

## Entwurf

**Anlagen zur AllgStrSchV 2020****Anlage 1**

Zu den §§ 7 Abs. 1 Z 1 lit. a und b, Abs. 2 Z 3, 8 Abs. 2, 14 Abs. 2, 21 Z 2, 36 Abs. 1 und 111 Abs. 2, 4 und 5 Z 2 und 3 sowie Anlage 4

**Freigrenzen und Freigabewerte****A. Festlegungen für die Anwendung der Freigrenzen gemäß Abschnitt D Tabelle 1 Spalte 2 bis 4 und Tabelle 3 Spalte 2**

1. Die Freigrenzen für die Gesamtaktivität gemäß Abschnitt D Tabelle 1 Spalte 2 sowie für die Aktivitätskonzentration gemäß Abschnitt D Tabelle 1 Spalte 3 und 4 gelten für künstliche Radionuklide sowie für natürlich vorkommende Radionuklide, die aufgrund ihrer Radioaktivität, Spaltbarkeit oder Bruteigenschaft verwendet werden.
2. Die in Abschnitt D Tabelle 1 Spalte 2 angeführten Werte gelten für den Gesamtbestand an Radionukliden, die sich zu einem beliebigen Zeitpunkt im Zusammenhang mit einer bestimmten Tätigkeit an einem Standort befinden.
3. Die Freigrenzen für die Aktivitätskonzentration gemäß Abschnitt D Tabelle 1 Spalte 3 gelten nur für Materialmengen bis zu 1000 Kilogramm pro Jahr, für größere Materialmengen gelten die Freigrenzen gemäß Abschnitt D Tabelle 1 Spalte 4.
4. Die Freigrenzen gemäß Abschnitt D Tabelle 3 Spalte 2 gelten für natürlich vorkommende Radionuklide aus Tätigkeitsbereichen gemäß § 11 bzw. Tätigkeiten gemäß § 27 StrSchG 2020, die sich im säkularen Gleichgewicht mit ihren Tochternukliden befinden.

**B. Festlegungen für die Anwendung der Freigabewerte gemäß Abschnitt D Tabelle 1 Spalte 4 bis 6**

1. Die Freigabewerte gemäß Abschnitt D Tabelle 1 Spalte 4 bis 6 gelten für die Freigabe von radioaktiven Materialien, die künstliche Radionuklide oder natürlich vorkommende Radionuklide, die aufgrund ihrer Radioaktivität, Spaltbarkeit oder Bruteigenschaft verwendet werden, enthalten.
2. Die Freigabewerte gelten ausschließlich für feste Stoffe.
3. Die Freigabewerte gemäß Abschnitt D Tabelle 1 Spalte 4 und 5 gelten für die uneingeschränkte Freigabe, jene gemäß Spalte 6 für die eingeschränkte Freigabe zur Beseitigung auf Deponien oder zur Verbrennung.
4. Bei allfälligen Freimessungen darf
  - die zugrunde zu legende Mittelungsmasse für die Ermittlung der Aktivitätskonzentration 300 Kilogramm nicht wesentlich überschreiten;
  - die Mittelungsfläche für die Oberflächenkontamination 1000 Quadratzentimeter nicht überschreiten.
5. Bei Vorhandensein mehrerer Radionuklide gelten die Freigabewerte als eingehalten, wenn die Summe der Quotienten
  - aus der Aktivitätskonzentration jedes einzelnen Radionuklids und dem zugehörigen Freigabewert gemäß Abschnitt D Tabelle 1 Spalte 4 oder 6;

– aus der Aktivität pro Flächeneinheit jedes einzelnen Radionuklids und dem zugehörigen Freigabewert (Wert der Oberflächenkontamination) gemäß Abschnitt D Tabelle 1 Spalte 5 kleiner oder gleich eins ist. Radionuklide müssen bei der Quotientensumme nicht berücksichtigt werden, wenn der Anteil der unberücksichtigten Nuklide an der Gesamtsumme aller Quotienten zehn Prozent nicht überschreitet.

### **C. Festlegungen für die Anwendung der Freigabewerte gemäß Abschnitt D Tabelle 3 Spalte 2 und 3**

1. Die Freigabewerte gemäß Abschnitt D Tabelle 3 Spalte 2 und 3 gelten für die Freigabe von radioaktiven Materialien, die natürlich vorkommende Radionuklide aus Tätigkeitsbereichen gemäß § 11 bzw. Tätigkeiten gemäß § 27 StrSchG 2020 enthalten.
2. Die Freigabewerte gelten ausschließlich für feste Stoffe.
3. Die Freigabewerte gemäß Abschnitt D Tabelle 3 Spalte 2 gelten für die uneingeschränkte Freigabe, jene gemäß Spalte 3 für die eingeschränkte Freigabe zur Beseitigung auf Deponien oder zur Verbrennung.
4. Die Werte gemäß Abschnitt D Tabelle 3 gelten nicht
  - für die Wiederverwertung von Rückständen in Baustoffen oder
  - im Fall spezifischer Expositionspfade (zB Trinkwasserpfad).
5. Die Freigabewerte gemäß Abschnitt D Tabelle 3 Spalte 3 gelten nur für Materialmengen bis zu 1000 Tonnen pro Jahr sowie für folgende Beseitigungswege:
  - Deponierung auf Reststoff- oder Massenabfalldeponien oder
  - Verbrennung in Sondermüllverbrennungsanlagen.
6. Bei Vorhandensein von Radionukliden aus der U-238-Zerfallsreihe und der Th-232-Zerfallsreihe gelten die Freigabewerte als eingehalten, wenn die Summe der Quotienten aus der Aktivitätskonzentration des Mutternuklids und dem zugehörigen Freigabewert gemäß Abschnitt D Tabelle 3 Spalte 2 und 3 kleiner oder gleich eins ist.
7. Die Freigabewerte für Pb-210 und Po-210 gemäß Abschnitt D Tabelle 3 Spalte 3 gelten nicht, wenn
  - im Umkreis von 500 Metern um die Deponie ein Trink- oder Nutzwasserbrunnen vorhanden ist oder
  - die Deponie nicht dem Stand der Technik entsprechend zum Grundwasser abgedichtet ist.

## D. Wertetabellen

Tabelle 1: Freigrenzen und Freigabewerte für verschiedene Freigabearten

1	2	3	4	5	6	7
	Freigrenzen (Spalte 2 bis 4)					
			Freigabewerte (Spalte 4 bis 6)			
Radionuklid	Freigrenzen für die Gesamtaktivität in Bq	Freigrenzen für die Aktivitätskonzentration für Materialmengen $\leq 1000$ Kilogramm pro Jahr in Bq/g	Freigrenzen für die Aktivitätskonzentration für Materialmengen $> 1000$ Kilogramm pro Jahr und Freigabewerte für die uneingeschränkte Freigabe in Bq/g	Freigabewerte für die Oberflächenkontamination für die uneingeschränkte Freigabe in Bq/cm <sup>2</sup>	Freigabewerte für die eingeschränkte Freigabe zur Beseitigung auf Deponien oder Verbrennung in Bq/g	Halbwertszeit
H-3	1 E+9	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+3	12,3 a
Be-7	1 E+7	1 E+3	1 E+1	1 E+2	2 E+2	53,2 d
C-14	1 E+7	1 E+4	1	1 E+2	2 E+3	5,7 E+3 a
O-15	1 E+9	1 E+2	--	--	--	2,0 m
F-18	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1	--	109,8 m
Na-22	1 E+6	1 E+1	1 E-1	1	4	2,6 a
Na-24	1 E+5	1 E+1	1	1	--	15,0 h
Si-31	1 E+6	1 E+3	1 E+3	1 E+2	--	2,6 h
P-32	1 E+5	1 E+3	1 E+3	1 E+2	--	14,3 d
P-33	1 E+8	1 E+5	1 E+3	1 E+2	4 E+4	25,3 d
S-35	1 E+8	1 E+5	1 E+2	1 E+2	2 E+2	87,4 d
Cl-36	1 E+6	1 E+4	1	--	3	3,0 E+5 a
Cl-38	1 E+5	1 E+1	1 E+1	--	--	37,2 m
Ar-37	1 E+8	1 E+6	--	--	--	35,0 d
Ar-41	1 E+9	1 E+2	--	--	--	109,6 m
K-40	1 E+6	1 E+2	1 E+1	1 E+1	--	1,3 E+9 a
K-42	1 E+6	1 E+2	1 E+2	--	--	12,4 h
K-43	1 E+6	1 E+1	1 E+1	--	--	22,3 h
Ca-45	1 E+7	1 E+4	1 E+2	1 E+2	5 E+3	162,6 d
Ca-47	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1	--	4,5 d
Sc-46	1 E+6	1 E+1	1 E-1	1	4	83,8 d
Sc-47	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	3,3 d
Sc-48	1 E+5	1 E+1	1	1	--	43,7 h
V-48	1 E+5	1 E+1	1	1	3	16,0 d
Cr-51	1 E+7	1 E+3	1 E+2	1 E+2	3 E+2	27,7 d
Mn-51	1 E+5	1 E+1	1 E+1	1	--	46,2 m
Mn-52	1 E+5	1 E+1	1	1	--	5,6 d
Mn-52m	1 E+5	1 E+1	1 E+1	--	--	21,1 m
Mn-53	1 E+9	1 E+4	1 E+2	1 E+2	6 E+2	3,7 E+6 a
Mn-54	1 E+6	1 E+1	1 E-1	1	1 E+1	312,2 d
Mn-56	1 E+5	1 E+1	1 E+1	1	--	2,6 h
Fe-52 <sup>(2)</sup>	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1 E+2	--	8,3 h
Fe-55	1 E+6	1 E+4	1 E+3	1 E+2	1 E+4	2,7 a
Fe-59	1 E+6	1 E+1	1	1	7	44,5 d
Co-55	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1	--	17,5 h
Co-56	1 E+5	1 E+1	1 E-1	1	2	77,2 d

1	2	3	4	5	6	7
Co-57	1 E+6	1 E+2	1	1 E+1	1 E+2	271,7 d
Co-58	1 E+6	1 E+1	1	1	9	70,9 d
Co-58m	1 E+7	1 E+4	1 E+4	1 E+2	--	8,9 h
Co-60	1 E+5	1 E+1	1 E-1	1	4	5,3 a
Co-60m	1 E+6	1 E+3	1 E+3	1 E+2	--	10,5 m
Co-61	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	1,7 h
Co-62m	1 E+5	1 E+1	1 E+1	1	--	13,9 m
Ni-59	1 E+8	1 E+4	1 E+2	1 E+2	3 E+3	7,6 E+4 a
Ni-63	1 E+8	1 E+5	1 E+2	1 E+2	3 E+3	100,1 a
Ni-65	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1 E+1	--	2,5 h
Cu-64	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	12,7 h
Zn-65	1 E+6	1 E+1	1 E-1	1	1 E+1	244,0 d
Zn-69	1 E+6	1 E+4	1 E+3	1 E+2	--	56,4 m
Zn-69m <sup>(2)</sup>	1 E+6	1 E+2	1 E+1	1 E+1	--	13,8 h
Ga-68	1 E+5	1 E+1	--	--	--	67,7 m
Ga-72	1 E+5	1 E+1	1 E+1	1	--	14,1 h
Ge-68 <sup>(1)(2)</sup>	1 E+5	1 E+1	1 E+1	--	--	271,0 d
Ge-71	1 E+8	1 E+4	1 E+4	1 E+2	--	11,4 d
As-73	1 E+7	1 E+3	1 E+3	1 E+2	--	80,3 d
As-74	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1	--	17,8 d
As-76	1 E+5	1 E+2	1 E+1	1 E+1	--	1,1 d
As-77	1 E+6	1 E+3	1 E+3	--	--	38,8 h
Se-75	1 E+6	1 E+2	1	1 E+1	3 E+1	119,8 d
Br-82	1 E+6	1 E+1	1	1	--	35,3 h
Kr-74	1 E+9	1 E+2	--	--	--	11,5 m
Kr-76	1 E+9	1 E+2	--	--	--	14,8 h
Kr-77	1 E+9	1 E+2	--	--	--	74,4 m
Kr-79	1 E+5	1 E+3	--	--	--	35,0 h
Kr-81	1 E+7	1 E+4	--	--	--	2,3 E+5 a
Kr-83m	1 E+12	1 E+5	--	--	--	1,8 h
Kr-85	1 E+4	1 E+5	--	--	--	10,7 a
Kr-85m	1 E+10	1 E+3	--	--	--	4,5 h
Kr-87	1 E+9	1 E+2	--	--	--	76,3 m
Kr-88	1 E+9	1 E+2	--	--	--	2,8 h
Rb-86	1 E+5	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	18,6 d
Sr-85	1 E+6	1 E+2	1	1	2 E+1	64,8 d
Sr-85m	1 E+7	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	67,6 m
Sr-87m	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	2,8 h
Sr-89	1 E+6	1 E+3	1 E+3	1 E+2	--	50,6 d
Sr-90 <sup>(1)(2)</sup>	1 E+4	1 E+2	1	1	2	28,8 a
Sr-91 <sup>(2)</sup>	1 E+5	1 E+1	1 E+1	1	--	9,7 h
Sr-92	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1	--	2,7 h
Y-86	1 E+5	1 E+1	--	--	--	14,7 h
Y-90	1 E+5	1 E+3	1 E+3	1 E+2	--	64,1 h
Y-91	1 E+6	1 E+3	1 E+2	1 E+2	1 E+3	58,5 d
Y-91m	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1	--	49,7 m
Y-92	1 E+5	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	3,5 h
Y-93	1 E+5	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	10,2 h
Zr-89 <sup>(1)(2)</sup>	1 E+6	1 E+1	1 E+1	--	--	78,4 h
Zr-93 <sup>(1)</sup>	1 E+7	1 E+3	1 E+1	1 E+2	--	1,6 E+6 a
Zr-95 <sup>(2)</sup>	1 E+6	1 E+1	1	1	5	64,0 d
Zr-97 <sup>(1)(2)</sup>	1 E+5	1 E+1	1 E+1	1	--	16,7 h
Nb-93m	1 E+7	1 E+4	1 E+1	1 E+2	1 E+4	16,1 a
Nb-94	1 E+6	1 E+1	1 E-1	1	6	2,0 E+4 a
Nb-95	1 E+6	1 E+1	1	1	1 E+1	35,0 d
Nb-97	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1	--	72,1 m
Nb-98m	1 E+5	1 E+1	1 E+1	1	--	51,3 m
Mo-90	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1	--	5,6 h
Mo-93	1 E+8	1 E+3	1 E+1	1 E+2	4 E+1	4,0 E+3 a

1	2	3	4	5	6	7
Mo-99 <sup>(2)</sup>	1 E+6	1 E+2	1 E+1	1 E+1	--	65,9 h
Mo-101 <sup>(2)</sup>	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1	--	14,6 m
Tc-96	1 E+6	1 E+1	1	1	--	4,3 d
Tc-96m	1 E+7	1 E+3	1 E+3	1 E+2	--	51,5 m
Tc-97	1 E+8	1 E+3	1 E+1	1 E+2	7 E+1	4,2 E+6 a
Tc-97m	1 E+7	1 E+3	1 E+2	1 E+2	1 E+3	91,0 d
Tc-99	1 E+7	1 E+4	1	1 E+2	7	2,1 E+5 a
Tc-99m	1 E+7	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	6,0 h
Ru-97	1 E+7	1 E+2	1 E+1	1 E+1	--	2,8 d
Ru-103 <sup>(2)</sup>	1 E+6	1 E+2	1	1 E+1	2 E+1	39,2 d
Ru-105 <sup>(2)</sup>	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1	--	4,4 h
Ru-106 <sup>(1)(2)</sup>	1 E+5	1 E+2	1 E-1	1 E+1	4 E+1	371,8 d
Rh-103m	1 E+8	1 E+4	1 E+4	1 E+2	--	56,1 m
Rh-105	1 E+7	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	35,4 h
Pd-103 <sup>(2)</sup>	1 E+8	1 E+3	1 E+3	1 E+2	--	17,0 d
Pd-109 <sup>(2)</sup>	1 E+6	1 E+3	1 E+2	1 E+2	--	13,7 h
Ag-105	1 E+6	1 E+2	1	1	2 E+1	41,3 d
Ag-108m <sup>(1)</sup>	1 E+6	1 E+1	--	1	6	438 a
Ag-110m <sup>(2)</sup>	1 E+6	1 E+1	1 E-1	1	--	249,8 d
Ag-111	1 E+6	1 E+3	1 E+2	1 E+2	4 E+2	7,5 d
Cd-109 <sup>(2)</sup>	1 E+6	1 E+4	1	1 E+2	8 E+2	461,4 d
Cd-115 <sup>(2)</sup>	1 E+6	1 E+2	1 E+1	1 E+1	--	53,5 h
Cd-115m <sup>(2)</sup>	1 E+6	1 E+3	1 E+2	1 E+2	4 E+2	44,6 d
In-111	1 E+6	1 E+2	1 E+1	1 E+1	--	2,8 d
In-113m	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	1,7 h
In-114m <sup>(2)</sup>	1 E+6	1 E+2	1 E+1	1 E+1	8 E+1	49,5 d
In-115m	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	4,5 h
Sn-113 <sup>(2)</sup>	1 E+7	1 E+3	1	1 E+1	--	115,1 d
Sn-125	1 E+5	1 E+2	1 E+1	1 E+1	3 E+1	9,6 d
Sb-122	1 E+4	1 E+2	1 E+1	1 E+1	--	2,7 d
Sb-124	1 E+6	1 E+1	1	1	5	60,2 d
Sb-125 <sup>(2)</sup>	1 E+6	1 E+2	1 E-1	1 E+1	2 E+1	2,8 a
Te-123m	1 E+7	1 E+2	1	1 E+1	9 E+1	119,3 d
Te-125m	1 E+7	1 E+3	1 E+3	1 E+2	--	57,4 d
Te-127	1 E+6	1 E+3	1 E+3	1 E+2	--	9,4 h
Te-127m <sup>(2)</sup>	1 E+7	1 E+3	1 E+1	1 E+2	3 E+2	106,1 d
Te-129	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	69,9 m
Te-129m <sup>(2)</sup>	1 E+6	1 E+3	1 E+1	1 E+1	1 E+2	33,6 d
Te-131	1 E+5	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	25,0 m
Te-131m <sup>(2)</sup>	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1	--	30,0 h
Te-132 <sup>(2)</sup>	1 E+7	1 E+2	1	1	--	3,2 d
Te-133	1 E+5	1 E+1	1 E+1	1	--	12,5 m
Te-133m	1 E+5	1 E+1	1 E+1	1	--	55,4 m
Te-134	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1	--	41,8 m
I-123	1 E+7	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	13,2 h
I-124	1 E+6	1 E+1	1 E+1	--	--	4,2 d
I-125	1 E+6	1 E+3	1 E+2	1 E+1	--	59,4 d
I-126	1 E+6	1 E+2	1 E+1	1 E+1	2 E+1	12,9 d
I-129	1 E+5	1 E+2	1 E-2	1	4 E-1	1,6 E+7 a
I-130	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1	--	12,4 h
I-131	1 E+6	1 E+2	1 E+1	1 E+1	2 E+1	8,0 d
I-132	1 E+5	1 E+1	1 E+1	1	--	2,3 h
I-133	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1 E+1	--	20,8 h
I-134	1 E+5	1 E+1	1 E+1	1	--	52,5 m
I-135	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1	--	6,6 h
Xe-131m	1 E+4	1 E+4	--	--	--	11,8 d
Xe-133	1 E+4	1 E+3	--	--	--	5,2 d
Xe-135	1 E+10	1 E+3	--	--	--	9,1 h
Cs-129	1 E+5	1 E+2	1 E+1	1 E+1	--	32,1 h

