3. Künstliche Umweltradioaktivität
(Artificial radioactivity in the environment)

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

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz, Institut für Atmosphärische Radioaktivität, 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 für IMIS (ZdB) weitergeleitet.

Zur kontinuierlichen Überwachung der γ-Ortsdosisleistung (ODL) betreibt das BfS ein ODL-Messnetz mit ca. 2150 Messorten. Zusätzlich wird an 12 Stationen die Luft kontinuierlich bezüglich natürlicher α-Aktivität, künstlicher β-Aktivität und gasförmiger radioaktiver Iodisotope überwacht (ABI-Messnetz, Alpha-Beta-Iod). 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) zur γ-Ortsdosisleistung an den Messorten des ODL-Messnetzes eingesetzt. Im Ereignisfall dienen sie zur schnellen Ermittlung der Aktivität frisch auf dem Boden deponierter Radionuklide.

Das Radioaktivitätsmessnetz des Deutschen Wetterdienstes (DWD) umfasst 40 Messorte. Dort werden unter anderem nuklidspezifisch messende γ-Schrittfilteranlagen zur kontinuierlichen Überwachung der an das Luftaerosol gebundenen Radioaktivität und Messgeräte zur Erfassung der künstlichen α- und der künstlichen β–Aktivität betrieben. Darüber hinaus stehen Niederschlagsproben von 7 weiteren Messorten zur Verfügung. Zusätzlich sind 38 der Stationen dieses Messnetzes mit stationären Messsystemen zur In-situ-γ-Spektrometrie ausgerüstet. An 20 dieser Messorte werden γ–spektrometrisch gasförmiges Iod, an Aerosolpartikel gebundene Radionuklide und die Radioaktivität im Niederschlag ermittelt.

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 Institut für Atmosphärische Radioaktivität (IAR) des BfS, dem DWD, der PTB und der GSF – Forschungszentrum 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 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.

Verfahren zur Mittelwertbildung in der Spurenanalyse

Im Bereich der Überwachung der Umweltradioaktivität in der Atmosphäre liegen die Ergebnisse häufig unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) des Messverfahrens. Daraus resultiert das Problem, Mittelwerte aus signifikanten Werten und den erreichten Nachweisgrenzen zu bilden. Auf Grund der Beschaffenheit der in die Mittelung einfließenden Daten scheiden die üblichen statistischen Mittelungsverfahren aus. Daher wurde im Kreis der Vertreter der Spurenmessstellen das nachfolgend beschriebene Verfahren zur Berechnung von Mittelwerten (Monats-, Quartals-, Jahresmittelwerte) festgelegt:

- Als Mittelwert (MW) wird das arithmetische Mittel betrachtet
- Die Nachweisgrenze (NWG) bezieht sich auf die einzelne Messung
- Die Standardmessunsicherheit des einzelnen Messwertes (STU) enthält die Messunsicherheit sowie die systematische Unsicherheit

Treten im Mittelungszeitraum Datenausfälle auf, wird die Berechnung mit den verbleibenden Werten durchgeführt und der berechnete Mittelwert unter Angabe der Anzahl der berücksichtigten Werte als nicht repräsentativ gekennzeichnet.

Vier Fälle sind zu unterscheiden:

Fall		**Mittelwert**	**Standardmess-unsicherheit**
1.	Alle Werte > NWG	MW	(MW der STU) × 2
2.	Alle Werte < NWG	MW der NWG, MW wird mit „<“ gekennzeichnet	Keine Angabe
3.	Anzahl Messwerte ≥ Anzahl NWG	MW aus Messwerten und NWG (werden als Messwerte behandelt)	(MW der STU der Messwerte) × 2
4.	Anzahl Messwerte < Anzahl NWG	MW aus Messwerten und NWG (werden als Messwerte behandelt), MW wird mit „<“ gekennzeichnet	Keine Angabe

Der Vergleich der nach dem beschriebenen Verfahren errechneten Mittelwerte (Quartalsmittelwerte aus Wochenwerten bzw. Monatsmittelwerten, Jahresmittelwerte aus Wochenwerten, Monatsmittelwerten bzw. Quartalsmittelwerten) unter Verwendung von Routinedaten aus der Spurenanalyse zeigt, dass die berechneten Mittelwerte weniger als 2% voneinander abweichen.

