

3. Umgang mit offenen und umschlossenen radioaktiven Stoffen **(The handling of sealed and unsealed radioactive sources)**

Nach § 3 Abs. 1 (34) der novellierten Strahlenschutzverordnung versteht man unter Umgang mit radioaktiven Stoffen deren Gewinnung, Erzeugung, Lagerung, Bearbeitung, Verarbeitung, sonstige Verwendung und Beseitigung soweit es sich nicht um Arbeiten (im Sinne der StrlSchV, §3, Abs. 2) handelt.

Bevor auf spezielle Arten des Umganges mit radioaktiven Stoffen eingegangen wird, sollen einige Tabellen die Situation bei der Verwendung radioaktiver Stoffe zusammenfassend widerspiegeln.

3.1 Allgemeine Angaben **(General data)**

In Tabelle 3.1-1 ist die Entwicklung der Anzahl der Verwender radioaktiver Stoffe in der Bundesrepublik Deutschland von 1996 bis 2001 wiedergegeben. Die Zahl der Verwender ist auf vier Bereiche aufgeschlüsselt :

- Medizin einschließlich medizinischer Forschung und Lehre,
- Forschung und Lehre außerhalb der Medizin,
- Industrie und gewerbliche Wirtschaft,
- Sonstige (z. B. Behörden).

Die Gesamtzahl der Verwender radioaktiver Stoffe hat sich gegenüber dem Vorjahr leicht verringert. Der höchste Anteil von 56,1% ist auch im Jahr 2001 dem Bereich Industrie und gewerbliche Wirtschaft zuzuordnen. In den Bereich Medizin lassen sich 25,8% der Gesamtzahl der Verwender einordnen.

In Tabelle 3.1-2 ist in einer Übersicht die Zahl der Verwender radioaktiver Stoffe in den vier Bereichen im Jahr 2001 den Angaben des Jahres 2000 für die Bundesländer gegenübergestellt. Im hinteren Teil dieser Tabelle beziehen sich die Angaben ausschließlich auf Verwender umschlossener radioaktiver Stoffe. Wie erwartet liegt die Zahl der Verwender umschlossener radioaktiver Stoffe im Bereich Industrie/gewerbliche Wirtschaft auch 2001 deutlich höher (Faktor 9 bis 15) als in den anderen Bereichen. Im Vergleich zum Jahr 2000 ist die Gesamtzahl in diesem Bereich nahezu gleich geblieben, die Anwenderzahl in der zerstörungsfreien, ortsveränderlichen Werkstoffprüfung stieg um 4,7%.

Eine Übersicht über die Zahl der Verwender von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen nach §§ 15 und 16 der Strahlenschutzverordnung (§11 StrlSchV 2001) im Jahr 2001 gibt Tabelle 3.1-3. Auch hier sind zum Vergleich die Zahlen vom Vorjahr angegeben. Die Gesamtzahl der Verwender verringerte sich um 6,5%.

Tabelle 3.1-4 gibt einen Einblick in die Entwicklung der gültigen Genehmigungen in den einzelnen Bundesländern für 2000 und 2001. Die Gesamtzahl der gültigen Genehmigungen zeigt für den Betrachtungszeitraum eine absteigende Tendenz. Analog zum Vorjahr verteilen sich 2001 die Genehmigungen im Wesentlichen zu 78,4% auf Umgang (§3 StrlSchV bzw. §7 StrlSchV 2001), zu 2,7% auf Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung (§§15, 16 StrlSchV bzw. §11 StrlSchV 2001), zu ca. 3,6% auf Beförderung (§ 8 StrlSchV bzw. §16 StrlSchV 2001) und zu 15% auf Tätigkeiten in fremden Anlagen (§ 20 StrlSchV bzw. §15 StrlSchV 2001). Nur ca. 0,3% der Genehmigungen wurden gemäß § 9 AtG erteilt.

In Tabelle 3.1-5 ist eine Übersicht über die in den Jahren 2000 und 2001 erteilten Genehmigungen nach §§ 3, 8, 15, 16, 20 StrlSchV (§§7,11,15,16 StrlSchV 2001) und § 9 AtG zusammengestellt. Im Vergleich zum Jahr 2000 nahm die Zahl der 2001 erteilten Genehmigungen um ca. 7% ab.