1	2	3	4	5	6	7
Cs-131	1 E+6	1 E+3	1 E+3	1 E+2	1 E+3	9,7 d
Cs-132	1 E+5	1 E+1	1 E+1	1	--	6,5 d
Cs-134	1 E+4	1 E+1	1 E-1	1	6	2,1 a
Cs-134m	1 E+5	1 E+3	1 E+3	1 E+2	--	2,9 h
Cs-135	1 E+7	1 E+4	1 E+2	1 E+2	3 E+2	2,3 E+6 a
Cs-136	1 E+5	1 E+1	1	1	4	13,2 d
Cs-137 <sup>(1)(2)</sup>	1 E+4	1 E+1	1 E-1	1	1 E+1	30,2 a
Cs-138	1 E+4	1 E+1	1 E+1	1	--	33,4 m
Ba-131	1 E+6	1 E+2	1 E+1	1 E+1	2 E+1	11,5 d
Ba-140 <sup>(1)</sup>	1 E+5	1 E+1	1	1	3	12,8 d
La-140	1 E+5	1 E+1	1	1	--	1,7 d
Ce-139	1 E+6	1 E+2	1	1 E+1	8 E+1	137,6 d
Ce-141	1 E+7	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	32,5 d
Ce-143	1 E+6	1 E+2	1 E+1	1 E+1	--	33,0 h
Ce-144 <sup>(1)(2)</sup>	1 E+5	1 E+2	1 E+1	1 E+2	1 E+2	284,9 d
Pr-142	1 E+5	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	19,1 h
Pr-143	1 E+6	1 E+4	1 E+3	1 E+2	1 E+4	13,6 d
Nd-147	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	11,0 d
Nd-149	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	1,7 h
Pm-147	1 E+7	1 E+4	1 E+3	1 E+2	1 E+4	2,6 a
Pm-149	1 E+6	1 E+3	1 E+3	1 E+2	--	53,1 h
Sm-151	1 E+8	1 E+4	1 E+3	1 E+2	5 E+3	90,0 a
Sm-153	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	46,3 h
Eu-152	1 E+6	1 E+1	1 E-1	1	8	13,5 a
Eu-152m	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	9,3 h
Eu-154	1 E+6	1 E+1	1 E-1	1	7	8,6 a
Eu-155	1 E+7	1 E+2	1	1 E+1	1 E+2	4,8 a
Gd-153	1 E+7	1 E+2	1 E+1	1 E+1	1 E+2	240,4 d
Gd-159	1 E+6	1 E+3	1 E+2	1 E+2	--	18,5 h
Tb-160	1 E+6	1 E+1	1	1	9	72,3 d
Dy-165	1 E+6	1 E+3	1 E+3	1 E+2	--	2,3 h
Dy-166	1 E+6	1 E+3	1 E+2	1 E+1	--	81,6h
Ho-166	1 E+5	1 E+3	1 E+2	1 E+2	--	26,8 h
Er-169	1 E+7	1 E+4	1 E+3	1 E+2	1 E+4	9,4 d
Er-171	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	7,5 h
Tm-170	1 E+6	1 E+3	1 E+2	1 E+2	1 E+3	128,6 d
Tm-171	1 E+8	1 E+4	1 E+3	1 E+2	1 E+4	1,9 a
Yb-175	1 E+7	1 E+3	1 E+2	1 E+2	--	4,2 d
Lu-177	1 E+7	1 E+3	1 E+2	1 E+2	--	6,6 d
Hf-181	1 E+6	1 E+1	1	1	1 E+1	42,4 d
Ta-182	1 E+4	1 E+1	1 E-1	1	7	114,4 d
W-181	1 E+7	1 E+3	1 E+1	1 E+2	1 E+3	121,2 d
W-185	1 E+7	1 E+4	1 E+3	1 E+2	1 E+4	75,1 d
W-187	1 E+6	1 E+2	1 E+1	1 E+1	--	23,7 h
Re-186	1 E+6	1 E+3	1 E+3	1 E+2	--	3,7 d
Re-188	1 E+5	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	17,0 h
Os-185	1 E+6	1 E+1	1	1	1 E+1	93,6 d
Os-191	1 E+7	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	15,4 d
Os-191m	1 E+7	1 E+3	1 E+3	1 E+2	--	13,1 h
Os-193	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	30,1 h
Ir-190	1 E+6	1 E+1	1	1	3	11,8 d
Ir-192	1 E+4	1 E+1	1	1	1 E+1	73,8 d
Ir-194	1 E+5	1 E+2	1 E+2	--	--	19,3 h
Pt-191	1 E+6	1 E+2	1 E+1	1 E+1	--	2,8 d
Pt-193m	1 E+7	1 E+3	1 E+3	1 E+2	--	4,3 d
Pt-197	1 E+6	1 E+3	1 E+3	1 E+2	--	19,9 h
Pt-197m	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	95,4 m
Au-198	1 E+6	1 E+2	1 E+1	1 E+1	--	2,7 d
Au-199	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	3,1 d

1	2	3	4	5	6	7
Hg-197	1 E+7	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	64,1 h
Hg-197m	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	23,8 h
Hg-203	1 E+5	1 E+2	1 E+1	1 E+1	--	46,6 d
Tl-200	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1	--	26,1 h
Tl-201	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	72,9 h
Tl-202	1 E+6	1 E+2	1 E+1	1 E+1	2 E+1	12,2 d
Tl-204	1 E+4	1 E+4	1	1 E+2	9 E+2	3,8 a
Pb-203	1 E+6	1 E+2	1 E+1	1 E+1	--	51,9 h
Pb-210 <sup>(1)</sup>	1 E+4	1 E+1	--	1	1 E+1	22,2 a
Pb-212 <sup>(1)</sup>	1 E+5	1 E+1	--	1	--	10,6 h
Bi-206	1 E+5	1 E+1	1	1	--	6,2 d
Bi-207	1 E+6	1 E+1	1 E-1	1	6	32,9 a
Bi-210	1 E+6	1 E+3	--	1 E+2	--	5,0 d
Bi-212 <sup>(1)</sup>	1 E+5	1 E+1	--	1	--	60,6 m
Po-203	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1	--	36,7 m
Po-205	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1	--	1,7 h
Po-207	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1	--	5,8 h
Po-210	1 E+4	1 E+1	--	1	1 E+1	138,4 d
At-211	1 E+7	1 E+3	1 E+3	1 E+1	--	7,2 h
Rn-220 <sup>(1)</sup>	1 E+7	1 E+4	--	--	--	55,6 s
Rn-222 <sup>(1)</sup>	1 E+8	1 E+1	--	--	--	3,8 d
Ra-223 <sup>(1)</sup>	1 E+5	1 E+2	--	1	2 E+1	11,4 d
Ra-224 <sup>(1)</sup>	1 E+5	1 E+1	--	1	--	3,6 d
Ra-225	1 E+5	1 E+2	1 E+1	1 E-1	--	14,9 d
Ra-226 <sup>(1)</sup>	1 E+4	1 E+1	-	1	1 E-1	1,6 E+3 a
Ra-227	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	42,2 m
Ra-228 <sup>(1)</sup>	1 E+5	1 E+1	--	1	5	5,8 a
Ac-225 <sup>(1)(2)</sup>	1 E+4	1 E+1	1 E+1	--	--	10,0 d
Ac-228	1 E+6	1 E+1	--	1	--	6,2 h
Th-226 <sup>(1)</sup>	1 E+7	1 E+3	1 E+3	1 E+1	--	30,6 m
Th-227	1 E+4	1 E+1	--	1 E-1	7	18,7 d
Th-228 <sup>(1)</sup>	1 E+4	1	--	1 E-1	1	1,9 a
Th-229 <sup>(1)</sup>	1 E+3	1	1 E-1	1 E-1	1	7,8 E+3 a
Th-230	1 E+4	1	--	1 E-1	5 E-1	7,5 E+4 a
Th-231	1 E+7	1 E+3	--	1 E+2	--	25,5 h
Th-234 <sup>(1)</sup>	1 E+5	1 E+3	--	1 E+2	5 E+2	24,1 d
Pa-230	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1	--	17,4 d
Pa-231	1 E+3	1	--	1 E-2	8 E-2	3,3 E+4 a
Pa-233	1 E+7	1 E+2	1 E+1	1 E+1	5 E+1	27,0 d
U-230 <sup>(1)</sup>	1 E+5	1 E+1	1 E+1	1 E-1	--	20,8 d
U-231	1 E+7	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	4,2 d
U-232 <sup>(1)(2)</sup>	1 E+3	1	1 E-1	1 E-1	1	68,9 a
U-233	1 E+4	1 E+1	1	1	2	1,6 E+5 a
U-234	1 E+4	1 E+1	--	1	6	2,5 E+5 a
U-235 <sup>(1)</sup>	1 E+4	1 E+1	--	1	3	7,0 E+8 a
U-236	1 E+4	1 E+1	1 E+1	1	6	2,3 E+7 a
U-237	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	6,8 d
U-238 <sup>(1)</sup>	1 E+4	1 E+1	1	1	6	4,5 E+9 a
U-239	1 E+6	1 E+2	1 E+2	1 E+2	--	23,5 m
U-240 <sup>(2)</sup>	1 E+7	1 E+3	1 E+2	--	--	14,1 h
U-240 <sup>(1)</sup>	1 E+6	1 E+1	--	--	--	14,1 h
Np-237 <sup>(1)(2)</sup>	1 E+3	1	1	1 E-1	--	2,1 E+6 a
Np-239	1 E+7	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	2,4 d
Np-240	1 E+6	1 E+1	1 E+1	1	--	61,9 m
Pu-234	1 E+7	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	8,8 h
Pu-235	1 E+7	1 E+2	1 E+2	1 E+1	--	25,3 m
Pu-236	1 E+4	1 E+1	1	1 E-1	1 E+1	2,9 a
Pu-237	1 E+7	1 E+3	1 E+2	1 E+2	3 E+2	45,2 d
Pu-238	1 E+4	1	1 E-1	1 E-1	1	87,7 a

1	2	3	4	5	6	7
Pu-239	1 E+4	1	1 E-1	1 E-1	1	2,4 E+4 a
Pu-240	1 E+3	1	1 E-1	1 E-1	1	6,6 E+3 a
Pu-241	1 E+5	1 E+2	1 E+1	1 E+1	1 E+2	14,3 a
Pu-242	1 E+4	1	1 E-1	1 E-1	1	3,8 E+5 a
Pu-243	1 E+7	1 E+3	1 E+3	1 E+2	--	5,0 h
Pu-244 <sup>(2)</sup>	1 E+4	1	1 E-1	1 E-1	1	8,0 E+7 a
Am-241	1 E+4	1	1 E-1	1 E-1	1	432,6 a
Am-242	1 E+6	1 E+3	1 E+3	1 E+2	--	16,0 h
Am-242m <sup>(1)(2)</sup>	1 E+4	1	1 E-1	1 E-1	1	141,0 a
Am-243 <sup>(1)(2)</sup>	1 E+3	1	1 E-1	1 E-1	1	7,4 E+3 a
Cm-242	1 E+5	1 E+2	1 E+1	1	5 E+1	162,8 d
Cm-243	1 E+4	1	1	1 E-1	--	29,1 a
Cm-244	1 E+4	1 E+1	1	1 E-1	1 E+1	18,1 a
Cm-245	1 E+3	1	1 E-1	1 E-1	1	8,4 E+3 a
Cm-246	1 E+3	1	1 E-1	1 E-1	1	4,7 E+3 a
Cm-247 <sup>(2)</sup>	1 E+4	1	1 E-1	1 E-1	1	1,6 E+7 a
Cm-248	1 E+3	1	1 E-1	1 E-2	1	3,5 E+5 a
Bk-249	1 E+6	1 E+3	1 E+2	1 E+1	9 E+2	330,0 d
Cf-246	1 E+6	1 E+3	1 E+3	1 E+1	--	35,7 h
Cf-248	1 E+4	1 E+1	1	1	1 E+1	334 d
Cf-249	1 E+3	1	1 E-1	1 E-1	1	351 a
Cf-250	1 E+4	1 E+1	1	1 E-1	8	13,1 a
Cf-251	1 E+3	1	1 E-1	1 E-1	1	900 a
Cf-252	1 E+4	1 E+1	1	1 E-1	1 E+1	2,6 a
Cf-253	1 E+5	1 E+2	1 E+2	1	1 E+2	17,8 d
Cf-254	1 E+3	1	1	1 E-1	1	60,5 d
Es-253	1 E+5	1 E+2	1 E+2	1	--	20,5 d
Es-254 <sup>(2)</sup>	1 E+4	1 E+1	1 E-1	1	8	275,7 d
Es-254m <sup>(2)</sup>	1 E+6	1 E+2	1 E+1	1	--	39,3 h
Fm-254	1 E+7	1 E+4	1 E+4	1 E+2	--	3,2 h
Fm-255	1 E+6	1 E+3	1 E+2	1 E+1	--	20,1 h

<sup>1), 2)</sup> Bei der Dosisberechnung berücksichtigte Tochternuklide siehe Tabelle 2



**Tabelle 2:** Mutternuklide und ihre Tochternuklide, deren Dosisbeitrag bei der Dosisberechnung berücksichtigt wird (weshalb nur die Freigrenzen und Freigabewerte der Mutternuklide zu betrachten sind)

1) gültig für Abschnitt D Tabelle 1 Spalte 2 und 3		2) gültig für Abschnitt D Tabelle 1 Spalte 4	
Radionuklid Mutter	Tochternuklide	Radionuklid Mutter	Tochternuklide
Ge-68	Ga-68	Fe-52	Mn-52m
Sr-90	Y-90	Ge-68	Ga-68
Zr-89	Y-89m	Zn-69m	Zn-69
Zr-93	Nb-93m	Sr-90	Y-90
Zr-97	Nb-97	Sr-91	Y-91m
Ru-106	Rh-106	Zr-89	Y-89m
Ag-108m	Ag-108	Zr-95	Nb-95
Cs-137	Ba-137m	Zr-97	Nb-97m, Nb-97
Ba-140	La-140	Nb-97	Nb-97m
Ce-144	Pr-144	Mo-99	Tc-99m
Pb-210	Bi-210, Po-210	Mo-101	Tc-101
Pb-212	Bi-212, Po-212 (0,64), Tl-208 (0,36)	Ru-103	Rh-103m
Bi-212	Po-212 (0,64), Tl-208 (0,36)	Ru-105	Rh-105m
Rn-220	Po-216	Ru-106	Rh-106
Rn-222	Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214	Pd-103	Rh-103m
Ra-223	Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207	Pd-109	Ag-109m
Ra-224	Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Po-212 (0,64), Tl-208 (0,36)	Ag-110m	Ag-110
Ra-226	Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210	Cd-109	Ag-109m
Ra-228	Ac-228	Cd-115	In-115m
Ac-225	Tl-209, Pb-209, Bi-213, Po-213, At-217, Rn-217, Fr-221	Cd-115m	In-115m
Th-226	Ra-222, Rn-218, Po-214	In-114m	In-114
Th-228	Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Po-212 (0,64), Tl-208 (0,36)	Sn-113	In-113m
Th-229	Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213, Pb-209	Sb-125	Te-125m
Th-234	Pa-234m	Te-127m	Te-127
U-230	Th-226, Ra-222, Rn-218, Po-214	Te-129m	Te-129
U-232	Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Po-212 (0,64), Tl-208 (0,36)	Te-131m	Te-131
U-235	Th-231	Te-132	I-132
U-238	Th-234, Pa-234m	Cs-137	Ba-137m
U-240	Np-240m	Ce-144	Pr-144, Pr-144m
Np-237	Pa-233	Ac-225	Tl-209, Pb-209, Bi-213, Po-213, At-217, Rn-217, Fr-221
Am-242m	Am-242	U-232	Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208
Am-243	Np-239	U-240	Np-240m, Np-240
		Np-237	Pa-233
		Pu-244	U-240, Np-240m, Np-240
		Am-242m	Np-238
		Am-243	Np-239
		Cm-247	Pu-243
		Es-254	Bk-250
		Es-254m	Fm-254

**Tabelle 3:** Freigrenzen und Freigabewerte für natürlich vorkommende Radionuklide aus Tätigkeitsbereichen gemäß § 11 bzw. aus Tätigkeiten gemäß § 27 StrSchG 2020

<b>Radionuklid</b>	<b>Freigrenze für die Aktivitätskonzentration sowie Freigabewert für die uneingeschränkte Freigabe in Bq/g</b>	<b>Freigabewert für die eingeschränkte Freigabe zur Beseitigung auf Deponien oder Verbrennung in Bq/g</b>
Natürliche Radionuklide der U-238-Reihe	1	10
Natürliche Radionuklide der Th-232-Reihe	1	10
Pb-210 und Po-210	--	50
K-40	10	--

**Anlage 2**

Zu den §§ 7 Abs. 2 Z 2, 14 Abs. 1 und 77 Abs. 2 und 3 Z 2 und 3 sowie Anlage 4

**Ableitung von radioaktiven Stoffen****A. Festlegungen für die Anwendung der Ableitungswerte gemäß Abschnitt C Tabellen 1 und 2**

1. Die Aktivitätskonzentrationswerte gemäß Abschnitt C Tabelle 1 Spalte 3 und Tabelle 2 Spalte 2 gelten im Jahresmittel für die Ableitung in Form des jeweils angeführten Zustandes mit der Abluft für Fortluftströme von  $1 \text{ E}+4$  bis  $1 \text{ E}+5$  Kubikmeter pro Stunde; für geringere Fortluftströme gilt das Zehnfache dieser Werte.
2. Die Aktivitätskonzentrationswerte gemäß Abschnitt C Tabelle 1 Spalte 4 und Tabelle 2 Spalte 4 gelten im Jahresmittel für die Ableitung mit dem Betriebsabwasser für Abwassermengen von mehr als  $1 \text{ E}+5$  Kubikmeter pro Jahr nach der Zusammenführung mit sonstigem Betriebsabwasser vor der Abgabe in ein Gewässer oder in eine öffentliche Kanalisation; für geringere Abwassermengen gilt das Zehnfache dieser Werte.
3. Werden mehrere Radionuklide abgeleitet, darf die Summe der Quotienten aus der mittleren jährlichen Aktivitätskonzentration jedes einzelnen Radionuklids und dem zugehörigen Aktivitätskonzentrationswert gemäß Abschnitt C Tabelle 1 Spalte 3 bzw. 4 den Wert eins nicht überschreiten. Tochternuklide sind zu berücksichtigen. Alternativ dazu können die Werte für Radionuklidgemische gemäß Abschnitt C Tabelle 2 verwendet werden.
4. Werden unter Berücksichtigung der in diesem Abschnitt genannten Festlegungen die Aktivitätskonzentrationswerte gemäß Abschnitt C Tabelle 1 oder 2 eingehalten, so ist davon auszugehen, dass die jährliche Exposition von Einzelpersonen der Bevölkerung aufgrund der Ableitung eine effektive Dosis von zehn Mikrosievert nicht überschreitet.

**B. Festlegungen für die Anwendung der Ableitungswerte gemäß Abschnitt C Tabelle 3**

1. Die Aktivitätskonzentrationswerte gemäß Abschnitt C Tabelle 3 Spalte 2 gelten im Jahresmittel für die Ableitung in Form von Aerosolen mit der Abluft für Fortluftströme von  $1 \text{ E}+5$  bis  $1 \text{ E}+6$  Kubikmeter pro Stunde; für geringere Fortluftströme gilt das Fünffache dieser Werte.
2. Die Aktivitätskonzentrationswerte gemäß Abschnitt C Tabelle 3 Spalte 2 sind nur anwendbar, wenn die Kaminhöhe mindestens
  - sechs Meter bei Fortluftströmen bis  $3 \text{ E}+3$  Kubikmeter pro Stunde,
  - 30 Meter bei Fortluftströmen von  $3 \text{ E}+3$  bis  $2 \text{ E}+4$  Kubikmeter pro Stunde,
  - 80 Meter bei Fortluftströmen von  $2 \text{ E}+4$  bis  $2 \text{ E}+5$  Kubikmeter pro Stunde sowie
  - 100 Meter bei Fortluftströmen von  $2 \text{ E}+5$  bis  $1 \text{ E}+6$  Kubikmeter pro Stunde
 beträgt und Gebäude in unmittelbarer Umgebung des Emissionspunktes der Ableitung um das 2,5-fache überragt werden.
3. Der Aktivitätskonzentrationswert gemäß Abschnitt C Tabelle 3 Spalte 3 gilt im Jahresmittel für die Ableitung mit dem Betriebsabwasser; dieser Wert gilt für die Summe der in der Ableitung enthaltenen Radionuklide.
4. Der Aktivitätskonzentrationswert gemäß Abschnitt C Tabelle 3 Spalte 3 ist nur anwendbar, wenn der mittlere Durchfluss des Fließgewässers, in das eingeleitet wird, für jährliche Abgabemengen
  - bis  $1 \text{ E}+4$  Kubikmeter mindestens fünf Kubikmeter pro Sekunde,
  - von  $1 \text{ E}+4$  bis  $1 \text{ E}+5$  Kubikmeter mindestens 50 Kubikmeter pro Sekunde sowie
  - von  $1 \text{ E}+5$  bis  $1 \text{ E}+6$  Kubikmeter mindestens 500 Kubikmeter pro Sekunde
 beträgt.