Ergebnisse der Routinemessungen

Sowohl die Messwerte der γ-Ortsdosisleistung als auch die ermittelten Aktivitätskonzentrationen künstlicher Radionuklide in Luft und Niederschlag sind auch im Jahr 2001 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 Radioaktive Stoffe in der Luft *(Radioactive substances in air)*

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/m3 Luft bezogen auf Cäsium-137.

Als über 8 Messstationen errechneter arithmetischer Mittelwert der langlebigen Gesamt-β-Aktivität der Luft resultiert für das Jahr 2001 ein Wert von <0,84 mBq/m^3 (Vorjahreswert: <0,83 mBq/m^3).

Edelgase

Die am IAR des 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/m³ Luft. Als Beispiel ist in Abbildung 3.1-2 die Zeitreihe der Aktivitätskonzentration der radioaktiven Xenonisotope in Freiburg dargestellt.

Insgesamt ist der Grundpegel von Krypton-85 im Jahr 2001 weiter leicht angestiegen (vgl. Abbildung 3.1-3); der Medianwert im Jahr 2001 lag z. B. für Freiburg – repräsentativ für die 10 mitteleuropäischen Stationen - bei 1,6 Bq/m³ Luft. 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.

An den deutschen Sammelstationen zeigte jedoch die Aktivitätskonzentration von Kr-85 mit Werten von ca. 1,35 Bq/m³ Luft in den Wochenproben im Zeitraum von Mitte Dezember 2000 bis Anfang Mai 2001 einen extrem ruhigen Verlauf (s. Abbildung 3.1-3). Eine mögliche Ursache ist die im Vergleich zu den Vorjahren reduzierte Emission von Kr-85 aus der französischen Wiederaufbereitungsanlage der Cogema in La Hague. In den folgenden Sammelzeiträumen zeigten alle deutschen Sammelstationen wieder - im Vergleich zum Jahresbeginn - höhere Kr-85 Aktivitätskonzentrationen. In der 21. Kalenderwoche (21.05. – 28.05.2001) wurde an der Sammelstation Braunschweig ein Maximalwert von 15,3 Bq/m³ Luft Kr-85 nachgewiesen. In der folgenden Woche wurde an der Sammelstation Freiburg ein Wert von 2,9 Bq/m³ Luft erreicht. In diesem Zeitraum herrschte überwiegend Westwind.

Gammaspektrometrie / Spurenanalyse

Für spurenanalytische Messungen werden wöchentlich beaufschlagte Staubfilter verwendet, die zunächst γ–spektrometrisch ausgewertet werden. Diese Messungen werden vom DWD an 20 Standorten 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 IAR (Schauinsland) und der PTB (Braunschweig) enthalten. Bei den aufgeführten Ergebnissen handelt es sich um Monatsmittelwerte der an den jeweiligen Stationen langjährig beobachteten Radionuklide.

Für die Messstellen Offenbach und Berlin werden die Messergebnisse von Beryllium-7 und Cs-137 in Abbildung 3.1-4 grafisch dargestellt. Für künstliche Radionuklide wurden im Wesentlichen keine Aktivitätskonzentrationen oberhalb der Nachweisgrenzen von ca. 3 mBq/m³ Luft (für Cs-137) festgestellt. Das kosmogene Be-7 lag mit Werten zwischen 2,0 und 4,3 mBq/m^3 Luft im üblichen Schwankungsbereich. An allen Messstationen lässt sich eine Erhöhung der Be-7-Aktivitätskonzentration im 2. Quartal feststellen, die auf einen erhöhten Austausch von Luftmassen zwischen Stratosphäre und Troposphäre im Frühjahr (Tropopausenbruch) zurückzuführen ist.