Der Umfang und die Ergebnisse der Prüfung umschlossener radioaktiver Stoffe im Jahr 2001 kann einer Übersicht in Tabelle 3.1-6 entnommen werden. Von den insgesamt 13162 durchgeführten Dichtheitsprüfungen wurden 27 Präparate (ca. 0,2%) als undicht ermittelt. Davon betroffen waren, sofern gemeldet, u.a. 7 Nickel-63-Quellen, 7 Americium-241-Quellen, 5 Cäsium-137-Quellen und 3 Radium-226-Quellen. Eine genaue Aufschlüsselung ist ebenfalls Tabelle 3.1-6 zu entnehmen.

Tabelle 3.1-1 Anzahl der Verwender radioaktiver Stoffe in der Bundesrepublik Deutschland von 1996 - 2001
(Number of users of radioactive sources in the Federal Republic of Germany from 1996 to 2001)

		1996	1997	1998	1999	2000	2001
Baden-Württemberg	Verwender radioaktiver Stoffe	1804	1824	1814	1700	1552	1798
	davon Bereich Medizin einschl. med. Forschung u. Lehre	454	433	481	462	493	508
	davon Bereich Forschung und Lehre außerhalb d. Medizin	378	409	285	240	247	251
	davon Bereich Industrie und gewerbliche Wirtschaft	935	972	1025	956	768	992
	davon Bereich Sonstige (z. B. Behörden)	37	10	23	42	44	47
Bayern	Verwender radioaktiver Stoffe	1781	1721	1742	1639	1595	1551
	davon Bereich Medizin einschl. med. Forschung u. Lehre	376	376	382	365	364	354
	davon Bereich Forschung und Lehre außerhalb d. Medizin	200	188	195	222	220	210
	davon Bereich Industrie und gewerbliche Wirtschaft	1112	1059	1074	1009	975	954
	davon Bereich Sonstige (z. B. Behörden)	93	98	91	43	36	33
Berlin	Verwender radioaktiver Stoffe	987	950	971	1021	993	1008
	davon Bereich Medizin einschl. med. Forschung u. Lehre	356	404	413	434	437	444
	davon Bereich Forschung und Lehre außerhalb d. Medizin	305	372	380	402	366	365
	davon Bereich Industrie und gewerbliche Wirtschaft	326	174	178	185	189	198
	davon Bereich Sonstige (z. B. Behörden)	0	0	0	0	1	1
Brandenburg	Verwender radioaktiver Stoffe	247	233	255	259	280	290
	davon Bereich Medizin einschl. med. Forschung u. Lehre	25	33	34	28	30	31
	davon Bereich Forschung und Lehre außerhalb d. Medizin	26	19	23	27	25	27
	davon Bereich Industrie und gewerbliche Wirtschaft	180	167	181	196	215	221
	davon Bereich Sonstige (z. B. Behörden)	16	14	17	8	10	11
Bremen	Verwender radioaktiver Stoffe	98	96	119	112	112	111
	davon Bereich Medizin einschl. med. Forschung u. Lehre	19	18	28	25	25	22
	davon Bereich Forschung und Lehre außerhalb d. Medizin	7	6	6	6	6	6
	davon Bereich Industrie und gewerbliche Wirtschaft	71	71	73	70	70	71
	davon Bereich Sonstige (z. B. Behörden)	1	1	12	11	11	12
Hamburg	Verwender radioaktiver Stoffe	357	303	309	309	288	269
	davon Bereich Medizin einschl. med. Forschung u. Lehre	82	63	66	63	51	43
	davon Bereich Forschung und Lehre außerhalb d. Medizin	39	31	32	37	36	29
	davon Bereich Industrie und gewerbliche Wirtschaft	205	188	190	191	181	179
	davon Bereich Sonstige (z. B. Behörden)	31	21	21	18	20	18
Hessen	Verwender radioaktiver Stoffe	758	760	758	725	740	713
	davon Bereich Medizin einschl. med. Forschung u. Lehre	211	200	196	189	198	195
	davon Bereich Forschung und Lehre außerhalb d. Medizin	95	88	94	94	99	90
	davon Bereich Industrie und gewerbliche Wirtschaft	412	428	425	401	403	390
	davon Bereich Sonstige (z. B. Behörden)	40	44	43	41	40	38
Mecklenburg-Vorpommern	Verwender radioaktiver Stoffe	195	242	250	220	222	237
	davon Bereich Medizin einschl. med. Forschung u. Lehre	39	74	77	43	46	77
	davon Bereich Forschung und Lehre außerhalb d. Medizin	30	34	35	38	38	34
	davon Bereich Industrie und gewerbliche Wirtschaft	119	126	130	132	130	122
	davon Bereich Sonstige (z. B. Behörden)	7	8	8	7	8	4
Niedersachsen	Verwender radioaktiver Stoffe	1015	1137	1051	1095	954	918
	davon Bereich Medizin einschl. med. Forschung u. Lehre	206	239	234	295	220	211
	davon Bereich Forschung und Lehre außerhalb d. Medizin	113	134	123	119	109	113
	davon Bereich Industrie und gewerbliche Wirtschaft	679	746	663	648	591	561
	davon Bereich Sonstige (z. B. Behörden)	17	18	31	33	34	33