### C. Wertetabellen

**Tabelle 1:** Ableitungswerte

Zustand:

- A = Aerosol (luftgetragene Ableitungen)
- E = elementar (luftgetragene Ableitungen)
- O = organisch
- G = gasförmig (luftgetragene Ableitungen)

1	2	3	4
Radionuklid	Zu- stand	Aktivitäts- konzentration in der Abluft in Bq/m <sup>3</sup>	Aktivitäts- konzentration im Abwasser in Bq/m <sup>3</sup>
H-3	A	1 E+2	1 E+7
H-3	O	--	7 E+6
Be-7	A	6 E+2	5 E+6
Be-10	A	1	6 E+4
C-11	A	6 E+2	3 E+6
C-11	G	3 E+3	--
C-14	A	6	6 E+5
N-13	G	2 E+3	--
O-15	G	1 E+3	--
F-18	A	5 E+2	2 E+6
Na-22	A	1	4 E+4
Na-24	A	9 E+1	3 E+5
Mg-28	A	2 E+1	7 E+4
Al-26	A	5 E-1	1 E+4
Si-31	A	3 E+2	5 E+5
Si-32	A	3 E-1	1 E+5
P-32	A	1	3 E+4
P-33	A	2 E+1	3 E+5
S-35	A	2 E+1	7 E+5
S-35	O	--	1 E+5
Cl-36	A	1 E-1	1 E+4
Cl-38	A	5 E+2	6 E+5
Cl-39	A	6 E+2	9 E+5
Ar-37	G	2 E+8	--
Ar-39	G	6 E+3	--
Ar-41	G	2 E+2	--
K-42	A	2 E+2	2 E+5
K-43	A	2 E+2	4 E+5
K-44	A	1 E+3	9 E+5
K-45	A	2 E+3	1 E+6
Ca-41	A	3	3 E+5
Ca-45	A	2	8 E+4
Ca-47	A	2 E+1	7 E+4
Sc-43	A	2 E+2	5 E+5
Sc-44	A	1 E+2	3 E+5
Sc-44m	A	2 E+1	4 E+4
Sc-46	A	5	8 E+4
Sc-47	A	4 E+1	1 E+5
Sc-48	A	3 E+1	7 E+4
Sc-49	A	7 E+2	9 E+5
Ti-44	A	3 E-1	2 E+4
Ti-45	A	3 E+2	6 E+5
V-47	A	8 E+2	1 E+6
V-48	A	1 E+1	6 E+4
V-49	A	8 E+2	2 E+6

1	2	3	4
Radionuklid	Zu- stand	Aktivitäts- konzentration in der Abluft in Bq/m <sup>3</sup>	Aktivitäts- konzentration im Abwasser in Bq/m <sup>3</sup>
Cr-48	A	1 E+2	6 E+5
Cr-49	A	8 E+2	1 E+6
Cr-51	A	8 E+2	3 E+6
Mn-51	A	6 E+2	8 E+5
Mn-52	A	2 E+1	7 E+4
Mn-52m	A	8 E+2	1 E+6
Mn-53	A	2 E+2	2 E+6
Mn-54	A	2 E+1	2 E+5
Mn-56	A	2 E+2	3 E+5
Fe-52	A	4 E+1	7 E+4
Fe-55	A	2 E+1	1 E+5
Fe-59	A	8	2 E+4
Fe-60	A	1 E-1	1 E+3
Co-55	A	5 E+1	2 E+5
Co-56	A	5	4 E+4
Co-57	A	3 E+1	3 E+5
Co-58	A	2 E+1	1 E+5
Co-58m	A	2 E+3	4 E+6
Co-60	A	1	2 E+4
Co-60m	A	2 E+4	4 E+7
Co-61	A	6 E+2	1 E+6
Co-62m	A	1 E+3	1 E+6
Ni-56	A	3 E+1	2 E+5
Ni-57	A	5 E+1	1 E+5
Ni-59	A	8 E+1	1 E+6
Ni-63	A	3 E+1	6 E+5
Ni-65	A	3 E+2	4 E+5
Ni-66	A	2 E+1	3 E+4
Cu-60	A	7 E+2	1 E+6
Cu-61	A	4 E+2	1 E+6
Cu-64	A	3 E+2	2 E+6
Cu-67	A	5 E+1	4 E+5
Zn-62	A	5 E+1	2 E+5
Zn-63	A	7 E+2	1 E+6
Zn-65	A	3	3 E+4
Zn-69	A	1 E+3	3 E+6
Zn-69m	A	9 E+1	7 E+5
Zn-71m	A	2 E+2	6 E+5
Zn-72	A	2 E+1	1 E+5
Ga-65	A	1 E+3	2 E+6
Ga-66	A	5 E+1	7 E+4
Ga-67	A	1 E+2	5 E+5
Ga-68	A	5 E+2	7 E+5
Ga-70	A	2 E+3	2 E+6
Ga-72	A	5 E+1	9 E+4

1	2	3	4	1	2	3	4
Ga-73	A	2 E+2	3 E+5	Sr-80	A	2 E+2	2 E+5
Ge-66	A	3 E+2	1 E+6	Sr-81	A	7 E+2	1 E+6
Ge-67	A	1 E+3	1 E+6	Sr-82	A	3	1 E+4
Ge-68	A	3	7 E+4	Sr-83	A	8 E+1	3 E+5
Ge-69	A	1 E+2	4 E+5	Sr-85	A	4 E+1	1 E+5
Ge-71	A	2 E+3	7 E+6	Sr-85m	A	6 E+3	2 E+7
Ge-75	A	8 E+2	2 E+6	Sr-87m	A	1 E+3	4 E+6
Ge-77	A	9 E+1	3 E+5	Sr-89	A	4	3 E+4
Ge-78	A	3 E+2	7 E+5	Sr-90	A	1 E-1	4 E+3
As-69	A	1 E+3	1 E+6	Sr-91	A	6 E+1	2 E+5
As-70	A	4 E+2	7 E+5	Sr-92	A	1 E+2	3 E+5
As-71	A	8 E+1	3 E+5	Y-86	A	5 E+1	1 E+5
As-72	A	3 E+1	8 E+4	Y-86m	A	9 E+2	2 E+6
As-73	A	3 E+1	3 E+5	Y-87	A	7 E+1	2 E+5
As-74	A	2 E+1	9 E+4	Y-88	A	8	1 E+5
As-76	A	3 E+1	9 E+4	Y-90	A	2 E+1	3 E+4
As-77	A	8 E+1	3 E+5	Y-90m	A	3 E+2	5 E+5
As-78	A	3 E+2	4 E+5	Y-91	A	4	3 E+4
Se-70	A	3 E+2	9 E+5	Y-91m	A	3 E+3	1 E+7
Se-73	A	1 E+2	6 E+5	Y-92	A	1 E+2	2 E+5
Se-73m	A	1 E+3	3 E+6	Y-93	A	5 E+1	6 E+4
Se-75	A	2	4 E+4	Y-94	A	8 E+2	9 E+5
Se-79	A	4 E-2	5 E+3	Y-95	A	2 E+3	2 E+6
Se-81	A	2 E+3	3 E+6	Zr-86	A	6 E+1	1 E+5
Se-81m	A	6 E+2	2 E+6	Zr-88	A	1 E+1	3 E+5
Se-83	A	8 E+2	2 E+6	Zr-89	A	5 E+1	1 E+5
Br-74	A	6 E+2	1 E+6	Zr-93	A	1	4 E+5
Br-74m	A	4 E+2	6 E+5	Zr-95	A	6	1 E+5
Br-75	A	5 E+2	1 E+6	Zr-97	A	3 E+1	4 E+4
Br-76	A	7 E+1	2 E+5	Nb-88	A	9 E+2	1 E+6
Br-77	A	3 E+2	1 E+6	Nb-89	A	2 E+2	3 E+5
Br-80	A	2 E+3	2 E+6	Nb-90	A	4 E+1	8 E+4
Br-80m	A	4 E+2	6 E+5	Nb-93m	A	2 E+1	6 E+5
Br-82	A	5 E+1	1 E+5	Nb-94	A	8 E-1	6 E+4
Br-83	A	7 E+2	2 E+6	Nb-95	A	2 E+1	2 E+5
Br-84	A	7 E+2	9 E+5	Nb-95m	A	4 E+1	1 E+5
Kr-74	G	2 E+2	--	Nb-96	A	4 E+1	1 E+5
Kr-76	G	5 E+2	--	Nb-97	A	6 E+2	1 E+6
Kr-77	G	2 E+2	--	Nb-98m	A	4 E+2	7 E+5
Kr-79	G	9 E+2	--	Mo-90	A	8 E+1	5 E+5
Kr-81m	G	5 E+6	--	Mo-93	A	2 E+1	1 E+5
Kr-81	G	4 E+4	--	Mo-93m	A	2 E+2	1 E+6
Kr-83m	G	4 E+6	--	Mo-99	A	3 E+1	2 E+5
Kr-85	G	4 E+3	--	Mo-101	A	1 E+3	2 E+6
Kr-85m	G	1 E+3	--	Tc-93	A	7 E+2	3 E+6
Kr-87	G	2 E+2	--	Tc-93m	A	1 E+3	4 E+6
Kr-88	G	1 E+2	--	Tc-94	A	2 E+2	7 E+5
Rb-79	A	1 E+3	2 E+6	Tc-94m	A	5 E+2	7 E+5
Rb-81	A	6 E+2	2 E+6	Tc-95	A	2 E+2	9 E+5
Rb-81m	A	3 E+3	8 E+6	Tc-95m	A	3 E+1	2 E+5
Rb-82m	A	2 E+2	1 E+6	Tc-96	A	4 E+1	1 E+5
Rb-83	A	2 E+1	8 E+4	Tc-96m	A	4 E+3	9 E+6
Rb-84	A	2 E+1	4 E+4	Tc-97m	A	8	1 E+5
Rb-86	A	1 E+1	3 E+4	Tc-97	A	2 E+1	9 E+5
Rb-87	A	8 E-1	6 E+4	Tc-98	A	8 E-1	4 E+4
Rb-88	A	1 E+3	8 E+5	Tc-99	A	3	9 E+4
Rb-89	A	2 E+3	2 E+6	Tc-99m	A	2 E+3	4 E+6

1	2	3	4	1	2	3	4
Tc-101	A	2 E+3	4 E+6	Sn-113	A	1 E+1	1 E+5
Tc-104	A	8 E+2	9 E+5	Sn-117m	A	1 E+1	1 E+5
Ru-94	A	5 E+2	1 E+6	Sn-119m	A	2 E+1	2 E+5
Ru-97	A	3 E+2	7 E+5	Sn-121	A	1 E+2	3 E+5
Ru-103	A	1 E+1	1 E+5	Sn-121 m	A	4	2 E+5
Ru-105	A	2 E+2	3 E+5	Sn-123	A	3	4 E+4
Ru-106	A	6 E-1	1 E+4	Sn-123m	A	1 E+3	2 E+6
Rh-99	A	4 E+1	2 E+5	Sn-125	A	1 E+1	3 E+4
Rh-99m	A	6 E+2	2 E+6	Sn-126	A	1	2 E+4
Rh-100	A	7 E+1	2 E+5	Sn-127	A	2 E+2	4 E+5
Rh-101	A	7	2 E+5	Sn-128	A	3 E+2	6 E+5
Rh-101 m	A	1 E+2	5 E+5	Sb-115	A	2 E+3	4 E+6
Rh-102	A	2	5 E+4	Sb-116	A	2 E+3	3 E+6
Rh-102m	A	5	7 E+4	Sb-116m	A	5 E+2	2 E+6
Rh-103m	A	1 E+4	2 E+7	Sb-117	A	2 E+3	6 E+6
Rh-105	A	9 E+1	2 E+5	Sb-118m	A	2 E+2	7 E+5
Rh-106m	A	2 E+2	6 E+5	Sb-119	A	5 E+2	1 E+6
Rh-107	A	2 E+3	3 E+6	Sb-120	A	3 E+1	1 E+5
Pd-100	A	4 E+1	1 E+5	Sb-122	A	3 E+1	5 E+4
Pd-101	A	4 E+2	1 E+6	Sb-124	A	4	4 E+4
Pd-103	A	8 E+1	4 E+5	Sb-124m	A	5 E+3	1 E+7
Pd-107	A	6 E+1	2 E+6	Sb-125	A	3	8 E+4
Pd-109	A	8 E+1	1 E+5	Sb-126	A	4 E-1	4 E+4
Ag-102	A	1 E+3	2 E+6	Sb-126m	A	1 E+3	2 E+6
Ag-103	A	1 E+3	2 E+6	Sb-127	A	2 E+1	5 E+4
Ag-104	A	7 E+2	2 E+6	Sb-128	A	6 E+1	1 E+5
Ag-104m	A	9 E+2	2 E+6	Sb-129	A	1 E+2	2 E+5
Ag-105	A	1 E+1	2 E+5	Sb-130	A	5 E+2	1 E+6
Ag-106	A	2 E+3	2 E+6	Sb-131	A	6 E+2	8 E+5
Ag-106m	A	9	9 E+4	Te-116	A	2 E+2	6 E+5
Ag-108m	A	4 E-1	4 E+4	Te-121	A	7 E+1	3 E+5
Ag-110m	A	1	4 E+4	Te-121 m	A	4	3 E+4
Ag-111	A	3	6 E+4	Te-123	A	7 E-2	3 E+4
Ag-112	A	1 E+2	2 E+5	Te-123m	A	6	5 E+4
Ag-115	A	9 E+2	1 E+6	Te-125m	A	8	7 E+4
Cd-104	A	7 E+2	2 E+6	Te-127	A	2 E+2	6 E+5
Cd-107	A	4 E+2	1 E+6	Te-127m	A	2	2 E+4
Cd-109	A	4	4 E+4	Te-129	A	7 E+2	1 E+6
Cd-113	A	1 E-1	9 E+3	Te-129m	A	4	2 E+4
Cd-113m	A	2 E-1	7 E+3	Te-131	A	8 E+2	1 E+6
Cd-115	A	3 E+1	6 E+4	Te-131 m	A	2 E+1	4 E+4
Cd-115m	A	5	2 E+4	Te-132	A	9	2 E+4
Cd-117	A	2 E+2	3 E+5	Te-133	A	8 E+2	1 E+6
Cd-117m	A	1 E+2	3 E+5	Te-133m	A	2 E+2	3 E+5
In-109	A	6 E+2	2 E+6	Te-134	A	4 E+2	8 E+5
In-110	A	2 E+2	6 E+5	I-120	E	5 E+1	2 E+5
In-111	A	1 E+2	4 E+5	I-120m	E	1 E+2	4 E+5
In-112	A	4 E+3	7 E+6	I-121	E	2 E+2	1 E+6
In-113m	A	1 E+3	3 E+6	I-123	E	7 E+1	4 E+5
In-114m	A	2	2 E+4	I-124	E	1	7 E+3
In-115m	A	5 E+2	9 E+5	I-125	E	5 E-1	2 E+4
In-116m	A	6 E+2	2 E+6	I-126	E	3 E-1	4 E+3
In-117	A	1 E+3	3 E+6	I-128	E	4 E+2	2 E+6
In-117m	A	4 E+2	6 E+5	I-129	E	3 E-2	4 E+3
In-119m	A	1 E+3	2 E+6	I-130	E	8	4 E+4
Sn-110	A	1 E+2	3 E+5	I-131	E	5 E-1	5 E+3
Sn-111	A	2 E+3	4 E+6	I-132	E	5 E+1	3 E+5

1	2	3	4	1	2	3	4
I-132m	E	5 E+1	4 E+5	Ce-144	A	6 E-1	1 E+4
I-133	E	3	2 E+4	Pr-136	A	2 E+3	2 E+6
I-134	E	2 E+2	8 E+5	Pr-137	A	1 E+3	2 E+6
I-135	E	1 E+1	9 E+4	Pr-138m	A	3 E+2	9 E+5
Xe-120	G	6 E+2	--	Pr-139	A	1 E+3	3 E+6
Xe-121	G	1 E+2	--	Pr-142	A	4 E+1	6 E+4
Xe-122	G	3 E+3	--	Pr-142m	A	3 E+3	4 E+6
Xe-123	G	3 E+2	--	Pr-143	A	1 E+1	6 E+4
Xe-125	G	9 E+2	--	Pr-144	A	1 E+3	1 E+6
Xe-127	G	9 E+2	--	Pr-145	A	1 E+2	2 E+5
Xe-129m	G	1 E+4	--	Pr-147	A	1 E+3	2 E+6
Xe-131m	G	2 E+4	--	Nd-136	A	5 E+2	9 E+5
Xe-133	G	7 E+3	--	Nd-138	A	9 E+1	1 E+5
Xe-133m	G	7 E+3	--	Nd-139	A	2 E+3	4 E+6
Xe-135m	G	5 E+2	--	Nd-139m	A	2 E+2	4 E+5
Xe-135	G	9 E+2	--	Nd-141	A	5 E+3	1 E+7
Xe-138	G	2 E+2	--	Nd-147	A	1 E+1	7 E+4
Cs-125	A	1 E+3	2 E+6	Nd-149	A	3 E+2	6 E+5
Cs-127	A	7 E+2	5 E+6	Nd-151	A	2 E+3	3 E+6
Cs-129	A	3 E+2	2 E+6	Pm-141	A	2 E+3	2 E+6
Cs-130	A	2 E+3	3 E+6	Pm-143	A	2 E+1	5 E+5
Cs-131	A	6 E+2	2 E+6	Pm-144	A	4	1 E+5
Cs-132	A	1 E+2	3 E+5	Pm-145	A	1 E+1	6 E+5
Cs-134	A	2	2 E+4	Pm-146	A	2	9 E+4
Cs-134m	A	6 E+2	4 E+6	Pm-147	A	7	3 E+5
Cs-135	A	4	2 E+5	Pm-148	A	1 E+1	3 E+4
Cs-135m	A	2 E+3	7 E+6	Pm-148m	A	6	6 E+4
Cs-136	A	1 E+1	6 E+4	Pm-149	A	4 E+1	7 E+4
Cs-137	A	9 E-1	3 E+4	Pm-150	A	2 E+2	3 E+5
Cs-138	A	6 E+2	8 E+5	Pm-151	A	6 E+1	1 E+5
Ba-126	A	2 E+2	3 E+5	Sm-141	A	2 E+3	2 E+6
Ba-128	A	2 E+1	4 E+4	Sm-141m	A	8 E+2	1 E+6
Ba-131	A	4 E+1	2 E+5	Sm-142	A	3 E+2	4 E+5
Ba-131m	A	4 E+3	2 E+7	Sm-145	A	2 E+1	4 E+5
Ba-133	A	4	4 E+4	Sm-146	A	3 E-3	6 E+2
Ba-133m	A	7 E+1	2 E+5	Sm-151	A	9	6 E+5
Ba-135m	A	8 E+1	3 E+5	Sm-153	A	5 E+1	1 E+5
Ba-139	A	4 E+2	6 E+5	Sm-155	A	2 E+3	3 E+6
Ba-140	A	6	3 E+4	Sm-156	A	1 E+2	3 E+5
Ba-141	A	8 E+2	1 E+6	Eu-145	A	5 E+1	2 E+5
Ba-142	A	1 E+3	3 E+6	Eu-146	A	4 E+1	1 E+5
La-131	A	1 E+3	3 E+6	Eu-147	A	3 E+1	2 E+5
La-132	A	1 E+2	2 E+5	Eu-148	A	1 E+1	1 E+5
La-135	A	2 E+3	3 E+6	Eu-149	A	1 E+2	9 E+5
La-137	A	4	8 E+5	Eu-150	A	7 E-1	3 E+4
La-138	A	2 E-1	1 E+4	Eu-152	A	9 E-1	5 E+4
La-140	A	3 E+1	4 E+4	Eu-152m	A	1 E+2	2 E+5
La-141	A	2 E+2	2 E+5	Eu-154	A	7 E-1	4 E+4
La-142	A	3 E+2	5 E+5	Eu-155	A	5	2 E+5
La-143	A	1 E+3	1 E+6	Eu-156	A	1 E+1	4 E+4
Ce-134	A	2 E+1	3 E+4	Eu-157	A	8 E+1	1 E+5
Ce-135	A	6 E+1	1 E+5	Eu-158	A	5 E+2	8 E+5
Ce-137	A	2 E+3	3 E+6	Gd-145	A	1 E+3	2 E+6
Ce-137m	A	7 E+1	1 E+5	Gd-146	A	5	9 E+4
Ce-139	A	2 E+1	3 E+5	Gd-147	A	7 E+1	2 E+5
Ce-141	A	9	1 E+5	Gd-148	A	1 E-3	5 E+2
Ce-143	A	4 E+1	7 E+4	Gd-149	A	4 E+1	2 E+5

