-10                  | 2.5 E-10                  | 0.022  | 1000   | 1.4   | 4 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 3 → Eu-156 [6]              |
| Eu-145          | 5.94 d        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$         | 7.3 E-10                  | 7.5 E-10                  | 0.217  | 60   | 0.2   | 1 E+04                                      | 7 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 30 → Sm-145                 |
| Eu-146          | 4.61 d        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$         | 1.2 E-09                  | 1.3 E-09                  | 0.375  | 100  | 0.3   | 8 E+03                                      | 4 E+06                  | 7 E+03                  |                          | 30 → Sm-146                 |
| Eu-147          | 24 d          | $\alpha, \epsilon, \beta^+, \gamma$ | 1.0 E-09                  | 4.4 E-10                  | 0.085  | 300  | 0.3   | 2 E+04                                      | 5 E+06                  | 8 E+03                  |                          | 30 → Sm-147, Pm-143         |

| Nuklid   | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart             | $c_{inh}$<br>Sv/Bq | $c_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze<br>LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte              |                          |                             |
|----------|---------------|---|--------------------|--------------------|--|--|---|---|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|          |               |   |                    |                    | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |   |                                     | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1        | 2             | 3                                       | 4                  | 5                  | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                                  | 11                      | 12                       | 13                          |
| Eu-148   | 54.5 d        | $\alpha, \varepsilon, \beta^+, \gamma$  | 2.3 E-09           | 1.3 E-09           | 0.327  | 70   | 0.2   | 8 E+03  | 2 E+06                              | 4 E+03                  |                          | 30 → Pm-144                 |
| Eu-149   | 93.1 d        | $\varepsilon, \gamma$                   | 2.3 E-10           | 1.0 E-10           | 0.018  | 20   | <0.1  | 1 E+05  | 2 E+07                              | 4 E+04                  |                          | 300                         |
| Eu-150-1 | 12.62 h       | $\varepsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$ | 2.8 E-10           | 3.8 E-10           | 0.008  | 1000   | 1.4   | 3 E+04  | 2 E+07                              | 3 E+04                  |                          | 3                           |
| Eu-150-2 | 34.2 a        | $\varepsilon, \gamma$                   | 3.4 E-08           | 1.3 E-09           | 0.238  | 100  | 0.2   | 8 E+03  | 1 E+05                              | 2 E+02                  |                          | 30                          |
| Eu-152   | 13.33 a       | $\varepsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$ | 2.7 E-08           | 1.4 E-09           | 0.179  | 700  | 0.8   | 7 E+03  | 2 E+05                              | 3 E+02                  |                          | 10 → Gd-152                 |
| Eu-152m  | 9.32 h        | $\varepsilon, \beta^+, \beta^-, \gamma$ | 3.2 E-10           | 5.0 E-10           | 0.047  | 900  | 1.3   | 2 E+04  | 2 E+07                              | 3 E+04                  |                          | 3 → Gd-152                  |
| Eu-154   | 8.80 a        | $\varepsilon, \beta^-, \gamma$          | 3.5 E-08           | 2.0 E-09           | 0.185  | 2000   | 1.8   | 5 E+03  | 1 E+05                              | 2 E+02                  |                          | 3                           |
| Eu-155   | 4.96 a        | $\beta^-, \gamma$                       | 4.7 E-09           | 3.2 E-10           | 0.012  | 200  | 0.3   | 3 E+04  | 1 E+06                              | 2 E+03                  |                          | 30                          |
| Eu-156   | 15.19 d       | $\beta^-, \gamma$                       | 3.0 E-09           | 2.2 E-09           | 0.188  | 1000   | 1.5   | 5 E+03  | 2 E+06                              | 3 E+03                  |                          | 3                           |
| Eu-157   | 15.15 h       | $\beta^-, \gamma$                       | 4.4 E-10           | 6.0 E-10           | 0.049  | 1000   | 1.6   | 2 E+04  | 1 E+07                              | 2 E+04                  |                          | 3                           |
| Eu-158   | 45.9 m        | $\beta^-, \gamma$                       | 7.5 E-11           | 9.4 E-11           | 0.220  | 1000   | 1.8   | 1 E+05  | 7 E+07                              | 1 E+05                  |                          | 3                           |
| Gd-145   | 22.9 m        | $\varepsilon, \beta^+, \gamma$          | 3.5 E-11           | 4.4 E-11           | 0.360  | 500  | 0.9   | 2 E+05  | 1 E+08                              | 2 E+05                  |                          | 10 → Eu-145 [6]             |
| Gd-146   | 48.3 d        | $\varepsilon, \gamma$                   | 5.2 E-09           | 9.6 E-10           | 0.057  | 600  | 0.9   | 1 E+04  | 1 E+06                              | 2 E+03                  |                          | 10 → Eu-146 [6]             |
| Gd-147   | 38.1 h        | $\varepsilon, \beta^+, \gamma$          | 5.9 E-10           | 6.1 E-10           | 0.206  | 400  | 0.4   | 2 E+04  | 8 E+06                              | 1 E+04                  |                          | 10 → Eu-147                 |
| Gd-148   | 93 a          | $\alpha$                                | 3.0 E-05           | 5.5 E-08           | <0.001                                       | <1   | <0.1  | 2 E+02  | 2 E+02                              | [5] 3 E-01              |                          | 1                           |
| Gd-149   | 9.4 d         | $\varepsilon, \gamma$                   | 7.9 E-10           | 4.5 E-10           | 0.076  | 400  | 0.6   | 2 E+04  | 6 E+06                              | 1 E+04                  |                          | 10 → Eu-149                 |
| Gd-151   | 120 d         | $\alpha, \varepsilon, \gamma$           | 9.3 E-10           | 2.0 E-10           | 0.018  | 200  | 0.2   | 5 E+04  | 5 E+06                              | 9 E+03                  |                          | 30 → Sm-147                 |
| Gd-152   | 1.08E14 a     | $\alpha$                                | 2.2 E-05           | 4.1 E-08           | <0.001                                       | <1   | <0.1  | 2 E+02  | 2 E+02                              | [5] 4 E-01              |                          | 1                           |
| Gd-153   | 242 d         | $\varepsilon, \gamma$                   | 2.5 E-09           | 2.7 E-10           | 0.029  | 30   | 0.1   | 4 E+04  | 2 E+06                              | 3 E+03                  |                          | 30                          |
| Gd-159   | 18.56 h       | $\beta^-, \gamma$                       | 3.9 E-10           | 4.9 E-10           | 0.010  | 1000   | 1.5   | 2 E+04  | 1 E+07                              | 2 E+04                  |                          | 3                           |
| Tb-147   | 1.65 h        | $\varepsilon, \beta^+, \gamma$          | 1.2 E-10           | 1.6 E-10           | 0.356  | 400  | 0.8   | 6 E+04  | 4 E+07                              | 7 E+04                  |                          | 10 → Gd-147 [6]             |
| Tb-149   | 4.15 h        | $\alpha, \varepsilon, \beta^+, \gamma$  | 3.1 E-09           | 2.5 E-10           | 0.241  | 400  | 0.6   | 4 E+04  | 2 E+06                              | 3 E+03                  |                          | 10 → Gd-149, Eu-145         |
| Tb-150   | 3.27 h        | $\varepsilon, \beta^+, \gamma$          | 1.8 E-10           | 2.5 E-10           | 0.346  | 400  | 0.8   | 4 E+04  | 3 E+07                              | 5 E+04                  |                          | 10                          |
| Tb-151   | 17.6 h        | $\alpha, \varepsilon, \beta^+, \gamma$  | 3.3 E-10           | 3.4 E-10           | 0.147  | 400  | 0.6   | 3 E+04  | 2 E+07                              | 3 E+04                  |                          | 10 → Gd-151, Eu-147         |
| Tb-153   | 2.34 d        | $\varepsilon, \beta^+, \gamma$          | 2.4 E-10           | 2.5 E-10           | 0.045  | 100  | 0.1   | 4 E+04  | 2 E+07                              | 3 E+04                  |                          | 30 → Gd-153                 |
| Tb-154   | 21.4 h        | $\varepsilon, \beta^+, \gamma$          | 6.0 E-10           | 6.5 E-10           | 0.313  | 400  | 0.6   | 2 E+04  | 8 E+06                              | 1 E+04                  |                          | 10                          |
| Tb-155   | 5.32 d        | $\varepsilon, \gamma$                   | 2.5 E-10           | 2.1 E-10           | 0.031  | 200  | 0.2   | 5 E+04  | 2 E+07                              | 3 E+04                  |                          | 30                          |
| Tb-156   | 5.34 d        | $\varepsilon, \gamma$                   | 1.4 E-09           | 1.2 E-09           | 0.277  | 500  | 0.8   | 8 E+03  | 4 E+06                              | 6 E+03                  |                          | 10                          |

| Nuklid        | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart | $c_{inh}$<br>Sv/Bq | $c_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|---------------|---------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|               |               |                             |                    |                    | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1             | 2             | 3                           | 4                  | 5                  | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| Tb-156m-1 [2] | 5.0 h         | $\gamma$                    | 1.3 E-10           | 8.1 E-11           | 0.001  | 8  | 0.6   | 1 E+05                                      | 4 E+07                  | 6 E+04                  |                          | 10→ Tb-156 [6]              |
| Tb-156m-2 [2] | 24.4 h        | $\gamma$                    | 2.3 E-10           | 1.7 E-10           | 0.007  | 4  | <0.1  | 6 E+04                                      | 2 E+07                  | 4 E+04                  | 1000                     |                             |
| Tb-157        | 150 a         | $\epsilon, \gamma$          | 7.9 E-10           | 3.4 E-11           | 0.001  | 6  | <0.1  | 3 E+05                                      | 6 E+06                  | 1 E+04                  | 1000                     |                             |
| Tb-158        | 150 a         | $\epsilon, \beta^-, \gamma$ | 3.0 E-08           | 1.1 E-09           | 0.127  | 400  | 0.6   | 9 E+03                                      | 2 E+05                  | 3 E+02                  | 10                       |                             |
| Tb-160        | 72.3 d        | $\beta^-, \gamma$           | 5.4 E-09           | 1.6 E-09           | 0.169  | 1000   | 1.7   | 6 E+03                                      | 9 E+05                  | 2 E+03                  | 3                        |                             |
| Tb-161        | 6.91 d        | $\beta^-, \gamma$           | 1.2 E-09           | 7.2 E-10           | 0.013  | 1000   | 1.3   | 1 E+04                                      | 4 E+06                  | 7 E+03                  | 3                        |                             |
| Dy-155        | 10.0 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 1.2 E-10           | 1.3 E-10           | 0.094  | 100  | 0.1   | 8 E+04                                      | 4 E+07                  | 7 E+04                  |                          | 30→ Tb-155                  |
| Dy-157        | 8.1 h         | $\epsilon, \gamma$          | 5.5 E-11           | 6.1 E-11           | 0.065  | 40   | 0.1   | 2 E+05                                      | 9 E+07                  | 2 E+05                  |                          | 100→ Tb-157                 |
| Dy-159        | 144.4 d       | $\epsilon, \gamma$          | 2.5 E-10           | 1.0 E-10           | 0.015  | 10   | <0.1  | 1 E+05                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  | 1000                     |                             |
| Dy-165        | 2.334 h       | $\beta^-, \gamma$           | 8.7 E-11           | 1.1 E-10           | 0.005  | 1000   | 1.6   | 9 E+04                                      | 6 E+07                  | 1 E+05                  | 3                        |                             |
| Dy-166        | 81.6 h        | $\beta^-, \gamma$           | 1.8 E-09           | 1.6 E-09           | 0.010  | 1000   | 1.1   | 6 E+03                                      | 3 E+06                  | 5 E+03                  |                          | 3→ Ho-166                   |
| Ho-155        | 48 m          | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 3.2 E-11           | 3.7 E-11           | 0.066  | 300  | 0.5   | 3 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 10→ Dy-155                  |
| Ho-157        | 12.6 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 7.6 E-12           | 6.5 E-12           | 0.088  | 300  | 0.3   | 2 E+06                                      | 7 E+08                  | 1 E+06                  |                          | 30→ Dy-157                  |
| Ho-159        | 33 m          | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 1.0 E-11           | 7.9 E-12           | 0.069  | 200  | 0.2   | 1 E+06                                      | 5 E+08                  | 8 E+05                  |                          | 30→ Dy-159                  |
| Ho-161        | 2.5 h         | $\epsilon, \gamma$          | 1.0 E-11           | 1.3 E-11           | 0.022  | 20   | <0.1  | 8 E+05                                      | 5 E+08                  | 8 E+05                  | 300                      |                             |
| Ho-162        | 15 m          | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 4.5 E-12           | 3.3 E-12           | 0.032  | 70   | 0.2   | 3 E+06                                      | 1 E+09                  | 2 E+06                  | 30                       |                             |
| Ho-162m       | 68 m          | $\epsilon, \gamma$          | 3.3 E-11           | 2.6 E-11           | 0.094  | 300  | 0.3   | 4 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 30→ Ho-162                  |
| Ho-164        | 29 m          | $\epsilon, \beta^-, \gamma$ | 1.3 E-11           | 9.5 E-12           | 0.009  | 600  | 0.7   | 1 E+06                                      | 4 E+08                  | 6 E+05                  | 10                       |                             |
| Ho-164m       | 37.5 m        | $\gamma$                    | 1.6 E-11           | 1.6 E-11           | 0.014  | 20   | <0.1  | 6 E+05                                      | 3 E+08                  | 5 E+05                  |                          | 300→ Ho-164                 |
| Ho-166        | 26.80 h       | $\beta^-, \gamma$           | 8.3 E-10           | 1.4 E-09           | 0.005  | 1000   | 1.7   | 7 E+03                                      | 6 E+06                  | 1 E+04                  | 3                        |                             |
| Ho-166m       | 1.20 E3 a     | $\beta^-, \gamma$           | 7.8 E-08           | 2.0 E-09           | 0.268  | 800  | 0.9   | 5 E+03                                      | 6 E+04                  | 1 E+02                  | 10                       |                             |
| Ho-167        | 3.1 h         | $\beta^-, \gamma$           | 1.0 E-10           | 8.3 E-11           | 0.061  | 1000   | 1.4   | 1 E+05                                      | 5 E+07                  | 8 E+04                  | 3                        |                             |
| Er-161        | 3.24 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 8.5 E-11           | 8.0 E-11           | 0.139  | 400  | 0.4   | 1 E+05                                      | 6 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 10→ Ho-161                  |
| Er-165        | 10.36 h       | $\epsilon$                  | 1.4 E-11           | 1.9 E-11           | 0.011  | 7  | <0.1  | 5 E+05                                      | 4 E+08                  | 6 E+05                  | 1000                     |                             |
| Er-169        | 9.3 d         | $\beta^-, \gamma$           | 9.2 E-10           | 3.7 E-10           | <0.001                                       | 1000   | 1.0   | 3 E+04                                      | 5 E+06                  | 9 E+03                  | 10                       |                             |
| Er-171        | 7.52 h        | $\beta^-, \gamma$           | 3.0 E-10           | 3.6 E-10           | 0.064  | 2000   | 1.9   | 3 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 3→ Tm-171                   |
| Er-172        | 49.3 h        | $\beta^-, \gamma$           | 1.2 E-09           | 1.0 E-09           | 0.084  | 1000   | 1.0   | 1 E+04                                      | 4 E+06                  | 7 E+03                  |                          | 10→ Tm-172                  |
| Tm-162        | 21.7 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 2.7 E-11           | 2.9 E-11           | 0.261  | 300  | 0.9   | 3 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  | 10                       |                             |

