3. Künstliche Umweltradioaktivität
(Artificial radioactivity in the environment)

3.1 Luft und Niederschlag, Gamma–Ortsdosisleistung
(Air and precipitation, ambient gamma dose rate)

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich Strahlenschutz und Umwelt, Freiburg, vom Deutschen Wetterdienst, Offenbach am Main und der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, Braunschweig

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), der Deutsche Wetterdienst (DWD) und die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) sind mit der Überwachung der Radioaktivität in der Atmosphäre gesetzlich beauftragt.

Die Messnetze des BfS und des DWD sowie dessen radiochemisches Zentrallabor in Offenbach sind Bestandteile des Integrierten Mess- und Informationssystems zur Überwachung der Umweltradioaktivität (IMIS). Das IMIS wird vom BfS im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit fachlich und technisch betreut. Die auf Plausibilität geprüften Ergebnisse der Messnetze des BfS und des DWD werden täglich an die Zentralstelle des Bundes (ZdB) beim BfS weitergeleitet.

Zur kontinuierlichen Überwachung der γ-Ortsdosisleistung (ODL) betreibt das BfS ein automatisches Messnetz mit ca. 2150 Messstellen. Zusätzlich wird an 12 Stationen die Luft kontinuierlich bezüglich natürlicher α-Aktivität, künstlicher β-Aktivität und gasförmiger radioaktiver Iodisotope überwacht (ABI-Messnetz, **A**lpha-**B**eta-**I**od). Weiterhin verfügt das BfS über 6 Messfahrzeuge, die mit Messsystemen zur In-situ-γ-Spektrometrie ausgerüstet sind. Diese werden zur nuklidspezifischen Bestimmung der Beiträge der Bodenaktivität (natürlichen und insbesondere künstlichen Ursprungs) und zur γ-Ortsdosisleistung an den Messstellen (Sondenstandorte) des ODL-Messnetzes eingesetzt. Im Ereignisfall dienen sie zur schnellen Ermittlung der Aktivität frisch auf dem Boden deponierter Radionuklide.

Das Radioaktivitätsmessnetz des DWD umfasst 40 Messorte. Dort werden nuklidspezifisch messende γ-Schrittfilteranlagen zur kontinuierlichen Überwachung der schwebstoffgebundenen Radionuklide und Messgeräte zur Erfassung der schwebstoffgebundenen künstlichen α- und der künstlichen β–Aktivität sowie Probeentnahmesysteme für gasförmiges Iod, Schwebstoffe und Niederschlag betrieben. Zusätzlich sind 39 der Stationen dieses Messnetzes mit stationären Messsystemen zur In-situ-γ-Spektrometrie ausgerüstet. An 20 dieser Messstationen werden γ–spektrometrisch die Aktivitätskonzentrationen für gasförmiges Iod, an Schwebstoffe gebundene Radionuklide bestimmt sowie die Radioaktivität im Niederschlag ermittelt. In einem Intensivbetrieb stehen Niederschlagsproben von 7 weiteren Messorten zur Verfügung.

Die Spurenanalyse ist die Überwachung der Umweltradioaktivität auf dem Niveau sehr geringer Aktivitätskonzentrationen und ermöglicht die Beobachtung von Langzeittrends in der Umweltradioaktivität. Diese Messungen werden vom BfS, Freiburg, dem DWD, der PTB und des GSF-Forschungszentrums für Umwelt und Gesundheit in München-Neuherberg - durchgeführt. Im Rahmen dieser Spurenanalyse werden die Aktivitätskonzentrationen von Radionukliden in der bodennahen Luft und im Niederschlag mittels γ-Spektrometrie, α-Spektrometrie und integraler Messung der β-Aktivität bestimmt, wobei den Messungen teilweise radiochemische Aufbereitungsschritte vorangehen. Die Messergebnisse aus diesen Bereichen stellen einen weiteren Schwerpunkt dieses Berichts dar.

Die erhobenen Daten werden nicht nur für IMIS verwendet, sondern auch im Rahmen der europaweiten Überwachung der Umweltradioaktivität für die EU-Berichterstattung (nach Art. 35136 EURATOM)bereitgestellt.

In diesem Bericht kann die Vielzahl sämtlicher Einzelmesswerte nicht dokumentiert werden. Die Abbildungen und die Tabellen stellen repräsentative Beispiele dar. Die Einzelwerte sind in den Leitstellen verfügbar.

Ergebnisse der Routinemessungen

Sowohl die Messwerte der γ-Ortsdosisleistung als auch die ermittelten Aktivitätskonzentrationen künstlicher Radionuklide in Luft und Niederschlag sind auch im Jahr 2003 verglichen mit denen des Vorjahres weitgehend unverändert geblieben. Die Werte lagen in der Regel nur noch wenig über dem Pegel, der vor dem Reaktorunfall von Tschernobyl gemessen wurde.

3.1.1 Radionuklide in der bodennahen Luft
(Radionuclides in air close to ground-level)

Die Ergebnisse der kontinuierlich arbeitenden Messsysteme wiesen im Berichtsjahr keine Werte oberhalb der jeweiligen Nachweisgrenze auf. Für die Tagesmessungen liegt diese typischerweise bei ca. 10 mBq/m^3 Luft, bezogen auf Cäsium-137.

Als über 20 Messstationen des DWD errechneter arithmetischer Mittelwert der langlebigen Gesamt-β-Aktivität der Luft resultiert für das Jahr 2003 ein Wert von 0,7 mBq/m^3 (Vorjahreswert: <0,84 mBq/m^3). Im Vergleich zu den Vorjahren wurde jetzt ein genaueres Verfahren eingesetzt, das zudem 20 statt bisher 10 Messstationen berücksichtigt.

Edelgase

Die am BfS durchgeführten Messungen des radioaktiven Xenons ergaben keine auffälligen Ergebnisse. Die Messwerte der Aktivitätskonzentrationen von Xenon-133 an den 6 deutschen Probenentnahmestationen lagen wie schon in den vergangenen Jahren zwischen 1 und 100 mBq/m^3 Luft. Als Beispiel ist in Abbildung 3.1-1 die Zeitreihe der Aktivitätskonzentration der radioaktiven Xenonisotope in Freiburg dargestellt.

Insgesamt ist der Grundpegel von Krypton-85 im Jahr 2003 weiter leicht angestiegen (siehe Abbildung 3.1-2). Der Medianwert für den Probenentnahmeort Freiburg – repräsentativ für die 10 mitteleuropäischen Stationen – betrug im Berichtsjahr 1,5 Bq/m^3 Luft. Dieser Wert ist, wie schon im Jahr 2002, durch den insgesamt ruhigeren Zeitverlauf der Messwerte zu erklären, der wesentlich weniger Erhöhungen als in den vorangegangenen Jahren zeigt. Der jährliche Anstieg von ca. 30 mBq/m^3 Luft entspricht dem globalen Trend, da die Freisetzungsrate von Kr-85 größer ist als seine Zerfallsrate. Die kurzzeitigen Schwankungen, die ein Vielfaches des jährlichen Anstiegs des Grundpegels ausmachen können, sind auf Emissionen aus den europäischen Wiederaufbereitungsanlagen (La Hague/Frankreich und Sellafield/England) zurückzuführen. Derartige kurzzeitige Erhöhungen können mit Hilfe der parallel zur wöchentlichen Probennahme durchgeführten täglichen Probennahme genauer analysiert werden. In einigen Fällen - abhängig von den meteorologischen Verhältnissen - ist es möglich, unter Zuhilfenahme von Trajektorienrechnungen den Emittenten zu bestimmen. Die Summe der Beiträge von Kr-85 und Xe-133 zur Ortsdosisleistung liegt unter 30 nSv/a und ist gegenüber den durchschnittlichen Werten der Ortsdosisleistung in Deutschland vernachlässigbar.