(Fortsetzung Tabelle)

		1996	1997	1998	1999	2000	2001
Nordrhein-Westfalen	Verwender radioaktiver Stoffe	2512	2545	1854	2337	2377	1796
	davon Bereich Medizin einschl. med. Forschung u. Lehre	760	755	507	633	641	479
	davon Bereich Forschung und Lehre außerhalb d. Medizin	110	102	97	97	95	85
	davon Bereich Industrie und gewerbliche Wirtschaft	1595	1636	1243	1585	1565	1192
	davon Bereich Sonstige (z. B. Behörden)	47	52	7	22	76	40
Rheinland-Pfalz	Verwender radioaktiver Stoffe	537	574	551	559	515	542
	davon Bereich Medizin einschl. med. Forschung u. Lehre	209	216	194	180	134	151
	davon Bereich Forschung und Lehre außerhalb d. Medizin	25	31	23	30	41	63
	davon Bereich Industrie und gewerbliche Wirtschaft	220	249	266	284	275	296
	davon Bereich Sonstige (z. B. Behörden)	83	78	68	65	65	32
Saarland	Verwender radioaktiver Stoffe	93	82	80	77	86	83
	davon Bereich Medizin einschl. med. Forschung u. Lehre	29	26	28	28	32	31
	davon Bereich Forschung und Lehre außerhalb d. Medizin	2	2	2	2	2	2
	davon Bereich Industrie und gewerbliche Wirtschaft	57	53	48	44	48	46
	davon Bereich Sonstige (z. B. Behörden)	5	1	2	3	4	4
Sachsen	Verwender radioaktiver Stoffe	588	586	621	608	591	561
	davon Bereich Medizin einschl. med. Forschung u. Lehre	95	98	111	111	109	101
	davon Bereich Forschung und Lehre außerhalb d. Medizin	170	162	173	168	166	169
	davon Bereich Industrie und gewerbliche Wirtschaft	170	169	178	170	178	158
	davon Bereich Sonstige (z. B. Behörden)	153	157	159	159	138	133
Sachsen-Anhalt	Verwender radioaktiver Stoffe	358	382	403	395	415	406
	davon Bereich Medizin einschl. med. Forschung u. Lehre	46	45	50	53	53	54
	davon Bereich Forschung und Lehre außerhalb d. Medizin	29	36	45	51	45	45
	davon Bereich Industrie und gewerbliche Wirtschaft	266	280	281	261	290	284
	davon Bereich Sonstige (z. B. Behörden)	17	21	27	30	27	23
Schleswig-Holstein	Verwender radioaktiver Stoffe	418	436	436	436	361	364
	davon Bereich Medizin einschl. med. Forschung u. Lehre	113	119	119	119	74	78
	davon Bereich Forschung und Lehre außerhalb d. Medizin	33	34	34	34	18	17
	davon Bereich Industrie und gewerbliche Wirtschaft	245	256	256	256	254	254
	davon Bereich Sonstige (z. B. Behörden)	27	27	27	27	15	15
Thüringen	Verwender radioaktiver Stoffe	224	243	243	254	255	252
	davon Bereich Medizin einschl. med. Forschung u. Lehre	23	28	28	28	30	29
	davon Bereich Forschung und Lehre außerhalb d. Medizin	11	11	11	10	9	10
	davon Bereich Industrie und gewerbliche Wirtschaft	184	197	194	205	205	201
	davon Bereich Sonstige (z. B. Behörden)	6	7	10	11	11	12
Summe	Verwender radioaktiver Stoffe	11972	12114	11457	11746	11336	10899
	davon Bereich Medizin einschl. med. Forschung u. Lehre	3043	3127	2948	3056	2937	2808
	das entspricht	25,4%	25,8%	25,7%	26,0%	25,9%	25,8%
	davon Bereich Forschung und Lehre außerhalb d. Medizin	1573	1659	1558	1577	1522	1516
	das entspricht	13,1%	13,7%	13,6%	13,4%	13,4%	13,9%
	davon Bereich Industrie und gewerbliche Wirtschaft	6776	6771	6405	6593	6337	6119
	das entspricht	56,6%	55,9%	55,9%	56,1%	55,9%	56,1%
	davon Bereich Sonstige (z. B. Behörden)	580	557	546	520	540	456
	das entspricht	4,8%	4,6%	4,8%	4,4%	4,8%	4,2%