| Nuklid  | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart | $\epsilon_{inh}$<br>Sv/Bq | $\epsilon_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|---------|---------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|         |               |                             |                           |                           | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1       | 2             | 3                           | 4                         | 5                         | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| Tm-166  | 7.70 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 2.8 E-10                  | 2.8 E-10                  | 0.270  | 200  | 0.4   | 4 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 10                          |
| Tm-167  | 9.24 d        | $\epsilon, \gamma$          | 1.0 E-09                  | 5.6 E-10                  | 0.029  | 2000   | 1.1   | 2 E+04                                      | 5 E+06                  | 8 E+03                  |                          | 3                           |
| Tm-170  | 128.6 d       | $\epsilon, \beta^-, \gamma$ | 5.2 E-09                  | 1.3 E-09                  | 0.001  | 1000   | 1.6   | 8 E+03                                      | 1 E+06                  | 2 E+03                  |                          | 3                           |
| Tm-171  | 1.92 a        | $\beta^-, \gamma$           | 9.1 E-10                  | 1.1 E-10                  | <0.001                                       | <1   | <0.1  | 9 E+04                                      | 5 E+06                  | 9 E+03                  |                          | 1000                        |
| Tm-172  | 63.6 h        | $\beta^-, \gamma$           | 1.4 E-09                  | 1.7 E-09                  | 0.069  | 1000   | 1.5   | 6 E+03                                      | 4 E+06                  | 6 E+03                  |                          | 3                           |
| Tm-173  | 8.24 h        | $\beta^-, \gamma$           | 2.6 E-10                  | 3.1 E-10                  | 0.063  | 1000   | 1.6   | 3 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 3                           |
| Tm-175  | 15.2 m        | $\beta^-, \gamma$           | 3.1 E-11                  | 2.7 E-11                  | 0.160  | 2000   | 2.0   | 4 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3 → Yb-175                  |
| Yb-162  | 18.9 m        | $\epsilon, \gamma$          | 2.3 E-11                  | 2.3 E-11                  | 0.027  | 60   | 0.1   | 4 E+05                                      | 2 E+08                  | 4 E+05                  |                          | 100 → Tm-162 [6]            |
| Yb-166  | 56.7 h        | $\epsilon, \gamma$          | 9.5 E-10                  | 9.5 E-10                  | 0.022  | 10   | 0.1   | 1 E+04                                      | 5 E+06                  | 9 E+03                  |                          | 100 → Tm-166 [6]            |
| Yb-167  | 17.5 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 9.5 E-12                  | 6.7 E-12                  | 0.053  | 200  | 0.4   | 1 E+06                                      | 5 E+08                  | 9 E+05                  |                          | 10 → Tm-167                 |
| Yb-169  | 32.01 d       | $\epsilon, \gamma$          | 2.4 E-09                  | 7.1 E-10                  | 0.061  | 1000   | 1.0   | 1 E+04                                      | 2 E+06                  | 3 E+03                  |                          | 10                          |
| Yb-175  | 4.19 d        | $\beta^-, \gamma$           | 7.0 E-10                  | 4.4 E-10                  | 0.007  | 1000   | 1.1   | 2 E+04                                      | 7 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3                           |
| Yb-177  | 1.9 h         | $\beta^-, \gamma$           | 9.4 E-11                  | 9.7 E-11                  | 0.028  | 1000   | 1.5   | 1 E+05                                      | 5 E+07                  | 9 E+04                  |                          | 3 → Lu-177                  |
| Yb-178  | 74 m          | $\beta^-, \gamma$           | 1.1 E-10                  | 1.2 E-10                  | 0.006  | 1000   | 1.3   | 8 E+04                                      | 5 E+07                  | 8 E+04                  |                          | 3 → Lu-178                  |
| Lu-169  | 34.06 h       | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 4.9 E-10                  | 4.6 E-10                  | 0.154  | 100  | 0.2   | 2 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 30 → Yb-169                 |
| Lu-170  | 2.00 d        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 9.5 E-10                  | 9.9 E-10                  | 0.281  | 60   | 0.3   | 1 E+04                                      | 5 E+06                  | 9 E+03                  |                          | 10                          |
| Lu-171  | 8.22 d        | $\epsilon, \gamma$          | 9.3 E-10                  | 6.7 E-10                  | 0.115  | 30   | 0.1   | 1 E+04                                      | 5 E+06                  | 9 E+03                  |                          | 100                         |
| Lu-172  | 6.70 d        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 1.8 E-09                  | 1.3 E-09                  | 0.283  | 300  | 0.5   | 8 E+03                                      | 3 E+06                  | 5 E+03                  |                          | 10                          |
| Lu-173  | 1.37 a        | $\epsilon, \gamma$          | 1.5 E-09                  | 2.6 E-10                  | 0.028  | 30   | 0.1   | 4 E+04                                      | 3 E+06                  | 6 E+03                  |                          | 100                         |
| Lu-174  | 3.31 a        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 2.9 E-09                  | 2.7 E-10                  | 0.024  | 10   | <0.1  | 4 E+04                                      | 2 E+06                  | 3 E+03                  |                          | 100                         |
| Lu-174m | 142 d         | $\epsilon, \gamma$          | 2.6 E-09                  | 5.3 E-10                  | 0.015  | 30   | <0.1  | 2 E+04                                      | 2 E+06                  | 3 E+03                  |                          | 300 → Lu-174                |
| Lu-176  | 3.60E10 a     | $\beta^-, \gamma$           | 4.6 E-08                  | 1.8 E-09                  | 0.081  | 2000   | 2.3   | 6 E+03                                      | 1 E+05                  | 2 E+02                  |                          | 3                           |
| Lu-176m | 3.68 h        | $\beta^-, \gamma$           | 1.6 E-10                  | 1.7 E-10                  | 0.003  | 1000   | 1.8   | 6 E+04                                      | 3 E+07                  | 5 E+04                  |                          | 3                           |
| Lu-177  | 6.71 d        | $\beta^-, \gamma$           | 1.1 E-09                  | 5.3 E-10                  | 0.006  | 1000   | 1.3   | 2 E+04                                      | 5 E+06                  | 8 E+03                  |                          | 3                           |
| Lu-177m | 160.9 d       | $\beta^-, \gamma$           | 1.2 E-08                  | 1.7 E-09                  | 0.166  | 2000   | 2.6   | 6 E+03                                      | 4 E+05                  | 7 E+02                  |                          | 3 → Lu-177                  |
| Lu-178  | 28.4 m        | $\beta^-, \gamma$           | 4.1 E-11                  | 4.7 E-11                  | 0.022  | 1000   | 1.8   | 2 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 3                           |
| Lu-178m | 22.7 m        | $\beta^-, \gamma$           | 5.6 E-11                  | 3.8 E-11                  | 0.182  | 2000   | 2.8   | 3 E+05                                      | 9 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3                           |
| Lu-179  | 4.59 h        | $\beta^-, \gamma$           | 1.6 E-10                  | 2.1 E-10                  | 0.005  | 1000   | 1.6   | 5 E+04                                      | 3 E+07                  | 5 E+04                  |                          | 3                           |

| Nuklid       | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart | $\epsilon_{inh}$<br>Sv/Bq | $\epsilon_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze<br>LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte              |                          |                             |
|--------------|---------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|---|---|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|              |               |                             |                           |                           | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |   |                                     | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1            | 2             | 3                           | 4                         | 5                         | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                                  | 11                      | 12                       | 13                          |
| Hf-170       | 16.01 h       | $\epsilon, \gamma$          | 4.3 E-10                  | 4.8 E-10                  | 0.091  | 200  | 0.3   | 2 E+04  | 1 E+07                              | 2 E+04                  |                          | 30→ Lu-170 [6]              |
| Hf-172       | 1.87 a        | $\epsilon, \gamma$          | 3.7 E-08                  | 1.0 E-09                  | 0.030  | 100  | 0.1   | 1 E+04  | 1 E+05                              | 2 E+02                  |                          | 100→ Lu-172 [6]             |
| Hf-173       | 24.0 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 2.2 E-10                  | 2.3 E-10                  | 0.071  | 300  | 0.3   | 4 E+04  | 2 E+07                              | 4 E+04                  |                          | 30→ Lu-173                  |
| Hf-175       | 70 d          | $\epsilon, \gamma$          | 8.8 E-10                  | 4.1 E-10                  | 0.065  | 200  | 0.2   | 2 E+04  | 6 E+06                              | 9 E+03                  |                          | 30                          |
| Hf-177m      | 51.4 m        | $\gamma$                    | 1.5 E-10                  | 8.1 E-11                  | 0.370  | 4000   | 4.5   | 1 E+05  | 3 E+07                              | 6 E+04                  |                          | 1                           |
| Hf-178m      | 31 a          | $\gamma$                    | 3.1 E-07                  | 4.7 E-09                  | 0.378  | 2000   | 2.1   | 2 E+03  | 2 E+04                              | 3 E+01                  |                          | 3                           |
| Hf-179m      | 25.1 d        | $\gamma$                    | 3.2 E-09                  | 1.2 E-09                  | 0.149  | 1000   | 1.6   | 8 E+03  | 2 E+06                              | 3 E+03                  |                          | 3                           |
| Hf-180m      | 5.5 h         | $\gamma$                    | 2.0 E-10                  | 1.7 E-10                  | 0.166  | 700  | 1.1   | 6 E+04  | 3 E+07                              | 4 E+04                  |                          | 3                           |
| Hf-181       | 42.4 d        | $\beta^-, \gamma$           | 4.1 E-09                  | 1.1 E-09                  | 0.089  | 2000   | 1.9   | 9 E+03  | 1 E+06                              | 2 E+03                  |                          | 3                           |
| Hf-182       | 9 E6 a        | $\beta^-, \gamma$           | 3.6 E-07                  | 3.0 E-09                  | 0.039  | 500  | 0.6   | 3 E+03  | 1 E+04                              | 2 E+01                  |                          | 10→ Ta-182 [6]              |
| Hf-182m      | 61.5 m        | $\beta^-, \gamma$           | 7.1 E-11                  | 4.2 E-11                  | 0.150  | 1000   | 1.8   | 2 E+05  | 7 E+07                              | 1 E+05                  |                          | 3→ Ta-182 [6], Hf-182       |
| Hf-183       | 64 m          | $\beta^-, \gamma$           | 8.3 E-11                  | 7.3 E-11                  | 0.116  | 1000   | 1.6   | 1 E+05  | 6 E+07                              | 1 E+05                  |                          | 3→ Ta-183                   |
| Hf-184       | 4.12 h        | $\beta^-, \gamma$           | 4.5 E-10                  | 5.2 E-10                  | 0.043  | 2000   | 2.2   | 2 E+04  | 1 E+07                              | 2 E+04                  |                          | 3→ Ta-184                   |
| Ta-172       | 36.8 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 5.7 E-11                  | 5.3 E-11                  | 0.244  | 700  | 1.5   | 2 E+05  | 9 E+07                              | 1 E+05                  |                          | 3→ Hf-172 [6]               |
| Ta-173       | 3.65 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 1.6 E-10                  | 1.9 E-10                  | 0.098  | 500  | 0.7   | 5 E+04  | 3 E+07                              | 5 E+04                  |                          | 10→ Hf-173                  |
| Ta-174       | 1.2 h         | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 6.6 E-11                  | 5.7 E-11                  | 0.106  | 700  | 1.2   | 2 E+05  | 8 E+07                              | 1 E+05                  |                          | 3→ Hf-174                   |
| Ta-175       | 10.5 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 2.0 E-10                  | 2.1 E-10                  | 0.137  | 200  | 0.3   | 5 E+04  | 3 E+07                              | 4 E+04                  |                          | 30→ Hf-175                  |
| Ta-176       | 8.08 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 3.3 E-10                  | 3.1 E-10                  | 0.280  | 100  | 0.5   | 3 E+04  | 2 E+07                              | 3 E+04                  |                          | 10                          |
| Ta-177       | 56.6 h        | $\epsilon, \gamma$          | 1.3 E-10                  | 1.1 E-10                  | 0.015  | 100  | 0.2   | 9 E+04  | 4 E+07                              | 6 E+04                  |                          | 30                          |
| Ta-178-1 [2] | 9.31 m        | $\epsilon, \gamma$          |                           |                           | 0.021  | 10   | 0.2   |   |                                     |                         |                          | 30                          |
| Ta-178-2 [2] | 2.2 h         | $\epsilon, \gamma$          | 1.1 E-10                  | 7.8 E-11                  | 0.172  | 700  | 1.2   | 1 E+05  | 5 E+07                              | 8 E+04                  |                          | 3                           |
| Ta-179       | 664.9 d       | $\epsilon$                  | 2.9 E-10                  | 6.5 E-11                  | 0.008  | 6  | <0.1  | 2 E+05  | 2 E+07                              | 3 E+04                  | 1000                     |                             |
| Ta-180       | 1.0 E13 a     | $\epsilon, \gamma$          | 1.4 E-08                  | 8.4 E-10                  | 0.094  | 600  | 1.0   | 1 E+04  | 4 E+05                              | 6 E+02                  |                          | 10                          |
| Ta-180m      | 8.1 h         | $\epsilon, \beta^-, \gamma$ | 6.2 E-11                  | 5.4 E-11                  | 0.011  | 200  | 0.4   | 2 E+05  | 8 E+07                              | 1 E+05                  |                          | 10                          |
| Ta-182       | 115.0 d       | $\beta^-, \gamma$           | 7.4 E-09                  | 1.5 E-09                  | 0.194  | 1000   | 1.8   | 7 E+03  | 7 E+05                              | 1 E+03                  |                          | 3                           |
| Ta-182m      | 15.84 m       | $\gamma$                    | 3.6 E-11                  | 1.2 E-11                  | 0.044  | 3000   | 2.7   | 8 E+05  | 1 E+08                              | 2 E+05                  |                          | 3→ Ta-182 [6]               |
| Ta-183       | 5.1 d         | $\beta^-, \gamma$           | 2.0 E-09                  | 1.3 E-09                  | 0.051  | 2000   | 2.3   | 8 E+03  | 3 E+06                              | 4 E+03                  |                          | 3                           |