Gammaspektrometrie

Für spurenanalytische Messungen werden wöchentlich beaufschlagte Staubfilter verwendet, die zunächst γ–spektrometrisch ausgewertet werden. Diese Messungen werden vom DWD für 40 Standorte durchgeführt; in Tabelle 3.1.1-1 werden exemplarisch die Ergebnisse für Aachen, Berlin, Offenbach und Schleswig dargestellt. Weiterhin sind die Ergebnisse der GSF (München-Neuherberg), des BfS (Schauinsland, Freiburg) und der PTB (Braunschweig) enthalten. Bei den aufgeführten Ergebnissen handelt es sich um Monatsmittelwerte der an den jeweiligen Stationen langjährig beobachteten Radionuklide.

Für künstliche Radionuklide wurden mit Ausnahme von Cs-137 keine Aktivitätskonzentrationen oberhalb der Nachweisgrenzen festgestellt. Diese lassen sich je nach technischer Ausstattung des Standortes mit Werten zwischen 0,5 und 5 μBq/m^3 Luft angeben. Die Messergebnisse von Be-7 und Cs-137 an den Spurenmessstellen Offenbach und Berlin werden in Abbildung 3.1-3 grafisch dargestellt. Das Radionuklid Cs-137 ließ sich hier mit Werten zwischen 0,3 bis 1 μBq/m^3 messen. Das kosmogene Be-7 lag mit Werten zwischen 2,0 und 4,3 mBq/m^3 Luft im üblichen Schwankungsbereich. An allen Messstationen ist eine Erhöhung der Aktivitätskonzentration von Be-7 im 2. und 3. Quartal festzustellen, die auf einen erhöhten Austausch von Luftmassen zwischen Stratosphäre und Troposphäre im Frühjahr (Tropopausenbruch) zurückzuführen ist. In den Monaten Februar, März und April sowie im Dezember wurden im Vergleich zu den übrigen Monaten wesentlich häufiger an unterschiedlichen Messstellen Cs-137 mit Werten zwischen 0,5 und 8,2 μBq/m^3 gemessen, was mit einem in diesen Monaten erhöhten Anteil von resuspendiertem und verfrachtetem Staub in der bodennahen Luft zusammenhängt.

Aus den Messungen der GSF am Probenentnahmeort München-Neuherberg ergaben sich ähnliche Aktivitätskonzentrationen wie im vorangegangenen Jahr. Die Aktivitätskonzentration für Cs-137 lag im Jahresmittel bei 1,6 μBq/m^3 Luft (s. Tabelle 3.1.1-1b). Bedingt durch die regional unterschiedlich starke Deposition von Aktivität beim Reaktorunfall von Tschernobyl werden im Mittel in Bayern etwas höhere Aktivitätskonzentrationen von Cs-137 als an den anderen Probenentnahmeorten in Deutschland beobachtet.

An der Station Schauinsland des BfS lag der Jahresmittelwert der Aktivitätskonzentration von Cs-137 bei 0,6 μBq/m^3 Luft (vgl. Abbildung 3.1-4, Tabelle 3.1.1-1d), was im Rahmen der üblichen Schwankungen in etwa dem Vorjahreswert entspricht. Kurzfristige Erhöhungen der Aktivitätskonzentration von Cs-137 in der Luft treten vereinzelt, insbesondere bei Ostwind-Wetterlagen auf. Sie sind durch verstärkte Resuspension (z. B. bei langer Trockenheit) des Cäsiums aus höher belasteten Regionen in der Gegend um Tschernobyl erklärbar. Die Nach-

weisgrenze für Cs-137 liegt bei 0,2 μBq/m^3 Luft. Außer Cs-137 wurden keine künstlichen Radionuklide nachgewiesen.

Auch in Braunschweig liegen die Messergebnisse im Bereich der Werte, die auch in den vorangegangenen Jahren beobachtet wurden (vgl. auch Abbildung 3.1-5).

In der 9. Woche 2003 (24.02. bis 03.03.) wurden geringe Spuren von Iod-131 auf beiden Filtern der zurzeit bei der PTB in Braunschweig in Betrieb befindlichen Schwebstoffsammlern gemessen: mit etwa 1,3 μBq/m^3 und 50% Messunsicherheit lagen die Werte ca. 50 - 70% über der NWG. Eine Emissionsquelle konnte nicht ermittelt werden.

In der 34. Kalenderwoche (18. bis 25.08.2003) wurden in einer der beiden bei der PTB in Braunschweig gleichzeitig entnommenen Schwebstoffproben Spuren des Radionuklids Cobalt-58 (HWZ = 70,9 Tage) nachgewiesen. Die gemessene mittlere wöchentliche Aktivitätskonzentration betrug 0,06 μBq/m^3 (+/- 24%, NWG = 0,01 μBq/m^3). Im Sammelzeitraum kam der Wind überwiegend aus Westen bis Nordwesten, nur am 17./18.08.04 herrschte etwa einen Tag lang Süd- bis Südwestwind. Diese wechselnden Windrichtungen machten eine eindeutige Herkunftsbestimmung nicht möglich. Über welchen Pfad das Nuklid in die Stichprobe gelangte, ist unbekannt.

Radiochemie

Im Labor des DWD in Offenbach wurden Luftfilter von mindestens 4 Messstationen bezogen auf ein Sammelintervall von einem Monat zur Bestimmung von Strontium-90 radiochemisch analysiert. Zur Bestimmung einzelner Uran-, Plutonium- und Americium-Isotope wurden die Proben quartalsweise zusammengefasst. Die erreichten Nachweisgrenzen für Uran- und Plutoniumisotope betragen zwischen 0,005 und 1,5 μBq/m^3 Luft, für Sr-90 zwischen 0,1 und 4 μBq/m^3 Luft. Im Rahmen der Entwicklungsarbeiten wurden Optimierungen bei der Bestimmung der Alpha-Strahler mittels Extraktionschromatographie bzw. Ionenaustausch erreicht.

Die 2003 fortgeschriebene Messreihe der PTB (vgl. Abbildung 3.1-6) zeigt bei den Aktivitätskonzentrationen der Plutonium-Isotope Pu-(239+240) und Pu-238 keine auffälligen Abweichungen vom bisherigen zeitlichen Verlauf der Messwerte seit 1990. Die Aktivitätsverhältnisse Pu-238/Pu-(239+240) liegen in den Proben meistens mit Werten zwischen 5% und 15% im üblichen Schwankungsbereich. Die Aktivitätskonzentration der Plutonium-Isotope Pu-(239+240) und Pu-238 zeigen 2003 keine auffälligen Abweichungen vom zeitlichen Verlauf seit 1990. Im 4. Quartal fällt der geringe Gehalt an Plutonium-Isotopen in der Luft auf, was durch die Auswaschung der Schwebstoffe aus der Luft durch Regen erklärbar ist. Die Aktivitätsverhältnisse Pu-238/Pu-(239+240) liegen zwischen 2% und 8% und somit im unteren Bereich der üblichen Schwankungsbreite.