Tabelle 3.1-2 Übersicht über die Zahl der Verwender von radioaktiven Stoffen sowie die Art der einzelnen Verwendungsbereiche 2000 und 2001
(Survey on the number of users of radioactive sources and the type of the individual areas of application from 2000 to 2001)

Bundesland	Gesamtzahl der Verwender von radioakti- ven Stoffen		Von Spalte 2 entfallen						Von Spalten 3 bis 6 entfallen auf Verwender ausschließl. umschlossener radioaktiver Stoffe						Sonstige				
			Medizin ein- schl. med. For- schung und Lehre		Forschung u. Lehre außer- halb der Medizin		Industrie, gewerbl. Wirt- schaft		Sonstige und Lehre		Medizin ein- schl. med. For- schung und Lehre		Forschung u. Lehre außer- halb der Medizin				Industrie, gewerbl. Wirtschaft		In Spalte 9 enth. zerstö- rungsfree, ortsveränderl. Werkstoff- prüfung
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11									
	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2001
Baden- Württemberg	1552	1798	493	508	247	251	768	992	44	47	111	117	61	64	740	776	39	46	172
Bayern	1595	1551	364	354	220	210	975	954	36	33	33	34	71	69	922	901	11	12	28
Berlin	993	1008	437	444	366	365	189	198	1	1	122	125	17	18	124	126	11	11	0
Brandenburg	280	290	30	31	25	27	215	221	10	11	11	12	7	7	176	185	10	8	1
Bremen	112	111	25	22	6	6	70	71	11	12	1	4	1	3	48	49	2	2	6
Hamburg	288	269	51	43	36	29	181	179	20	18	2	4	10	9	135	139	6	6	14
Hessen	740	713	198	195	99	90	403	390	40	38	12	15	7	7	250	252	6	5	10
Mecklenburg- Vorpommern	222	237	46	77	38	34	130	122	8	4	15	14	7	6	107	101	3	3	2
Niedersachsen	954	918	220	211	109	113	591	561	34	33	52	51	34	19	513	521	29	28	15
Nordrhein- Westfalen	2377	1796	641	479	95	85	1565	1192	76	40	24	21	29	33	1044	954	66	70	48
Rheinland- Pfalz	515	542	134	151	41	63	275	296	65	32	81	76	8	30	195	207	6	8	37
Saarland	86	83	32	31	2	2	48	46	4	4	0	0	1	1	30	30	4	5	3
Sachsen	591	561	109	101	166	169	178	158	138	133	36	35	48	46	170	152	0	15	138
Sachsen- Anhalt	415	406	53	54	45	45	290	284	27	23	11	12	15	11	248	233	22	23	18
Schleswig- Holstein	361	364	74	78	18	17	254	254	15	15	23	26	10	10	92	100	5	5	10
Thüringen	255	252	30	29	9	10	205	201	11	12	7	7	2	2	164	161	14	13	3
Summe	11.336	10.899	2937	2.808	1522	1.516	6.337	6.119	540	456	541	553	328	335	4.958	4.887	234	260	505
																			336

Tabelle 3.1-3 Übersicht über die Zahl der Verwender von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen 2000 und 2001 (§11 StrlSchV)
(Survey on the number of users of facilities for the generation of ionising radiation in 2000 and 2001 - §11 StrlSchV)