| Nuklid           | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart       | $\epsilon_{inh}$<br>Sv/Bq | $\epsilon_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|------------------|---------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|                  |               |                                   |                           |                           | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1                | 2             | 3                                 | 4                         | 5                         | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| Ta-184           | 8.7 h         | $\beta^-$ , $\gamma$              | 6.3 E-10                  | 6.8 E-10                  | 0.247  | 2000   | 2.8   | 1 E+04                                      | 8 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3                           |
| Ta-185           | 49 m          | $\beta^-$ , $\gamma$              | 7.2 E-11                  | 6.8 E-11                  | 0.033  | 2000   | 2.3   | 1 E+05                                      | 7 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3 → W-185                   |
| Ta-186           | 10.5 m        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 3.1 E-11                  | 3.3 E-11                  | 0.252  | 2000   | 2.5   | 3 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3                           |
| W-176            | 2.3 h         | $\epsilon$ , $\gamma$             | 7.6 E-11                  | 1.1 E-10                  | 0.036  | 20   | 0.1   | 9 E+04                                      | 7 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 30 → Ta-176 [6]             |
| W-177            | 135 m         | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 4.6 E-11                  | 6.1 E-11                  | 0.140  | 300  | 0.4   | 2 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 10 → Ta-177                 |
| W-178 / Ta-178-1 | 21.7 d        | $\epsilon$ , $\gamma$             | 1.2 E-10                  | 2.5 E-10                  | 0.024  | 20   | 0.2   | 4 E+04                                      | 4 E+07                  | 7 E+04                  |                          | 30                          |
| W-179            | 37.5 m        | $\epsilon$ , $\gamma$             | 1.8 E-12                  | 3.3 E-12                  | 0.019  | 10   | <0.1  | 3 E+06                                      | 3 E+09                  | 5 E+06                  |                          | 300 → Ta-179                |
| W-181            | 121.2 d       | $\epsilon$ , $\gamma$             | 4.3 E-11                  | 8.2 E-11                  | 0.009  | 7  | <0.1  | 1 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 1000                        |
| W-185            | 75.1 d        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 2.2 E-10                  | 5.0 E-10                  | <0.001                                       | 1000   | 1.1   | 2 E+04                                      | 2 E+07                  | 4 E+04                  |                          | 3                           |
| W-187            | 23.9 h        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 3.3 E-10                  | 7.1 E-10                  | 0.075  | 2000   | 1.6   | 1 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 3 → Re-187                  |
| W-188            | 69.4 d        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 8.4 E-10                  | 2.3 E-09                  | <0.001                                       | 1000   | 1.0   | 4 E+03                                      | 6 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 10 → Re-188                 |
| Re-177           | 14.0 m        | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 2.2 E-11                  | 2.2 E-11                  | 0.100  | 300  | 0.8   | 5 E+05                                      | 2 E+08                  | 4 E+05                  |                          | 10 → W-177 [6]              |
| Re-178           | 13.2 m        | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 2.4 E-11                  | 2.5 E-11                  | 0.256  | 700  | 1.6   | 4 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3 → W-178                   |
| Re-181           | 20 h          | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 3.7 E-10                  | 4.2 E-10                  | 0.124  | 500  | 0.6   | 2 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 10 → W-181                  |
| Re-182-1 [2]     | 12.7 h        | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 3.0 E-10                  | 2.7 E-10                  | 0.282  | 900  | 1.7   | 4 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 3                           |
| Re-182-2 [2]     | 64.0 h        | $\epsilon$ , $\gamma$             | 1.7 E-09                  | 1.4 E-09                  | 0.177  | 80   | 0.6   | 7 E+03                                      | 3 E+06                  | 5 E+03                  |                          | 10                          |
| Re-183           | 71 d          | $\epsilon$ , $\gamma$             | 1.8 E-09                  | 7.6 E-10                  |  |  |   | 1 E+04                                      | 3 E+06                  | 5 E+03                  |                          | 10                          |
| Re-184           | 38.0 d        | $\epsilon$ , $\gamma$             | 1.8 E-09                  | 1.0 E-09                  | 0.138  | 300  | 0.6   | 1 E+04                                      | 3 E+06                  | 5 E+03                  |                          | 10                          |
| Re-184m          | 165 d         | $\epsilon$ , $\gamma$             | 4.8 E-09                  | 1.5 E-09                  | 0.063  | 300  | 0.8   | 7 E+03                                      | 1 E+06                  | 2 E+03                  |                          | 10 → Re-184 [6]             |
| Re-186           | 90.64 h       | $\epsilon$ , $\beta^-$ , $\gamma$ | 1.2 E-09                  | 1.5 E-09                  | 0.004  | 2000   | 1.6   | 7 E+03                                      | 4 E+06                  | 7 E+03                  |                          | 3                           |
| Re-186m          | 2.0 E5 a      | $\gamma$                          | 7.9 E-09                  | 2.2 E-09                  | 0.004  | 10   | 0.1   | 5 E+03                                      | 6 E+05                  | 1 E+03                  |                          | 100 → Re-186                |
| Re-187           | 5 E10 a       | $\beta^-$                         | 4.6 E-12                  | 5.1 E-12                  | <0.001                                       | <1   | <0.1  | 2 E+06                                      | 1 E+09                  | 2 E+06                  |                          | 100                         |
| Re-188           | 16.98 h       | $\beta^-$ , $\gamma$              | 7.4 E-10                  | 1.4 E-09                  | 0.010  | 1000   | 1.8   | 7 E+03                                      | 7 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3                           |
| Re-188m          | 18.6 m        | $\gamma$                          | 2.0 E-11                  | 3.0 E-11                  | 0.016  | 40   | 0.2   | 3 E+05                                      | 3 E+08                  | 4 E+05                  |                          | 30 → Re-188                 |
| Re-189           | 24.3 h        | $\beta^-$ , $\gamma$              | 6.0 E-10                  | 7.8 E-10                  | 0.011  | 2000   | 1.6   | 1 E+04                                      | 8 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3 → Os-189m                 |
| Os-180 / Re-180  | 22 m          | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 2.5 E-11                  | 1.7 E-11                  | 0.199  | 300  | 1.0   | 6 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 10                          |
| Os-181           | 105 m         | $\epsilon$ , $\beta^+$ , $\gamma$ | 1.0 E-10                  | 8.9 E-11                  | 0.186  | 400  | 0.6   | 1 E+05                                      | 5 E+07                  | 8 E+04                  |                          | 10 → Re-181 [6]             |
| Os-182           | 22 h          | $\epsilon$ , $\gamma$             | 5.2 E-10                  | 5.6 E-10                  | 0.071  | 100  | 0.2   | 2 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 30 → Re-182-1 [6]           |

| Nuklid        | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart | $c_{inh}$<br>Sv/Bq | $c_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|---------------|---------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|               |               |                             |                    |                    | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1             | 2             | 3                           | 4                  | 5                  | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| Os-185        | 94 d          | $\epsilon, \gamma$          | 1.4 E-09           | 5.1 E-10           | 0.112  | 40   | 0.1   | 2 E+04                                      | 4 E+06                  | 6 E+03                  | 100                      |                             |
| Os-189m       | 6.0 h         | $\gamma$                    | 7.9 E-12           | 1.8 E-11           | <0.001                                       | 5  | <0.1  | 6 E+05                                      | 6 E+08                  | 1 E+06                  | 1000                     |                             |
| Os-191        | 15.4 d        | $\beta^-, \gamma$           | 1.5 E-09           | 5.7 E-10           | 0.015  | 400  | 0.4   | 2 E+04                                      | 3 E+06                  | 6 E+03                  | 10                       |                             |
| Os-191m       | 13.03 h       | $\gamma$                    | 1.4 E-10           | 9.6 E-11           | 0.002  | 5  | 0.1   | 1 E+05                                      | 4 E+07                  | 6 E+04                  | 100                      | → Os-191                    |
| Os-193        | 30.0 h        | $\beta^-, \gamma$           | 6.8 E-10           | 8.1 E-10           | 0.012  | 1000   | 1.6   | 1 E+04                                      | 7 E+06                  | 1 E+04                  | 3                        |                             |
| Os-194        | 6.0 a         | $\beta^-, \gamma$           | 4.2 E-08           | 2.4 E-09           | 0.001  | 2  | <0.1  | 4 E+03                                      | 1 E+05                  | 2 E+02                  | 30                       | → Ir-194                    |
| Ir-182        | 15 m          | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 4.0 E-11           | 4.8 E-11           | 0.584  | 1000   | 1.9   | 2 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  | 3                        | → Os-182                    |
| Ir-184        | 3.02 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 1.9 E-10           | 1.7 E-10           | 0.296  | 1000   | 1.5   | 6 E+04                                      | 3 E+07                  | 4 E+04                  | 3                        |                             |
| Ir-185        | 14.0 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 2.6 E-10           | 2.6 E-10           | 0.091  | 300  | 0.5   | 4 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  | 10                       | → Os-185 [6]                |
| Ir-186-1 [2]  | 1.75 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 7.1 E-11           | 6.1 E-11           | 0.152  | 900  | 0.9   | 2 E+05                                      | 7 E+07                  | 1 E+05                  | 10                       |                             |
| Ir-186-2 [2]  | 15.8 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 5.0 E-10           | 4.9 E-10           | 0.243  | 1000   | 1.0   | 2 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  | 10                       |                             |
| Ir-187        | 10.5 h        | $\epsilon, \gamma$          | 1.2 E-10           | 1.2 E-10           | 0.059  | 100  | 0.1   | 8 E+04                                      | 4 E+07                  | 7 E+04                  | 30                       |                             |
| Ir-188        | 41.5 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 6.2 E-10           | 6.3 E-10           | 0.223  | 500  | 0.5   | 2 E+04                                      | 8 E+06                  | 1 E+04                  | 10                       |                             |
| Ir-189        | 13.3 d        | $\epsilon, \gamma$          | 4.6 E-10           | 2.4 E-10           | 0.016  | 50   | 0.1   | 4 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  | 100                      |                             |
| Ir-190        | 12.1 d        | $\epsilon, \gamma$          | 2.5 E-09           | 1.2 E-09           | 0.228  | 800  | 1.3   | 8 E+03                                      | 2 E+06                  | 3 E+03                  | 3                        |                             |
| Ir-190m-1 [2] | 3.1 h         | $\epsilon, \gamma$          | 1.4 E-10           | 1.2 E-10           | 0.247  | 900  | 0.9   | 8 E+04                                      | 4 E+07                  | 6 E+04                  | 10                       | → Ir-190                    |
| Ir-190m-2 [2] | 1.2 h         | $\gamma$                    | 1.1 E-11           | 8.0 E-12           | <0.001                                       | 5  | <0.1  | 1 E+06                                      | 5 E+08                  | 8 E+05                  | 100                      | → Ir-190 [6]                |
| Ir-192        | 74.02 d       | $\epsilon, \beta^-, \gamma$ | 4.9 E-09           | 1.4 E-09           | 0.131  | 2000   | 1.6   | 7 E+03                                      | 1 E+06                  | 2 E+03                  | 3                        |                             |
| Ir-192m       | 241 a         | $\gamma$                    | 1.9 E-08           | 3.1 E-10           | 0.025  | 2  | <0.1  | 3 E+04                                      | 3 E+05                  | 4 E+02                  | 300                      | → Ir-192 [6]                |
| Ir-193m       | 10.6 d        | $\gamma$                    | 1.0 E-09           | 2.7 E-10           |  |  |   | 4 E+04                                      | 5 E+06                  | 8 E+03                  | 100                      |                             |
| Ir-194        | 19.15 h       | $\beta^-, \gamma$           | 7.5 E-10           | 1.3 E-09           | 0.017  | 1000   | 1.6   | 8 E+03                                      | 7 E+06                  | 1 E+04                  | 3                        |                             |
| Ir-194m       | 171 d         | $\beta^-, \gamma$           | 8.2 E-09           | 2.1 E-09           | 0.367  | 1000   | 1.5   | 5 E+03                                      | 6 E+05                  | 1 E+03                  | 3                        |                             |
| Ir-195        | 2.5 h         | $\beta^-, \gamma$           | 1.0 E-10           | 1.0 E-10           | 0.012  | 1000   | 1.7   | 1 E+05                                      | 5 E+07                  | 8 E+04                  | 3                        |                             |
| Ir-195m       | 3.8 h         | $\beta^-, \gamma$           | 2.4 E-10           | 2.1 E-10           | 0.073  | 2000   | 2.6   | 5 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  | 3                        | → Ir-195                    |
| Pt-186        | 2.0 h         | $\alpha, \epsilon, \gamma$  | 6.6 E-11           | 9.3 E-11           | 0.115  | 20   | 0.1   | 1 E+05                                      | 8 E+07                  | 1 E+05                  | 100                      | → Ir-186-1 [6],<br>Os-182   |
| Pt-188        | 10.2 d        | $\epsilon, \gamma$          | 6.3 E-10           | 7.6 E-10           | 0.035  | 800  | 0.8   | 1 E+04                                      | 8 E+06                  | 1 E+04                  | 10                       | → Ir-188 [6]                |
| Pt-189        | 10.87 h       | $\epsilon, \beta^+, \gamma$ | 7.3 E-11           | 1.2 E-10           | 0.054  | 200  | 0.2   | 8 E+04                                      | 7 E+07                  | 1 E+05                  | 30                       | → Ir-189                    |



| Nuklid  | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlensart | $c_{inh}$<br>Sv/Bq | $c_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|---------|---------------|------------------------------|--------------------|--------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|         |               |                              |                    |                    | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1       | 2             | 3                            | 4                  | 5                  | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| Pt-190  | 6.1 E11 a     | $\alpha$                     | 2.3 E-07           | 8.2 E-09           |  |  |   | 1 E+03                                      | 2 E+04                  | 4 E+01                  |                          | 3                           |
| Pt-191  | 2.8 d         | $\epsilon, \gamma$           | 1.9 E-10           | 3.4 E-10           | 0.053  | 200  | 0.3   | 3 E+04                                      | 3 E+07                  | 4 E+04                  |                          | 30                          |
| Pt-193  | 50 a          | $\epsilon$                   | 2.7 E-11           | 3.1 E-11           | 0.001  |  | 4   | 3 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 1000                        |
| Pt-193m | 4.33 d        | $\gamma$                     | 2.1 E-10           | 4.5 E-10           | 0.003  | 2000   | 1.8   | 2 E+04                                      | 2 E+07                  | 4 E+04                  |                          | 3 → Pt-193                  |
| Pt-195m | 4.02 d        | $\gamma$                     | 3.1 E-10           | 6.3 E-10           | 0.016  | 2000   | 2.1   | 2 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 3                           |
| Pt-197  | 18.3 h        | $\beta^-, \gamma$            | 1.6 E-10           | 4.0 E-10           | 0.005  | 1000   | 1.5   | 3 E+04                                      | 3 E+07                  | 5 E+04                  |                          | 3                           |
| Pt-197m | 94.4 m        | $\beta^-, \gamma$            | 4.3 E-11           | 8.4 E-11           | 0.015  | 2000   | 1.6   | 1 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 3 → Pt-197                  |
| Pt-199  | 30.8 m        | $\beta^-, \gamma$            | 2.2 E-11           | 3.9 E-11           | 0.031  | 1000   | 1.7   | 3 E+05                                      | 2 E+08                  | 4 E+05                  |                          | 3 → Au-199                  |
| Pt-200  | 12.5 h        | $\beta^-, \gamma$            | 4.0 E-10           | 1.2 E-09           | 0.011  | 1000   | 1.5   | 8 E+03                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 3 → Au-200                  |
| Au-193  | 17.65 h       | $\epsilon, \gamma$           | 1.6 E-10           | 1.3 E-10           | 0.029  | 400  | 0.5   | 8 E+04                                      | 3 E+07                  | 5 E+04                  |                          | 10 → Pt-193                 |
| Au-194  | 39.5 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$  | 3.8 E-10           | 4.2 E-10           | 0.157  | 200  | 0.2   | 2 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 30                          |
| Au-195  | 183 d         | $\epsilon, \gamma$           | 1.2 E-09           | 2.5 E-10           | 0.017  | 40   | 0.2   | 4 E+04                                      | 4 E+06                  | 7 E+03                  |                          | 30                          |
| Au-196  | 6.2 d         | $\epsilon, \beta^-, \gamma$  | 3.7 E-10           | 4.4 E-10           |  |  |   | 2 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 10                          |
| Au-198  | 2.696 d       | $\beta^-, \gamma$            | 1.1 E-09           | 1.0 E-09           | 0.065  | 1000   | 1.6   | 1 E+04                                      | 5 E+06                  | 8 E+03                  |                          | 3                           |
| Au-198m | 2.30 d        | $\gamma$                     | 2.0 E-09           | 1.3 E-09           | 0.094  | 3000   | 3.9   | 8 E+03                                      | 3 E+06                  | 4 E+03                  |                          | 1 → Au-198                  |
| Au-199  | 3.139 d       | $\beta^-, \gamma$            | 7.6 E-10           | 4.4 E-10           | 0.015  | 2000   | 1.5   | 2 E+04                                      | 7 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3                           |
| Au-200  | 48.4 m        | $\beta^-, \gamma$            | 5.6 E-11           | 6.8 E-11           | 0.044  | 1000   | 1.6   | 1 E+05                                      | 9 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3                           |
| Au-200m | 18.7 h        | $\beta^-, \gamma$            | 1.0 E-09           | 1.1 E-09           | 0.323  | 2000   | 2.1   | 9 E+03                                      | 5 E+06                  | 8 E+03                  |                          | 3 → Au-200                  |
| Au-201  | 26.4 m        | $\beta^-, \gamma$            | 2.9 E-11           | 2.4 E-11           | 0.008  | 1000   | 1.6   | 4 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3                           |
| Hg-193  | 3.5 h         | $\epsilon, \beta^+, \gamma$  | 1.0 E-10           | 8.2 E-11           | 0.037  | 800  | 1.1   | 1 E+05                                      | 5 E+07                  | 8 E+04                  |                          | 3 → Au-193                  |
| Hg-193m | 11.1 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$  | 3.8 E-10           | 4.0 E-10           | 0.162  | 1000   | 0.9   | 3 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 10 → Hg-193                 |
| Hg-194  | 260 a         | $\epsilon$                   | 1.9 E-08           | 5.1 E-08           | 0.001  | 4  | <0.1  | 2 E+02                                      | 3 E+05                  | 4 E+02                  |                          | 3 → Au-194 [6]              |
| Hg-195  | 9.9 h         | $\epsilon, \gamma$           | 9.2 E-11           | 9.7 E-11           | 0.034  | 60   | 0.1   | 1 E+05                                      | 5 E+07                  | 9 E+04                  |                          | 100 → Au-195                |
| Hg-195m | 41.6 h        | $\epsilon, \gamma$           | 6.5 E-10           | 5.6 E-10           | 0.037  | 1000   | 1.3   | 2 E+04                                      | 8 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3 → Hg-195, Au-195          |
| Hg-197  | 64.1 h        | $\epsilon, \gamma$           | 2.8 E-10           | 2.3 E-10           | 0.014  | 20   | 0.1   | 4 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 100                         |
| Hg-197m | 23.8 h        | $\epsilon, \gamma$           | 6.6 E-10           | 4.7 E-10           | 0.017  | 3000   | 2.7   | 2 E+04                                      | 8 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3 → Hg-197                  |
| Hg-199m | 42.6 m        | $\gamma$                     | 5.2 E-11           | 3.1 E-11           | 0.032  | 2000   | 2.3   | 3 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 3                           |
| Hg-203  | 46.60 d       | $\beta^-, \gamma$            | 1.9 E-09           | 1.9 E-09           | 0.039  | 800  | 0.9   | 5 E+03                                      | 3 E+06                  | 4 E+03                  |                          | 10                          |