Tabelle 3.1.1-1 Einzelnuklid-Aktivitätskonzentrationen in der bodennahen Luft
(Activity concentrations of individual nuclides in air close to ground level)

a Messungen der Physikalisch Technischen Bundesanstalt, Braunschweig
Probenentnahmestelle: Braunschweig

Zeitraum	Aktivitätskonzentration in µBq/m³				
	Be-7	Na-22	K-40	Cs-137	Pb-210
1994	3393	0,34	10,2	0,86	300
1995	3446	0,34	9,9	0,82	309
1996	3161	0,31	9,9	0,95	400
1997	3669	0,37	11,0	0,73	372
1998	3235	0,35	8,4	0,63	298
1999	3361	0,42	8,8	0,50	319
2000	2855	0,35	9,7	0,50	283
2001	2609	0,32	8,3	0,41	273
2002	2530	0,3	9	0,7	310
2003#	2730	0,4	10	0,62	344
Januar	1740	0,2	6,8	0,35	260
Februar	2820	0,3	8,8	1,1	480
März	3330	0,4	13	0,96	450
April	3460	0,5	14	1,7	356
Mai	3210	0,5	8,8	0,36	217
Juni	3310	0,5	12	0,38	274
Juli	2990	0,5	12	0,39	278
August	3320	0,5	18	0,73	301
September	3310	0,3	8,3	0,32	466
Oktober	2020	0,2	5,7	0,36	287
November	1650	0,1	7,7	0,52	458
Dezember	2260	0,2	5,7	0,27	305

\# Jahresmittelwerte: aus den Monatsmittelwerten berechnet und gerundet

b Messungen des Forschungszentrums für Umwelt und Gesundheit (GSF),
München-Neuherberg,
Probenentnahmestelle: München-Neuherberg

Zeitraum	Aktivitätskonzentration in µBq/m³				
	Be-7	Na-22	Cs-134	Cs-137	Pb-210
1994	3500	0,4	< 0,2	2,3	420
1995	3500	0,4	< 0,12	2,3	425
1996	3300	0,4	0,1	2,4	480
1997	3400	0,4	< 0,1	2,2	480
1998	3660	0,5	< 0,11	2,1	400
1999	3320	0,4	< 0,06	1,5	380
2000	3030	0,4	< 0,06	1,7	420
2001	2820	0,34	< 0,059	1,53	417
2002	3040	< 0,31	k. A.	1,44	475
2003	3250	< 0,30	< 0,07	1,61	476
Januar	1680	< 0,14	< 0,06	1,74	404
Februar	2060	< 0,13	< 0,06	2,85	570
März	2880	< 0,24	< 0,06	1,42	420
April	4510	0,49	< 0,06	2,17	468
Mai	4270	0,54	< 0,08	2,58	446
Juni	4890	0,44	< 0,08	0,81	667
Juli	3880	0,47	< 0,07	0,60	412
August	5090	0,41	< 0,09	1,09	754
September	4010	< 0,31	< 0,09	1,13	131
Oktober	2520	< 0,17	< 0,09	0,97	477
November	1540	< 0,14	< 0,06	2,10	576
Dezember	1700	< 0,15	< 0,05	1,82	388

< : Messwert kleiner Nachweisgrenze

c Messungen des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach/Main
Probenentnahmestellen: Schleswig, Offenbach/Main, Berlin und Aachen

Zeit-Raum	Aktivitätskonzentration in µBq/m³							
	Schleswig		Offenbach am Main		Berlin		Aachen	
	Be-7	Cs-137	Be-7	Cs-137	Be-7	Cs-137	Be-7	Cs-137
1993	2570	< 10	3076	<2,7	2928	< 2,5	2940	<10
1994	2720	< 10	3789	<2,7	3001	< 1,8	3920	< 1,6
1995	3028	< 3,9	3667	<3,6	3772	< 3,6	3942	< 2,3
1996	3080	< 4,4	2850	<3,6	3360	< 2,1	3480	< 2,4
1997	3368	< 3,1	3709	<3,4	3751	< 2,2	3878	< 2,1
1998	2646	< 3,4	3443	<3,1	3066	< 3,2	3140	< 2,0
1999	2750	< 3,6	3460	<3,0	3590	< 3,3	3360	< 1,8
2000	2168	< 3,3	2892	<2,9	2898	< 3,8	2735	< 1,6
2001	1930	< 3,4	2760	<3,1	2870	< 3,7	2550	< 2,2
2002	2284	< 3,6	2769	1,3	2821	1,6	2803	< 2,6
2003	2233	< 3,7	1451	0,5	1387	0,8	1606	< 2,8
Januar	2058	< 3,0	844	0,4	948	0,5	1112	< 2,9
Februar	2531	< 4,2	1362	0,9	2968	1,4	1579	< 2,6
März	2058	< 3,0	844	0,4	948	0,5	1112	< 2,9
April	3341	< 5,4	1893	0,6	1615	1,4	2132	< 2,4
Mai	2236	< 3,7	1698	0,4	1461	0,6	1856	< 2,9
Juni	2192	< 3,2	1848	0,3	1378	0,8	1881	< 3,5
Juli	2097	< 3,8	1741	0,2	1413	0,4	1480	< 3,6
August	2508	< 4,3	2094	0,4	1461	0,7	2123	< 2,7
Sept.	3160	< 4,3	2165	0,5	1822	1,5	2088	< 2,8
Oktober	1802	< 3,4	1212	0,4	923	0,4	1250	< 3,2
November	1332	< 3,4	756	0,9	853	0,8	1228	< 2,5
Dezember	1479	< 2,7	957	0,6	858	0,4	1429	< 1,5

< : Messwert kleiner Nachweisgrenze

d Messungen des Bundesamtes für Strahlenschutz, Freiburg,
Probenentnahmestelle: Freiburg, Schauinsland

Zeitraum	Aktivitätskonzentration in µBq/m³	
	Be-7	Cs-137
1994	3525	0,61
1995	3348	0,63
1996	3454	0,4
1997	4916	0,6
1998	4488	1,0
1999	4106	0,63
2000	3754	0,47
2001	3494	0,43
2002	3767	0,45
2003#	4540	0,6
Januar	2410	0,43
Februar	4300	0,92
März	5360	0,56
April	4850	0,68
Mai	4780	1,95
Juni	6070	0,40
Juli	4610	0,36
August	5680	0,40
September	5580	0,38
Oktober	3740	0,33
November	3220	0,39
Dezember	3920	0,44

Jahresmittelwerte: aus den Monatsmittelwerten berechnet und gerundet
< : Messwert kleiner Nachweisgrenze

e Messungen des Bundesamtes für Strahlenschutz
Probenentnahmestellen: Freiburg, Schauinsland, Freiburg

Zeitraum	Aktivitätskonzentration in mBq/m³			
	Freiburg		Schauinsland	
	Kr-85	Xe-133	Kr-85	Xe-133
1994	1301	4	1327	5
1995	1526	5,0	1544	5,5
1996	1438	5,1	1466	5,9
1997	1580	5,8	1590	6,8
1998	1623	5,1	1619	4,3
1999	1699	3,6	1736	5,0
2000	1641	3,4	1692	5,6
2001	1573	5,4	1593	8,0
2002	1604	5,0	1695	5,7
2003#	1700	7,5	1680	6,5
Januar	1540	5,9	1640	7,0
Februar	1450	8,7	1510	6,6
März	1490	10,3	1510	6,7
April	1510	5,3	1490	6,4
Mai	2010	11,3	1820	9,5
Juni	2260	7,9	2170	5,7
Juli	1740	3,5	1690	4,2
August	1800	11,7	1840	12,4
September	1810	7,8	1820	7,4
Oktober	1700	3,5	1710	3,1
November	1480	8,7	1470	5,4
Dezember	1600	4,9	1510	3,9

Jahresmittelwerte: aus den Monatsmittelwerten berechnet und gerundet

3.1.2 Radioaktive Stoffe im Niederschlag (Gesamtdeposition)
(Total wet deposition of radionuclides)

Zur Fortsetzung einer langjährigen Messreihe wurde die Gesamt-β-Aktivität im Niederschlag (Gesamtdeposition) ermittelt. Der stationsspezifische Jahreswert der Deposition errechnet sich aus der Summe der Tagesproben. Für das Jahr 2003 resultiert ein über alle Mess- und Sammelstationen des DWD arithmetisch gemittelter Jahreswert für die Deposition von 48 Bq/m^2 (Vorjahreswert: 62 Bq/m^2). Die Messwerte bewegen sich auf dem Niveau der Werte vor dem Reaktorunfallunfall von Tschernobyl, das heißt im Bereich der natürlichen Schwankungen. Abbildung 3.1-7 zeigt den zeitlichen Verlauf der über alle Messstellen gemittelten Jahressummen der dem Boden durch Deposition zugeführten Gesamt-β-Aktivität von 1957 bis 2003 in Bq/m^2. Die stationsspezifischen Depositionen im Berichtsjahr als Jahressummenwerte in Bq/m^2 zeigt Abbildung 3.1-8.