Bundesland	Gesamtzahl der Verwender von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen		Von Spalte 2 entfallen auf:							
			Medizin einschließl. medizinische Forschung und Lehre		Forschung und Lehre außerhalb der Medizin		Industrie, gewerbliche Wirtschaft		Sonstige (z.B. Behörden)	
1	2		3		4		5		6	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001
Baden-Württemb.	96	55	33	34	15	16	48	5	0	0
Bayern	53	48	36	36	9	5	8	7	0	0
Berlin	41	40	23	23	18	17	0	0	0	0
Brandenburg	6	8	6	6	0	2	0	0	0	0
Bremen	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0
Hamburg	11	13	5	7	3	3	2	2	1	1
Hessen	21	20	14	14	4	4	3	2	0	0
Mecklenburg-Vorpommern	7	5	7	5	0	0	0	0	0	0
Niedersachsen	33	31	20	21	4	4	8	5	1	1
Nordrhein-Westfalen	71	78	56	63	8	8	7	7	0	0
Rheinland-Pfalz	13	14	11	12	2	2	0	0	0	0
Saarland	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0
Sachsen	29	29	20	19	9	10	0	0	0	0
Sachsen-Anhalt	8	9	5	6	0	0	3	3	0	0
Schleswig-Holstein	13	24	13	23	0	0	0	0	0	1
Thüringen	7	8	6	6	0	1	1	1	0	0
Summe	415	388	261	281	72	72	80	32	2	3

Tabelle 3.1-4 Übersicht über die Entwicklung der gültigen Genehmigungen
(Survey on the development of the current licenses)

Bundesland	Umgang		Beförderung		Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen		Tätigkeiten in fremden Anlagen		Umgang nach		Gesamtzahl	
	(§ 7) 1)		(§ 16) 1)		(§ 11) 1)		(§ 15) 1)		§ 9 AtG		2000	2001
	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001
Baden-Württemberg	2317	2305	91	80	85	88	485	523	15	1	2993	2997
Bayern	1768	1622	60	52	55	49	420	443	39	17	2342	2183
Berlin	993	1008	95	97	41	40	146	173	2	2	1277	1320
Brandenburg	336	325	19	17	7	8	59	42	0	0	421	392
Bremen	149	144	19	20	3	3	31	33	0	1	202	201
Hamburg	417	344	22	26	10	20	79	59	0	0	528	449
Hessen	1246	1195	17	14	39	42	281	267	7	7	1590	1525
Mecklenburg-Vorpommern	230	211	5	4	8	6	74	72	0	0	317	293
Niedersachsen	2288	2106	138	144	49	49	258	280	2	2	2735	2581
Nordrhein-Westfalen	5685	4236	169	161	134	138	672	698	19	16	6679	5249
Rheinland-Pfalz	584	555	37	39	17	16	116	117	2	2	756	729
Saarland	151	149	20	17	7	7	22	16	0	0	200	189
Sachsen	607	577	37	35	31	29	173	187	9	8	857	836
Sachsen-Anhalt	439	441	26	25	12	14	49	53	2	1	528	534
Schleswig-Holst.	640	635	14	14	19	25	103	108	0	0	776	782
Thüringen	403	313	9	8	12	15	20	20	1	1	445	357
Summe	18.253	16.166	778	753	529	549	2.988	3091	98	58	22.646	20.617

1) entsprechende §§ der Strahlenschutzverordnung

Tabelle 3.1-5 Übersicht über die 2000 und 2001 erteilten Genehmigungen**§§ 7, 11, 15, 16 StrlSchV (§§ 3, 8, 15, 16, 20 alte StrlSch) und § 9 AtG)****(Survey on the licenses granted in 2000 and 2001 - §§ 7, 11, 15, 16 StrlSchV - §§ 3, 8, 15, 16, 20 old StrlSch - § 9 AtG)**

Land	Zahl der Genehmigungen (neue Genehmigungen, Nachträge, Änderungen, Verlängerungen)	
	2000	2001
Baden-Württemberg	374	259
Bayern	325	293
Berlin	118	123
Brandenburg	84	83
Bremen	43	49
Hamburg	269	275
Hessen	387	211
Mecklenburg-Vorpommern	51	54
Niedersachsen	292	271
Nordrhein-Westfalen	628	697
Rheinland-Pfalz	104	154
Saarland	59	73
Sachsen	213	179
Sachsen-Anhalt	161	142
Schleswig-Holstein	72	103
Thüringen	118	106
Summe	3298	3072