| Nuklid          | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart | $c_{inh}$<br>Sv/Bq | $c_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|-----------------|---------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|                 |               |                             |                    |                    | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1               | 2             | 3                           | 4                  | 5                  | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| Tl-194          | 33 m          | ε, γ                        | 8.9 E-12           | 8.1 E-12           | 0.125  | 90   | 0.1   | 1 E+06                                      | 6 E+08                  | 9 E+05                  |                          | 30 → Hg-194                 |
| Tl-194m         | 32.8 m        | ε, β <sup>+</sup> , γ       | 3.6 E-11           | 4.0 E-11           | 0.368  | 700  | 1.3   | 3 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 3 → Hg-194                  |
| Tl-195          | 1.16 h        | ε, β <sup>+</sup> , γ       | 3.0 E-11           | 2.7 E-11           | 0.159  | 200  | 0.3   | 4 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 30 → Hg-195                 |
| Tl-197          | 2.84 h        | ε, β <sup>+</sup> , γ       | 2.7 E-11           | 2.3 E-11           | 0.065  | 300  | 0.3   | 4 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 30 → Hg-197                 |
| Tl-198          | 5.3 h         | ε, β <sup>+</sup> , γ       | 1.2 E-10           | 7.3 E-11           | 0.280  | 100  | 0.2   | 1 E+05                                      | 4 E+07                  | 7 E+04                  |                          | 30                          |
| Tl-198m         | 1.87 h        | ε, β <sup>+</sup> , γ       | 7.3 E-11           | 5.4 E-11           | 0.188  | 2000   | 1.5   | 2 E+05                                      | 7 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 3 → Tl-198 [6]              |
| Tl-199          | 7.42 h        | ε, β <sup>+</sup> , γ       | 3.7 E-11           | 2.6 E-11           | 0.042  | 600  | 0.5   | 4 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 10                          |
| Tl-200          | 26.1 h        | ε, β <sup>+</sup> , γ       | 2.5 E-10           | 2.0 E-10           | 0.198  | 100  | 0.2   | 5 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 30                          |
| Tl-201          | 3.044 d       | ε, γ                        | 7.6 E-11           | 9.5 E-11           | 0.018  | 100  | 0.2   | 1 E+05                                      | 7 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 30                          |
| Tl-202          | 12.23 d       | ε, β <sup>+</sup> , γ       | 3.1 E-10           | 4.5 E-10           | 0.077  | 60   | 0.1   | 2 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 100                         |
| Tl-204          | 3.779 a       | ε, β <sup>-</sup>           | 6.2 E-10           | 1.3 E-09           | <0.001                                       | 1000   | 1.4   | 8 E+03                                      | 8 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3 → Pb-204                  |
| Tl-209          | 2.20 m        | β <sup>-</sup> , γ          |                    |                    | 0.296  | 1000   | 1.9   |   |                         |                         |                          | 3 → Pb-209                  |
| Pb-195m         | 15.8 m        | ε, β <sup>+</sup> , γ       | 3.0 E-11           | 2.9 E-11           | 0.254  | 600  | 1.9   | 3 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3 → Tl-195 [6]              |
| Pb-198          | 2.4 h         | ε, γ                        | 8.7 E-11           | 1.0 E-10           | 0.073  | 600  | 0.6   | 1 E+05                                      | 6 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 10 → Tl-198 [6]             |
| Pb-199          | 90 m          | ε, β <sup>+</sup> , γ       | 4.8 E-11           | 5.4 E-11           | 0.218  | 200  | 0.3   | 2 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 30 → Tl-199                 |
| Pb-200          | 21.5 h        | ε, γ                        | 2.6 E-10           | 4.0 E-10           | 0.037  | 1000   | 1.0   | 3 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 10 → Tl-200 [6]             |
| Pb-201          | 9.4 h         | ε, β <sup>+</sup> , γ       | 1.2 E-10           | 1.6 E-10           | 0.120  | 300  | 0.3   | 6 E+04                                      | 4 E+07                  | 7 E+04                  |                          | 30 → Tl-201                 |
| Pb-202          | 3 E5 a        | ε                           | 1.4 E-08           | 8.7 E-09           | 0.001  | 4  | <0.1  | 1 E+03                                      | 4 E+05                  | 6 E+02                  |                          | 10 → Tl-202                 |
| Pb-202m         | 3.62 h        | ε, γ                        | 1.2 E-10           | 1.3 E-10           | 0.310  | 900  | 1.0   | 8 E+04                                      | 4 E+07                  | 7 E+04                  |                          | 10 → Pb-202, Tl-202         |
| Pb-203          | 52.05 h       | ε, γ                        | 1.6 E-10           | 2.4 E-10           | 0.054  | 500  | 0.4   | 4 E+04                                      | 3 E+07                  | 5 E+04                  |                          | 10                          |
| Pb-205          | 1.43 E7 a     | ε                           | 4.1 E-10           | 2.8 E-10           | 0.001  | 4  | <0.1  | 4 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 300                         |
| Pb-209          | 3.253 h       | β <sup>-</sup>              | 3.2 E-11           | 5.7 E-11           | <0.001                                       | 1000   | 1.4   | 2 E+05                                      | 2 E+08                  | 3 E+05                  |                          | 3                           |
| Pb-210          | 22.3 a        | β <sup>-</sup> , γ          | 1.1 E-06           | 6.8 E-07           | 0.003  | 3  | <0.1  | 1 E+01                                      | 5 E+03                  | 8 E+00                  |                          | 0.3 → Bi-210                |
| Pb-211 / Bi-211 | 36.1 m        | α, β <sup>+</sup> , γ       | 5.6 E-09           | 1.8 E-10           | 0.016  | 1000   | 1.7   | 6 E+04                                      | 9 E+05                  | 1 E+03                  |                          | 3                           |
| Pb-212          | 10.64 h       | β <sup>+</sup> , γ          | 3.3 E-08           | 5.9 E-09           | 0.025  | 2000   | 1.8   | 2 E+03                                      | 2 E+05                  | 3 E+02                  |                          | 3 → Bi-212 [6]              |
| Pb-214          | 26.8 m        | β <sup>+</sup> , γ          | 4.8 E-09           | 1.4 E-10           | 0.041  | 2000   | 1.9   | 7 E+04                                      | 1 E+06                  | 2 E+03                  |                          | 3 → Bi-214 [6]              |
| Bi-200          | 36.4 m        | ε, β <sup>+</sup> , γ       | 5.6 E-11           | 5.1 E-11           | 0.371  | 600  | 0.7   | 2 E+05                                      | 9 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 10 → Pb-200                 |
| Bi-201          | 108 m         | ε, γ                        | 1.1 E-10           | 1.2 E-10           | 0.205  | 500  | 0.8   | 8 E+04                                      | 5 E+07                  | 8 E+04                  |                          | 10 → Pb-201 [6]             |

| Nuklid                     | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart         | $\epsilon_{inh}$<br>Sv/Bq | $\epsilon_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|----------------------------|---------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|                            |               |                                     |                           |                           | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1                          | 2             | 3                                   | 4                         | 5                         | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| Bi-202                     | 1.67 h        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$         | 1.0 E-10                  | 8.9 E-11                  | 0.367  | 500  | 0.6   | 1 E+05                                      | 5 E+07                  | 8 E+04                  |                          | 10 → Pb-202                 |
| Bi-203                     | 11.76 h       | $\epsilon, \beta^+, \gamma$         | 4.5 E-10                  | 4.8 E-10                  | 0.310  | 200  | 0.4   | 2 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 10 → Pb-203                 |
| Bi-205                     | 15.31 d       | $\epsilon, \beta^+, \gamma$         | 1.0 E-09                  | 9.0 E-10                  | 0.239  | 100  | 0.2   | 1 E+04                                      | 5 E+06                  | 8 E+03                  |                          | 30 → Pb-205                 |
| Bi-206                     | 6.243 d       | $\epsilon, \gamma$                  | 2.1 E-09                  | 1.9 E-09                  | 0.487  | 600  | 1.0   | 5 E+03                                      | 2 E+06                  | 4 E+03                  |                          | 10                          |
| Bi-207                     | 38 a          | $\epsilon, \beta^+, \gamma$         | 3.2 E-09                  | 1.3 E-09                  | 0.233  | 100  | 0.3   | 8 E+03                                      | 2 E+06                  | 3 E+03                  |                          | 30                          |
| Bi-208                     | 3.68 E5 a     | $\epsilon, \gamma$                  | 4.0 E-09                  | 1.4 E-09                  |  |  |   | 7 E+03                                      | 1 E+06                  | 2 E+03                  |                          | 10                          |
| Bi-210                     | 5.012 d       | $\beta^-$                           | 6.0 E-08                  | 1.3 E-09                  | <0.001                                       | 1000   | 1.6   | 8 E+03                                      | 8 E+04                  | 1 E+02                  |                          | 3 → Po-210                  |
| Bi-210m                    | 3.0 E6 a      | $\alpha, \gamma$                    | 2.1 E-06                  | 1.5 E-08                  | 0.042  | 500  | 0.4   | 7 E+02                                      | 2 E+03                  | 4 E+00                  |                          | 10 → Tl-206                 |
| Bi-212 / Po-212,<br>Tl-208 | 60.55 m       | $\alpha, \beta^-, \gamma$           | 3.9 E-08                  | 2.6 E-10                  | 0.180  | 1000   | 1.7   | 4 E+04                                      | 1 E+05                  | 2 E+02                  |                          | 3                           |
| Bi-213 / Po-213,<br>Tl-209 | 45.65 m       | $\alpha, \beta^-, \gamma$           | 4.1 E-08                  | 2.0 E-10                  | 0.027  | 1000   | 1.6   | 5 E+04                                      | 1 E+05                  | 2 E+02                  |                          | 3                           |
| Bi-214                     | 19.9 m        | $\beta^-, \gamma$                   | 2.1 E-08                  | 1.1 E-10                  | 0.239  | 1000   | 1.7   | 9 E+04                                      | 2 E+05                  | 4 E+02                  |                          | 3 → Po-214 → Pb-210         |
| Po-203                     | 36.7 m        | $\epsilon, \beta^+, \gamma$         | 6.1 E-11                  | 5.2 E-11                  | 0.245  | 1000   | 1.0   | 2 E+05                                      | 8 E+07                  | 1 E+05                  |                          | 10 → Bi-203 [6]             |
| Po-205                     | 1.80 h        | $\alpha, \epsilon, \beta^+, \gamma$ | 8.9 E-11                  | 5.9 E-11                  | 0.233  | 200  | 0.3   | 2 E+05                                      | 6 E+07                  | 9 E+04                  |                          | 30 → Bi-205 [6], Pb-201     |
| Po-206                     | 8.8 d         | $\alpha, \epsilon, \gamma$          | 3.7 E-07                  | 1.3 E-07                  |  |  |   | 8 E+01                                      | 1 E+04                  | 2 E+01                  |                          | 1 → Bi-206 [6]              |
| Po-207                     | 350 m         | $\epsilon, \beta^+, \gamma$         | 1.5 E-10                  | 1.4 E-10                  | 0.201  | 200  | 0.3   | 7 E+04                                      | 3 E+07                  | 6 E+04                  |                          | 30 → Bi-207 [6]             |
| Po-208                     | 2.898 a       | $\alpha, \epsilon, \gamma$          | 2.4 E-06                  | 7.7 E-07                  |  |  |   | 1 E+01                                      | 2 E+03                  | 3 E+00                  |                          | 0.3 → Bi-208                |
| Po-209                     | 102 a         | $\alpha, \epsilon, \gamma$          | 2.4 E-06                  | 7.7 E-07                  |  |  |   | 1 E+01                                      | 2 E+03                  | 3 E+00                  |                          | 0.3 → Pb-205                |
| Po-210                     | 138.38 d      | $\alpha, \gamma$                    | 2.2 E-06                  | 2.4 E-07                  | <0.001                                       | <1   | <0.1  | 4 E+01                                      | 2 E+03                  | 4 E+00                  |                          | 1.0                         |
| At-207                     | 1.80 h        | $\alpha, \epsilon, \gamma$          | 1.9 E-09                  | 2.3 E-10                  | 0.198  | 500  | 0.5   | 4 E+04                                      | 3 E+06                  | 4 E+03                  |                          | 10 → Po-207 [6], Bi-203     |
| At-211                     | 7.214 h       | $\alpha, \epsilon, \gamma$          | 1.1 E-07                  | 1.1 E-08                  | 0.008  | 3  | <0.1  | 9 E+02                                      | 5 E+04                  | 5 E+01                  |                          | 10 → Po-211, Bi-207 [6]     |
| Rn-220                     | 55.6 s        | $\alpha, \gamma$                    |                           |                           | <0.001                                       | <1   | <0.1  |   |                         | 1 E+03                  |                          | → Po-216 → Pb-212           |
| Rn-222                     | 3.8235 d      | $\alpha, \gamma$                    |                           |                           | <0.001                                       | <1   | <0.1  |   |                         | 3 E+03                  |                          | → Po-218 → Pb-214           |
| Fr-222                     | 14.4 m        | $\beta^-$                           | 2.1 E-08                  | 7.1 E-10                  | 0.001  | 1000   | 1.6   | 1 E+04                                      | 2 E+05                  | 4 E+02                  |                          | 3 → Ra-222 etc.             |
| Fr-223                     | 21.8 m        | $\beta^-, \gamma$                   | 1.3 E-09                  | 2.3 E-09                  | 0.017  | 2000   | 1.8   | 4 E+03                                      | 4 E+06                  | 6 E+03                  |                          | 3 → Ra-223                  |