1	2	3	4	1	2	3	4
Gd-151	A	3 E+1	4 E+5	Lu-174	A	8	3 E+5
Gd-153	A	1 E+1	3 E+5	Lu-174m	A	8	1 E+5
Gd-159	A	1 E+2	2 E+5	Lu-176m	A	3 E+2	4 E+5
Tb-147	A	3 E+2	6 E+5	Lu-177	A	3 E+1	1 E+5
Tb-149	A	7	4 E+5	Lu-177m	A	2	5 E+4
Tb-150	A	2 E+2	4 E+5	Lu-178	A	1 E+3	2 E+6
Tb-151	A	1 E+2	3 E+5	Lu-178m	A	8 E+2	2 E+6
Tb-153	A	1 E+2	4 E+5	Lu-179	A	2 E+2	4 E+5
Tb-154	A	8 E+1	2 E+5	Hf-170	A	9 E+1	2 E+5
Tb-155	A	2 E+2	5 E+5	Hf-172	A	1	5 E+4
Tb-156	A	3 E+1	1 E+5	Hf-173	A	2 E+2	5 E+5
Tb-156m	A	2 E+2	6 E+5	Hf-175	A	3 E+1	2 E+5
Tb-157	A	3 E+1	2 E+6	Hf-177m	A	3 E+2	1 E+6
Tb-158	A	8 E-1	4 E+4	Hf-178m	A	1 E-1	1 E+4
Tb-160	A	5	6 E+4	Hf-179m	A	9	7 E+4
Tb-161	A	3 E+1	1 E+5	Hf-180m	A	2 E+2	6 E+5
Dy-155	A	4 E+2	9 E+5	Hf-181	A	7	7 E+4
Dy-157	A	8 E+2	2 E+6	Hf-182	A	1 E-1	2 E+4
Dy-159	A	9 E+1	9 E+5	Hf-182m	A	7 E+2	2 E+6
Dy-165	A	5 E+2	7 E+5	Hf-183	A	5 E+2	1 E+6
Dy-166	A	2 E+1	5 E+4	Hf-184	A	9 E+1	2 E+5
Ho-155	A	1 E+3	2 E+6	Ta-172	A	8 E+2	2 E+6
Ho-157	A	6 E+3	2 E+7	Ta-173	A	2 E+2	4 E+5
Ho-159	A	5 E+3	1 E+7	Ta-174	A	7 E+2	1 E+6
Ho-161	A	4 E+3	6 E+6	Ta-175	A	2 E+2	6 E+5
Ho-162	A	1 E+4	3 E+7	Ta-176	A	1 E+2	4 E+5
Ho-162m	A	1 E+3	4 E+6	Ta-177	A	3 E+2	9 E+5
Ho-164	A	4 E+3	7 E+6	Ta-178	A	4 E+2	1 E+6
Ho-164m	A	3 E+3	4 E+6	Ta-179	A	6 E+1	1 E+6
Ho-166	A	4 E+1	6 E+4	Ta-180m	A	7 E+2	2 E+6
Ho-166m	A	3 E-1	2 E+4	Ta-182	A	3	6 E+4
Ho-167	A	4 E+2	1 E+6	Ta-182m	A	1 E+3	6 E+6
Er-161	A	5 E+2	1 E+6	Ta-183	A	2 E+1	6 E+4
Er-165	A	3 E+3	5 E+6	Ta-184	A	7 E+1	2 E+6
Er-169	A	3 E+1	2 E+5	Ta-185	A	6 E+2	1 E+6
Er-171	A	1 E+2	2 E+5	Ta-186	A	1 E+3	2 E+6
Er-172	A	3 E+1	9 E+4	W-176	A	6 E+2	1 E+6
Tm-162	A	2 E+3	3 E+6	W-177	A	1 E+3	2 E+6
Tm-166	A	2 E+2	4 E+5	W-178	A	3 E+2	5 E+5
Tm-167	A	3 E+1	2 E+5	W-179	A	2 E+4	3 E+7
Tm-170	A	5	6 E+4	W-181	A	4 E+2	1 E+6
Tm-171	A	3 E+1	6 E+5	W-185	A	6 E+1	2 E+5
Tm-172	A	3 E+1	5 E+4	W-187	A	1 E+2	2 E+5
Tm-173	A	2 E+2	3 E+5	W-188	A	3 E+1	4 E+4
Tm-175	A	1 E+3	3 E+6	Re-177	A	2 E+3	4 E+6
Yb-162	A	2 E+3	4 E+6	Re-178	A	2 E+3	3 E+6
Yb-166	A	4 E+1	1 E+5	Re-181	A	1 E+2	2 E+5
Yb-167	A	5 E+3	1 E+7	Re-182	A	2 E+1	6 E+4
Yb-169	A	1 E+1	1 E+5	Re-184	A	2 E+1	1 E+5
Yb-175	A	4 E+1	2 E+5	Re-184m	A	5	5 E+4
Yb-177	A	4 E+2	9 E+5	Re-186	A	3 E+1	5 E+4
Yb-178	A	4 E+2	6 E+5	Re-186m	A	1	3 E+4
Lu-169	A	8 E+1	3 E+5	Re-187	A	7 E+2	1 E+7
Lu-170	A	4 E+1	1 E+5	Re-188	A	4 E+1	5 E+4
Lu-171	A	4 E+1	2 E+5	Re-188m	A	2 E+3	2 E+6
Lu-172	A	2 E+1	9 E+4	Re-189	A	6 E+1	9 E+4
Lu-173	A	1 E+1	3 E+5	Os-180	A	2 E+3	6 E+6



1	2	3	4	1	2	3	4
Os-181	A	4 E+2	1 E+6	Hg-197m	O	2 E+2	6 E+5
Os-182	A	8 E+1	2 E+5	Hg-199m	A	9 E+2	2 E+6
Os-185	A	2 E+1	2 E+5	Hg-199m	O	2 E+3	3 E+6
Os-189m	A	4 E+3	4 E+6	Hg-203	A	1 E+1	2 E+5
Os-191	A	2 E+1	1 E+5	Hg-203	O	1 E+1	6 E+4
Os-191m	A	2 E+2	8 E+5	Tl-194	A	5 E+3	1 E+7
Os-193	A	6 E+1	1 E+5	Tl-194m	A	1 E+3	2 E+6
Os-194	A	4 E-1	3 E+4	Tl-195	A	2 E+3	4 E+6
Ir-182	A	1 E+3	2 E+6	Tl-197	A	2 E+3	4 E+6
Ir-184	A	2 E+2	6 E+5	Tl-198	A	4 E+2	2 E+6
Ir-185	A	2 E+2	4 E+5	Tl-198m	A	6 E+2	2 E+6
Ir-186	A	9 E+1	2 E+5	Tl-199	A	1 E+3	4 E+6
Ir-187	A	4 E+2	8 E+5	Tl-200	A	2 E+2	7 E+5
Ir-188	A	7 E+1	2 E+5	Tl-201	A	5 E+2	1 E+6
Ir-189	A	6 E+1	4 E+5	Tl-202	A	1 E+2	3 E+5
Ir-190	A	1 E+1	9 E+4	Tl-204	A	1 E+1	7 E+4
Ir-190m	A	3 E+2	9 E+5	Pb-195m	A	1 E+3	3 E+6
Ir-192	A	5	7 E+4	Pb-198	A	4 E+2	2 E+6
Ir-192m	A	9 E-1	7 E+4	Pb-199	A	7 E+2	3 E+6
Ir-193m	A	3 E+1	3 E+5	Pb-200	A	9 E+1	4 E+5
Ir-194	A	4 E+1	6 E+4	Pb-201	A	2 E+2	9 E+5
Ir-194m	A	3	5 E+4	Pb-202	A	2	3 E+4
Ir-195	A	4 E+2	7 E+5	Pb-202m	A	3 E+2	1 E+6
Ir-195m	A	2 E+2	4 E+5	Pb-203	A	1 E+2	6 E+5
Pt-186	A	7 E+2	1 E+6	Pb-205	A	4 E+1	4 E+5
Pt-188	A	6 E+1	1 E+5	Pb-209	A	5 E+2	2 E+6
Pt-189	A	5 E+2	8 E+5	Pb-210	A	7 E-3	1 E+2
Pt-191	A	2 E+2	3 E+5	Pb-211	A	3	3 E+5
Pt-193	A	2 E+1	2 E+6	Pb-212	A	2 E-1	6 E+3
Pt-193m	A	1 E+2	2 E+5	Pb-214	A	2	3 E+5
Pt-195m	A	9 E+1	1 E+5	Bi-200	A	8 E+2	2 E+6
Pt-197	A	2 E+2	2 E+5	Bi-201	A	4 E+2	9 E+5
Pt-197m	A	9 E+2	9 E+5	Bi-202	A	5 E+2	1 E+6
Pt-199	A	2 E+3	2 E+6	Bi-203	A	1 E+2	3 E+5
Pt-200	A	9 E+1	6 E+4	Bi-205	A	3 E+1	1 E+5
Au-193	A	3 E+2	7 E+5	Bi-206	A	2 E+1	6 E+4
Au-194	A	1 E+2	3 E+5	Bi-207	A	1	9 E+4
Au-195	A	2 E+1	4 E+5	Bi-210	A	4 E-1	6 E+4
Au-198	A	4 E+1	9 E+4	Bi-210m	A	1 E-2	4 E+3
Au-198m	A	2 E+1	7 E+4	Bi-212	A	1	3 E+5
Au-199	A	4 E+1	2 E+5	Bi-213	A	1	4 E+5
Au-200	A	8 E+2	1 E+6	Bi-214	A	2	6 E+5
Au-200m	A	4 E+1	1 E+5	Po-203	A	7 E+2	3 E+6
Au-201	A	2 E+3	3 E+6	Po-205	A	4 E+2	3 E+6
Hg-193	A	4 E+2	3 E+6	Po-207	A	3 E+2	2 E+6
Hg-193	O	9 E+2	1 E+6	Po-210	A	8 E-3	3 E+1
Hg-193m	A	1 E+2	3 E+5	At-207	A	1 E+1	4 E+5
Hg-193m	O	2 E+2	8 E+5	At-211	A	3 E-1	7 E+3
Hg-194	A	1	1 E+5	Fr-222	A	3	1 E+5
Hg-194	O	4 E-1	7 E+3	Fr-223	A	2 E+1	3 E+4
Hg-195	A	4 E+2	9 E+5	Ra-223	A	4 E-3	2 E+2
Hg-195	O	9 E+2	3 E+6	Ra-224	A	1 E-2	3 E+2
Hg-195m	A	6 E+1	2 E+5	Ra-225	A	4 E-3	1 E+2
Hg-195m	O	2 E+2	4 E+5	Ra-226	A	4 E-3	2 E+2
Hg-197	A	1 E+2	4 E+5	Ra-227	A	8 E+1	8 E+5
Hg-197	O	4 E+2	9 E+5	Ra-228	A	2 E-3	3 E+1
Hg-197m	A	6 E+1	2 E+5	Ac-224	A	3 E-1	9 E+4

1	2	3	4
Ac-225	A	4 E-3	2 E+3
Ac-226	A	3 E-2	6 E+3
Ac-227	A	7 E-5	3 E+1
Ac-228	A	9 E-1	1 E+5
Th-226	A	5 E-1	2 E+5
Th-227	A	3 E-3	3 E+1
Th-228	A	9 E-4	2 E+2
Th-229	A	2 E-4	8 E+1
Th-230	A	4 E-4	2 E+2
Th-231	A	9 E+1	2 E+5
Th-232	A	3 E-4	2 E+2
Th-234	A	5	2 E+4
Pa-227	A	5 E-1	2 E+5
Pa-228	A	5 E-1	7 E+4
Pa-230	A	4 E-2	3 E+4
Pa-231	A	3 E-4	7 E+1
Pa-232	A	4	1 E+5
Pa-233	A	8	9 E+4
Pa-234	A	8 E+1	2 E+5
U-230	A	2 E-3	1 E+3
U-231	A	8 E+1	3 E+5
U-232	A	1 E-3	4 E+2
U-233	A	4 E-3	2 E+3
U-234	A	4 E-3	2 E+3
U-235	A	4 E-3	3 E+3
U-236	A	4 E-3	3 E+3
U-237	A	2 E+1	1 E+5
U-238	A	5 E-3	3 E+3
U-239	A	1 E+3	3 E+6
U-240	A	5 E+1	7 E+4
Np-232	A	3 E+2	1 E+7
Np-233	A	1 E+4	4 E+7
Np-234	A	5 E+1	1 E+5
Np-235	A	5 E+1	1 E+6
Np-236	A	5 E-3	5 E+3
Np-237	A	7 E-4	4 E+2
Np-238	A	1 E+1	9 E+4
Np-239	A	3 E+1	1 E+5
Np-240	A	3 E+2	1 E+6
Pu-234	A	1	4 E+5
Pu-235	A	2 E+4	4 E+7
Pu-236	A	9 E-4	4 E+2
Pu-237	A	9 E+1	8 E+5
Pu-238	A	3 E-4	2 E+2
Pu-239	A	3 E-4	2 E+2
Pu-240	A	3 E-4	2 E+2
Pu-241	A	2 E-2	2 E+4
Pu-242	A	3 E-4	2 E+2
Pu-243	A	4 E+2	9 E+5
Pu-244	A	3 E-4	2 E+2
Pu-245	A	6 E+1	1 E+5
Pu-246	A	4	3 E+4
Am-237	A	1 E+3	5 E+6
Am-238	A	2 E+2	4 E+6
Am-239	A	1 E+2	3 E+5
Am-240	A	7 E+1	2 E+5

1	2	3	4
Am-241	A	4 E-4	2 E+2
Am-242	A	2	2 E+5
Am-242m	A	4 E-4	3 E+2
Am-243	A	4 E-4	3 E+2
Am-244	A	1 E+1	2 E+5
Am-244m	A	2 E+2	2 E+6
Am-245	A	6 E+2	1 E+6
Am-246	A	4 E+2	1 E+6
Am-246m	A	1 E+3	2 E+6
Cm-238	A	7	1 E+6
Cm-240	A	1 E-2	4 E+3
Cm-241	A	9 E-1	8 E+4
Cm-242	A	6 E-3	2 E+3
Cm-243	A	5 E-4	3 E+2
Cm-244	A	6 E-4	3 E+2
Cm-245	A	4 E-4	2 E+2
Cm-246	A	4 E-4	2 E+2
Cm-247	A	4 E-4	3 E+2
Cm-248	A	1 E-4	6 E+1
Cm-249	A	9 E+2	2 E+6
Cm-250	A	2 E-5	1 E+1
Bk-245	A	2 E+1	1 E+5
Bk-246	A	9 E+1	2 E+5
Bk-247	A	5 E-4	1 E+2
Bk-249	A	2 E-1	4 E+4
Bk-250	A	4 E+1	6 E+5
Cf-244	A	3	9 E+5
Cf-246	A	7 E-2	2 E+4
Cf-248	A	4 E-3	6 E+2
Cf-249	A	5 E-4	1 E+2
Cf-250	A	1 E-3	2 E+2
Cf-251	A	5 E-4	1 E+2
Cf-252	A	2 E-3	2 E+2
Cf-253	A	2 E-2	9 E+3
Cf-254	A	8 E-4	8 E+1
Es-250	A	6 E+1	4 E+6
Es-251	A	2 E+1	5 E+5
Es-253	A	1 E-2	5 E+3
Es-254	A	4 E-3	6 E+2
Es-254m	A	7 E-2	2 E+4
Fm-252	A	1 E-1	2 E+4
Fm-253	A	8 E-2	4 E+4
Fm-254	A	5 E-1	2 E+5
Fm-255	A	1 E-1	3 E+4
Fm-257	A	5 E-3	9 E+2
Md-257	A	1	3 E+5
Md-258	A	6 E-3	1 E+3

**Tabelle 2:** Ableitungswerte

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Radionuklidgemisch</b>	<b>Aktivitätskonzentration in der Abluft in Bq/m<sup>3</sup></b>	<b>Radionuklidgemisch</b>	<b>Aktivitätskonzentration im Abwasser in Bq/m<sup>3</sup></b>
Beliebiges Gemisch	1 E-5	Beliebiges Gemisch	1 E+1
Beliebiges Gemisch, wenn Ac-227 und Cm-250 unberücksichtigt bleiben können	1 E-4	Beliebiges Gemisch, wenn Po-210, Ra-228, Ac-227 und Cm-250 unberücksichtigt bleiben können	5 E+1
Beliebiges Gemisch, wenn Ac-227, Th-229, Th-230, Th-232, Pa-231, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-242, Pu-244, Am-241, Am-242m, Am-243, Cm-245, Cm-246, Cm-247, Cm-248 und Cm-250 unberücksichtigt bleiben können	5 E-4	Beliebiges Gemisch, wenn Po-210, Ra-228, Ac-227, Th-229, Pa-231, Cm-248, Cm-250, Bk-247, Cf-249, Cf-251 und Cf-254 unberücksichtigt bleiben können	1 E+2
Beliebiges Gemisch, wenn Ac-227, Th-228, Th-229, Th-230, Th-232, Pa-231, U-232, Np-237, Pu-236, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-242, Pu-244, Am-241, Am-242m, Am-243, Cm-243, Cm-244, Cm-245, Cm-246, Cm-247, Cm-248, Cm-250, Bk-247, Cf-249, Cf-251 und Cf-254 unberücksichtigt bleiben können	1 E-3	Beliebiges Gemisch, wenn Sm-146, Gd-148, Pb-210, Po-210, Ra-223, Ra-224, Ra-225, Ra-226, Ra-228, Ac-227, Th-228, Th-229, Th-230, Th-232, Pa-231, U-232, Np-237, Pu-236, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-242, Pu-244, Am-241, Am-242m, Am-243, Cm-243, Cm-244, Cm-245, Cm-246, Cm-247, Cm-248, Cm-250, Bk-247, Cf-248, Cf-249, Cf-250, Cf-251, Cf-252, Cf-254, Es-254 und Fm-257 unberücksichtigt bleiben können	1 E+3

**Tabelle 3:** Ableitungswerte

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Radionuklidgemisch</b>	<b>Aktivitätskonzentration in der Abluft in Bq/m<sup>3</sup></b>	<b>Aktivitätskonzentration im Abwasser in Bq/m<sup>3</sup></b>
Gemisch mit natürlichen Radionukliden aus der U-238- und U-235-Zerfallsreihe in ihrem natürlichen Verhältnis	9 E-3	--
Gemisch mit natürlichen Radionukliden aus der U238- und U-235-Zerfallsreihe in ihrem natürlichen Verhältnis sowie der Th-232-Zerfallsreihe	6 E-3	1,5 E+5

Zu § 11

**Betroffene Tätigkeitsbereiche****A. Industriezweige, einschließlich Forschung und relevanter Sekundärprozesse**

- a. Gewinnung und industrielle Verarbeitung von seltenen Erden
- b. Herstellung von Thoriumverbindungen sowie thoriumhaltigen Produkten
- c. Verarbeitung von niob- und tantalhaltigen Erzen
- d. Erzeugung von  $\text{TiO}_2$ -Pigmenten aus Mineralien wie beispielsweise Ilmenit oder Rutil
- e. Verarbeitung von Rohphosphaten, wie beispielsweise die thermische Phosphorproduktion sowie die Produktion von Phosphatdünger und Phosphorsäure
- f. Zementherstellung einschließlich der Wartung von Klinkeröfen
- g. Kohlekraftwerke einschließlich der Wartung von Heizkesseln
- h. Zirkon- und Zirkonoxidindustrie
- i. Erdöl- und Erdgasindustrie
- j. tiefe Geothermie
- k. Produktion von Primäreisen
- l. Zinn-, Blei- und Kupferschmelze
- m. Förderung von anderen Erzen als Uranerz
- n. Aufbereitung von Grundwasser, sofern dabei Rückstände anfallen können

**B. Industrielle oder gewerbliche Bereiche**

- a. Schleifen von thorierten Schweißelektroden und Wechselstromschweißen mit thorierten Schweißelektroden
- b. Verwendung von anderen als in lit. a genannten thoriumhaltigen Produkten, wie beispielsweise Gasglühstrümpfe
- c. Verwendung von Materialien mit hohem natürlichen Uran- oder Thoriumgehalt, wie beispielsweise als Abrasiv beim Hochdruckflüssigkeitsschneiden und Sandstrahlen
- d. Tätigkeiten, bei denen Expositionen durch Rückstände auftreten, wie beispielsweise Wartungsarbeiten, insbesondere Instandhaltung und Ausbau von hitzebeständigen Verkleidungen aus zirkonhaltigem Material, Reinigung oder Um- und Abbau von Rohrleitungen und technischen Anlagen wie Pumpen und Ventilen, Instandhaltung sowie Um- und Abbau von Filteranlagen sowie Rauchgaswäschern

Zu § 12

## Verfahren zur Dosisabschätzung und Ermittlung der Aktivitätskonzentration gemäß den §§ 24 bis 26 StrSchG 2019

### A. Vorgehensweise der ermächtigten Überwachungsstelle

Der nachfolgend dargestellte Ablauf ist von der ermächtigten Überwachungsstelle sowohl für Dosisabschätzungen für Arbeitskräfte als auch für Dosisabschätzungen für die Bevölkerung durch Ableitungen bzw. durch Rückstände anzuwenden.