Tabelle 3.1-6 Übersicht über den Umfang und die Ergebnisse der Prüfung umschlossener radioaktiver Stoffe im Jahr 2001
(Survey on the scope and the results of monitoring of sealed radioactive sources in the year 2001)

BUNDES- LAND	Gesamt- zahl der durchge- führten Dichtheits- prüfungen	Von Spalte 2 entfallen auf:										Von Spalte 12 entfallen auf:										Son- stige Nuklide
		Co-60	Sr-90	Cs-137	Pm-147	Po-210	Ra-226	Am-241	Neu- tronen- quellen	Son- stige Nuklide	Anzahl der bei den Prüfungen lt. Spalte 2 als undicht ermittel- ten Präpa- rate	Co-60	Sr-90	Cs-137	Pm-147	Po-210	Ra-226	Am-241	Neutro- nenquel- len			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
Baden- Württemberg	1807	115	583	405	20	2	58	229	78	317	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1 C-14; 1 Ni-63		
Bayern	2219	170	348	306	56	2	52	259	112	914	12	0	0	0	0	0	1	1	0	6 Ni-63; 2 C-14; 1 Ti-204; 1 Misch- präparat		
Berlin	271	19	91	82	3	0	5	31	12	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Brandenburg	439	46	24	225	1	0	3	63	20	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Bremen	92	13	13	16	1	0	0	28	7	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Hamburg	175	31	48	20	1	0	3	20	7	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Hessen	406	28	58	133	11	0	9	45	29	93	1	0	0	1	0	0	0	0	0			
Mecklenburg- Vorpommern	699	46	438	77	1	0	1	49	4	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Niedersach- sen	1463	221	179	557	20	0	73	41	7	365	6	0	0	0	0	0	0	6	0			
Nordrhein- Westfalen	2317	303	341	489	39	0	218	553	20	354	2	0	0	0	0	0	2	0	0			
Rheinland- Pfalz	346	29	89	87	5	0	1	99	3	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Saarland																				keine Angaben		
Sachsen	1414	128	58	1038	7	0	1	66	29	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Sachsen- Anhalt	974	92	14	641	0	0	3	41	71	112	4	0	0	4	0	0	0	0	0			
Schleswig- Holstein	260	13	49	101	5	0	13	27	14	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Thüringen	192	19	21	137	0	0	0	2	4	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Summe	13074	1273	2354	4314	170	4	440	1553	417	2549	27	0	0	5	0	0	3	7	0			

3.2 Radioaktive Stoffe in Gebrauchsgütern, Industrieerzeugnissen und technischen Strahlenquellen (Radioactive substances in consumer goods, industrial products and radioactive sources)

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich Strahlenhygiene, Oberschleißheim

Nach der Strahlenschutzverordnung können - innerhalb enger Grenzen und unter Auflagen - bestimmten Gebrauchsgütern radioaktive Stoffe zugesetzt oder Gebrauchsgüter durch Bestrahlung aktiviert werden. Zum Schutz des Verbrauchers ist dies nach der Strahlenschutzverordnung bei einigen Erzeugnissen ausdrücklich verboten (z. B. bei Lebensmitteln, Spielwaren, Schmuck und kosmetischen Produkten). Bei bestimmten Industrieerzeugnissen und Konsumgütern bedarf der Zusatz radioaktiver Stoffe und die Aktivierung sowie der Import und Export dieser Produkte einer Genehmigung. Außer bei Gütern mit geringer Aktivität ist ein Rücknahmekonzept hierfür Voraussetzung. Die Strahlenschutzverordnung verpflichtet den letzten Verbraucher, die Produkte nach der Nutzung zurückzuführen.

Nach der Strahlenschutzverordnung können bestimmte Gebrauchsgüter, die radioaktive Stoffe enthalten, sowie radioaktive Stoffe mit geringer Aktivität auch genehmigungsfrei verwendet werden. Diese Möglichkeit ist allerdings an eine Reihe von Auflagen gebunden, z. B. hinsichtlich des Verwendungszwecks, der Art und Aktivität der Radionuklide, der Umhüllung radioaktiver Stoffe oder der Dosisleistung an der Oberfläche des Produkts. Typische Fälle sind z. B.:

- Geräte, Anlagen oder sonstige Einrichtungen, die umschlossene radioaktive Stoffe enthalten und deren Bauart die nach Landesrecht zuständige Behörde nach Prüfung durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt zugelassen hat (z. B. Rauchmelder),
- elektronische Bauteile (Fernseher, Monitore),
- radioaktive Stoffe, die unter die allgemeinen Freigrenzen fallen.