Monatssammelproben von 40 Messstationen wurden γ-spektrometrisch analysiert. Die Nachweisgrenzen lagen zwischen 0,5 bis 2 mBq/l. Es wurden 31 Messwerte von 480 Messungen oberhalb der Nachweisgrenzen festgestellt mit Werten zwischen 0,5 bis 8 mBq/l. In den Vorjahren wurden vergleichbare Werte beobachtet; diese Werte lassen sich durch "wash-out"-Prozesse von resuspendiertem Cs-137 im Bodenmaterial erklären. Exemplarisch sind die Messwerte der Radionuklide Be-7 und Cs-137 für die Messstellen Aachen, Berlin, Offenbach und Schleswig in den Tabellen 3.1.2-1a) und 1b) zusammengefasst. Die deutlich niedrigeren Werte für Be-7 im Vergleich zum Vorjahr sind eine Folge der geringeren Niederschlagssummen. Die Abbildung 3.1-9 zeigt für die Messstationen Offenbach und Berlin aus den Aktivitätskonzentrationen und der Niederschlagsmenge errechnete Werte für die Deposition von Be-7 und Cs-137. Für Cs-137 wurden Nachweisgrenzen mit Werten von kleiner als 0,1 Bq/m^2 ermittelt, während für kosmogenes Be-7 Messwerte zwischen 7 und 54 Bq/m^2 bestimmt wurden.

Im Labor des DWD in Offenbach wurden Niederschlagsproben von mindestens 4 Messstationen bezogen auf ein Sammelintervall von einem Monat zur Bestimmung von Sr-90 und Tritium radiochemisch analysiert. Zur Bestimmung einzelner Uran-, Plutonium- und Americium-Isotope wurden die Proben zu Quartalsproben zusammengefasst. Die erreichten Nachweisgrenzen betragen je nach Probenmenge für Sr-90 ca. 0,4 bis 1,6 mBq/l, für die α-Strahler zwischen 0,01 bis 0,08 mBq/l und für Tritium 3 bis 5 Bq/l.

Tabelle 3.1.2-1 Deposition von Einzelnukliden mit dem Niederschlag
(Wet deposition of individual nuclides)

a Messungen des Deutschen Wetterdienstes in Offenbach und Berlin

Zeitraum	Offenbach am Main			Berlin		
		Deposition (Bq/m²)			Deposition (Bq/m²)	
	l/m²	Be-7	Cs-137	l/m²	Be-7	Cs-137
1993	597,0	831	<1,52	619,2	971	<0,76
1994	533,3	849	<0,61	703,6	991	<0,47
1995	607,3	1117	< 4,0	925,8	1258	<0,83
1996	551,0	559	<2,25	462,9	629	<0,67
1997	436,2	580	<0,53	526,2	628	<1,25
1998	636,5	813	<0,61	623,5	766	<1,50
1999	645,3	832	<0,60	449,2	408	<1,30
2000	736,2	828	<0,55	590,3	449	<1,48
2001	826,1	725	<0,84	596,2	501	< 1,7
2002	735,9	718	< 0,82	736,8	608	< 1,83
2003	239,9	162	< 0,56	212,9	74	< 0,77
Januar	27,8	20	< 0,04	19,3	8	< 0,05
Februar	5,2	3	< 0,05	1,4	1	< 0,03
März	7,2	5	< 0,03	4,7	3	< 0,06
April	8,2	9	< 0,06	6,5	5	< 0,05
Mai	51,9	24	< 0,05	12,6	10	< 0,06
Juni	15,7	19	< 0,06	15,1	4	< 0,08
Juli	28,8	29	< 0,05	17,3	6	< 0,07
August	9,5	10	< 0,05	15,9	5	< 0,08
September	18,1	12	< 0,03	26,5	8	< 0,08
Oktober	26,2	11	< 0,05	26,3	12	< 0,07
November	21,7	10	< 0,05	26,6	8	< 0,07
Dezember	19,8	9	< 0,05	30,7	4	< 0,08

< : Messwert kleiner Nachweisgrenze

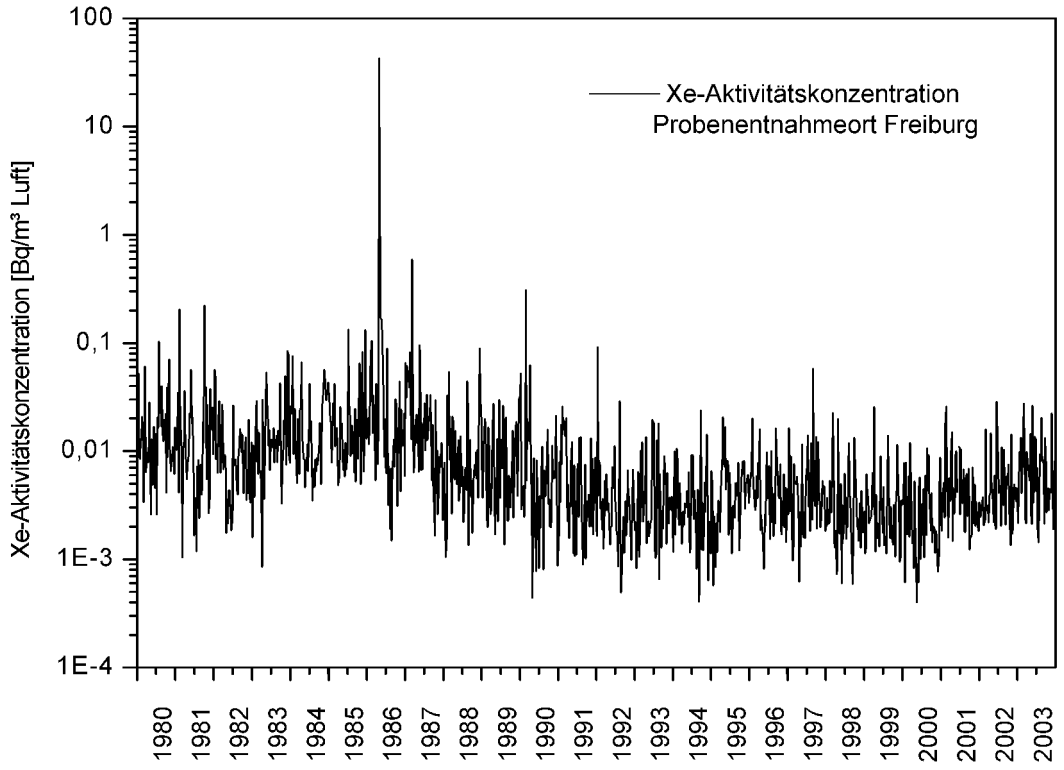
b Messungen des Deutschen Wetterdienstes in Aachen und Schleswig