| Nuklid                  | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart         | $c_{inh}$<br>Sv/Bq | $c_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze<br>LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | Bewilligungs-<br>grenze<br>LA<br>Bq | Richtwerte              |                          |                                 |
|-------------------------|---------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|--|--|---|---|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|
|                         |               |                                     |                    |                    | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) |   |                                     | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid     |
| 1                       | 2             | 3                                   | 4                  | 5                  | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                                  | 11                      | 12                       | 13                              |
| Ra-223                  | 11.434 d      | $\alpha, \gamma$                    | 5.7 E-06           | 1.0 E-07           | 0.024  | 600  | 0.5   | 1 E+02  | 9 E+02                              | 1 E+00                  |                          | 1 → Rn-219 → Po-215<br>→ Pb-211 |
| Ra-224                  | 3.66 d        | $\alpha, \gamma$                    | 2.4 E-06           | 6.5 E-08           | 0.002  | 30   | <0.1  | 2 E+02  | 2 E+03                              | 3 E+00                  |                          | 3 → Rn-220 etc.                 |
| Ra-225                  | 14.8 d        | $\beta^-, \gamma$                   | 4.8 E-06           | 9.5 E-08           | 0.007  | 1000   | 0.9   | 1 E+02  | 1 E+03                              | 2 E+00                  |                          | 3 → Ac-225                      |
| Ra-226                  | 1600 a        | $\alpha, \gamma$                    | 2.2 E-06           | 2.8 E-07           | 0.001  | 50   | <0.1  | 4 E+01  | 2 E+03                              | 4 E+00                  |                          | 1 → Rn-222                      |
| Ra-226<br>incl. Töchter | 1600 a        | $\alpha, \beta, \gamma$             |                    |                    | 0.283  | 5000   | 5.2   | 4 E+01  | 2 E+03                              | 4 E+00                  |                          | 1                               |
| Ra-227                  | 42.2 m        | $\beta^-, \gamma$                   | 2.1 E-10           | 8.4 E-11           | 0.038  | 2000   | 1.8   | 1 E+05  | 2 E+07                              | 4 E+04                  |                          | 3 → Ac-227                      |
| Ra-228                  | 5.75 a        | $\beta^-, \gamma$                   | 1.7 E-06           | 6.7 E-07           | <0.001                                       | <1   | <0.1  | 1 E+01  | 3 E+03                              | 5 E+00                  |                          | 0.3 → Ac-228                    |
| Ac-224                  | 2.9 h         | $\alpha, \epsilon, \gamma$          | 9.9 E-08           | 7.0 E-10           | 0.038  | 100  | 0.2   | 1 E+04  | 5 E+04                              | 8 E+01                  |                          | 30 → Ra-224, Fr-220<br>etc.     |
| Ac-225                  | 10.0 d        | $\alpha, \gamma$                    | 6.5 E-06           | 2.4 E-08           | 0.005  | 20   | 0.1   | 4 E+02  | 8 E+02                              | 1 E+00                  |                          | 3 → Fr-221 etc.                 |
| Ac-226                  | 29 h          | $\alpha, \epsilon, \beta^-, \gamma$ | 1.0 E-06           | 1.0 E-08           | 0.024  | 1000   | 1.3   | 1 E+03  | 5 E+03                              | 8 E+00                  |                          | 3 → Th-226, Ra-226,<br>Fr-222   |
| Ac-227                  | 21.773 a      | $\alpha, \beta^-, \gamma$           | 6.3 E-04           | 1.1 E-06           | <0.001                                       | <1   | <0.1  | 9 E+00  | 9 E+00                              | [5] 1 E-02              |                          | 0.1 → Th-227, Fr-223            |
| Ac-228                  | 6.13 h        | $\beta^-, \gamma$                   | 2.9 E-08           | 4.3 E-10           | 0.145  | 2000   | 1.8   | 2 E+04  | 2 E+05                              | 3 E+02                  |                          | 3 → Th-228                      |
| Th-226                  | 30.9 m        | $\alpha, \gamma$                    | 7.8 E-08           | 3.6 E-10           | 0.002  | 100  | 0.3   | 3 E+04  | 6 E+04                              | 1 E+02                  |                          | 30 → Ra-222 etc.                |
| Th-227                  | 18.718 d      | $\alpha, \gamma$                    | 7.6 E-06           | 8.9 E-09           | 0.023  | 200  | 0.2   | 1 E+03  | 1 E+03                              | [5] 1 E+00              |                          | 10 → Ra-223                     |
| Th-228                  | 1.9131 a      | $\alpha, \gamma$                    | 3.2 E-05           | 7.0 E-08           | 0.002  | 3  | <0.1  | 1 E+02  | 2 E+02                              | 3 E-01                  |                          | 0.1 → Ra-224                    |
| Th-229                  | 7340 a        | $\alpha, \gamma$                    | 6.9 E-05           | 4.8 E-07           | 0.027  | 300  | 0.5   | 2 E+01  | 7 E+01                              | 1 E-01                  |                          | 0.1 → Ra-225                    |
| Th-230                  | 7.7 E4 a      | $\alpha, \gamma$                    | 2.8 E-05           | 2.1 E-07           | 0.001  | 3  | <0.1  | 5 E+01  | 2 E+02                              | 3 E-01                  |                          | 0.1 → Ra-226                    |
| Th-231                  | 25.52 h       | $\beta^-, \gamma$                   | 4.0 E-10           | 3.4 E-10           | 0.019  | 700  | 0.8   | 3 E+04  | 1 E+07                              | 2 E+04                  |                          | 10 → Pa-231                     |
| Th-232                  | 1.4 E10 a     | $\alpha, \gamma$                    | 2.9 E-05           | 2.2 E-07           | 0.001  | 3  | <0.1  | 5 E+01  | 2 E+02                              | 3 E-01                  |                          | 0.1 → Ra-228                    |
| Th-234 / Pa-234m        | 24.10 d       | $\beta^-, \gamma$                   | 5.8 E-09           | 3.4 E-09           | 0.008  | 1000   | 1.9   | 3 E+03  | 9 E+05                              | 1 E+03                  |                          | 3 → Pa-234                      |
| Th nat incl. Töchter    | (1.4 E10 a)   | $\alpha, \beta, \gamma$             |                    |                    | 0.355  | 6000   | 5.4   | 6 E+00  | 2 E+01                              | 4 E-02                  |                          | 0.1                             |
| Pa-227                  | 38.3 m        | $\alpha, \epsilon, \gamma$          | 9.7 E-08           | 4.5 E-10           | 0.007  | 5  | <0.1  | 2 E+04  | 5 E+04                              | 9 E+01                  |                          | 100 → Ac-223                    |
| Pa-228                  | 22 h          | $\alpha, \epsilon, \beta^+, \gamma$ | 5.1 E-08           | 7.8 E-10           | 0.168  | 400  | 0.9   | 1 E+04  | 1 E+05                              | 2 E+02                  |                          | 10 → Th-228, Ac-224             |

| Nuklid              | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart            | $c_{inh}$<br>Sv/Bq | $c_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                               |
|---------------------|---------------|--|--------------------|--------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|
|                     |               |  |                    |                    | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid   |
| 1                   | 2             | 3                                      | 4                  | 5                  | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                            |
| Pa-230              | 17.4 d        | $\alpha, \varepsilon, \beta^-, \gamma$ | 5.7 E-07           | 9.2 E-10           | 0.108  | 200  | 0.3   | 1 E+04                                      | 1 E+04                  | [5] 1 E+01              |                          | 30 → Th-230, U-230,<br>Ac-226 |
| Pa-231              | 3.3 E4 a      | $\alpha, \gamma$                       | 8.9 E-05           | 7.1 E-07           | 0.020  | 40   | 0.1   | 1 E+01                                      | 6 E+01                  | 9 E-02                  |                          | 0.3 → Ac-227                  |
| Pa-232              | 1.31 d        | $\beta^-, \gamma$                      | 6.8 E-09           | 7.2 E-10           | 0.151  | 1000   | 1.3   | 1 E+04                                      | 7 E+05                  | 1 E+03                  |                          | 3 → U-232                     |
| Pa-233              | 27.0 d        | $\beta^-, \gamma$                      | 3.2 E-09           | 8.7 E-10           | 0.041  | 2000   | 1.4   | 1 E+04                                      | 2 E+06                  | 3 E+03                  |                          | 3 → U-233                     |
| Pa-234              | 6.70 h        | $\beta^-, \gamma$                      | 5.8 E-10           | 1.1 E-10           | 0.281  | 2000   | 2.9   | 2 E+04                                      | 9 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3 → U-234                     |
| U-230               | 20.8 d        | $\alpha, \gamma$                       | 1.2 E-05           | 5.5 E-08           | 0.003  | 6  | <0.1  | 2 E+02                                      | 4 E+02                  | 7 E-01                  |                          | 1 → Th-226                    |
| U-231               | 4.2 d         | $\alpha, \varepsilon, \gamma$          | 4.0 E-10           | 2.8 E-10           | 0.032  | 10   | 0.1   | 4 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 100 → Pa-231, Th-227          |
| U-232               | 72 a          | $\alpha, \gamma$                       | 2.6 E-05           | 3.3 E-07           | 0.002  | 6  | <0.1  | 3 E+01                                      | 2 E+02                  | 3 E-01                  |                          | 0.3 → Th-228                  |
| U-233               | 1.6 E5 a      | $\alpha, \gamma$                       | 6.9 E-06           | 5.0 E-08           | 0.001  | 2  | <0.1  | 2 E+02                                      | 7 E+02                  | 1 E+00                  |                          | 1 → Th-229                    |
| U-234               | 2.4 E5 a      | $\alpha, \gamma$                       | 6.8 E-06           | 4.9 E-08           | 0.002  | 3  | <0.1  | 2 E+02                                      | 7 E+02                  | 1 E+00                  |                          | 1 → Th-230                    |
| U-235               | 7.0 E8 a      | $\alpha, \gamma$                       | 6.1 E-06           | 4.6 E-08           | 0.028  | 100  | 0.2   | 2 E+02                                      | 8 E+02                  | 1 E+00                  |                          | 3 → Th-231                    |
| U-236               | 2.3 E7 a      | $\alpha, \gamma$                       | 6.3 E-06           | 4.6 E-08           | 0.002  | 1  | <0.1  | 2 E+02                                      | 8 E+02                  | 1 E+00                  |                          | 1 → Th-232                    |
| U-237               | 6.75 d        | $\beta^-, \gamma$                      | 1.7 E-09           | 7.7 E-10           | 0.037  | 1000   | 1.6   | 1 E+04                                      | 3 E+06                  | 5 E+03                  |                          | 3 → Np-237                    |
| U-238               | 4.5 E9 a      | $\alpha, \gamma, \phi$                 | 5.7 E-06           | 4.4 E-08           | 0.002  | 1  | <0.1  | 2 E+02                                      | 9 E+02                  | 1 E+00                  |                          | 1 → Th-234                    |
| U-239               | 23.54 m       | $\beta^-, \gamma$                      | 3.5 E-11           | 2.8 E-11           | 0.012  | 1000   | 1.6   | 4 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 3 → Np-239                    |
| U-240               | 14.1 h        | $\beta^-, \gamma$                      | 8.4 E-10           | 1.1 E-09           | 0.009  | 1000   | 1.0   | 9 E+03                                      | 6 E+06                  | 1 E+04                  |                          | → Np-240                      |
| U nat incl. Töchter |               | $\alpha, \beta, \gamma$                |                    |                    | 0.296  | 6000   | 7.1   | 4 E+02                                      | 4 E+02                  | 3 E-01                  |                          | 1                             |
| Np-232              | 14.7 m        | $\varepsilon, \beta^+, \gamma$         | 3.5 E-11           | 9.7 E-12           | 0.199  | 400  | 0.6   | 1 E+06                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 10 → U-232                    |
| Np-233              | 36.2 m        | $\varepsilon, \gamma$                  | 3.0 E-12           | 2.2 E-12           | 0.022  | 40   | <0.1  | 5 E+06                                      | 2 E+09                  | 3 E+06                  |                          | 100 → U-233                   |
| Np-234              | 4.4 d         | $\varepsilon, \beta^+, \gamma$         | 7.3 E-10           | 8.1 E-10           | 0.219  | 80   | 0.2   | 1 E+04                                      | 7 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 30 → U-234                    |
| Np-235              | 396.1 d       | $\alpha, \varepsilon, \gamma$          | 2.7 E-10           | 5.3 E-11           | 0.008  | 3  | <0.1  | 2 E+05                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          | 1000 → U-235, Pa-231          |
| Np-236L [2]         | 1.15 E5 a     | $\varepsilon, \beta^-, \gamma$         | 2.0 E-06           | 1.7 E-08           | 0.046  | 1000   | 1.8   | 6 E+02                                      | 3 E+03                  | 4 E+00                  |                          | 3 → U-236, Pu-236             |
| Np-236S [2]         | 22.5 h        | $\varepsilon, \beta^-, \gamma$         | 3.6 E-09           | 1.9 E-10           | 0.013  | 600  | 0.6   | 5 E+04                                      | 1 E+06                  | 2 E+03                  |                          | 10 → U-236, Pu-236            |
| Np-237              | 2.14 E6 a     | $\alpha, \gamma$                       | 1.5 E-05           | 1.1 E-07           | 0.018  | 30   | 0.1   | 9 E+01                                      | 3 E+02                  | 6 E-01                  |                          | 0.3 → Pa-233                  |
| Np-238              | 2.117 d       | $\beta^-, \gamma$                      | 1.7 E-09           | 9.1 E-10           | 0.089  | 1000   | 1.1   | 1 E+04                                      | 3 E+06                  | 5 E+03                  |                          | 3 → Pu-238                    |
| Np-239              | 2.355 d       | $\beta^-, \gamma$                      | 1.1 E-09           | 8.0 E-10           | 0.039  | 2000   | 2.3   | 1 E+04                                      | 5 E+06                  | 8 E+03                  |                          | 3 → Pu-239                    |
| Np-240              | 65 m          | $\beta^-, \gamma$                      | 1.3 E-10           | 8.2 E-11           | 0.225  | 3000   | 3.4   | 1 E+05                                      | 4 E+07                  | 6 E+04                  |                          | 1 → Pu-240                    |