Unter diese Regelungen fällt eine Vielzahl von Erzeugnissen, die sowohl in Wissenschaft und Technik als auch im privaten Bereich anzutreffen sind. Die in diesen Produkten eingebauten radioaktiven Stoffe sind nach dem gegenwärtigen Stand der Technik nicht zu ersetzende Hilfsmittel, die erst eine bestimmte Leistung eines Gerätes ermöglichen. Sie tragen dazu bei, Energie zu sparen oder garantieren ein ordentliches Funktionieren lebensrettender Vorrichtungen, wie z. B. bei Ionisationsrauchmeldern. Einen Überblick über einige dieser Gebrauchsgüter und Industrieerzeugnisse gibt Tabelle 3.2-1.

Tabelle 3.2-1 Radioaktive Stoffe enthaltende Gebrauchsgüter (typische Beispiele)
(Consumer goods containing radioactive substances – typical examples)

Industrieerzeugnisse	enthaltene Radionuklide und Aktivität
abgedeckte Skalen u. Zeiger für Instrumente mit Leuchtfarben	bis ca. 250 MBq H-3 5 MBq Pm-147
Starter für Leuchtstoffröhren	bis ca. 500 Bq Kr-85 oder H-3
Ionisationsrauchmelder	bis ca. 50 kBq Am-241
Schutzgas-Schweißelektroden	bis ca. 2000 Bq Thorium (natürlich)
Gasglühstrümpfe *)	ca. 1000 Bq Thorium (natürlich)

*) in den letzten Jahren wurden für den privaten Gebrauch auch Gasglühstrümpfe ohne Thorium verkauft

Radioaktive Stoffe enthaltende Baumaterialien sind im Teil I, Kapitel 2 zusammengestellt.

Werkstoffprüfungen, Füllstandsmessungen, Dicken- und Dichtenmessungen

Für Werkstoffprüfungen werden die in Tabelle 3.2-2 angegebenen Radionuklide verwendet. Iridium-192 ist das weitaus am häufigsten verwendete Nuklid. Es ist besonders geeignet für Prüfungen an 1 bis 7 cm dicken Eisenteilen und besitzt eine sehr hohe spezifische Aktivität, so dass die Quelle in ihren Abmessungen sehr klein gehalten werden kann. Das am zweithäufigsten verwendete Kobalt-60 wird vorzugsweise bei Eisenteilen mit Dicken zwischen 5 und 15 cm eingesetzt. Die niedrige spezifische Aktivität ist der Hauptnachteil von Cäsium-137, das daher kaum Anwendung findet. Andere γ -Strahler sind nicht praktikabel, weil die spezifische Aktivität zu klein oder die Halbwertszeit zu kurz ist. Verlangt werden heute spezifische Aktivitäten im Bereich von 7,4 bis 14,8 TBq/Gramm.

Füllstandmessgeräte arbeiten in der Regel mit γ -Strahlern (Kobalt-60 und Cäsium-137) mit einer Aktivität bis zu 1 GBq. Zur Messung wird die von der Dichte abhängige Absorption der ionisierenden Strahlung

herangezogen. Quelle und Detektor sind im Allgemeinen so gut abgeschirmt, dass praktisch kein Kontrollbereich entsteht. Außerdem sind die Geräte meistens an schwer zugänglichen Stellen eingebaut, die von Arbeitsplätzen weit entfernt sind, so dass keine Exposition der Arbeitskräfte auftreten kann.

Zur Dicken- und Dichtemessung werden im Wesentlichen die Radionuklide Krypton-85, Strontium-90 und Promethium-147 als β -Strahler und Kobalt-60, Cäsium-137 und Americium-241 als γ -Strahler benutzt. Die Aktivitäten liegen etwa zwischen 370 MBq und 370 GBq. Geräte mit β -Strahlung werden in der Papier-, Textil-, Gummi- und Kunststoffindustrie eingesetzt, solche mit γ -Strahlung in der Holz-, Schaumstoff- und Stahlindustrie zur Dickenmessung, in der Lebensmittelindustrie und chemischen Industrie zur Dichtemessung.