Zeitraum	Aachen			Schleswig		
		Deposition (Bq/m²)			Deposition (Bq/m²)	
	l/m²	Be-7	Cs-137	l/m²	Be-7	Cs-137
1996	620,6	2080	<0,03	530,6	611	<0,56
1997	658,1	904	<0,88	638,4	582	<0,79
1998	892,6	1251	<0,96	1049,1	820	<1,14
1999	833,1	1005	<1,01	908,0	766	<1,05
2000	946,3	1028	<1,06	736,3	619	<1,08
2001	950,8	935	<1,24	874,9	515	<1,22
2002	945,0	1019	< 1,08	1083,3	771	0,81 - < 2,06
2003	467,6	286	< 0,68	377,4	304	< 0,64
Januar	61,5	29	< 0,04	19,4	6	< 0,04
Februar	15,4	7	< 0,07	3,6	2	< 0,05
März	34,9	23	< 0,06	9,1	6	< 0,05
April	43,4	19	< 0,07	29,5	21	< 0,05
Mai	50,2	45	< 0,05	37,8	34	< 0,05
Juni	33,2	47	< 0,07	32,0	54	< 0,05
Juli	54,5	20	< 0,07	26,1	18	< 0,05
August	21,4	25	< 0,06	28,4	16	< 0,08
September	18,4	11	< 0,03	30,6	27	< 0,05
Oktober	60,3	26	< 0,05	76,1	49	< 0,05
November	22,6	10	< 0,05	36,5	37	< 0,05
Dezember	51,9	24	< 0,05	48,4	35	< 0,05

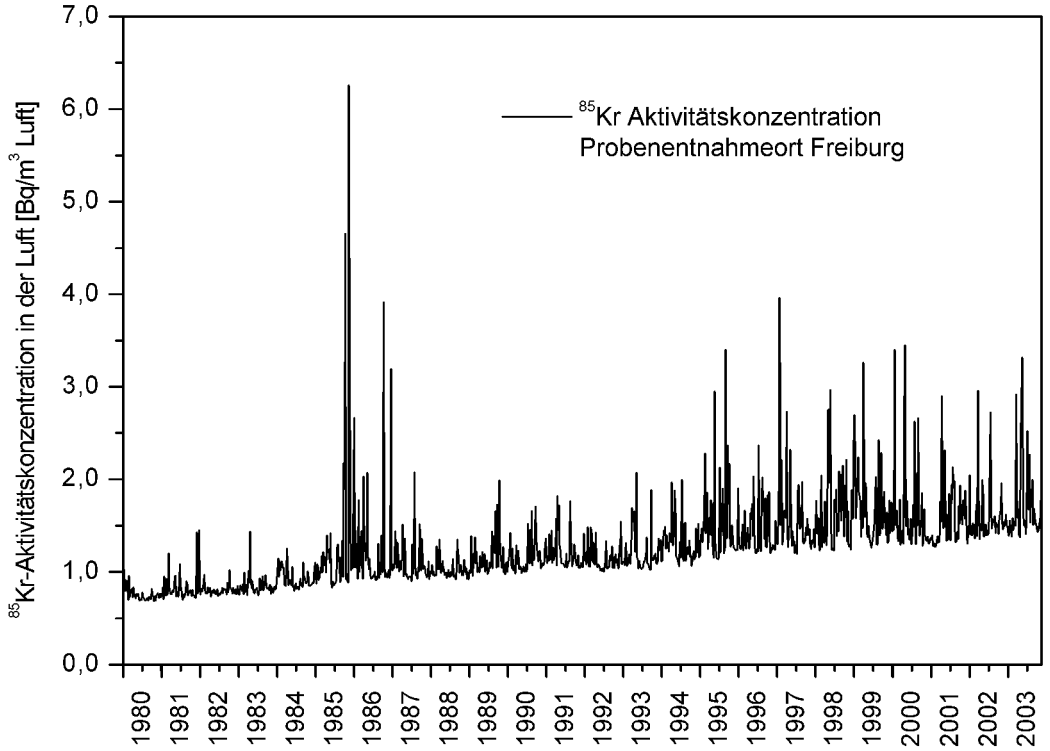
< : Messwert kleiner Nachweisgrenze

3.1.3 Gamma-Ortsdosisleistung
(Ambient gamma dose rate)

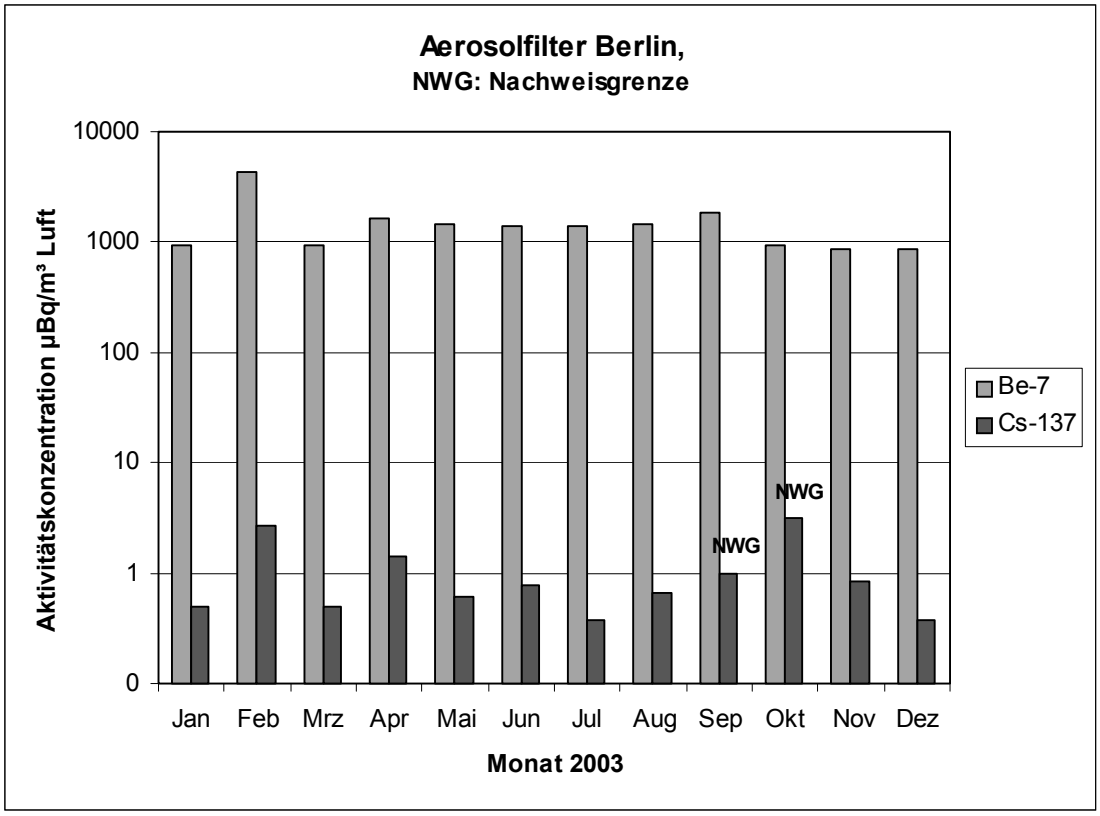
Die im Rahmen der kontinuierlichen Überwachung im ODL-Messnetz des BfS gemessenen Werte der γ-Ortsdosisleistung sind im Vergleich zum Vorjahr unverändert. Die geographischen Unterschiede sind Ausdruck des unterschiedlichen Gehaltes an natürlichen Radionukliden im Boden sowie der mit der Höhe zunehmenden kosmischen Strahlung. Typische Werte für die γ-Ortsdosisleistung in Norddeutschland liegen zwischen 60 und 105 nSv/h, entsprechend einer Jahresdosis von 0,5 bzw. 0,9 mSv, während in den Mittelgebirgen Spitzenwerte bis zu 230 nSv/h (Jahresdosis 2 mSv) beobachtet werden (vgl. auch Abbildung 3.1-10, Karte der mittleren γ-Ortsdosisleistung 2003). Dabei beträgt der Anteil durch kosmische Strahlung in Meereshöhe ca. 40 nSv/h (Jahresdosis 0,3 mSv); dieser Wert verdoppelt sich etwa alle 1500 Höhenmeter. Die auf den Reaktorunfall von Tschernobyl zurück zu führenden Beiträge zur γ-Ortsdosisleistung (praktisch ausschließlich von Cs-137) werden routinemäßig auch an den Sondenstandorten der ODL-Messstellen mit In-situ-Messfahrzeugen nuklidspezifisch ermittelt. Wegen der hohen Variabilität des natürlichen Untergrundes sind diese Gegenden aus der Kartendarstellung praktisch nicht erkennbar. Kurzzeitige, meist lokal auftretende Erhöhungen der γ-Ortsdosisleistung, die insbesondere bei starken Niederschlägen in den Sommermonaten zu beobachten sind, sind auf das Auswaschen von Radon-Folgeprodukten aus der Luft zurückzuführen. Üblicherweise sind dabei nur wenige Messstellen betroffen, und es stellen sich innerhalb weniger Stunden wieder die für die betroffenen Standorte typischen Werte ein.