| Nuklid     | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart | $\epsilon_{inh}$<br>Sv/Bq | $\epsilon_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |                      |
|------------|---------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------|
|            |               |                             |                           |                           | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |                      |
| 1          | 2             | 3                           | 4                         | 5                         | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |                      |
| Np-240m    | 7.4 m         | $\beta^-, \gamma$           |                           |                           | 0.060  | 1000   | 1.6   |   |                         |                         |                          |                             | 3 → Pu-240           |
| Pu-234     | 8.8 h         | $\alpha, \epsilon, \gamma$  | 1.8 E-08                  | 1.6 E-10                  | 0.018  | 6  | <0.1  | 6 E+04                                      | 3 E+05                  | 5 E+02                  |                          |                             | 300 → Np-234, U-230  |
| Pu-235     | 25.3 m        | $\alpha, \epsilon, \gamma$  | 2.6 E-12                  | 2.1 E-12                  | 0.026  | 8  | <0.1  | 5 E+06                                      | 2 E+09                  | 3 E+06                  |                          |                             | 300 → Np-235, U-231  |
| Pu-236     | 2.851 a       | $\alpha, \gamma, \phi$      | 1.3 E-05                  | 8.6 E-08                  | 0.003  | 1  | <0.1  | 1 E+02                                      | 4 E+02                  | 6 E-01                  |                          |                             | 1 → U-232            |
| Pu-237     | 45.3 d        | $\alpha, \epsilon, \gamma$  | 3.0 E-10                  | 1.0 E-10                  | 0.018  | 6  | <0.1  | 1 E+05                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          |                             | 300 → Np-237, U-233  |
| Pu-238     | 87.74 a       | $\alpha, \gamma, \phi$      | 3.0 E-05                  | 2.3 E-07                  | 0.002  | <1   | <0.1  | 4 E+01                                      | 2 E+02                  | 3 E-01                  |                          |                             | 0.3 → U-234          |
| Pu-239     | 2.4 E4 a      | $\alpha, \gamma$            | 3.2 E-05                  | 2.5 E-07                  | 0.001  | <1   | <0.1  | 4 E+01                                      | 2 E+02                  | 3 E-01                  |                          |                             | 0.3 → U-235          |
| Pu-240     | 6537 a        | $\alpha, \gamma, \phi$      | 3.2 E-05                  | 2.5 E-07                  | 0.002  | <1   | <0.1  | 4 E+01                                      | 2 E+02                  | 3 E-01                  |                          |                             | 0.3 → U-236          |
| Pu-241     | 14.4 a        | $\alpha, \beta^-, \gamma$   | 5.8 E-07                  | 4.7 E-09                  | <0.001                                       | <1   | <0.1  | 2 E+03                                      | 9 E+03                  | 1 E+01                  |                          |                             | 10 → Am-241, U-237   |
| Pu-242     | 3.76 E5 a     | $\alpha, \gamma, \phi$      | 3.1 E-05                  | 2.4 E-07                  | 0.002  | <1   | <0.1  | 4 E+01                                      | 2 E+02                  | 3 E-01                  |                          |                             | 0.3 → U-238          |
| Pu-243     | 4.956 h       | $\beta^-, \gamma$           | 1.1 E-10                  | 8.5 E-11                  | 0.007  | 1000   | 1.3   | 1 E+05                                      | 5 E+07                  | 8 E+04                  |                          |                             | 3 → Am-243           |
| Pu-244 [9] | 8.26 E7 a     | $\alpha, \gamma, \phi$      | 3.0 E-05                  | 2.4 E-07                  | 0.053  | 1  | 0.1   | 4 E+01                                      | 2 E+02                  | 3 E-01                  |                          |                             | 0.3 → U-240          |
| Pu-245     | 10.5 h        | $\beta^-, \gamma$           | 6.5 E-10                  | 7.2 E-10                  | 0.070  | 2000   | 2.0   | 1 E+04                                      | 8 E+06                  | 1 E+04                  |                          |                             | 3 → Am-245           |
| Pu-246     | 10.85 d       | $\beta^-, \gamma$           | 7.0 E-09                  | 3.3 E-09                  | 0.034  | 700  | 0.7   | 3 E+03                                      | 7 E+05                  | 1 E+03                  |                          |                             | 10 → Am-246          |
| Am-237     | 73.0 m        | $\alpha, \epsilon, \gamma$  | 3.6 E-11                  | 1.8 E-11                  | 0.073  | 800  | 0.7   | 6 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          |                             | 10 → Pu-237, Np-233  |
| Am-238     | 98 m          | $\alpha, \epsilon, \gamma$  | 6.6 E-11                  | 3.2 E-11                  | 0.145  | 60   | 0.1   | 3 E+05                                      | 8 E+07                  | 1 E+05                  |                          |                             | 30 → Pu-238, Np-234  |
| Am-239     | 11.9 h        | $\alpha, \epsilon, \gamma$  | 2.9 E-10                  | 2.4 E-10                  | 0.059  | 1000   | 1.4   | 4 E+04                                      | 2 E+07                  | 3 E+04                  |                          |                             | 3 → Pu-239, Np-235   |
| Am-240     | 50.8 h        | $\alpha, \epsilon, \gamma$  | 5.9 E-10                  | 5.8 E-10                  | 0.171  | 50   | 0.3   | 2 E+04                                      | 8 E+06                  | 1 E+04                  |                          |                             | 30 → Pu-240, Np-236  |
| Am-241     | 432.2 a       | $\alpha, \gamma$            | 2.7 E-05                  | 2.0 E-07                  | 0.019  | 6  | <0.1  | 5 E+01                                      | 2 E+02                  | 3 E-01                  |                          |                             | 0.3 → Np-237         |
| Am-242     | 16.02 h       | $\epsilon, \beta^-, \gamma$ | 1.2 E-08                  | 3.0 E-10                  | 0.009  | 1000   | 1.1   | 3 E+04                                      | 4 E+05                  | 7 E+02                  |                          |                             | 3 → Cm-242, Pu-242   |
| Am-242m    | 152 a         | $\alpha, \gamma$            | 2.4 E-05                  | 1.9 E-07                  | 0.006  | 2  | <0.1  | 5 E+01                                      | 2 E+02                  | 3 E-01                  |                          |                             | 0.3 → Am-242, Np-238 |
| Am-243     | 7380 a        | $\alpha, \gamma$            | 2.7 E-05                  | 2.0 E-07                  | 0.014  | 2  | <0.1  | 5 E+01                                      | 2 E+02                  | 3 E-01                  |                          |                             | 0.3 → Np-239         |
| Am-244     | 10.1 h        | $\beta^-, \gamma$           | 1.5 E-09                  | 4.6 E-10                  | 0.145  | 3000   | 2.9   | 2 E+04                                      | 3 E+06                  | 6 E+03                  |                          |                             | 3 → Cm-244           |
| Am-244m    | 26 m          | $\beta^-, \gamma$           | 6.2 E-11                  | 2.9 E-11                  | 0.002  | 1000   | 1.6   | 3 E+05                                      | 8 E+07                  | 1 E+05                  |                          |                             | 3 → Cm-244           |
| Am-245     | 2.05 h        | $\beta^-, \gamma$           | 7.6 E-11                  | 6.2 E-11                  | 0.007  | 2000   | 1.8   | 2 E+05                                      | 7 E+07                  | 1 E+05                  |                          |                             | 3 → Cm-245           |
| Am-246     | 39 m          | $\beta^-, \gamma$           | 1.1 E-10                  | 5.8 E-11                  | 0.135  | 4000   | 4.5   | 2 E+05                                      | 5 E+07                  | 8 E+04                  |                          |                             | 1 → Cm-246           |
| Am-246m    | 25.0 m        | $\beta^-, \gamma$           | 3.8 E-11                  | 3.4 E-11                  | 0.154  | 1000   | 1.7   | 3 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          |                             | 3 → Cm-246           |
| Cm-238     | 2.4 h         | $\alpha, \epsilon$          | 4.8 E-09                  | 8.0 E-11                  | 0.021  | 7  | <0.1  | 1 E+05                                      | 1 E+06                  | 2 E+03                  |                          |                             | 300 → Am-238, Pu-234 |

| Nuklid     | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart     | $c_{inh}$<br>Sv/Bq | $c_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|------------|---------------|---------------------------------|--------------------|--------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|            |               |                                 |                    |                    | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1          | 2             | 3                               | 4                  | 5                  | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| Cm-240     | 27 d          | $\alpha, \gamma$                | 2.3 E-06           | 7.6 E-09           | 0.003  | <1   | <0.1  | 1 E+03                                      | 2 E+03                  | 4 E+00                  |                          | 10 → Pu-236                 |
| Cm-241     | 32.8 d        | $\alpha, \epsilon, \gamma$      | 2.6 E-08           | 9.1 E-10           | 0.100  | 600  | 0.7   | 1 E+04                                      | 2 E+05                  | 3 E+02                  |                          | 10 → Am-241, Pu-237         |
| Cm-242     | 162.8 d       | $\alpha, \gamma, \phi$          | 3.7 E-06           | 1.2 E-08           | 0.002  | <1   | <0.1  | 8 E+02                                      | 1 E+03                  | 2 E+00                  |                          | 10 → Pu-238                 |
| Cm-243     | 28.5 a        | $\alpha, \epsilon, \gamma$      | 2.0 E-05           | 1.5 E-07           | 0.033  | 1000   | 1.1   | 7 E+01                                      | 3 E+02                  | 4 E-01                  |                          | 0.3 → Pu-239, Am-243        |
| Cm-244     | 18.11 a       | $\alpha, \gamma, \phi$          | 1.7 E-05           | 1.2 E-07           | 0.002  | <1   | <0.1  | 8 E+01                                      | 3 E+02                  | 5 E-01                  |                          | 0.3 → Pu-240                |
| Cm-245     | 8500 a        | $\alpha, \gamma$                | 2.7 E-05           | 2.1 E-07           | 0.028  | 400  | 0.4   | 5 E+01                                      | 2 E+02                  | 3 E-01                  |                          | 0.3 → Pu-241                |
| Cm-246 [9] | 4370 a        | $\alpha, \gamma, \phi$          | 2.7 E-05           | 2.1 E-07           | 0.013  | <1   | <0.1  | 5 E+01                                      | 2 E+02                  | 3 E-01                  |                          | 0.3 → Pu-242                |
| Cm-247     | 1.56 E7 a     | $\alpha, \gamma$                | 2.5 E-05           | 1.9 E-07           | 0.053  | 100  | 0.1   | 5 E+01                                      | 2 E+02                  | 3 E-01                  |                          | 0.3 → Pu-243                |
| Cm-248 [9] | 3.39 E5 a     | $\alpha, \gamma, \phi$          | 9.5 E-05           | 7.7 E-07           | 3.8  | <1   | <0.1  | 1 E+01                                      | 5 E+01                  | 9 E-02                  |                          | 0.1 → Pu-244                |
| Cm-249     | 64.15 m       | $\beta^-, \gamma$               | 5.1 E-11           | 3.1 E-11           | 0.003  | 1000   | 1.5   | 3 E+05                                      | 1 E+08                  | 2 E+05                  |                          | 3 → Bk-249                  |
| Cm-250 [9] | 6900 a        | $\alpha, \beta^-, \phi$         | 5.4 E-04           | 4.4 E-06           | 36   | <1   | <0.1  | 2 E+00                                      | 9 E+00                  | 2 E-02                  |                          | 0.03 → Pu-246, Bk-250       |
| Bk-245     | 4.94 d        | $\alpha, \epsilon, \gamma$      | 1.8 E-09           | 5.7 E-10           | 0.054  | 2000   | 1.6   | 2 E+04                                      | 3 E+06                  | 5 E+03                  |                          | 3 → Cm-245, Am-241          |
| Bk-246     | 1.83 d        | $\epsilon, \gamma$              | 4.6 E-10           | 4.8 E-10           | 0.161  | 30   | 0.1   | 2 E+04                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 30 → Cm-246                 |
| Bk-247     | 1380 a        | $\alpha, \gamma$                | 4.5 E-05           | 3.5 E-07           | 0.021  | 800  | 0.7   | 3 E+01                                      | 1 E+02                  | 2 E-01                  |                          | 0.3 → Am-243                |
| Bk-249     | 320 d         | $\alpha, \beta^-, \gamma, \phi$ | 1.0 E-07           | 9.7 E-10           | <0.001                                       | 20   | <0.1  | 1 E+04                                      | 5 E+04                  | 8 E+01                  |                          | 100 → Cf-249, Am-245        |
| Bk-250     | 3.222 h       | $\beta^-, \gamma$               | 7.1 E-10           | 1.4 E-10           | 0.137  | 1000   | 1.5   | 7 E+04                                      | 7 E+06                  | 1 E+04                  |                          | 3 → Cf-250                  |
| Cf-244     | 19.4 m        | $\alpha, \gamma$                | 1.8 E-08           | 7.0 E-11           | 0.003  | <1   | <0.1  | 1 E+05                                      | 3 E+05                  | 5 E+02                  |                          | 300 → Cm-240                |
| Cf-246     | 35.7 h        | $\alpha, \gamma, \phi$          | 3.5 E-07           | 3.3 E-09           | 0.002  | <1   | <0.1  | 3 E+03                                      | 1 E+04                  | 2 E+01                  |                          | 30 → Cm-242                 |
| Cf-248 [9] | 333.5 d       | $\alpha, \gamma, \phi$          | 6.1 E-06           | 2.8 E-08           | 0.003  | <1   | <0.1  | 4 E+02                                      | 8 E+02                  | 1 E+00                  |                          | 3 → Cm-244                  |
| Cf-249     | 350.6 a       | $\alpha, \gamma, \phi$          | 4.5 E-05           | 3.5 E-07           | 0.060  | 200  | 0.2   | 3 E+01                                      | 1 E+02                  | 2 E-01                  |                          | 0.3 → Cm-245                |
| Cf-250 [9] | 13.08 a       | $\alpha, \gamma, \phi$          | 2.2 E-05           | 1.6 E-07           | 0.035  | <1   | <0.1  | 6 E+01                                      | 2 E+02                  | 4 E-01                  |                          | 0.3 → Cm-246                |
| Cf-251     | 898 a         | $\alpha, \gamma$                | 4.6 E-05           | 3.6 E-07           | 0.037  | 1000   | 1.8   | 3 E+01                                      | 1 E+02                  | 2 E-01                  |                          | 0.3 → Cm-247                |
| Cf-252 [9] | 2.638 a       | $\alpha, \gamma, \phi$          | 1.3 E-05           | 9.0 E-08           | 1.3  | <1   | <0.1  | 1 E+02                                      | 4 E+02                  | 6 E-01                  |                          | 1 → Cm-248                  |
| Cf-253     | 17.81 d       | $\alpha, \beta^-, \gamma$       | 1.0 E-06           | 1.4 E-09           | <0.001                                       | 800  | 0.8   | 7 E+03                                      | 7 E+03 [5]              | 8 E+00                  |                          | 10 → Es-253, Cm-249         |
| Cf-254 [9] | 60.5 d        | $\alpha, \gamma, \phi$          | 2.2 E-05           | 4.0 E-07           | 42   | <1   | <0.1  | 3 E+01                                      | 2 E+02                  | 4 E-01                  |                          | 0.3 → Cm-250                |
| Es-250     | 2.1 h         | $\epsilon, \gamma$              | 4.2 E-10           | 2.1 E-11           | 0.071  | 20   | 0.1   | 5 E+05                                      | 1 E+07                  | 2 E+04                  |                          | 100 → Cf-250                |
| Es-251     | 33 h          | $\alpha, \epsilon, \gamma$      | 1.7 E-09           | 1.7 E-10           | 0.028  | 200  | 0.2   | 6 E+04                                      | 3 E+06                  | 5 E+03                  |                          | 30 → Cf-251, Bk-247         |
| Es-253     | 20.47 d       | $\alpha, \gamma, \phi$          | 2.1 E-06           | 6.1 E-09           | 0.001  | 1  | <0.1  | 2 E+03                                      | 2 E+03                  | 4 E+00                  |                          | 10 → Bk-249                 |

| Nuklid  | Halbwertszeit | Zerfallsart/<br>Strahlenart | $\epsilon_{inh}$<br>Sv/Bq | $\epsilon_{ing}$<br>Sv/Bq | Beurteilungsgrößen                           |  |   | Freigrenze                                  | Bewilligungs-<br>grenze | Richtwerte              |                          |                             |
|---------|---------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|---|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|         |               |                             |                           |                           | $h_{10}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 1 m<br>Abstand | $h_{0,07}$<br>(mSv/h)/GBq<br>in 10 cm<br>Abstand | $hc_{0,07}$<br>(mSv/h)/<br>(kBq/cm <sup>2</sup> ) | LE<br>Bq/kg<br>bzw. LE <sub>abs</sub><br>Bq | LA<br>Bq                | CA<br>Bq/m <sup>3</sup> | CS<br>Bq/cm <sup>2</sup> | Instabiles<br>Tochternuklid |
| 1       | 2             | 3                           | 4                         | 5                         | 6  | 7  | 8   | 9   | 10                      | 11                      | 12                       | 13                          |
| Es-254  | 275.7 d       | $\alpha, \gamma$            | 6.0 E-06                  | 2.8 E-08                  | 0.021  | 6  | <0.1  | 4 E+02                                      | 8 E+02                  | 1 E+00                  |                          | 3→ Bk-250                   |
| Es-254m | 39.3 h        | $\alpha, \beta^-, \gamma$   | 3.7 E-07                  | 4.2 E-09                  | 0.077  | 1000   | 1.4   | 2 E+03                                      | 1 E+04                  | 2 E+01                  |                          | 3→ Fm-254, Bk-250           |
| Fm-252  | 22.7 h        | $\alpha, \gamma$            | 2.6 E-07                  | 2.7 E-09                  | 0.002  | <1   | <0.1  | 4 E+03                                      | 2 E+04                  | 3 E+01                  |                          | 30→ Cf-248                  |
| Fm-253  | 3.00 d        | $\alpha, \epsilon, \gamma$  | 3.0 E-07                  | 9.1 E-10                  | 0.023  | 200  | 0.2   | 1 E+04                                      | 2 E+04                  | 3 E+01                  |                          | 30→ Es-253, Cf-249          |
| Fm-254  | 3.240 h       | $\alpha, \gamma$            | 7.7 E-08                  | 4.4 E-10                  | 0.002  | <1   | <0.1  | 2 E+04                                      | 6 E+04                  | 1 E+02                  |                          | 300→ Cf-250                 |
| Fm-255  | 20.07 h       | $\alpha, \gamma$            | 2.6 E-07                  | 2.5 E-09                  | 0.016  | 5  | 0.1   | 4 E+03                                      | 2 E+04                  | 3 E+01                  |                          | 30→ Cf-251                  |
| Fm-257  | 100.5 d       | $\alpha, \gamma$            | 5.2 E-06                  | 1.5 E-08                  | 0.032  | 600  | 0.8   | 7 E+02                                      | 1 E+03                  | 2 E+00                  |                          | 3→ Cf-253                   |
| Md-257  | 5.2 h         | $\alpha, \epsilon, \gamma$  | 2.0 E-08                  | 1.2 E-10                  | 0.027  | 30   | <0.1  | 8 E+04                                      | 3 E+05                  | 4 E+02                  |                          | 100→ Fm-257, Es-253         |
| Md-258  | 55 d          | $\alpha, \gamma$            | 4.4 E-06                  | 1.3 E-08                  | 0.007  | 2  | <0.1  | 8 E+02                                      | 1 E+03                  | 2 E+00                  |                          | 10→ Es-254                  |