#### 1. Einholen von Informationen und Erhebungen vor Ort

Die beauftragte ermächtigte Überwachungsstelle hat alle für die Dosisabschätzung erforderlichen Informationen vom Unternehmen einzuholen. Auf Basis der eingeholten Informationen sind die relevanten Expositionsszenarien und ein Probenahmeplan zu erstellen. Vor Ort hat die ermächtigte Überwachungsstelle Probenahmen, sowie Ortsdosis- oder Ortsdosisleistungsmessungen vorzunehmen.

#### 2. Messtechnische Ermittlung der Aktivitätskonzentrationen

Es sind die Aktivitätskonzentrationen der relevanten, natürlich vorkommenden Radionuklide in allen vorhandenen Materialien (Arbeitsstoffe, Rückstände, etc) sowie in allfälligen flüssigen oder luftgetragenen Ableitungen nach dem Stand der Technik messtechnisch zu ermitteln.

Entsprechende Messmethoden sind insbesondere:

- Gammaskpektrometrie mit HPGe-Detektoren;
- Flüssigszintillationsspektrometrie;
- Alphaspektrometrie mit PIPS-Detektoren;
- ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry).

Die Nachweisgrenze der gewählten Messmethode darf höchstens zehn Prozent der Aktivitätskonzentration der entsprechenden Freigrenze oder des Freigabewertes gemäß **Anlage 1** Abschnitt D Tabelle 3 bzw. des Ableitungswertes gemäß **Anlage 2** Abschnitt C Tabelle 3 betragen.

#### 3. Abschätzung der Dosis

Die folgenden Dosisbeiträge sind bei der Abschätzung der Dosis zu berücksichtigen:

- Externe Strahlenexposition durch Gammastrahlung abzüglich des natürlichen Hintergrunds  
Diese kann über die folgenden zwei Wege ermittelt werden:
  1. Ermittlung der Personenäquivalentdosis  $H_p(10)$ , die durch das Tragen von Personendosimetern bestimmt wird oder
  2. Ermittlung der Umgebungsäquivalentdosis  $H^*(10)$ , die über Ortsdosisleistungsmessungen unter Berücksichtigung der Aufenthaltszeiten bestimmt wird;
- Interne Strahlenexposition durch Inkorporation von Stäuben oder Aerosolen von natürlich vorkommenden radioaktiven Materialien, ohne Berücksichtigung von Radon:  
Nach Ermittlung der Aktivitätskonzentration der relevanten natürlich vorkommenden Radionuklide in der Atemluft; hat die Bestimmung der Inkorporationsdosis unter Berücksichtigung der ermittelten Aktivitätskonzentrationen der relevanten natürlich vorkommenden Radionuklide und der erforderlichen Parameter wie Aufenthaltszeit, Atemraten und Dosiskonversionsfaktoren unter konservativen Annahmen zu erfolgen.  
Insbesondere bei Dosisabschätzungen für die Bevölkerung durch Ableitungen bzw. Rückstände ist neben Inhalation auch Ingestion als Expositionspfad zu betrachten.
- Interne Strahlenexposition durch Inhalation von Radon:  
Wenn mit einer Exhalation von Radon über dem Radon-Referenzwert aus den vorhandenen Materialien zu rechnen ist und keine ausreichende Durchlüftung gewährleistet ist, ist eine Bestimmung der Dosis durch Radon in der Luft durchzuführen.

Zunächst sind konservative Werte für die relevanten Parameter, wie Aufenthaltszeit, AMAD und Atemraten anzunehmen. Ergibt die Dosisabschätzung eine effektive Dosis über ein Millisievert pro Jahr, so sind diese konservativen Werte durch ermittelte Messwerte bzw. konkrete Daten zu ersetzen.

Im Sinne des Grundsatzes der Optimierung sind geeignete Maßnahmen zur Reduktion der Exposition der Arbeitskräfte sowie von Einzelpersonen der Bevölkerung vorzuschlagen, wie etwa die Begrenzung der Expositionszeit, entsprechende Maßnahmen bei der Lagerung von großen Mengen an Material und Maßnahmen zur Reduktion der Belastung durch Aerosole.

Die effektive Dosis ist in Millisievert pro Jahr anzugeben.

#### **B. Dosisabschätzung für Arbeitskräfte (gemäß § 24 StrSchG)**

Die ermächtigte Überwachungsstelle hat auf Basis der Expositionsszenarien unter Berücksichtigung aller relevanten Expositionspfade eine Abschätzung der gesamten, durch Tätigkeiten mit natürlich vorkommenden radioaktiven Materialien verursachten, effektiven Dosis pro Jahr für Arbeitskräfte vorzunehmen.

Wenn jedoch sichergestellt ist, dass es zu keiner Erhöhung der Aktivitätskonzentration im Laufe der Zeit kommen kann, ist davon auszugehen, dass eine effektive Dosis von ein Millisievert pro Jahr für Arbeitskräfte nicht überschritten wird, wenn die ermittelten Aktivitätskonzentrationen aller relevanten, natürlich vorkommenden Radionuklide kleiner oder gleich den Freigrenzen bzw. den uneingeschränkten Freigabewerten gemäß **Anlage 1** Abschnitt D Tabelle 3 Spalte 2 sind.

#### **C. Dosisabschätzung für die Bevölkerung durch Ableitungen (gemäß § 25 StrSchG)**

Liegen die Aktivitätskonzentrationen der relevanten, natürlich vorkommenden Radionuklide in den flüssigen und luftgetragenen Ableitungen unter den Ableitungswerten gemäß **Anlage 2** Abschnitt C Tabelle 3 ist davon auszugehen, dass eine effektive Dosis von 0,3 Millisievert pro Jahr für die Bevölkerung nicht überschritten wird.

Liegen die ermittelten Aktivitätskonzentrationen über den Ableitungswerten gemäß **Anlage 2** Abschnitt C Tabelle 3, so hat die Abschätzung der effektiven Dosis für die Bevölkerung nach dem Stand der Technik für den konkreten Einzelfall zu erfolgen.

#### **D. Dosisabschätzung für die Bevölkerung durch Rückstände (gemäß § 26 StrSchG)**

Liegen die Aktivitätskonzentrationen der relevanten, natürlich vorkommenden Radionuklide in den Rückständen unter den Freigabewerten für die eingeschränkte Freigabe gemäß **Anlage 1** Abschnitt D Tabelle 3 Spalte 3 ist davon auszugehen, dass eine effektive Dosis von 0,3 Millisievert pro Jahr für Einzelpersonen der Bevölkerung nicht überschritten wird.

Liegen die ermittelten Aktivitätskonzentrationen über den eingeschränkten Freigabewerten, so hat die Abschätzung der effektiven Dosis für die Bevölkerung nach dem Stand der Technik zu erfolgen.

## Anlage 5

Zu § 27

**Aktivitätswerte zur Definition gefährlicher radioaktiver Quellen und hoch radioaktiver  
umschlossener Quellen**

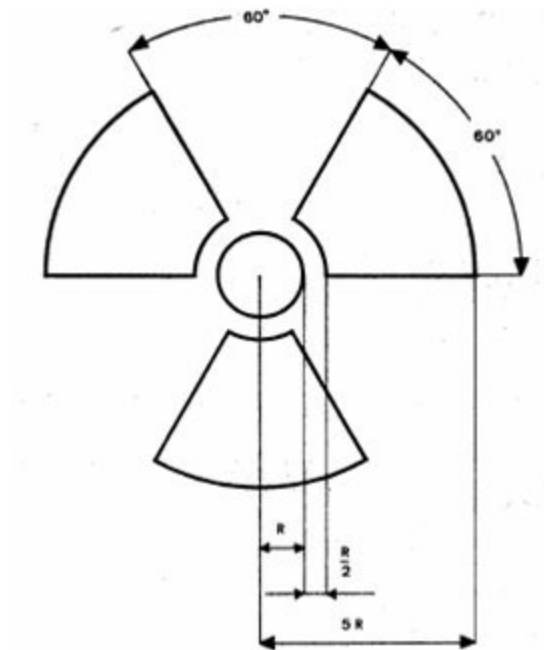
<b>Radionuklid</b>	<b>Aktivität in TBq</b>
Co-60	3 E-2
Se-75	2 E-1
Sr-90 (Y-90)	1
Cs-137	1 E-1
Pm-147	4 E+1
Gd-153	1
Tm-170	2 E+1
Yb-169	3 E-1
Ir-192	8 E-2
Ra-226	4 E-2
Pu-238	6 E-2
Pu-239/Be-9 *	6 E-2
Am-241	6 E-2
Am-241/Be-9 *	6 E-2
Cm-244	5 E-2
Cf-252	2 E-2

\* angegeben ist die Aktivität des alphastrahlenden Radionuklids

Für nicht in der Tabelle genannte Radionuklide entspricht die jeweilige Aktivität dem D-Wert der IAEO-Veröffentlichung „Dangerous quantities of radioactive material (D-values)“ (EPR-D-VALUES 2006).

**Anlage 6**

Zu den §§ 28 Abs. 1 Z 1 und Abs. 4, 40 Abs. 2, 46 Abs. 4, 105 Abs. 1 Z 1, 108 Abs. 1 Z 2 und 112 Abs. 1 Z 1 lit. b

**Kennzeichnung von Kontroll- und Überwachungsbereichen sowie radioaktiven Quellen****A. Strahlenwarnzeichen**

Um eine Kreisfläche im Zentrum sind drei gleiche Ringsektoren angeordnet.  
 Farbe der Kreisfläche und der drei Ringsektoren: purpurrot oder schwarz  
 Farbe des Hintergrundes: gelb

**B. Vermerke zum Strahlenwarnzeichen**

1. VORSICHT STRAHLUNG
2. RADIOAKTIV
3. SPALTBARES MATERIAL
4. KONTAMINATION

**C. Angabe des Bereichs**

1. Kontrollbereich
2. Überwachungsbereich

**D. Weitere Kennzeichnungsangaben**

1. Radionuklid
2. Aktivität
3. Referenzzeitpunkt
4. Sonstiges (zB Quellstärke von Neutronenquellen in Neutronen pro Sekunde)



**Anlage 7**

Zu den §§ 31, 108 Abs. 2 und 127 Abs. 2

### **Ortsdosisleistungswerte zur Berechnung der erforderlichen Abschirmung**

Für die Berechnung der erforderlichen Abschirmung können entsprechende technische Normen verwendet werden.

Sind die in Abschnitt A und B genannten Orte von mehreren Räumen oder Funktionseinheiten, in denen Tätigkeiten mit radioaktiven Quellen ausgeübt werden, oder Strahlenanwendungsräumen umgeben, so sind der Berechnung der erforderlichen Abschirmungen entsprechend niedrigere Ortsdosisleistungswerte zugrunde zu legen. Die zuständige Behörde kann jedoch für solche Orte im Einzelfall unter Berücksichtigung des Optimierungsprinzips und den jeweiligen Gegebenheiten Ausnahmen davon zulassen.

#### **A. Räume oder Funktionseinheiten, in denen Tätigkeiten mit radioaktiven Quellen ausgeübt werden**

<b>Ort</b>	<b>Ortsdosisleistung</b>
Orte außerhalb des Raumes bzw. der Funktionseinheit	20 $\mu$ Sv pro Woche
Orte innerhalb der Funktionseinheit, an denen sich längere Zeit nur strahlenexponierte Arbeitskräfte aufhalten können	120 $\mu$ Sv pro Woche <sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Bei Mehrschichtbetrieb sind entsprechend höhere Ortsdosisleistungen zulässig, sofern die Arbeitskräfte sich im Jahresmittel jeweils nur während einer Schicht am betreffenden Ort aufhalten.

Welche Räumlichkeiten zu einer Funktionseinheit gehören, hat die zuständige Behörde im Rahmen des Bewilligungsverfahrens festzulegen.

#### **B. Strahlenanwendungsräume**

<b>Ort</b>	<b>Ortsdosisleistung</b>
Orte außerhalb des Strahlenanwendungsraumes, an denen sich längere Zeit nur strahlenexponierte Arbeitskräfte aufhalten können	20 $\mu$ Sv pro Woche <sup>1, 2</sup>
Orte außerhalb des Strahlenanwendungsraumes, an denen sich nicht strahlenexponierte Arbeitskräfte im Rahmen ihrer Arbeit und durch die BewilligungsinhaberIn/innen kontrollierbar aufhalten können	20 $\mu$ Sv pro Woche <sup>2</sup>
Orte außerhalb des Strahlenanwendungsraumes, an denen sich Einzelpersonen der Bevölkerung dauernd oder durch die BewilligungsinhaberIn/innen nicht kontrollierbar aufhalten können	20 $\mu$ Sv pro Woche

<sup>1)</sup> Die zuständige Behörde kann im Einzelfall unter Berücksichtigung des Optimierungsprinzips Ausnahmen davon zulassen.

<sup>2)</sup> Bei Mehrschichtbetrieb sind entsprechend höhere Ortsdosisleistungen zulässig, sofern die Arbeitskräfte sich im Jahresmittel jeweils nur während einer Schicht am betreffenden Ort aufhalten.

**Anlage 8**

Zu § 42

**Angaben zu hoch radioaktiven umschlossenen Quellen**

1. Angaben zur Quelle:
  - Identifizierungsnummer
  - Tätigkeit
2. Angaben zur Bewilligungsinhaberin/zum Bewilligungsinhaber:
  - Name, Adresse und gegebenenfalls Firmenbuchnummer
  - Ansprechperson
  - Angabe, ob es sich um Herstellerin/Hersteller, Lieferantin/Lieferanten oder Nutzerin/Nutzer handelt
3. Angaben zur Bewilligung:
  - ausstellende Behörde
  - Geschäftszahl, Ausstellungsdatum, gegebenenfalls Gültigkeitsdauer
4. Angaben zum Hersteller/zur Herstellerin oder zur Lieferantin/zum Lieferanten oder, sofern die Herstellerin/der Hersteller außerhalb der Europäischen Gemeinschaft niedergelassen ist, zur Importeurin/zum Importeur:
  - Name und Adresse
5. Merkmale der Quelle:
  - Radionuklid und Aktivität samt Referenzzeitpunkt
  - Physikalische und chemische Eigenschaften
  - optionale Angaben: Herstellungsjahr, Quellentyp, Kennung der Kapsel, ISO-Einstufung, ANSI-Einstufung, IAEA-Quellenkategorie, Neutronenquelle: ja/nein, Neutronenquellentarget, Neutronenfluss
6. Angaben zur Nutzung der Quelle:
  - ortsfeste Nutzung, Lagerung oder mobile Nutzung
7. Angaben zum Standort der Quelle, falls abweichend von Z 2:
  - Name und Adresse
  - Ansprechperson
8. Angaben zum Bezug der Quelle:
  - Bezugsdatum
  - bezogen von:
    - o Name und Adresse
    - o Angabe, ob es sich um Herstellerin/Hersteller, Lieferantin/Lieferanten oder Nutzerin/Nutzer handelt
9. Angaben zur Weitergabe der Quelle:
  - Datum der Weitergabe
  - Weitergabe an:
    - o Name und Adresse
    - o Angabe, ob es sich um Herstellerin/Hersteller, Lieferantin/Lieferanten oder Nutzerin/Nutzer handelt
  - Angaben zur Bewilligung der Empfängerin/des Empfängers:
    - o Ausstellende Behörde
    - o Geschäftszahl, Ausstellungsdatum, gegebenenfalls Gültigkeitsdauer
10. Angaben zur operativen Kontrolle der Quelle:
  - Art der Kontrolle
  - Datum
11. allfällige sonstige Angaben zur Quelle:
  - Datum des Verlusts
  - Datum des Diebstahls
  - Datum und Ort des Wiederauffindens

**Anlage 9**

Zu § 47 Abs. 1 und 2

**Arbeitsplatztypen für Tätigkeiten mit offenen radioaktiven Stoffen**

Art der Tätigkeit	Arbeitsplatztype		
	C	B	A
I	--	(1 bis $10^3$ )*FG <sub>i</sub>	> $10^3$ *FG <sub>i</sub>
II	(1 bis $10^1$ )*FG <sub>i</sub>	( $10^1$ bis $10^4$ )*FG <sub>i</sub>	> $10^4$ *FG <sub>i</sub>
III	(1 bis $10^2$ )*FG <sub>i</sub>	( $10^2$ bis $10^5$ )*FG <sub>i</sub>	> $10^5$ *FG <sub>i</sub>
IV	( $10^1$ bis $10^3$ )*FG <sub>i</sub>	( $10^3$ bis $10^6$ )*FG <sub>i</sub>	> $10^6$ *FG <sub>i</sub>
V	( $10^2$ bis $10^4$ )*FG <sub>i</sub>	( $10^4$ bis $10^7$ )*FG <sub>i</sub>	> $10^7$ *FG <sub>i</sub>

FG<sub>i</sub> ist die Freigrenze gemäß **Anlage 1** Abschnitt D Tabelle 1 Spalte 2.

**Art der Tätigkeit:**

- I. Verfahren auf trockenem Wege mit Staubentwicklung
- II. komplexe Verfahren auf nassem Wege, bei denen die Gefahr des Verschüttens von Flüssigkeit besteht; einfache Verfahren auf trockenem Wege und Tätigkeiten mit flüchtigen radioaktiven Verbindungen
- III. gewöhnliche chemische Verfahren
- IV. sehr einfache Verfahren auf nassem Wege
- V. Lagerung

Sollen an einem Arbeitsplatz gleichzeitig mehrere Radionuklide verwendet und/oder mehrere Tätigkeitsarten gemäß obiger Tabelle ausgeübt werden, ist für jedes dieser Radionuklide der Quotient aus der vorgesehenen Maximalaktivität und der für das jeweilige Radionuklid an der vorgesehenen Arbeitsplatztype höchstzulässigen Aktivität für alle vorgesehenen Tätigkeitsarten zu bilden. Übersteigt die Summe aller so gebildeten Quotienten den Wert von eins, sind die Tätigkeiten an der vorgesehenen Arbeitsplatztype nicht zulässig.