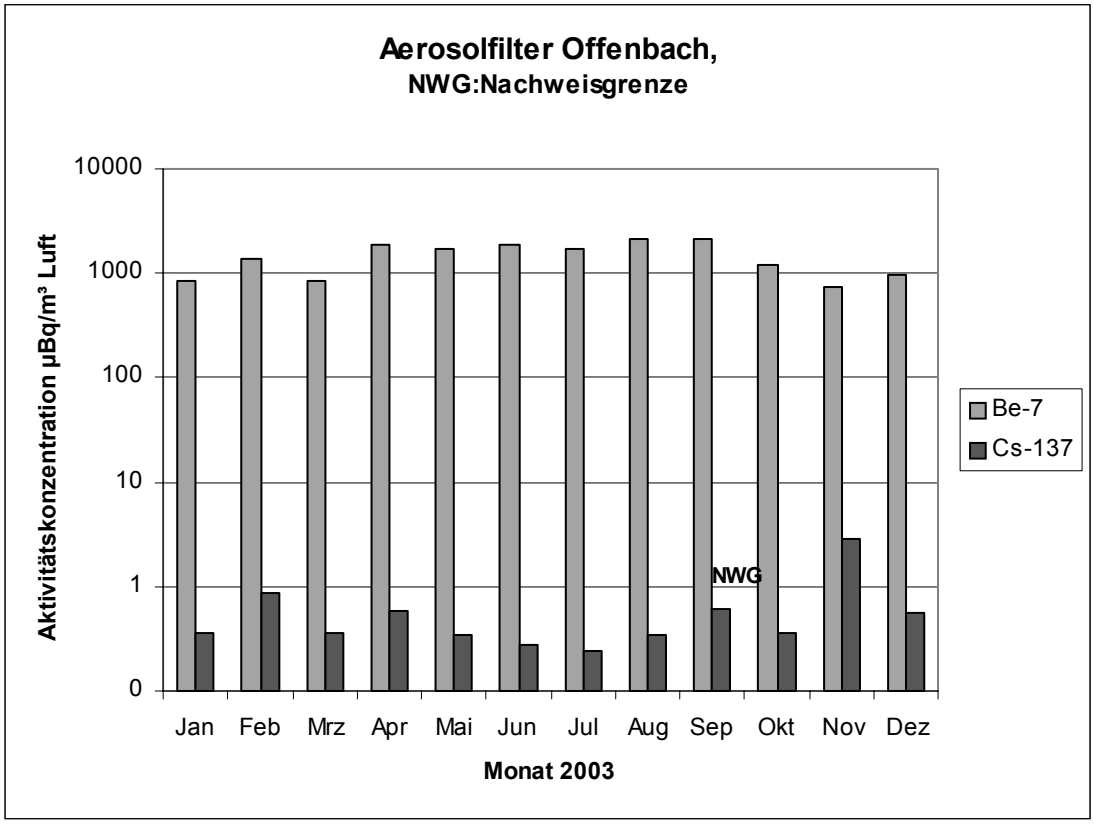


BfS	Xenon-Aktivitätskonzentration in der bodennahen Luft am Probenentnahmeort Freiburg (BfS, Freiburg) *(Xenon activity concentration in air close to ground level at the sampling location in Freiburg - BfS Freiburg)*	**3.1-1**

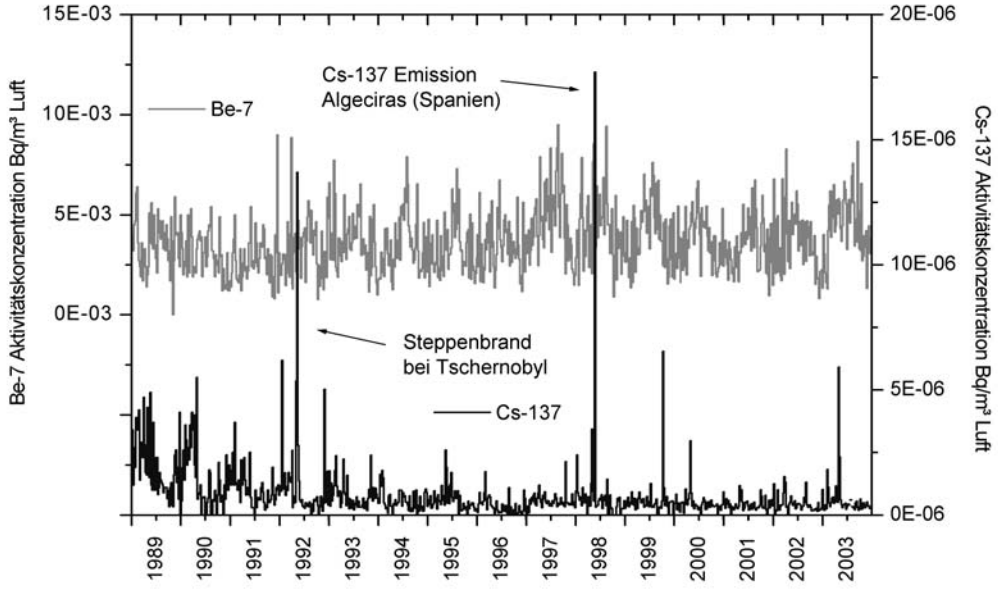


BfS	Aktivitätskonzentrationen von Kr-85 in der bodennahen Luft am Probenentnahmeort Freiburg (BfS, Freiburg) *(Activity concentrations of Kr-85 in air close to ground level at the sampling location Freiburg - BfS Freiburg)*	**3.1-2**