## Erläuterungen zu den einzelnen Spalten

- 1–3 Allgemeine Angaben über das Radionuklid [Quelle: International Commission on Radiological Protection, ICRP 38]. 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]: Zwei Nuklide mit gleicher Anzahl Protonen und Neutronen aber mit verschiedener Konfiguration und Halbwertszeit.
  - 2 Halbwertszeit: s: Sekunde; m: Minute; h: Stunde; a: Jahr; E: Exponentialdarstellung.
  - 3 Zerfallsart/Strahlenart:  $\alpha$ : Alphastrahlung;  $\beta^+$ ,  $\beta^-$ : Betastrahlung;  $\gamma$ : Gammastrahlung;  $\epsilon$ : Elektroneneinfang;  $\Phi$ : spontane Spaltung.
- 4, 5 Dosisfaktoren für Inhalation (Einatmen) und Ingestion (Essen, Trinken) für Erwachsene [Quelle: Richtlinie 96/29/Euratom vom 13. Mai 1996, (Tabelle C1, Spalte  $h(g)_{5\mu m}$  für Inhalation, Spalte  $h(g)$  für Ingestion). Dort nicht aufgeführte, einzelne Nuklide: International Commission on Radiological Protection, Oak Ridge, data base for ICRP 61, K. F. Eckerman, february 1993 oder National Radiological Protection Board, UK; NRPB-R245, 1991].**
- 4 Beurteilungsgrösse für Inhalation. Die Inhalation von 1 Bq führt höchstens zur angegebenen effektiven Folgedosis in Sv.
  - 5 Beurteilungsgrösse für Ingestion. Die Ingestion von 1 Bq führt höchstens zur angegebenen effektiven Folgedosis in Sv.
- 6–8 Beurteilungsgrössen 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 Beurteilungsgrössen von Mutter und Tochter angegeben.**
- 6 Dosisleistung in 10 mm Gewebetiefe (Umgebungs-Äquivalentdosisleistung) in 1 m Abstand von einer Strahlenquelle mit einer Aktivität von 1 GBq ( $10^9$  Bq).
  - 7 Dosisleistung in 0,07 mm Gewebetiefe (Richtungs-Äquivalentdosisleistung) in 10 cm Abstand von einer Strahlenquelle mit einer Aktivität von 1 GBq ( $10^9$  Bq).
  - 8 Beurteilungsgrösse für Hautkontamination. Eine Hautkontamination von  $1 \text{ kBq/cm}^2$  (gemittelt über  $100 \text{ cm}^2$ ) führt zur angegebenen Dosisleistung (Richtungs-Äquivalentdosisleistung).

## 9–12 Freigrenze, Bewilligungsgrenze und Richtwerte

- 9 Freigrenze für die spezifische Aktivität in Bq/kg und Freigrenze für die absolute Aktivität in Bq. Die Freigrenzen sind aus Spalte 5 abgeleitet. Die Ingestion von 1 kg eines Stoffes der spezifischen Aktivität LE, d. h. der Aktivität  $Le_{abs}$  führt zu einer effektiven Folgedosis von 10  $\mu$ Sv.
- 10 Bewilligungsgrenze für den täglichen Umgang. Die Werte für die Bewilligungsgrenzen sind aus Spalte 4 abgeleitet, da beim Umgang mit Radionukliden im Labor die Inhalationsgefahr dominiert. Die einmalige Inhalation einer Aktivität LA führt zu einer effektiven Folgedosis von 5 mSv. Der abgeleitete Wert für LA liegt in einigen Fällen unter dem Wert für LE, was nicht konsistent ist: Der Wert von LA wurde durch den von LE ersetzt [5]. Für Edelgase 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. Der Aufenthalt in Luft mit einer Aktivitätskonzentration CA während 40 Stunden pro Woche und 50 Wochen pro Jahr führt zu einer effektiven Folgedosis von 20 mSv.  
Für Inhalation gilt:  $CA [Bq/m^3] = 0,02 \text{ Sv} / (e_{inh} \cdot 2400 \text{ m}^3/a)$ .  
Für Edelgase führt der Aufenthalt in einer halbkugelförmigen Wolke grosser Ausdehnung während 40 Stunden pro Woche und 50 Wochen pro Jahr zu einer effektiven Dosis von 20 mSv (Gase und Edelgase: D. C. Kocher, Oak Ridge National Laboratory, TN Jnl. 1981, NUREG/ CR-1918). 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. [1]: 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.
- 12 Richtwert für die Oberflächenkontamination ausserhalb kontrollierter Zonen, gemittelt über 100 cm<sup>2</sup>. Für die Ableitung der Werte wurden die Bestrahlung der Haut, eine Inkorporation sowie die Bewilligungsgrenze (Bezug zur Inhalation) in Betracht gezogen und der jeweils ungünstigste Fall berücksichtigt:
- Bestrahlung der Haut während 8760 Stunden pro Jahr, Ausschöpfung eines Zehntels des Grenzwertes für die Haut, entsprechend einer effektiven Dosis von 0,5 mSv pro Jahr.
  - Tägliche Ingestion der Aktivität, welche sich auf einer Fläche von 10 cm<sup>2</sup> (Teile der Hand) befinden kann, entsprechend einer effektiven Dosis von 0,5 mSv pro Jahr.
  - $CS_{inh} = LA / 100 \text{ cm}^2 = (5 \text{ mSv} / [1000 \cdot \text{mSv/Sv } e_{inh}]) / 100 \text{ cm}^2$

**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] Bei Kr-88 wurden die Werte des Tochternuklids für Immersion angegeben (Spalte 11).
- [2] Zwei Nuklide mit gleicher Anzahl Protonen und Neutronen aber mit verschiedener Konfiguration und Halbwertszeit (Spalte 1).
- [3] Abgeleitet aus der effektiven Dosis bei Immersion (Spalte 11).
- [4] Abgeleitet aus der Hautdosis bei Immersion (Spalte 11).
- [5] Der Wert von LA wurde durch den von LE ersetzt (Spalte 10).
- [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 1  $\mu$ 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.

**Nuklidgemische**

Bei Nuklidgemischen gilt für die Spalten 9, 11 und 12 die Summenregel nach Anhang 1.

Anhang 4<sup>165</sup>  
(Art. 44 Abs. 3)

## Dosisfaktoren bei Einzelpersonen der Bevölkerung

### 1. Inhalation

| Nuklid         | Kleinkind (1a)            |                                  |       | Kind (10 a)               |                                  |       | Erwachsene                |                                  |       |
|----------------|---------------------------|----------------------------------|-------|---------------------------|----------------------------------|-------|---------------------------|----------------------------------|-------|
|                | e <sub>inh</sub><br>Sv/Bq | h <sub>inh, Organ</sub><br>Sv/Bq | Organ | e <sub>inh</sub><br>Sv/Bq | h <sub>inh, Organ</sub><br>Sv/Bq | Organ | e <sub>inh</sub><br>Sv/Bq | h <sub>inh, Organ</sub><br>Sv/Bq | Organ |
| H-3, HTO [1]   | 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, OBТ [2]   | 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 | 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          | 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          | 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          | 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          | 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          | 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          | 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          | 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          | 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          | 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          | 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          | 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          | 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          | 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          | 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           | 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          | 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    |

<sup>165</sup> Fassung gemäss Ziff. III der V vom 15. Nov. 2000 (AS 2000 2894), Bereinigt gemäss Ziff. III Abs. 1 der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS 2007 5651).

| Nuklid          | Kleinkind (1a)     |                           |       | Kind (10 a)        |                           |       | Erwachsene         |                           |       |
|-----------------|--------------------|---------------------------|-------|--------------------|---------------------------|-------|--------------------|---------------------------|-------|
|                 | $e_{inh}$<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 |
| Nb-95           | 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           | 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          | 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          | 8.4 E-09           | 5.3 E-08                  | Lu    | 3.5 E-09           | 2.4 E-08                  | Lu    | 2.4 E-09           | 1.8 E-08                  | Lu    |
| Ru-106          | 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         | 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          | 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          | 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          | 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          | 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          | 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         | 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         | 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         | 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         | 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          | 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           | 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 | 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 | 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           | 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 | 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 | 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           | 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 | 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 | 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           | 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 | 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 | 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           | 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 | 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 | 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          | 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          | 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    |

| Nuklid | Kleinkind (1a)     |                           |       | Kind (10 a)        |                           |       | Erwachsene         |                           |       |
|--------|--------------------|---------------------------|-------|--------------------|---------------------------|-------|--------------------|---------------------------|-------|
|        | $e_{inh}$<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 |
| Cs-137 | 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 | 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 | 6,3 E-09           | 4,4 E-08                  | ET    | 2,0 E-09           | 1,3 E-08                  | ET    | 1,1 E-09           | 6,2 E-09                  | ET    |
| Ce-141 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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  | 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  | 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  | 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 | 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 | 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 | 7,4 E-05           | 1,2 E-03                  | KH    | 4,8 E-05           | 9,8 E-04                  | KH    | 4,6 E-05           | 1,4 E-03                  | KH    |
| Pu-239 | 7,7 E-05           | 1,3 E-03                  | KH    | 4,4 E-05           | 1,1 E-03                  | KH    | 5,0 E-05           | 1,5 E-03                  | KH    |
| Pu-240 | 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 | 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    |

| Nuklid | Kleinkind (1a)     |                           |       | Kind (10 a)        |                           |       | Erwachsene         |                           |       |
|--------|--------------------|---------------------------|-------|--------------------|---------------------------|-------|--------------------|---------------------------|-------|
|        | $e_{inh}$<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 |
| Am-241 | 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 | 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 | 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    |

$e_{inh}$ : Effektive Folgedosis; Integrationszeit: 50 Jahre für Erwachsene, 70 Jahre für Kinder  
Dosisfaktoren aus ICRP-CD-ROM (AMAD = 1  $\mu$ m)

$h_{inh, Organ}$ : 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-CD-ROM (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, OBT [2] | 1.2E-10            | 1.6E-10                   | Ma    | 5.7E-11            | 6.7E-11                   | Ma    | 4.2E-11            | 4.7E-11                   | Ma    |
| C-14         | 1.6E-09            | 1.9E-09                   | Ma    | 8.0E-10            | 8.9E-10                   | Ma    | 5.8E-10            | 6.3E-10                   | Ma    |
| Na-22        | 1.5E-08            | 2.8E-08                   | KH    | 5.5E-09            | 1.1E-08                   | KH    | 3.2E-09            | 6.3E-09                   | KH    |
| Na-24        | 2.3E-09            | 6.7E-09                   | Ma    | 7.7E-10            | 2.1E-09                   | Ma    | 4.3E-10            | 1.2E-09                   | Ma    |
| Sc-47        | 3.9E-09            | 3.0E-08                   | DD    | 1.2E-09            | 9.0E-09                   | DD    | 5.4E-10            | 4.1E-09                   | DD    |
| Cr-51        | 2.3E-10            | 1.4E-09                   | DD    | 7.8E-11            | 4.5E-10                   | DD    | 3.8E-11            | 2.1E-10                   | DD    |
| Mn-54        | 3.1E-09            | 8.3E-09                   | DD    | 1.3E-09            | 3.3E-09                   | DD    | 7.1E-10            | 1.8E-09                   | DD    |
| Fe-59        | 1.3E-08            | 3.5E-08                   | DD    | 4.7E-09            | 1.2E-08                   | DD    | 1.8E-09            | 5.8E-09                   | DD    |
| Co-57        | 1.6E-09            | 5.6E-09                   | DD    | 5.8E-10            | 1.8E-09                   | DD    | 2.1E-10            | 9.4E-10                   | DD    |

| Nuklid  | Kleinkind (1a) |                   |       | Kind (10a) |                   |       | Erwachsene |                   |       |
|---------|----------------|-------------------|-------|------------|-------------------|-------|------------|-------------------|-------|
|         | eing Sv/Bq     | hing. Organ Sv/Bq | Organ | eing Sv/Bq | hing. Organ Sv/Bq | Organ | eing Sv/Bq | hing. Organ Sv/Bq | Organ |
| 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    |
| 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    |