**Anlage 10**

Zu § 61 Abs. 1

### **Inhalte des Sicherheitsberichtes für Forschungsreaktoren**

Ein Sicherheitsbericht hat insbesondere zu enthalten:

- allgemeine Beschreibung des Forschungsreaktors
- Aspekte der Anlagenplanung, insbesondere Sicherheitsziele, Sicherheitskonzept und technische Auslegung
- Standortmerkmale, insbesondere im Hinblick auf
  - geografische und topografische Lage
  - meteorologische Faktoren
  - geologische, hydrologische und seismologische Verhältnisse
- aktuelle Beschreibung der Anlage, insbesondere von
  - Gebäudestrukturen und Komponenten
  - Reaktor
  - Kühlsystemen und damit zusammenhängenden Systemen
  - technischen Sicherheitseinrichtungen
  - Regel- und Steuersystemen
  - der elektrischen Energieversorgung
  - Hilfssystemen, einschließlich Brennelementlagerung und -handhabung, Lüftung sowie Brandschutz
- Darstellung der Betriebsführung und Betriebssicherheit, insbesondere
  - Beschreibung der Reaktornutzung
  - Strahlenschutz
  - Beschreibung der Betriebsorganisation
  - Aus- und Fortbildung des Personals
  - Betriebsvorschriften
  - Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen
  - Wiederholungsprüfungen, insbesondere Prüfhandbuch
- Darstellung des Sicherungsstatus
- Sicherheits- und Störfallanalyse, insbesondere
  - Identifikation und Klassifikation von Ereignissen im Sinne von § 48 Abs. 2 StrSchG 2020
  - Abschätzung von Quelltermen
  - Abschätzung der radiologischen Auswirkungen von Ereignissen im Sinne von § 48 Abs. 2 StrSchG 2020 auf Mensch und Umwelt
  - probabilistische Sicherheitsanalyse für Forschungsreaktoren mit einer Leistung größer als ein Megawatt bzw. deterministische Sicherheitsanalyse für Forschungsreaktoren mit einer Leistung kleiner gleich ein Megawatt
  - Beschreibung der Ergebnisse der Analysen basierend auf den Zielen der nuklearen Sicherheit gemäß § 48 Abs. 1 und 2 StrSchG 2020 und den Anforderungen an die Auslegung
- Überblick über den aktuellen Stand des Stilllegungskonzeptes
- Überblick über die Notfallvorsorge, insbesondere die anlageninterne

**Anlage 11**

Zu den §§ 61 Abs. 3, 70 Abs. 3 und 78 Abs. 3

**Inhalte von Notfallplänen**

Notfallpläne haben insbesondere zu enthalten:

- Beschreibung der Tätigkeit, der Strahlenquelle (gegebenenfalls samt planmäßiger Darstellung) sowie der Sicherheitsvorkehrungen
- Beschreibung der entsprechend den Ergebnissen der Sicherheitsanalyse möglichen radiologischen Notfälle, einschließlich der Kriterien für das Eintreten und das Ende eines radiologischen Notfalls
- Angabe der Personen, denen das Erklären des Eintretens bzw. des Endens eines radiologischen Notfalls obliegt
- Angabe der Personen, denen bei radiologischen Notfällen eine Rolle zukommt, und deren Zuständigkeiten
- Festlegung hinsichtlich externer Hilfeleistung bei einem radiologischen Notfall, sofern eine solche für die Durchführung von Schutz- und Sicherungsmaßnahmen erforderlich ist
- Angaben zum Aufbewahrungsort von Ausrüstungen, Vorrichtungen und Geräten, die bei einem radiologischen Notfall von Bedeutung sind
- Festlegungen hinsichtlich Meldewegen, Meldepflichten und Abläufen bei einem radiologischen Notfall, insbesondere hinsichtlich Alarmierung der zuständigen Personen, Einsatzorganisationen und Behörden
- Kontaktdaten von zuständigen Personen, Einsatzorganisationen und Behörden
- Festlegungen hinsichtlich der Informationen für Einsatz- und Notfalleinsatzkräfte sowie für Behörden, die diese zur Bewältigung ihrer Aufgaben bei einem radiologischen Notfall benötigen
- Vorkehrungen und Festlegungen zur Abschätzung der Folgen von radiologischen Notfällen
- Maßnahmen zur Verringerung der Folgen eines radiologischen Notfalls; bei möglichen Freisetzungen radioaktiver Stoffe insbesondere Maßnahmen zur Verhinderung bzw. Begrenzung solcher Freisetzungen
- Schutzmaßnahmen für die Arbeitskräfte und erforderlichenfalls die Bevölkerung für die verschiedenen möglichen radiologischen Notfälle
- Liste von Ärztinnen/Ärzten und Krankenanstalten, die hinsichtlich der medizinischen Versorgung von exponierten Personen und Personen, die radioaktive Stoffe inkorporiert haben, kontaktiert werden können
- Festlegungen hinsichtlich der Information der Öffentlichkeit bei einem radiologischen Notfall
- Festlegungen hinsichtlich der Beseitigung von radioaktiven Materialien aus einem radiologischen Notfall
- Festlegungen hinsichtlich der Dokumentation von radiologischen Notfällen
- Festlegung hinsichtlich der regelmäßigen Überprüfung der Funktionstüchtigkeit von Ausrüstungen, Vorrichtungen und Geräten, die bei einem radiologischen Notfall von Bedeutung sind (persönliche und sonstige Schutzausrüstung, Messgeräte, gegebenenfalls Sicherheitsvorrichtungen an den Strahlenquellen etc.)
- Festlegungen hinsichtlich der regelmäßigen Unterweisung von Personen, denen bei radiologischen Notfällen eine Rolle zukommt
- Festlegungen hinsichtlich Notfallübungen
- Festlegung hinsichtlich Aktualisierung des Notfallplans

Notfallpläne für kerntechnische Anlagen und Entsorgungsanlagen haben zusätzlich zu umfassen:

- Festlegungen hinsichtlich Erkennen und Klassifikation von radiologischen Notfällen
- Festlegungen hinsichtlich der Bewertung des Zustandes der Anlage bei einem radiologischen Notfall

**Anlage 12**

Zu § 62 Abs. 1

**Thematische Bereiche einer periodischen Sicherheitsüberprüfung von Forschungsreaktoren**

Thematische Bereiche einer periodischen Sicherheitsüberprüfung von Forschungsreaktoren:

- Auslegung des Forschungsreaktors
- aktueller Zustand sowie relevante Änderungen seit der letzten periodischen Sicherheitsüberprüfung der sicherheitsrelevanten Systeme, Gebäudestrukturen und Komponenten, insbesondere:
  - Forschungsreaktor (Reaktorgebäude, Reaktorinstrumentierung, Reaktorkern, Absorberstäbe und deren Antriebe, Druckluftanlage, Reaktortank und Reaktortankeinbauten, Abschirmbeton, Brennelementgreifer, Brennelement-Transportbehälter)
  - wasserführende Systeme (Reinigungskreislauf, Primärkreislauf, Sekundärkreislauf mit Windkessel)
  - Experimentiereinrichtungen
  - Notstromversorgung
  - technische Sicherheitseinrichtungen
- Darstellung des Sicherungsstatus
- Qualitätszustand der Systeme, Gebäudestrukturen und Komponenten, insbesondere unter Berücksichtigung der
  - Ergebnisse der Wiederholungsprüfungen und
  - Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen
- Alterungsprozesse im Forschungsreaktor sowie Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen
- Sicherheits- und Störfallanalyse aus dem Sicherheitsbericht
- Betriebssicherheit
  - Darlegung und Auswertung anhand von Sicherheitsindikatoren
  - Erfahrungsrückfluss aus dem Betrieb des Forschungsreaktors, insbesondere durch Bewertung der meldepflichtigen und anderen relevanten Ereignisse
- Betriebserfahrung bei vergleichbaren Forschungsreaktoren
- Organisation, Managementsystem, Sicherheitskultur, insbesondere
  - Zweckmäßigkeit des Managementsystems
  - Maßnahmen zur kontinuierlichen Verbesserung der nuklearen Sicherheit und Sicherheitskultur seit der letzten periodischen Sicherheitsüberprüfung
- sicherheitsrelevante Bereiche der Betriebsvorschriften
- menschliche Einflussfaktoren auf die nukleare Sicherheit
- anlageninternes Notfallmanagement
  - Darlegung von Notfallorganisation, Notfalleinweisung und Notfallübungen
- radiologische Auswirkungen auf die Umgebung
  - Maßnahmen zur Überwachung der Umwelt
  - Maßnahmen zur Begrenzung der radiologischen Auswirkungen
- Auflagen der zuständigen Behörde aufgrund der letzten periodischen Sicherheitsüberprüfung

## **Anlage 13**

zu § 63 Abs. 1 Z 2, Abs. 3 Z 2 und Abs. 5

### **Ausbildung im Bereich nukleare Sicherheit**

Inhalte:

- Grundlagen der Kernphysik, einschließlich der Physik ionisierender Strahlung
- Reaktorphysik
- Energiefreisetzung und Thermohydraulik
- Grundlagen der Reaktortechnik und Reaktorsicherheit
- Strahlenschutz (insbesondere anlageninterne Notfallplanung)
- nationale und internationale Rechtsvorschriften auf dem Gebiet des Strahlenschutzes und der nuklearen Sicherheit
- Reaktorwarte und deren technische Ausstattung
- Anlagenbetrieb und -bedienung
- Zugangskontrolle
- Brandschutz

Ausmaß: Für Personen mit abgeschlossener Ausbildung an einer Universität oder Fachhochschule 80 Stunden, für Personen mit Abschluss einer berufsbildenden höheren Schule 120 Stunden.

**Anlage 14**

Zu den §§ 65 Abs. 1 und 73 Abs. 1

### **Inhalte von Stilllegungskonzepten**

#### **A. Inhalte des Stilllegungskonzeptes für Forschungsreaktoren**

Ein Stilllegungskonzept hat insbesondere zu enthalten:

- Beschreibung des Forschungsreaktors, des Standortes und der Umgebung
- Beschreibung der Betriebsgeschichte, soweit sie für die Stilllegung relevant ist
- Beschreibung der Stilllegungsmaßnahmen, insbesondere der Sicherheitsvorkehrungen und Sicherungsmaßnahmen während der Stilllegung
- Beschreibung des Stilllegungsverfahrens, insbesondere der geplanten Stilllegungs- und Abbautechniken
- Abschätzung der zu erwartenden aktivierten und kontaminierten Anlagenteile
- Beschreibung der zu erwartenden radioaktiven Abfälle, insbesondere hinsichtlich Art und Menge, enthaltener Radionuklide und Aktivitätskonzentrationen sowie vorgesehener Beseitigung und temporärer Lagerung
- Beschreibung der radioaktiven Materialien, die freigegeben werden können
- Beschreibung allfälliger Ableitungen im Rahmen der Stilllegung
- Programm zur Umgebungsüberwachung während der Stilllegung
- Strahlenschutzmaßnahmen während der Stilllegung
- innerbetriebliche Organisation für die Stilllegung
- vorgesehene Berichterstattung an die zuständige Behörde
- Dosisleistungs- und Kontaminationsatlas

Nach Aufnahme des Betriebes des Forschungsreaktors ist das Stilllegungskonzept um einen Dosisleistungs- und Kontaminationsatlas zu erweitern, der in angemessenen Zeitabständen zu aktualisieren ist.

#### **B. Inhalte des Stilllegungskonzeptes für Entsorgungsanlagen**

Ein Stilllegungskonzept hat insbesondere zu enthalten:

- Beschreibung der Entsorgungsanlage, des Standortes und der Umgebung sowie der Betriebsgeschichte, soweit sie für die Stilllegung relevant ist
- Beschreibung der Stilllegungsmaßnahmen, insbesondere der Sicherheitsvorkehrungen und Sicherungsmaßnahmen während der Stilllegung
- Beschreibung des Stilllegungsverfahrens, insbesondere der geplanten Stilllegungs- und Abbautechniken
- Abschätzung des zu erwartenden kontaminierten Anlagenteile
- Beschreibung der zu erwartenden radioaktiven Abfälle, insbesondere hinsichtlich Art und Menge, enthaltener Radionuklide und Aktivitätskonzentrationen sowie vorgesehener Beseitigung und temporärer Lagerung
- Beschreibung der radioaktiven Materialien, die freigegeben werden können
- Beschreibung allfälliger Ableitungen im Rahmen der Stilllegung
- Programm zur Umgebungsüberwachung während der Stilllegung
- Strahlenschutzmaßnahmen während der Stilllegung
- innerbetriebliche Organisation für die Stilllegung
- vorgesehene Berichterstattung an die zuständige Behörde



**Anlage 15**

Zu § 70 Abs. 1

### **Inhalte des Sicherheitsberichtes für Entsorgungsanlagen**

Ein Sicherheitsbericht hat insbesondere zu enthalten:

- allgemeine Beschreibung der Entsorgungsanlage
- Aspekte der Anlagenplanung, insbesondere hinsichtlich technische Auslegung und Sicherheit
- Standortmerkmale, im Hinblick auf
  - geografische, topografische und demografische Daten
  - meteorologische Faktoren
  - geologische, hydrologische und seismologische Verhältnisse
- aktuelle Beschreibung der Entsorgungsanlage und ihrer Einrichtungen
  - Gebäudestrukturen und Komponenten
  - technische Sicherheitseinrichtungen
  - elektrische Energieversorgung
  - Hilfssysteme, einschließlich Lüftung sowie Brandschutz
  - aktuelle Beschreibung der Handhabungs- und Lageraktivitäten
- Darstellung des Betriebes und der Betriebssicherheit
  - Beschreibung der betrieblichen Abläufe
  - Strahlenschutz
  - Beschreibung der Betriebsorganisation und des integrierten Managementsystems
  - Maßnahmen zur kontinuierlichen Verbesserung der Sicherheit und Sicherheitskultur
  - Aus- und Fortbildung des Personals und der Strahlenschutzbeauftragten
  - Betriebsvorschriften insbesondere für sicherheitsrelevante Arbeitsvorgänge
  - Wartungs- und instandhaltungsmaßnahmen
  - Wiederholungsprüfungen
  - Beschreibung der Vorkehrung zur Minimierung der betrieblich erzeugten Abfälle
  - Beschreibung der Inbetriebnahme, Bewertung der dabei festgestellten Abweichungen einschließlich der Gründe für Abweichungen
  - Definition eines angemessenen Programms für den kontinuierlichen Nachweis, dass die Abfallgebinde langfristig den festgelegten Lagerbedingungen unter den entsprechenden Umgebungsbedingungen im Lager entsprechen
- Überblick über den aktuellen Stand des Stilllegungskonzeptes
- Darstellung des Sicherungsstatus der Entsorgungsanlage
  - Darstellung technischer und organisatorischer Vorkehrungen
- Darstellung der Ergebnisse der Sicherheits-/Störfallanalyse, unter Berücksichtigung der IAEA Safety Standards WS-G-2.5: Predisposal Management of Low and Intermediate Level Radioactive Waste, Vienna 2003, insbesondere
  - zugrunde gelegtes Störfallspektrum
  - Abschätzungen von ereignisbedingten Freisetzungen radioaktiver Stoffe
  - Abschätzungen der radiologischen Auswirkungen von strahlenschutzrelevanten Ereignissen auf Mensch und Umwelt
  - Nachweis der Einhaltung der Sicherheitskriterien und radiologischen Grenzwerte
- Überblick über die Notfallvorsorge, insbesondere die anlageninterne, einschließlich Notfallplan
- Sicherheitstechnische Bewertung zum Nachweis der Erfüllung aller sicherheitstechnischen Voraussetzungen sowie der behördlichen Anforderungen durch:
  - Ermittlung von Situationen, in denen es zu potenziellen Expositionen oder unfallbedingten und unbeabsichtigten Expositionen kommen könnte
  - Abschätzung der Wahrscheinlichkeit und Größenordnung potenzieller Expositionen, sofern möglich
  - Bewertung der Qualität und des Umfangs von Schutz- und Sicherheitsvorkehrungen, einschließlich technischer Merkmale und administrativer Maßnahmen

- Festlegung der Begrenzungen und Bedingungen für die Tätigkeit

## **Anlage 16**

Zu den §§ 71 Abs. 1 Z 2 und Abs. 2, 81 Abs. 2 und 82 Abs. 1 Z 4

### **Ausbildung für Tätigkeiten in Entsorgungsanlagen**

Inhalte:

- nationale und internationale Rechtsvorschriften sowie sonstige Regelwerke auf dem Gebiet der Entsorgung von radioaktiven Abfällen
- Konditioniertätigkeiten und -anlagen
- Innerbetrieblicher Transport und Handhabung von Abfallgebinden
- Pufferlagerung von radioaktiven Abfällen
- Einlagerungstätigkeiten in das Zwischenlager
- periodische Kontrollen des Zwischenlagers
- Strahlen- und Emissionsüberwachung
- Messtechnik
- Brandschutz
- Notfallvorsorge
- Zugangskontrollen
- Qualitätsmanagement auf dem Gebiet der Entsorgung von radioaktiven Abfällen

Ausmaß: mindestens 40 Stunden

**Anlage 17**

Zu § 78 Abs. 1

**Thematische Bereiche von Sicherheitsanalysen für Tätigkeiten****Ermittlung von Situationen, in denen es zu potenziellen Expositionen oder unfallbedingten und unbeabsichtigten Expositionen kommen könnte**

- Angaben zur beantragten Tätigkeit
- Darstellung sicherheitsrelevanter Ereignisse (Störfallanalyse), einschließlich Transportunfälle und Brand

**Abschätzung der Wahrscheinlichkeit und Größenordnung potenzieller Expositionen, sofern möglich**

- Abschätzung möglicher radiologischer Auswirkungen und Maßnahmen zur Verminderung entsprechend dem Notfallplan

**Bewertung der Qualität und des Umfangs von Schutz- und Sicherheitsvorkehrungen, einschließlich technischer Merkmale und administrativer Vorkehrungen**

- Beschreibung der Maßnahmen zum Schutz von Arbeitskräften und Einzelpersonen der Bevölkerung
- Beschreibung der technischen Sicherheitsvorkehrungen, insbesondere in folgenden Bereichen:
  - Transportsicherheit, insbesondere bei mobilen radioaktiven Quellen
  - technische Sicherheitseinrichtungen
  - sicherheitsrelevantes Zubehör
- Beschreibung technischer und organisatorischer Vorkehrungen zur Sicherung der radioaktiven Quellen, Schutz vor missbräuchlicher Verwendung bzw. Abhandenkommen und vor dem Zugriff Unbefugter
- Beschreibung der administrativen Sicherheitsvorkehrungen, insbesondere personenbezogene Maßnahmen wie Betriebsvorschriften, Verhaltens- und Arbeitsanweisungen
- Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen (regelmäßige Überprüfung sicherheitsrelevanter Einrichtungen, Gerätewartung)

**Festlegung der Begrenzungen und Bedingungen für die Tätigkeit**

- wesentliche Angaben aus den Bedienungsanleitungen
- weitere Begrenzungen und Bedingungen, insbesondere Angaben zu den behördlichen Festlegungen

**Anlage 18**

Zu den §§ 79 Abs. 1 Z 4, 80 Abs. 1 Z 4, Abs. 4 und 5, 81 Abs. 1 Z 2 und 82 Abs. 1

### **Strahlenschutzausbildungen**

#### **A. Strahlenschutzausbildung gemäß § 79 für medizinische Expositionen**

1. Grundausbildung im Ausmaß von mindestens 25 Stunden, davon vier Stunden Übungen:
  - Grundlagen der Kernphysik
  - Physik der ionisierenden Strahlung
  - Strahlenquellen
  - Grundlagen der Strahlenbiologie
  - Strahlenschäden, einschließlich Vorbeugung und Erkennung
  - Dosimetrie
  - Grundlagen des Strahlenschutzes
  - Rechtsvorschriften auf dem Gebiet des Strahlenschutzes
  - Messgeräte
  - Ärztliche Untersuchungen und Dosisermittlung gemäß Strahlenschutzrecht
  - Strahlenunfälle, Erste Hilfe
  - Übungen: Handhabung von Geräten zur Personen- und Ortsdosisermittlung

Die erfolgreiche Absolvierung der Grundausbildung ist Voraussetzung für eine spezielle Ausbildung nach Z 2, 3 oder 4.