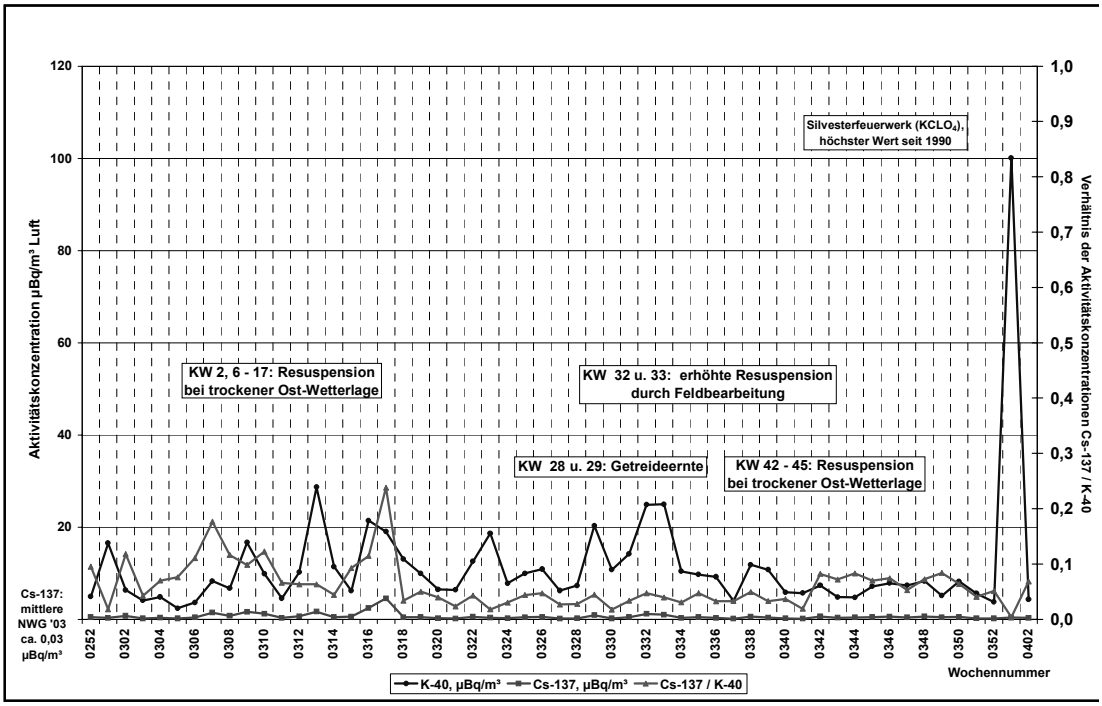




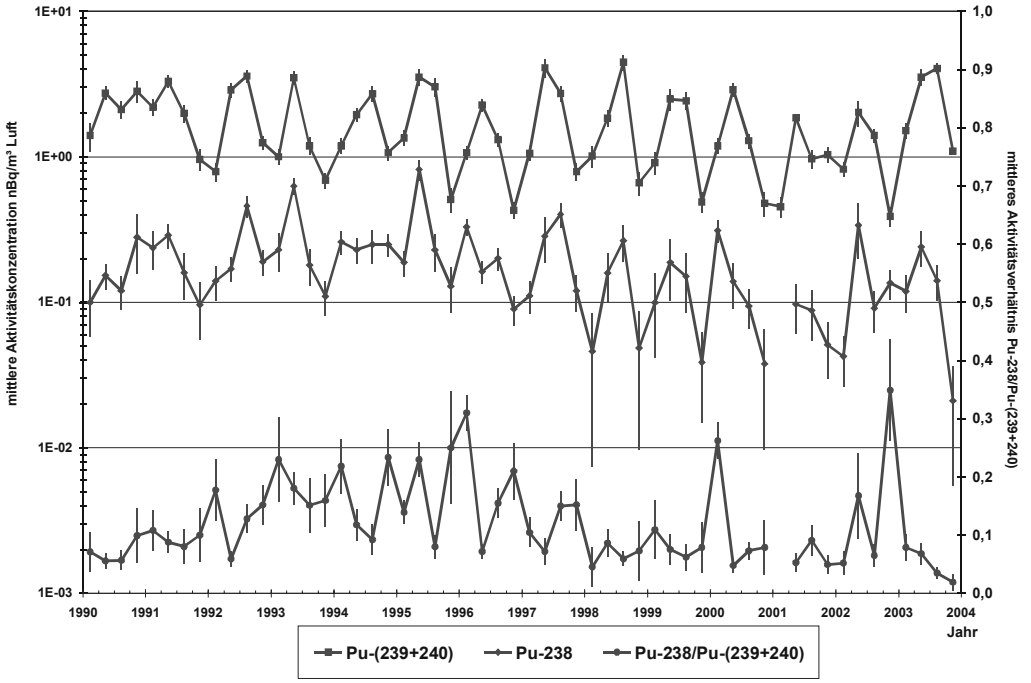
DWD	Einzelnuklid-Aktivitätskonzentrationen in der bodennahen Luft DWD-Stationen Berlin und Offenbach 2003 *(Activity concentrations of individual nuclides in air close to ground level at the DWD stations in Berlin and Offenbach in the year 2003)*	**3.1-3**



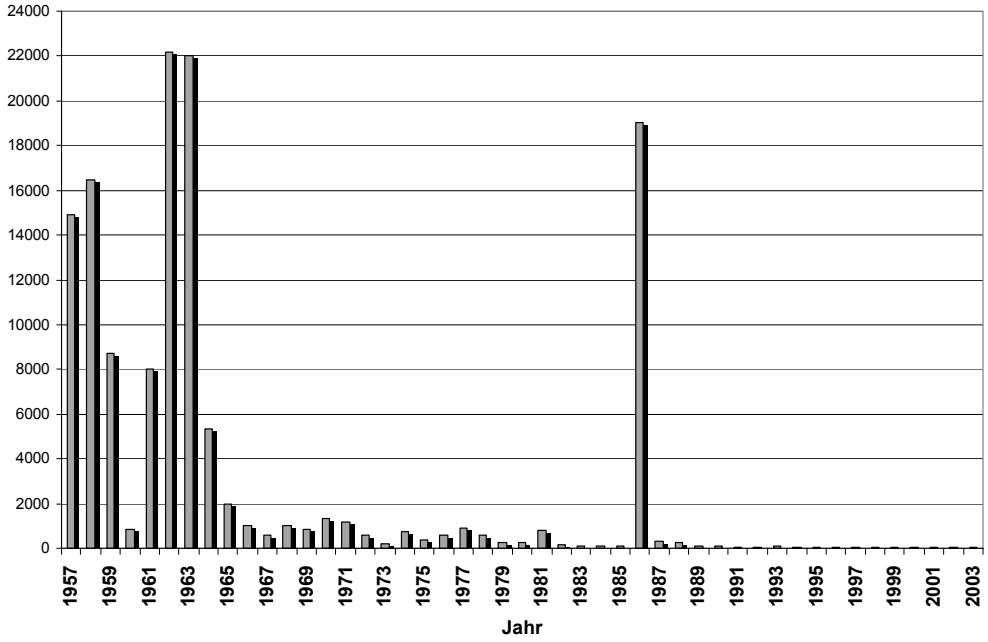
BfS	Aktivitätskonzentration von Cs-137 und Be-7 in der bodennahen Luft (Probenentnahmeort: Freiburg, Schauinsland) *(Activity concentration of Cs-137and Be-7 in air close to ground level) (Sampling location: Freiburg, Schauinsland)*	**3.1-4**