Tabelle 3.2-2 Radionuklide für Werkstoffprüfungen
(*Radionuclides applied in tests on materials*)

Radionuklid	Halbwertszeit	γ -Energien	Dosisleistung in 1 m Abstand von 37 GBq
Iridium-192	74 d	0,30 - 0,61 MeV	4,8 mSv/h
Cäsium-134	2,1 a	0,48 - 1,4 MeV	8,7 mSv/h
Kobalt-60	5,3 a	1,17 und 1,33 MeV	13,0 mSv/h
Cäsium-137	30 a	0,66 MeV	3,3 mSv/h
Americium-241	432 a	60 keV	0,16 mSv/h

Strahlenexposition durch den Umgang mit radioaktiven Stoffen und Störstrahlern

Ein mögliches Risiko für die Bevölkerung durch den Umgang mit Industrieerzeugnissen hängt nicht nur von der Art und Menge der enthaltenen Radionuklide sowie deren Verarbeitung ab, sondern auch von der allgemeinen Verbreitung dieser radioaktiven Industrieerzeugnisse. Der Umgang mit diesen Erzeugnissen, d.h. die Herstellung, die Bearbeitung, die Lagerhaltung, der Gebrauch sowie der Handel und die Beseitigung wird daher in der Bundesrepublik Deutschland durch ein differenziertes Anzeige- und Genehmigungssystem geregelt. Unter bestimmten Voraussetzungen wird ein genehmigungsfreier Umgang ermöglicht, u.a. für Geräte, Instrumente oder andere Einrichtungen mit umschlossenen radioaktiven Stoffen, deren Bauart von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt geprüft ist und die von der zuständigen Landesbehörde zugelassen worden sind.

Auf Grund dieser vielschichtigen gesetzlichen Sicherheitsvorkehrungen und der Beachtung des Grundsatzes, dass mit der Anwendung ein echter Vorteil verbunden sein muss, ist gewährleistet, dass der Beitrag zur Strahlenexposition der Bevölkerung durch den Umgang mit radioaktiven Industrieerzeugnissen kleiner als 10 Mikrosievert pro Jahr ist.

Andere Quellen ionisierender Strahlung sind die sogenannten Störstrahler. Dies sind Anlagen, Geräte oder Vorrichtungen, in denen Röntgenstrahlen erzeugt werden, ohne dass sie zu diesem Zweck betrieben werden.

Zu den genehmigungspflichtigen Störstrahlern gehören Kathodenstrahlröhren zur Wiedergabe von Bildinhalten, z. B. in Fernseh- und Datensichtgeräten. Bei den meisten von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt nach der Röntgenverordnung überprüften Geräten dieser Art wurde die vorgeschriebene höchstzulässige Ortsdosisleistung von 1 Mikrosievert pro Stunde in 10 cm Abstand von der Oberfläche beträchtlich unterschritten. Obwohl bei Datensichtgeräten die Betrachtungsabstände nur etwa 0,5 m (ca. 3 m bei Fernsehgeräten) betragen und die zu unterstellende Betrachtungszeit mit acht Stunden im Vergleich zu Fernsehgeräten sehr viel länger ist, hat die Physikalisch-Technische Bundesanstalt festgestellt, dass die durch die überprüften Geräte verursachte Strahlenexposition für die betroffenen Arbeitnehmer nur wenige Prozent der natürlichen Strahlenexposition betragen würde. Der jährliche Beitrag von Datensicht- und Fernsehgeräten zur Strahlenexposition der Bevölkerung wird zu weniger als 10 Mikrosievert abgeschätzt. Auch Radargeräte gehören zu den Störstrahlern im Sinne der Röntgenverordnung (s. Teil III, 3).

Zu den genehmigungspflichtigen Störstrahlern gehören Elektronenmikroskope, Mikrowellenklystrons, Thyratrons, Hochspannungsgleichrichter und spezielle Fernseheinrichtungen. Zur Strahlenexposition der gesamten Bevölkerung tragen solche Störstrahler nicht nennenswert bei, da nur wenige Personen beruflich mit diesen Geräten umgehen.