2. Spezielle Ausbildung hinsichtlich diagnostischer und interventionsradiologischer Verfahren mit Röntgenstrahlung im Ausmaß von mindestens 14 Stunden, davon drei Stunden Übungen:
  - Röntgeneinrichtungen für Diagnostik und interventionelle Radiologie
  - Strahlenexposition von strahlenexponierten Arbeitskräften, Patientinnen/Patienten und sonstigen Personen; Ermittlung der Strahlenexposition
  - Schutzmaßnahmen für strahlenexponierte Arbeitskräfte, Patientinnen/Patienten und sonstige Personen
  - Diagnostische Referenzwerte
  - Qualitätssicherungsmaßnahmen
  - Übungen: Schutzmaßnahmen beim Betrieb von Röntgeneinrichtungen für Diagnostik und interventionelle Radiologie, Qualitätsprüfungen
3. Spezielle Ausbildung hinsichtlich diagnostischer und therapeutischer Verfahren mit offenen radioaktiven Stoffen im Ausmaß von mindestens 14 Stunden, davon vier Stunden Übungen:
  - Einrichtungen für Tätigkeiten mit offenen radioaktiven Stoffen
  - Strahlenexposition von strahlenexponierten Arbeitskräften, Patientinnen/Patienten und sonstigen Personen; Ermittlung der Strahlenexposition
  - Schutzmaßnahmen für strahlenexponierte Arbeitskräfte, Patientinnen/Patienten und sonstige Personen
  - Kontamination und Dekontaminierungsmaßnahmen
  - Rechtliche Bestimmungen für die Freigabe und Ableitung von offenen radioaktiven Stoffen sowie für radioaktive Abfälle
  - Strahlenunfälle durch äußere Kontamination und Inkorporation, Erste Hilfe
  - Ganzkörpermessungen und Ausscheidungsanalysen
  - Diagnostische Referenzwerte
  - Qualitätssicherungsmaßnahmen
  - Übungen: Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit offenen radioaktiven Stoffen, Nachweis von Kontamination, Dekontaminierung, Qualitätsprüfungen
4. Spezielle Ausbildung hinsichtlich therapeutischer Verfahren mit ionisierender Strahlung, ausgenommen jener mit offenen radioaktiven Stoffen, im Ausmaß von mindestens zwölf Stunden, davon vier Stunden Übungen:

- Röntgeneinrichtungen für Therapie
- Sonstige Strahlengeneratoren für Therapie
- Umschlossene radioaktive Quellen für Therapie
- Kalibrierung von Strahlenquellen
- Strahlenexposition von strahlenexponierten Arbeitskräften, Patientinnen/Patienten und sonstigen Personen; Ermittlung der Strahlenexposition
- Schutzmaßnahmen für strahlenexponierte Arbeitskräfte, Patientinnen/Patienten und sonstige Personen
- Qualitätssicherungsmaßnahmen
- Übungen: Schutzmaßnahmen beim Betrieb von Röntgeneinrichtungen und sonstigen Strahlengeneratoren für Therapie sowie bei Tätigkeiten mit umschlossenen radioaktiven Quellen, Prüfung von umschlossenen radioaktiven Quellen auf Dichtheit, Qualitätsprüfungen

## **B. Strahlenschutz Ausbildung gemäß § 79 für die Veterinärmedizin**

### 1. Grundausbildung im Ausmaß von mindestens 22 Stunden, davon vier Stunden Übungen:

- Grundlagen der Kernphysik
- Physik der ionisierenden Strahlung
- Strahlenquellen
- Grundlagen der Strahlenbiologie
- Strahlenschäden, einschließlich Vorbeugung und Erkennung
- Dosimetrie
- Grundlagen des Strahlenschutzes
- Rechtsvorschriften auf dem Gebiet des Strahlenschutzes
- Messgeräte
- Ärztliche Untersuchungen und Dosisermittlung gemäß Strahlenschutzrecht
- Strahlenunfälle, Erste Hilfe
- Übungen: Handhabung von Geräten zur Personen- und Ortsdosisermittlung

Die erfolgreiche Absolvierung der Grundausbildung ist Voraussetzung für eine spezielle Ausbildung nach Z 2, 3 oder 4.

### 2. Spezielle Ausbildung hinsichtlich diagnostischer und interventionsradiologischer Verfahren mit Röntgenstrahlung im Ausmaß von mindestens zwölf Stunden, davon zwei Stunden Übungen:

- Röntgeneinrichtungen für Diagnostik und interventionelle Radiologie
- Strahlenexposition von strahlenexponierten Arbeitskräften und sonstigen Personen; Ermittlung der Strahlenexposition
- Schutzmaßnahmen für strahlenexponierte Arbeitskräfte und sonstige Personen
- Übungen: Schutzmaßnahmen beim Betrieb von Röntgeneinrichtungen für Diagnostik und interventionelle Radiologie

### 3. Spezielle Ausbildung hinsichtlich diagnostischer und therapeutischer Verfahren mit offenen radioaktiven Stoffen im Ausmaß von mindestens zwölf Stunden, davon zwei Stunden Übungen:

- Einrichtungen für Tätigkeiten mit offenen radioaktiven Stoffen
- Strahlenexposition von strahlenexponierten Arbeitskräften und sonstigen Personen; Ermittlung der Strahlenexposition
- Schutzmaßnahmen für strahlenexponierte Arbeitskräfte und sonstige Personen
- Kontamination und Dekontaminierungsmaßnahmen
- Rechtliche Bestimmungen für die Freigabe und Ableitung von offenen radioaktiven Stoffen sowie für radioaktive Abfälle
- Strahlenunfälle durch äußere Kontamination und Inkorporation, Erste Hilfe
- Ganzkörpermessungen und Ausscheidungsanalysen
- Qualitätssicherungsmaßnahmen
- Übungen: Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit offenen radioaktiven Stoffen, Nachweis von Kontamination, Dekontaminierung

4. Spezielle Ausbildung hinsichtlich therapeutischer Verfahren mit ionisierender Strahlung, ausgenommen jener mit offenen radioaktiven Stoffen, im Ausmaß von mindestens zwölf Stunden, davon zwei Stunden Übungen:
- Röntgeneinrichtungen für Therapie
  - Sonstige Strahlengeneratoren für Therapie
  - Umschlossene radioaktive Quellen für Therapie
  - Kalibrierung von Strahlenquellen
  - Strahlenexposition von strahlenexponierten Arbeitskräften und sonstigen Personen; Ermittlung der Strahlenexposition
  - Schutzmaßnahmen für strahlenexponierte Arbeitskräfte und sonstige Personen
  - Übungen: Schutzmaßnahmen beim Betrieb von Röntgeneinrichtungen und sonstigen Strahlengeneratoren für Therapie sowie bei Tätigkeiten mit umschlossenen radioaktiven Quellen, Prüfung von umschlossenen radioaktiven Quellen auf Dichtheit

**C. Strahlenschutz Ausbildung gemäß § 80 sowie Strahlenschutz Ausbildung gemäß § 81 für Strahlenschutzbeauftragte in Entsorgungsanlagen**

1. Grundausbildung im Ausmaß von mindestens 18 Stunden, davon vier Stunden Übungen:
- Grundlagen der Kernphysik
  - Physik der ionisierenden Strahlung
  - Strahlenquellen
  - Strahlenschäden, einschließlich Vorbeugung und Erkennung
  - Dosimetrie
  - Grundlagen des Strahlenschutzes
  - Rechtsvorschriften auf dem Gebiet des Strahlenschutzes
  - Messgeräte
  - Ärztliche Untersuchungen und Dosisermittlung gemäß Strahlenschutzrecht
  - Strahlenunfälle, Erste Hilfe
  - Übungen: Handhabung von Geräten zur Personen- und Ortsdosierermittlung

Die erfolgreiche Absolvierung der Grundausbildung ist Voraussetzung für eine spezielle Ausbildung nach Z 2 oder 3.

2. Spezielle Ausbildung hinsichtlich Tätigkeiten mit Strahlengeneratoren und umschlossenen radioaktiven Quellen im Ausmaß von mindestens 15 Stunden, davon drei Stunden Übungen:
- Einrichtungen für die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung/Materialanalyse
  - Messeinrichtungen für Dicke, Dichte und Flächengewicht
  - Füllstandsanzeiger
  - Elektronenstrahl-Schweißgeräte und -Verdampfer
  - Sonstige Strahlenquellen
  - Strahlenexposition von strahlenexponierten Arbeitskräften und sonstigen Personen; Ermittlung der Strahlenexposition
  - Schutzmaßnahmen für strahlenexponierte Arbeitskräfte und sonstige Personen
  - Qualitätssicherungsmaßnahmen
  - Übungen: Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Strahlengeneratoren und umschlossenen radioaktiven Quellen, Qualitätskontrolle
3. Spezielle Ausbildung hinsichtlich Tätigkeiten mit offenen radioaktiven Stoffen im Ausmaß von mindestens 16 Stunden, davon fünf Stunden Übungen:
- Anwendung von offenen radioaktiven Stoffen
  - Strahlenexposition von strahlenexponierten Arbeitskräften und sonstigen Personen; Ermittlung der Strahlenexposition
  - Schutzmaßnahmen für strahlenexponierte Arbeitskräfte und sonstige Personen
  - Kontamination und Dekontaminierungsmaßnahmen
  - Rechtliche Bestimmungen für die Freigabe und Ableitung von offenen radioaktiven Stoffen sowie für radioaktive Abfälle

- Strahlenunfälle durch äußere Kontamination und Inkorporation, Erste Hilfe
  - Ganzkörpermessungen und Ausscheidungsanalysen
  - Qualitätssicherungsmaßnahmen
  - Übungen: Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit offenen radioaktiven Stoffen, Nachweis von Kontaminationen, Dekontaminierung, Qualitätskontrolle
4. Spezielle Ausbildung hinsichtlich Tätigkeiten mit natürlich vorkommenden radioaktiven Materialien im Ausmaß von mindestens 15 Stunden, davon fünf Stunden Übungen:
- Grundlagen des Strahlenschutzes
  - Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit natürlich vorkommenden radioaktiven Materialien
  - Rechtsvorschriften für natürlich vorkommende radioaktive Materialien
  - Vorkommen und Verwendung von natürlichen Strahlenquellen (zumindest Uran, Thorium, Radon und Radium)
  - Messgeräte
  - Bewertung von Grenzwerten
  - Klassifizierung von natürlich vorkommenden radioaktiven Materialien in Bezug auf die Freigabefähigkeit (eingeschränkt, uneingeschränkt)
  - Überblick über Deponien, die zur Einlagerung von natürlich vorkommenden radioaktiven Materialien geeignet sind (Deponieparameter)
  - Übungen: Dosisleistungsmessung, Messung der Aktivitätskonzentration, Dosisermittlung
5. Hinsichtlich Tätigkeiten mit hoch radioaktiven umschlossenen Quellen ergänzend zur speziellen Ausbildung gemäß Z 2 eine zusätzliche Ausbildung im Ausmaß von mindestens acht Stunden, davon zwei Stunden Übungen:
- Einsatzbereiche von hoch radioaktiven umschlossenen Quellen
  - Dosisermittlung
  - Risikobetrachtungen
  - Maßnahmen bei Störfällen
  - Übungen: Rechenübungen

#### **D. Strahlenschutz Ausbildung gemäß § 81 für Strahlenschutzbeauftragte in Forschungsreaktoren**

Ausbildung für Personen mit erfolgreich abgeschlossener Hochschulausbildung im Ausmaß von mindestens 60 Stunden, für Personen mit erfolgreichem Abschluss einer berufsbildenden höheren Schule im Ausmaß von mindestens 120 Stunden:

- Grundlagen der Kernphysik
- Physik der ionisierenden Strahlung
- Grundlagen des Strahlenschutzes
- Grundlagen der Strahlenbiologie
- Dosimetrie
- Reaktorphysik
- Grundlagen der Reaktortechnik und Reaktorsicherheit
- Tätigkeiten mit radioaktiven Quellen
- Rechtliche Bestimmungen für die Freigabe und Ableitung sowie für radioaktive Abfälle
- Nationale und internationale Rechtsvorschriften auf dem Gebiet des Strahlenschutzes und der nuklearen Sicherheit
- Messgeräte
- Strahlen- und Emissionsüberwachung
- Brandschutz
- Notfallvorsorge (insbesondere anlageninterne)
- Zugangskontrollen



**Anlage 19**

Zu den §§ 92 Abs. 5, 94 Abs. 1, 97 Abs. 2 und 102 Abs. 1 Z 2

### **Angaben zur Dosisermittlung und zu den ärztlichen Untersuchungen**

#### **A. Angaben zur überwachten bzw. untersuchten Person sowie zur die Dosisermittlung beauftragenden Person**

Zur überwachten bzw. untersuchten Person:

- Name, Vorname, frühere Namen, Titel
- Sozialversicherungsnummer (falls eine solche nicht vorliegt: Geburtsort und -datum)
- Geschlecht, Staatsangehörigkeit
- Beschäftigungsverhältnis, Unfallversicherungsträger
- Kategorie A / B / keine
- Angaben zur Expositionssituation gemäß nachstehender Tabelle

<b>Nuklearmaterial und radioaktiver Abfall</b> Kernmaterial Kernanlagen Dekommissionierung Entsorgungsanlagen Transport im Bereich von Kernanlagen Nuklearmaterial – Sonstiges	<b>Industrie</b> Industrielle Radiografie – stationär Industrielle Radiografie – mobil Röntgenfluoreszenz Industrielle Sonden Transport von radioaktivem Material Radionuklidherstellung Industrielle Bestrahlung Elektronenstrahlschweißen Sonstige industrielle Tätigkeiten
<b>Militär</b> Militärischer Bereich	<b>Natürliche Strahlung</b> Luft- und Raumfahrt Tätigkeiten mit natürlich vorkommenden radioaktiven Materialien Arbeitsplätze in Radonschutzgebieten Sonstige Arbeitsplätze mit Radonexpositionen
<b>Medizin</b> Röntgendiagnostik Interventionelle Radiologie Strahlentherapie Zahnrontgen Nuklearmedizin Veterinärmedizin Sonstige medizinische Tätigkeiten	<b>Sonstige</b> Notfallexpositionen Sonstige hier nicht aufgeführte Expositionen bzw. Tätigkeiten
<b>Forschung und Ausbildung</b> Medizinische und pharmazeutische Forschung Nukleare Forschung Sonstige Forschungszweige und Ausbildung	<b>Sonstige</b> Notfallexpositionen Sonstige hier nicht aufgeführte Expositionen bzw. Tätigkeiten

Zur die Dosisermittlung beauftragenden Person:

- Name und Adresse

#### **B. Angaben zur ärztlichen Untersuchung**

- gesundheitliche Beurteilung, Datum der Untersuchung
- Art der Untersuchung (Eignungs-, Kontroll- oder Sofortuntersuchung)

#### **C. Angaben zur Inkorporationsüberwachung**

- Art der Tätigkeit, verwendete Radionuklide, physikalische und chemische Eigenschaften
- gegebenenfalls Datum, Ergebnis und Dosismessstelle vorangegangener Inkorporationsüberwachungen

#### **D. Angaben zur Dosisermittlung**

- durchführende Dosismessstelle
- ermittelte Dosis, Ermittlungszeitraum, Datum der Ermittlung
- im Fall einer Inkorporationsüberwachung: Messverfahren, festgestellte Radionuklide, Aktivitäten

**Anlage 20**

Zu § 96 Abs. 1 und 2

**Ausbildung für Ärztinnen/Ärzte zur Durchführung von ärztlichen Untersuchungen**

Ausmaß: mindestens 40 Stunden

- Physikalische Grundlagen
- Strahlenbiologie
- Verfahren zur Dosisermittlung
  - o Externe Dosis
  - o Interne Exposition
  - o Dosimetrie offener radioaktiver Stoffe, einschließlich Einfluss physiologischer und pathologischer Organfunktionen
  - o Biologische und biochemische Dosimetrie
  - o Kontaminationsmessung
  - o Sonstige Verfahren
- Stochastische Strahlenwirkungen
- Deterministische Strahlenwirkungen (Gewebeaktionen)
  - o Pathologie, Klinik, Diagnose und Therapie von Ganzkörper-, Teilkörper-, Organ- und Gewebeexpositionen
  - o Behandlungseinrichtungen – national und international
- Strahlenwirkungen durch pränatale Expositionen
- Krankheiten mit erhöhtem Strahlenrisiko
- Expositionen strahlenexponierter Arbeitskräfte
  - o Externe Exposition
  - o Interne Exposition
- Strahlenunfälle – Erfahrungen, Szenarien, Vorgangsweise
  - o Externe Exposition
  - o Interne Exposition und Kontaminationen, einschließlich Strahlenschutzapotheke, Antidota, Dekorporation und Dekontaminierung
  - o Großräumige Kontaminationen
- Strahlenschutzrechtliche Grundlagen für ermächtigte Ärztinnen/Ärzte
- Praktische Durchführung der ärztlichen Untersuchungen
- Literaturübersicht

## Anlage 21

Zu den §§ 98 Abs. 5, 99 Abs. 5 und 127 Abs. 13 und 14

### Begriffsbestimmungen, Strahlungs- und Gewebewichtungsfaktoren, operationelle Größen und Festlegungen zur Dosisermittlung

#### A. Begriffsbestimmungen

**Aktivität  $A$ :** die Aktivität einer Menge eines Radionuklids in einem bestimmten Energiezustand zu einer gegebenen Zeit. Es handelt sich um den Quotienten aus  $dN$  und  $dt$ ; dabei ist  $dN$  der Erwartungswert der Anzahl der Kernübergänge aus diesem Energiezustand im Zeitintervall  $dt$ :

$$A = \frac{dN}{dt}$$

Die Einheit der Aktivität ist das Becquerel (Bq), wobei ein Becquerel einem Kernzerfall pro Sekunde entspricht.

**Energiedosis  $D$ :** die pro Masseneinheit absorbierte Energie.

$$D = \frac{d\bar{\epsilon}}{dm}$$

Dabei ist  $d\bar{\epsilon}$  die mittlere Energie, die durch die ionisierende Strahlung auf die Materie in einem Volumenelement übertragen wird und  $dm$  ist die Masse der Materie in diesem Volumenelement.

Die Einheit der Energiedosis ist das Gray (Gy), wobei ein Gray einem Joule pro Kilogramm entspricht.

**Organ-Äquivalentdosis  $H_T$ :** aufgenommene Energiedosis im Gewebe oder Organ T, gewichtet nach Art und Qualität der Strahlung R. Sie wird ausgedrückt durch:

$$H_{T,R} = w_R \cdot D_{T,R}$$

Dabei ist  $D_{T,R}$  die über ein Gewebe oder ein Organ T gemittelte Energiedosis durch die Strahlungsart R und  $w_R$  der Strahlungswichtungsfaktor. Die Einheit der Organ-Äquivalentdosis ist das Sievert (Sv).

Setzt sich das Strahlungsfeld aus Arten und Energien mit unterschiedlichen Werten von  $w_R$  zusammen, so gilt für die gesamte Organ-Äquivalentdosis  $H_T$ :

$$H_T = \sum_R w_R \cdot D_{T,R}$$

Die  $w_R$ -Werte sind in Abschnitt B angegeben.

Die Einheit der Organ-Äquivalentdosis ist das Sievert (Sv).

**Folge-Organ-Äquivalentdosis  $H_T(\tau)$ :** Zeitintegral ( $t$ ) der Organ-Äquivalentdosisleistung (im Gewebe oder Organ T), die eine Einzelperson aufgrund einer Aktivitätszufuhr zum Zeitpunkt  $t_0$  erhält:

$$H_T(\tau) = \int_{t_0}^{t_0+\tau} \dot{H}_T(t) dt$$

Dabei ist  $\dot{H}_T(t)$  die entsprechende Organ-Äquivalentdosisleistung (im Organ oder Gewebe T) zum Zeitpunkt  $t$  und  $\tau$  ist der Zeitraum, über den die Integration erfolgt.

Bei der Angabe von  $H_T(\tau)$  ist  $\tau$  die Zahl der Jahre, über die die Integration erfolgt. Für die Zwecke der Einhaltung der in dieser Verordnung festgelegten Dosisgrenzwerte ist  $\tau$  für Erwachsene ein Zeitraum von 50 Jahren und für Säuglinge und Kinder ein Zeitraum bis zum Alter von 70 Jahren.

Die Einheit der Folge-Organ-Äquivalentdosis ist das Sievert (Sv).

**Effektive Dosis  $E$ :** die Summe der gewichteten Organ-Äquivalentdosen in allen Geweben und Organen des Körpers aus interner und externer Exposition. Sie wird definiert durch:

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

Dabei ist  $D_{T,R}$  die über ein Gewebe oder ein Organ T gemittelte Energiedosis durch die Strahlungsart R,  $w_R$  der Strahlungswichtungsfaktor und  $w_T$  der Gewebewichtungsfaktor für das Gewebe oder Organ T. Die  $w_T$ - und  $w_R$ -Werte sind in Abschnitt B angegeben.

Die Einheit der effektiven Dosis ist das Sievert (Sv).

**Effektive Folgedosis  $E(\tau)$ :** die Summe der Organ- oder Gewebe-Äquivalent-Folgedosen ( $H_T(\tau)$ ) aus einer Aktivitätszufuhr, jeweils multipliziert mit dem entsprechenden Gewebewichtungsfaktor  $w_T$ . Sie wird ausgedrückt durch:

$$E(\tau) = \sum_T w_T \cdot H_T(\tau)$$

Dabei ist  $\tau$  die Zahl der Jahre, über die die Integration erfolgt. Für die Zwecke der Einhaltung der in dieser Verordnung festgelegten Dosisgrenzwerte ist  $\tau$  für Erwachsene ein Zeitraum von 50 Jahren nach Aktivitätszufuhr und für Säuglinge und Kinder ein Zeitraum bis zum Alter von 70 Jahren.