| Nuklid | Kleinkind (1a) |                   |       | Kind (10a) |                   |       | Erwachsene |                   |       |
|--------|----------------|-------------------|-------|------------|-------------------|-------|------------|-------------------|-------|
|        | Eing Sv/Bq     | hing. Organ Sv/Bq | Organ | Eing Sv/Bq | hing. Organ Sv/Bq | Organ | Eing Sv/Bq | hing. Organ Sv/Bq | Organ |
| 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 | 1.2E-08        | 2.3E-08           | DD    | 1.0E-08    | 1.3E-08           | DD    | 1.3E-08    | 1.5E-08           | DD    |
| Ba-140 | 1.8E-08        | 1.2E-07           | DD    | 5.8E-09    | 3.5E-08           | DD    | 2.6E-09    | 1.7E-08           | DD    |
| La-140 | 1.3E-08        | 8.7E-08           | DD    | 4.2E-09    | 2.7E-08           | DD    | 2.0E-09    | 1.3E-08           | DD    |
| Ce-141 | 5.1E-09        | 4.0E-08           | DD    | 1.5E-09    | 1.2E-08           | DD    | 7.1E-10    | 5.5E-09           | DD    |
| Ce-144 | 3.9E-08        | 3.1E-07           | DD    | 1.1E-08    | 9.2E-08           | DD    | 5.2E-09    | 4.2E-08           | DD    |
| Pr-143 | 8.7E-09        | 7.0E-08           | DD    | 2.6E-09    | 2.1E-08           | DD    | 1.2E-09    | 9.3E-09           | DD    |
| Pb-210 | 3.6E-06        | 3.8E-05           | KH    | 1.9E-06    | 4.4E-05           | KH    | 6.9E-07    | 2.3E-05           | KH    |
| Bi-210 | 9.7E-09        | 7.6E-08           | DD    | 2.9E-09    | 2.3E-08           | DD    | 1.3E-09    | 1.0E-08           | DD    |
| Po-210 | 8.8E-06        | 7.6E-05           | Mi    | 2.6E-06    | 2.5E-05           | Mi    | 1.2E-06    | 1.3E-05           | Ni    |
| Ra-224 | 6.6E-07        | 2.3E-05           | KH    | 2.6E-07    | 1.1E-05           | KH    | 6.5E-08    | 1.7E-06           | KH    |
| Ra-226 | 9.6E-07        | 2.9E-05           | KH    | 8.0E-07    | 3.9E-05           | KH    | 2.8E-07    | 1.2E-05           | KH    |
| Th-227 | 7.0E-08        | 8.0E-07           | KH    | 2.3E-08    | 3.9E-07           | KH    | 8.8E-09    | 8.8E-08           | KH    |
| Th-228 | 3.7E-07        | 8.4E-06           | KH    | 1.4E-07    | 4.3E-06           | KH    | 7.2E-08    | 2.5E-06           | KH    |
| Th-230 | 4.1E-07        | 1.3E-05           | KH    | 2.4E-07    | 1.1E-05           | KH    | 2.1E-07    | 1.2E-05           | KH    |
| Th-232 | 4.5E-07        | 1.3E-05           | KH    | 2.9E-07    | 1.2E-05           | KH    | 2.3E-07    | 1.2E-05           | KH    |
| Pa-231 | 1.3E-06        | 6.0E-05           | KH    | 9.2E-07    | 4.6E-05           | KH    | 7.1E-07    | 3.6E-05           | KH    |
| U-234  | 1.3E-07        | 1.8E-06           | KH    | 7.4E-08    | 1.5E-06           | KH    | 4.9E-08    | 7.8E-07           | KH    |
| U-235  | 1.3E-07        | 1.7E-06           | KH    | 7.1E-08    | 1.4E-06           | KH    | 4.7E-08    | 7.4E-07           | KH    |
| U-238  | 1.2E-07        | 1.6E-06           | KH    | 6.8E-08    | 1.4E-06           | KH    | 4.5E-08    | 7.1E-07           | KH    |
| Np-237 | 2.1E-07        | 5.0E-06           | KH    | 1.1E-07    | 4.1E-06           | KH    | 1.1E-07    | 5.4E-06           | KH    |
| Np-239 | 5.7E-09        | 4.4E-08           | DD    | 1.7E-09    | 1.3E-08           | DD    | 8.0E-10    | 6.0E-09           | DD    |
| 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    |

| Nuklid | Kleinkind (1a)                 |                                       |       | Kind (10a)                     |                                       |       | Erwachsene                     |                                       |       |
|--------|--------------------------------|---------------------------------------|-------|--------------------------------|---------------------------------------|-------|--------------------------------|---------------------------------------|-------|
|        | $e_{\text{ing}} \text{ Sv/Bq}$ | $h_{\text{ing, Organ}} \text{ Sv/Bq}$ | Organ | $e_{\text{ing}} \text{ Sv/Bq}$ | $h_{\text{ing, Organ}} \text{ Sv/Bq}$ | Organ | $e_{\text{ing}} \text{ Sv/Bq}$ | $h_{\text{ing, Organ}} \text{ Sv/Bq}$ | Organ |
| 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-CD-ROM (AMAD = 1  $\mu\text{m}$ )

$h_{\text{ing, Organ}}$ : 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-CD-ROM (AMAD = 1  $\mu\text{m}$ )  
Organisch gebundenes Tritium

[2]

## Methode für die Ermittlung der Strahlendosis

### 1. Grundsatz

Die effektive Dosis und die Organdosen werden in der Regel mit Hilfe von operationellen Grössen bestimmt.

### 2. Operationelle Grössen

Die operationellen Grössen für die Personendosimetrie bei externer Bestrahlung sind

- a. die Personen-Tiefendosis  $H_p(10)$  mit der Kurzbezeichnung  $H_p$ ;
- b. die Personen-Oberflächendosis  $H_p(0,07)$  mit der Kurzbezeichnung  $H_s$ .

Die operationellen Grössen für die Ortsdosimetrie sind

- a. die Umgebungs-Äquivalentdosis  $H^*(10)$ ;
- b. die Richtungs-Äquivalentdosis  $H'(0,07)$ .

Die operationelle Grösse für die interne Bestrahlung ist die mit Standardmodellen und den Dosisfaktoren nach den Anhängen 3 und 4 berechnete effektive Folgedosis  $E_{50}$ .

### 3. Personendosen unterhalb der entsprechenden Dosisgrenzwerte

Die Äquivalentdosis für ein Organ wird bei externer Bestrahlung der Personen-Tiefendosis  $H_p(10)$ , beziehungsweise der Umgebungs-Äquivalentdosis  $H^*(10)$  gleichgesetzt für alle Gewebe und Organe mit Ausnahme der Haut.

Die Äquivalentdosis für die Haut wird bei externer Bestrahlung der Personen-Oberflächendosis  $H_p(0,07)$ , resp. der Richtungs-Äquivalentdosis  $H'(0,07)$ , gleichgesetzt.

Die effektive Dosis wird gleichgesetzt der Summe aus

- a. der Personendosis  $H_p(10)$ , beziehungsweise der Umgebungs-Äquivalentdosis  $H^*(10)$  und
- b. der effektiven Folgedosis  $E_{50}$ .

### 4. Personendosen oberhalb der entsprechenden Dosisgrenzwerte

Liegen die nach Ziffer 3 ermittelten Dosiswerte über den entsprechenden Grenzwerten, so sind von einem Sachverständigen in Zusammenarbeit mit der Aufsichtsbehörde die effektive Dosis oder die Organdosen 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.

<sup>166</sup> Fassung gemäss Ziff. II der V vom 17. Nov. 1999, in Kraft seit 1. Jan. 2000 (AS 2000 107).

**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 6<sup>167</sup>  
(Art. 30 und 58)

## Kennzeichnung von kontrollierten Zonen

Kontrollierte Zonen sind je nach den verwendeten Strahlenquellen wie folgt zu kennzeichnen:

### 1. Offene radioaktive Strahlenquellen:

- das radiotoxischste Nuklid und dessen maximale Aktivität;
- die Klassierung des Arbeitsbereichs (Typ A, B oder C);
- der maximale Kontaminationsgrad durch lose Kontamination an Oberflächen in Bq/cm<sup>2</sup> oder als Anzahl Richtwerte für das betreffende Nuklid;
- die Ortsdosisleistung in mSv pro Stunde im begehbaren Bereich, wenn sinnvoll;
- Angaben über die erforderliche Schutzkleidung sowie Schutzmassnahmen;
- das Gefahrenzeichen.

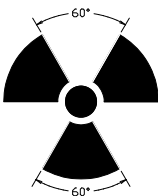
### 2. Geschlossene radioaktive Strahlenquellen:

- das radiotoxischste Nuklid und dessen maximale Aktivität oder Aktivität und Nuklid mit der höchstenergetischen Gammastrahlung;
- die Ortsdosisleistung in mSv pro Stunde im begehbaren Bereich, wenn sinnvoll;
- das Gefahrenzeichen.

### 3. Anlagen (z. B. Röntgenanlagen, Beschleuniger):

- die Bezeichnung der Anlage;
- die Strahlenart (z. B. Elektronen, Röntgenstrahlung, Neutronen, sofern nicht schon aus der Anlagebezeichnung ersichtlich);
- die Ortsdosisleistung in mSv pro Stunde im begehbaren Bereich, wenn sinnvoll;
- das Gefahrenzeichen.

Gefahrenzeichen:



Verhältnis der Radien: 1:1, 5:5

<sup>167</sup> Fassung gemäss Ziff. II der V vom 17. Nov. 1999, in Kraft seit 1. Jan. 2000 (AS 2000 107).

Anhang 7\*  
(Art. 44 Abs. 3)

## Dosisfaktoren für Wolken- und Bodenstrahlung

| 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> ) |
| H-3    | 0.0E+00                                    | 0.0E+00                                   |
| C-11   | 1.4E-07                                    | 3.0E-09                                   |
| C-14   | 6.7E-12                                    | 0.0E+00                                   |
| O-15   | 1.4E-07                                    | 3.2E-09                                   |
| F-18   | 1.4E-07                                    | 2.8E-09                                   |
| Na-22  | 3.1E-07                                    | 5.8E-09                                   |
| Na-24  | 6.7E-07                                    | 1.0E-08                                   |
| Sc-47  | 1.5E-08                                    | 3.3E-10                                   |
| Cr-51  | 4.3E-09                                    | 9.2E-11                                   |
| Mn-54  | 1.2E-07                                    | 2.4E-09                                   |
| Fe-59  | 1.7E-07                                    | 3.1E-09                                   |
| Co-57  | 1.6E-08                                    | 3.6E-10                                   |
| Co-58  | 1.4E-07                                    | 2.8E-09                                   |
| Co-60  | 3.6E-07                                    | 6.4E-09                                   |
| Zn-65  | 8.5E-08                                    | 1.5E-09                                   |
| Se-75  | 5.2E-08                                    | 1.1E-09                                   |
| Br-82  | 3.8E-07                                    | 7.3E-09                                   |
| Kr-79  | 3.5E-08                                    | 7.2E-10                                   |
| Kr-81  | 1.4E-09                                    | 3.3E-11                                   |
| Kr-83m | 6.9E-12                                    | 1.6E-12                                   |
| Kr-85  | 7.8E-10                                    | 3.6E-11                                   |
| Kr-85m | 2.2E-08                                    | 5.1E-10                                   |
| Kr-87  | 1.3E-07                                    | 2.5E-09                                   |
| Kr-88  | 3.2E-07                                    | 5.0E-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> ) |
| Kr-88/Rb-88   | 4.2E-07                                    | 7.2E-09                                   |
| Kr-89         | 2.9E-07                                    | 5.1E-09                                   |
| Kr-90         | 1.9E-07                                    | 3.8E-09                                   |
| Sr-89         | 1.4E-09                                    | 2.4E-10                                   |
| Sr-90         | 3.3E-10                                    | 5.0E-12                                   |
| Sr-90/Y-90    | 2.6E-09                                    | 3.9E-10                                   |
| Y-91          | 1.9E-09                                    | 2.6E-10                                   |
| Zr-95         | 1.1E-07                                    | 2.1E-09                                   |
| Nb-95         | 1.1E-07                                    | 2.2E-09                                   |
| Mo-99         | 2.3E-08                                    | 5.7E-10                                   |
| Mo-99/Tc-99m  | 3.8E-08                                    | 9.1E-10                                   |
| Tc-99m        | 1.7E-08                                    | 3.8E-10                                   |
| Ru-103        | 6.7E-08                                    | 1.4E-09                                   |
| Ru-106        | 0.0E+00                                    | 0.0E+00                                   |
| Ru-106/Rh-106 | 3.3E-08                                    | 1.1E-09                                   |
| Ag-110m       | 4.0E-07                                    | 7.5E-09                                   |
| Sn-125        | 4.7E-08                                    | 1.1E-09                                   |
| Sb-122        | 6.4E-08                                    | 1.5E-09                                   |
| Sb-124        | 2.8E-07                                    | 5.0E-09                                   |
| Sb-125        | 5.9E-08                                    | 1.2E-09                                   |
| Sb-127        | 9.4E-08                                    | 2.0E-09                                   |
| Te-125m       | 9.1E-10                                    | 3.9E-11                                   |
| Te-127m       | 3.0E-10                                    | 1.3E-11                                   |
| Te-129m       | 5.2E-09                                    | 1.9E-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> ) |
| Te-131m        | 2.1E-07                                    | 3.9E-09                                   |
| Te-132         | 2.9E-08                                    | 6.4E-10                                   |
| Te-132/I-132   | 3.6E-07                                    | 7.2E-09                                   |
| I-125          | 1.0E-09                                    | 4.5E-11                                   |
| I-129          | 8.0E-10                                    | 4.2E-11                                   |
| I-130          | 3.0E-07                                    | 6.1E-09                                   |
| I-131          | 5.2E-08                                    | 1.1E-09                                   |
| I-132          | 3.3E-07                                    | 6.6E-09                                   |
| I-133          | 8.6E-08                                    | 1.8E-09                                   |
| I-134          | 3.9E-07                                    | 7.5E-09                                   |
| I-135          | 2.3E-07                                    | 4.2E-09                                   |
| Xe-122         | 7.9E-09                                    | 1.8E-10                                   |
| Xe-123         | 8.8E-08                                    | 1.8E-09                                   |
| Xe-125         | 3.3E-08                                    | 7.3E-10                                   |
| Xe-127         | 3.5E-08                                    | 7.8E-10                                   |
| Xe-129m        | 2.8E-09                                    | 9.8E-11                                   |
| Xe-131m        | 1.1E-09                                    | 3.7E-11                                   |
| Xe-133         | 4.3E-09                                    | 1.2E-10                                   |
| Xe-133m        | 4.0E-09                                    | 9.9E-11                                   |
| Xe-135         | 3.4E-08                                    | 7.9E-10                                   |
| Xe-135m        | 5.9E-08                                    | 1.3E-09                                   |
| Xe-137         | 3.1E-08                                    | 1.1E-09                                   |
| Xe-138         | 1.8E-07                                    | 3.2E-09                                   |
| Cs-134         | 2.2E-07                                    | 4.4E-09                                   |
| Cs-136         | 3.1E-07                                    | 6.0E-09                                   |
| Cs-137         | 2.6E-10                                    | 8.5E-12                                   |
| Cs-137/Ba-137m | 8.1E-08                                    | 1.6E-09                                   |
| Ba-140         | 2.6E-08                                    | 6.0E-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> ) |
| Ba-140/La-140 | 3.7E-07                                    | 6.8E-09                                   |
| La-140        | 3.5E-07                                    | 6.2E-09                                   |
| Ce-141        | 1.0E-08                                    | 2.3E-10                                   |
| Ce-144        | 2.4E-09                                    | 5.4E-11                                   |
| Ce-144/Pr-144 | 1.0E-08                                    | 5.9E-10                                   |
| Pr-143        | 6.2E-10                                    | 7.2E-11                                   |
| Pb-210        | 1.4E-10                                    | 5.9E-12                                   |
| Bi-210        | 8.1E-10                                    | 1.2E-10                                   |
| Po-210        | 1.3E-12                                    | 2.5E-14                                   |
| Ra-224        | 1.3E-09                                    | 2.9E-11                                   |
| Ra-226        | 9.0E-10                                    | 2.0E-11                                   |
| Th-227        | 1.4E-08                                    | 3.1E-10                                   |
| Th-228        | 2.5E-10                                    | 6.4E-12                                   |
| Th-230        | 4.6E-11                                    | 1.8E-12                                   |
| Th-232        | 2.1E-11                                    | 1.2E-12                                   |
| Pa-231        | 4.0E-09                                    | 9.1E-11                                   |
| U-234         | 1.6E-11                                    | 1.3E-12                                   |
| U-235         | 2.0E-08                                    | 4.4E-10                                   |
| U-238         | 1.0E-11                                    | 1.0E-12                                   |
| Np-237        | 2.8E-09                                    | 7.5E-11                                   |
| Np-239        | 2.2E-08                                    | 4.9E-10                                   |
| Pu-238        | 7.3E-12                                    | 1.3E-12                                   |
| Pu-239        | 9.0E-12                                    | 6.2E-13                                   |
| Pu-240        | 7.2E-12                                    | 1.2E-12                                   |
| Pu-241        | 0.0E+00                                    | 0.0E+00                                   |
| Am-241        | 2.2E-09                                    | 6.7E-11                                   |
| Cm-242        | 8.0E-12                                    | 1.4E-12                                   |
| Cm-244        | 6.6E-12                                    | 1.2E-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.                   |
| <b>Nullwerte</b> | Werte kleiner als 4.0E-19 werden als 0.0E+00 angegeben.  |

\* Eingefügt durch Ziff. III Abs. 2 der V vom 24. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Jan. 2008 (AS **2007** 5651).