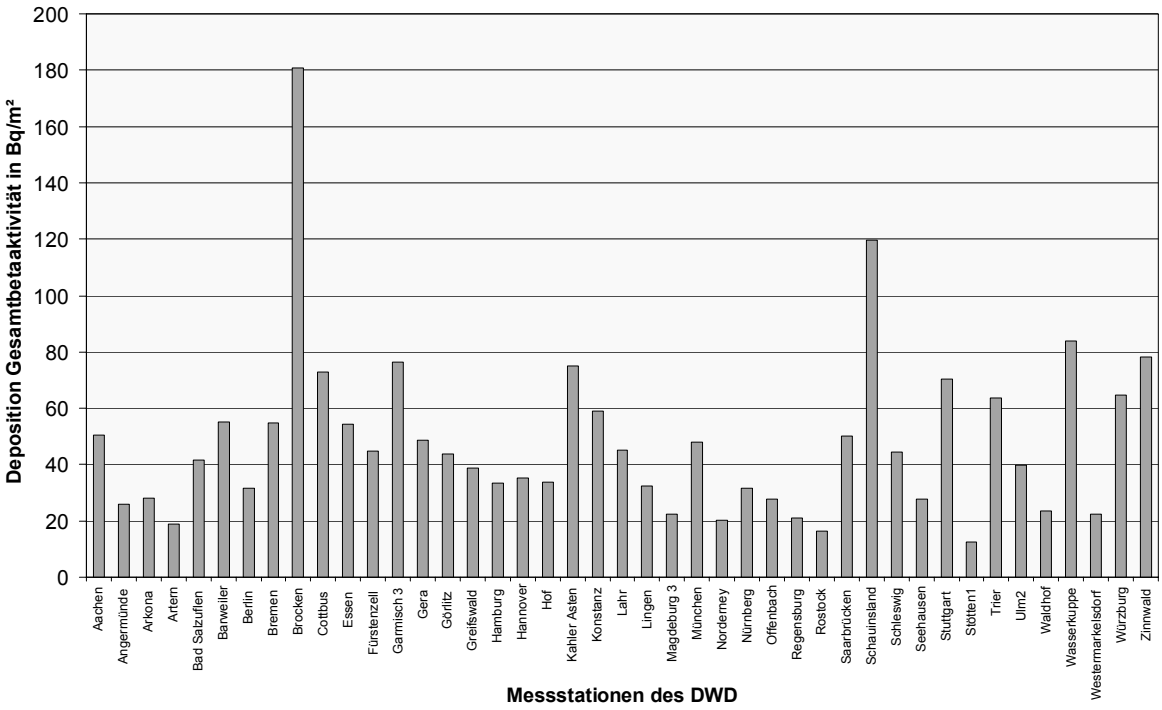
PTB	Aktivitätskonzentration von K-40 und Cs-137 in der bodennahen Luft im Jahr 2003 am Probenentnahmeort Braunschweig (PTB, Braunschweig) *(Activity concentration of K-40 and Cs-137 in air close to ground level in the year 2003 at the sampling location in Braunschweig - PTB Braunschweig)*	**3.1-5**



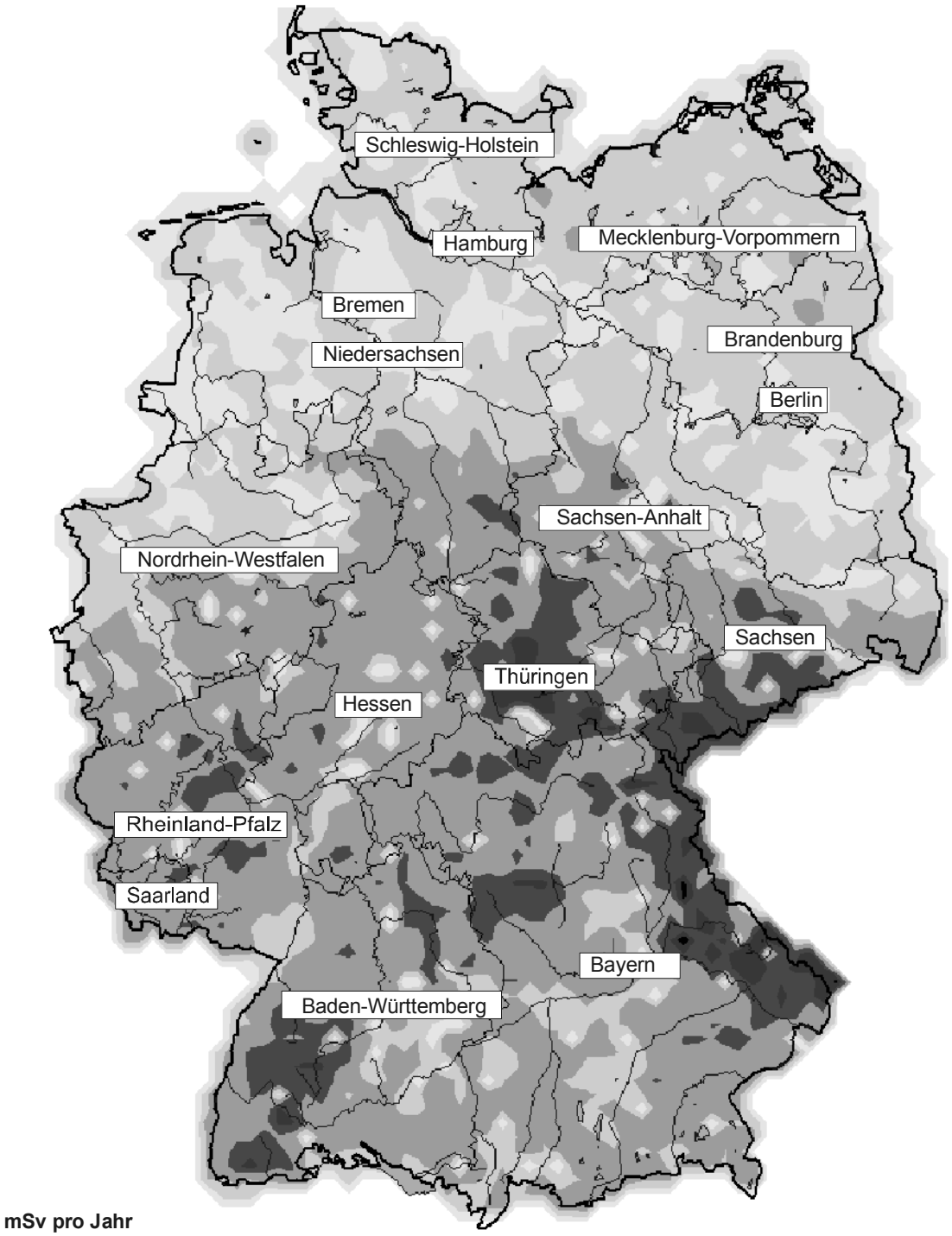
PTB	Aktivitätskonzentration der Plutoniumisotope in der bodennahen Luft am Probennahmeort Braunschweig (PTB, Braunschweig) *(Activity concentration of plutonium isotopes in air close to ground level at the sampling location in Braunschweig - PTB Braunschweig)*	**3.1-6**



DWD	Langlebige Gesamt-β-Aktivität im Niederschlag - Jahresmittelwert der Jahressummen an den DWD-Messstationen *(Long-lived total β activity in precipitation - Annual mean value for the total annual levels determined at the DWD measuring stations)*	**3.1-7**



DWD	Dem Erdboden durch Niederschläge im Jahr 2003 zugeführte langlebige Gesamt-β-Aktivität - stationsspezifische Jahressummen *(Deposition of additional long-lived total β activity due to precipitation - station specific annual total values in the year 2003)*	**3.1-8**



BfS	Mittlere γ-Ortsdosisleistung im Jahr 2003 auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland *(Mean ambient γ dose rate in the area of the FRG - year 2003)*	3.1-10