Die Einheit der effektiven Folgedosis ist das Sievert (Sv).

## B. Strahlungs- und Gewebewichtungsfaktoren

### Strahlungswichtungsfaktor $w_R$ :

Strahlungsart	Strahlungswichtungsfaktor $w_R$
Photonen	1
Elektronen und Myonen	1
Protonen und geladene Pionen	2
Alphateilchen, Spaltfragmente, Schwerionen	20
Neutronen, Energie $E_n < 1$ MeV	$2,5 + 18,2 \cdot e^{-\frac{[\ln(E_n)]^2}{6}}$
Neutronen, $1 \text{ MeV} \leq \text{Energie } E_n \leq 50 \text{ MeV}$	$5,0 + 17,0 \cdot e^{-\frac{[\ln(2 \cdot E_n)]^2}{6}}$
Neutronen, Energie $E_n > 50 \text{ MeV}$	$2,5 + 3,25 \cdot e^{-\frac{[\ln(0,04 \cdot E_n)]^2}{6}}$

### Gewebewichtungsfaktor $w_T$ :

Gewebe oder Organe	Gewebewichtungsfaktor $w_T$
Knochenmark (rot)	0,12
Dickdarm	0,12
Lunge	0,12
Magen	0,12
Brust	0,12
Keimdrüsen	0,08
Blase	0,04
Speiseröhre	0,04
Leber	0,04
Schilddrüse	0,04
Haut	0,01
Knochenoberfläche	0,01
Gehirn	0,01
Speicheldrüsen	0,01
Restliche Gewebe *	0,12

\* Der Gewebewichtungsfaktor für die restlichen Gewebe bezieht sich auf das arithmetische Mittel der Dosen der 13 Organe und Gewebe für jedes Geschlecht, die nachfolgend aufgelistet sind. Restliche Gewebe: Nebennieren, obere

Atemwege, Gallenblase, Herz, Nieren, Lymphknoten, Muskelgewebe, Mundschleimhaut, Bauchspeicheldrüse, Prostata (Männer), Dünndarm, Milz, Thymus, Gebärmutter/Gebärmutterhals (Frauen).

### C. Operationelle Größen für die externe Exposition

#### Für die Personendosis:

**Personendosis  $H_P(10)$ :** Äquivalentdosis in zehn Millimeter Tiefe im Körper an der Tragestelle des für die Messung vorgesehenen Dosimeters.

**Personendosis  $H_P(3)$ :** Äquivalentdosis in drei Millimeter Tiefe im Körper an der Tragestelle des für die Messung vorgesehenen Dosimeters.

**Personendosis  $H_P(0,07)$ :** Äquivalentdosis in 0,07 Millimeter Tiefe im Körper an der Tragestelle des für die Messung vorgesehenen Dosimeters.

#### Für die Ortsdosis:

**Umgebungs-Äquivalentdosis  $H^*(10)$  am interessierenden Punkt im tatsächlichen Strahlungsfeld:** Äquivalentdosis, die im zugehörigen ausgerichteten und aufgeweiteten Strahlungsfeld in zehn Millimeter Tiefe auf dem der Einfallrichtung der Strahlung entgegengesetzt orientierten Radius der ICRU-Kugel erzeugt würde.

**Richtungs-Äquivalentdosis  $H'(3,\Omega)$  am interessierenden Punkt im tatsächlichen Strahlungsfeld:** Äquivalentdosis, die im zugehörigen aufgeweiteten Strahlungsfeld in drei Millimeter Tiefe auf einem in festgelegter Richtung  $\Omega$  orientierten Radius der ICRU-Kugel erzeugt würde.

**Richtungs-Äquivalentdosis  $H'(0,07,\Omega)$  am interessierenden Punkt im tatsächlichen Strahlungsfeld:** Äquivalentdosis, die im zugehörigen aufgeweiteten Strahlungsfeld in 0,07 Millimeter Tiefe auf einem in festgelegter Richtung  $\Omega$  orientierten Radius der ICRU-Kugel erzeugt würde.

Dabei ist

- ein aufgeweitetes Strahlungsfeld ein idealisiertes Strahlungsfeld, in dem die Teilchenflussdichte und die Energie- und Richtungsverteilung der Strahlung an allen Punkten eines ausreichend großen Volumens die gleichen Werte aufweisen wie das tatsächliche Strahlungsfeld am interessierenden Punkt;
- ein ausgerichtetes und aufgeweitetes Strahlungsfeld ein idealisiertes Strahlungsfeld, das aufgeweitet ist und in dem die Strahlung zusätzlich in eine Richtung ausgerichtet ist;
- die ICRU-Kugel ein kugelförmiges Phantom von 30 Zentimeter Durchmesser aus ICRU-Weichteilgewebe (gewebeäquivalentes Material der Dichte von einem Gramm pro Kubikzentimeter, Zusammensetzung: 76,2 Prozent Sauerstoff; 11,1 Prozent Kohlenstoff; 10,1 Prozent Wasserstoff; 2,6 Prozent Stickstoff).

### D. Festlegungen für die effektive Dosis und Organ-Äquivalentdosis durch externe Exposition

Es sind die jeweiligen Dosismesswerte ohne Berücksichtigung der Messunsicherheiten heranzuziehen. Sofern keine genauere Ermittlung der effektiven Dosis oder der Organ-Äquivalentdosis durchgeführt wird, gilt als:

**Effektive Dosis:** der Messwert für die Personendosis  $H_P(10)$ .

**Organ-Äquivalentdosis für die Haut und die Extremitäten:** der Messwert für die Personendosis  $H_P(0,07)$ .

#### Organ-Äquivalentdosis für die Augenlinse:

Bei Tragen eines Dosimeters an der Vorderseite des Rumpfes (über einer allfällig getragenen Schutzschürze):

$$H_{\text{Augenlinse}} = f_L \cdot H_P(0,07)$$

Bei Tragen eines Augenlinsendosimeters im Bereich der Stirn:

$$H_{\text{Augenlinse}} = f_L \cdot H_P(0,07) \text{ oder } f_L \cdot H_P(3)$$

Dabei ist  $f_L$  ein Faktor zur Berücksichtigung der Abschirmwirkung der Schutzbrille. Sofern keine anderen Angaben dafür vorliegen, ist für  $f_L$  ein Wert von 0,5 anzunehmen.

**E. Festlegungen für die effektive Folgedosis durch interne Exposition**

Es sind die Aktivitätsmesswerte ohne Berücksichtigung der Messunsicherheiten heranzuziehen.

## Anlage 22

Zu § 99 Abs. 2

**Festlegungen für die routinemäßige Inkorporationsüberwachung**

Eine routinemäßige Inkorporationsüberwachung gemäß § 99 Abs. 1 ist vorzuschreiben, wenn der Inkorporationsindex  $I$  größer als eins ist:

$$I = \frac{A_{\text{ges}} \cdot f_{\text{Bew}}}{R}$$

Es bedeuten:

$A_{\text{ges}}$ ... die von einer Person pro Jahr hantierte Gesamtaktivität eines Radionuklids für die betreffende Tätigkeit

$f_{\text{Bew}}$ ... Tätigkeitsbewertungsfaktor gemäß untenstehender Tabelle

$R$ ..... Inkorporationsrichtwert gemäß untenstehender Formel

<b>Tätigkeit</b>	<b><math>f_{\text{Bew}}</math></b>
Verfahren auf trockenem Wege; nuklearmedizinische Inhalations- und Ventilationsverfahren	1
Komplexe Verfahren auf nassem Wege; Tätigkeiten oder Betreuung auf einer Radioiodtherapiestation	0,1
Gewöhnliche chemische Verfahren; Tätigkeiten in einer nuklearmedizinischen Patientenzone	0,01
Sehr einfache Verfahren auf nassem Wege; Elution von Tc-99m-Generatoren; Hantieren mit Radioiodkapseln	0,001
Lagerung	0,0001

Werden die Tätigkeiten in einem Abzug oder Digestorium durchgeführt, ist  $f_{\text{Bew}}$  um einen Faktor von zehn niedriger. Bei Verwendung von besonderen Schutzvorrichtungen kann die zuständige Behörde die Annahme von entsprechend niedrigeren  $f_{\text{Bew}}$  zulassen.

$$R = \frac{E(50)}{e(50) \cdot f} = \frac{0,001}{e(50) \cdot f}$$

Es bedeuten:

$E(50)$ ... effektive Folgedosis – gemäß § 99 Abs. 1 gilt dafür ein Wert von 0,001 Sievert

$e(50)$ ... effektive Folgedosis pro Inkorporation bei Ingestion bzw. Inhalation der betreffenden Radionuklidverbindung bei Arbeitskräften (Dosiskoeffizient in Sievert pro Becquerel)

$f$ ..... Inkorporationsrisikofaktor – konservativ wird angenommen für

Radioiodverbindungen (mit Ausnahme von Radioiodkapseln): 0,001

Alle anderen Radionuklidverbindungen und Radioiodkapseln: 0,00005

Die Werte für  $e(50)$  sind der ICRP-Veröffentlichung 119 oder aktuelleren wissenschaftlich anerkannten Standardwerken zu entnehmen.

Übt eine Person verschiedene Tätigkeiten mit einem Radionuklid aus, ist  $I$  für alle Tätigkeiten zu ermitteln. Eine routinemäßige Inkorporationsüberwachung gemäß § 99 Abs. 1 ist vorzuschreiben, wenn die Summe der  $I$  für die einzelnen Tätigkeiten größer als eins ist.

Übt eine Person Tätigkeiten mit mehreren Radionukliden aus, ist  $I$  für alle Radionuklide zu ermitteln, gegebenenfalls unter Berücksichtigung aller ausgeführten Tätigkeiten. Eine routinemäßige Inkorporationsüberwachung gemäß § 99 Abs. 1 ist vorzuschreiben, wenn die Summe der  $I$  für die einzelnen Radionuklide größer als eins ist. Bei der Summenbildung sind jedoch jene Radionuklide außer Acht zu lassen, für die kein geeignetes Verfahren zur Inkorporationsüberwachung zur Verfügung steht.

**Anlage 23**

Zu § 119 Abs. 1 sowie Anlage 24

### Dosisabschätzung für das fliegende Personal

#### A. Dosisabschätzung anhand der Flughöhe und Flugzeit:

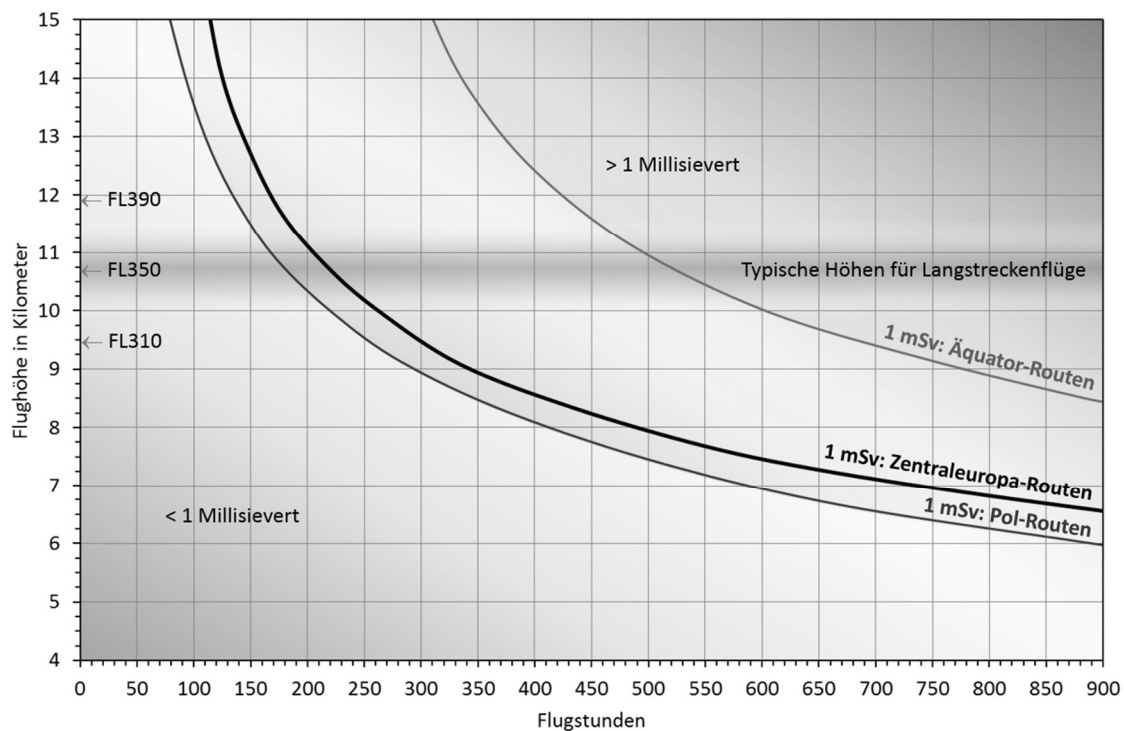
Bei Vorliegen folgender Bedingungen ist die zu erwartende effektive Dosis des fliegenden Personals kleiner oder gleich ein Millisievert pro Jahr:

- Die maximale Flughöhe beträgt 6 000 Meter und die vorgesehene jährliche Flugzeit weniger als 900 Stunden.
- Die maximale Flughöhe beträgt 14 000 Meter und die vorgesehene jährliche Flugzeit weniger als 100 Stunden.

Bei Nichterfüllung dieser Bedingungen ist eine Dosisabschätzung gemäß Abschnitt B oder C erforderlich.

#### B. Dosisabschätzung anhand eines Flughöhen-Flugzeiten-Diagramms:

Die Dosisabschätzung ist anhand des nachfolgenden Diagramms auf Basis der vorgesehenen jährlichen Flugzeit, der maximalen Flughöhe und der vorgesehenen Flugrouten durchzuführen. Die zu erwartende effektive Dosis des fliegenden Personals ist kleiner oder gleich ein Millisievert pro Jahr, wenn bei Einsetzen der jährlichen Flugzeit und der maximalen Flughöhe in das Diagramm die jeweilige Ein-Millisievert-Kurve für die dosisintensivste der Flugrouten nicht überschritten wird.



#### C. Dosisabschätzung mit einem Rechenprogramm:

Die Dosisabschätzung ist auf Basis der vorgesehenen jährlichen Flugzeit, der maximalen Flughöhe und der Flugrouten mit einem Rechenprogramm, das die in **Anlage 24** Abschnitt A Z 1 angeführten Kriterien erfüllt, durchzuführen.



**Anlage 24**

Zu den §§ 120 Abs. 1 bis 3 und 122 Abs. 3 sowie Anlage 23 Abschnitt C

**Dosisermittlung für das fliegende Personal****A. Verfahren und Kriterien zur Dosisermittlung**

Die Dosis ist entweder mittels Rechenprogrammen oder messtechnisch zu ermitteln.

## 1. Bei Verwendung von Rechenprogrammen zur Dosisermittlung:

- Funktionale Anforderungen an das Rechenprogramm: Die mit dem Rechenprogramm ermittelten Umgebungs-Äquivalentdosisleistungen  $dH^*(10)/dt$  müssen als Funktion der vertikalen Abschneidesteifigkeit  $r_c$  für alle möglichen Werte von  $r_c$  in einem Bereich von  $\pm 30$  Prozent um die aus experimentellen Werten oder Referenzdaten bestimmten Mittelwerte liegen. Alternativ kann auch ein Vergleich mit der berechneten Umgebungs-Äquivalentdosis  $H^*(10)$  auf beliebigen Flugstrecken herangezogen werden. Die mit dem Rechenprogramm ermittelte Routendosis beliebiger Flüge darf sich von gemessenen Werten der Umgebungs-Äquivalentdosis um nicht mehr als  $\pm 30$  Prozent, bezogen auf die gemessene Dosis, unterscheiden.
- Nichtfunktionale Anforderungen an das Rechenprogramm: Die Sicherheit des Programms, der verwendeten Daten und Parameterwerte, die Fehlererkennung, die Schnittstellen und die Programmdokumentation müssen dem Stand der Technik entsprechen.
- Validierung des Rechenprogramms: Die Validierung hat nach dem Stand der Technik zu erfolgen.

## 2. Bei messtechnischer Dosisermittlung:

- Verwendung von durch eine akkreditierte Kalibrierstelle oder ein nationales Metrologieinstitut kalibrierten Dosimetern (TEPC oder gleichermaßen geeignete Messsysteme) zur Ermittlung der Umgebungs-Äquivalentdosis  $H^*(10)$ .

**B. Festlegungen für die effektive Dosis**

Der ermittelte Wert für die Umgebungs-Äquivalentdosis  $H^*(10)$  gilt als effektive Dosis.

**C. Daten zur Dosisermittlung**

## 1. Angaben zur überwachten Person und zur Luftfahrzeugbetreiberin/zum Luftfahrzeugbetreiber:

Angaben zur überwachten Person:

- Name, Vorname, frühere Namen, Titel
- Sozialversicherungsnummer (falls eine solche nicht vorliegt: Geburtsort und -datum)
- Geschlecht, Staatsangehörigkeit

Angaben zur Luftfahrzeugbetreiberin/zum Luftfahrzeugbetreiber:

- Name und Adresse

## 2. Angaben zu den Flügen der überwachten Person:

- Liste der Flüge im Ermittlungszeitraum:

Datum und Uhrzeit des Starts und der Landung, Flugnummer

- Plandaten aus den Operational Flight Plans (OFP):

Flugnummer, Flugzeugtype, Abflug- und Bestimmungsflyghafen, Datum und Uhrzeit des Starts und der Landung, Wegpunkte zwischen Abflug- und Bestimmungsflyghafen mit Angaben von Zeit, Flughöhe und Position.

Für Flüge innerhalb Europas kann als Flugpfad die Großkreisnäherung zwischen Abflug- und Bestimmungsflyghafen verwendet werden.

Anstelle der Plandaten können die nach dem Flug vorhandenen korrigierten Daten, die den tatsächlichen Flugablauf widerspiegeln, für die Dosisberechnung Verwendung finden.

Sofern die Flugdaten nicht verfügbar sind (zB bei Transport von Personal durch Fremdunternehmen), ist der Flugzeugtyp (Jet/Turboprop) anzugeben, damit gemäß nachstehenden Formeln eine Ersatzdosis ermittelt werden kann:

(Blockzeit – 20 Minuten) \* 5 Mikrosievert pro Stunde bei Flügen mit Jet;

(Blockzeit – 20 Minuten) \* 2 Mikrosievert pro Stunde bei Flügen mit Turboprop.

Diese Formeln sind nicht anwendbar für Flughöhen über 15 000 Meter.

3. Angaben zur Dosisermittlung:

- Durchführende Dosisermittlungsstelle
- Ermittelte Dosis, Ermittlungszeitraum, Datum der Ermittlung

**D. Begriffe**

**vertikale Abschneidesteifigkeit  $r_c$ :** Maß für die Ablenkung eines Teilchens bei senkrechtem Einfall in das Erdmagnetfeld, wobei gerade kein Eindringen in die Atmosphäre mehr möglich ist.

**Blockzeit:** Zeit zwischen dem erstmaligen Abrollen eines Luftfahrzeuges aus seiner Parkposition zum Zweck des Startens bis zum Stillstand nach dem Flug an der zugewiesenen Parkposition und bis alle Triebwerke abgestellt sind, gemäß Anlage 1 Z 3 der Verordnung des Bundesministers für Verkehr, Innovation und Technologie betreffend die Voraussetzungen für die Erteilung des Luftverkehrsbetreiberzeugnisses (AOC) 2004 – AOCV 2004, BGBl. II Nr. 425/2004.

**TEPC:** gewebeäquivalenter Proportionalzähler (tissue equivalent proportional counter). Hohlraumsonde mit einem Wandmaterial und einer Gasfüllung einer gewissen gewebeäquivalenten Zusammensetzung. Der TEPC ermöglicht die direkte Bestimmung der Energiedosis in Gewebe für gemischte Strahlungsfelder in Abhängigkeit von der linearen Energieübertragung  $L$ .

**Routendosis:** Gesamtdosis aus der zeitlichen Integration über die Dosiswerte entlang der Flugstrecke.