Aus den Messungen der GSF am Probenahmeort München-Neuherberg ergaben sich ähnliche Aktivitätskonzentrationen wie im vorangegangenen Jahr. Die Aktivitätskonzentration für Cs-137 lag im Jahresmittel bei 1,53 μBq/m³ 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 Probenahmeorten in Deutschland beobachtet.

An der Station Schauinsland lag der Jahresmittelwert der Aktivitätskonzentration von Cs-137 bei 0,4 µBq/m^3 Luft (vgl. Abbildung 3.1-5, Tabelle 3.1.1-1), was in etwa dem Vorjahreswert entspricht. Die Nachweisgrenze für Cs-137 liegt bei 0,2 µBq/m³ 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. Signifikante Aktivitätskonzentrationen frischer Spalt oder Aktivierungsprodukte wurden 2001 nicht nachgewiesen. Die Nachweisgrenze für Cs-137 liegt hier bei 0,04 µBq/m³ Luft.

Im Berichtsjahr war der zeitliche Verlauf des Cs-137-Gehaltes in der Luft ähnlich wie in den vorherigen Jahren. In der Silvesterwoche 2000/2001 wurde durch den Eintrag von Kalium-40 aus dem Silvesterfeuerwerk ein deutlicher Anstieg der Aktivitätskonzentration von K-40 in der Luft beobachtet, der zur Jahreswende 2001/2002 kaum sichtbar ist (vgl. Abbildung 3.1-6). Bei der an Silvester 2001/2002 herrschenden Westwindlage erreichten praktisch keine Luftmassen aus Braunschweig die im Nordwesten des Stadtgebietes gelegene PTB.

In der Darstellung der langjährigen Messreihen für die natürlichen γ–strahlenden Radionuklide wird eine stetig abnehmende Aktivitätskonzentration des K-40 beobachtet, die durch die allgemeinen Maßnahmen zur Luftreinhaltung erklärt werden kann.

Radiochemie

Für eine Auswahl von 8 Messstellen des DWD wurden zur Ermittlung von Monatsmittelwerten jeweils vier Wochenfilter zusammengefasst und zur Bestimmung von Radionukliden des Urans, Plutoniums und Strontiums radiochemisch untersucht. Die erreichten Nachweisgrenzen für Uran- und Plutoniumisotope betragen zwischen 0,01 und 0,5 µBq/m^3 Luft, für Strontium-90 zwischen 0,2 und 0,4 µBq/m^3 Luft. Im November wurde in einer Probe der Messstation Berlin eine Konzentration von 0,7 µBq/m^3 U-234 festgestellt. Die Quelle konnte nicht ermittelt werden.

Die in Braunschweig regelmäßig durchgeführte Bestimmung von Plutonium in Quartalsproben zeigt für 2001 eine weiterhin abnehmende Aktivitätskonzentrationen der Pu-Isotope Pu-239/240 und Pu-238. Wie Abbildung 3.1-7 zeigt, lag der Wert für die Aktivitätskonzentration des Pu-238 im ersten Quartal 2001 erstmalig unter der Erkennungsgrenze.

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

a) Messungen der Physikalisch Technischen Bundesanstalt, Braunschweig
Probennahmestelle: Braunschweig

Zeitraum	Aktivitätskonzentration in µBq/m^3				
	Be-7	Na-22	K-40	Cs-137	Pb-210
1993	3145	0,32	10,3	1,06	379
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
Januar	1899	0,19	6,7	0,66	414
Februar	2135	0,22	5,3	0,45	250
März	2348	0,30	5,4	0,57	350
April	2752	0,43	6,5	0,39	225
Mai	4087	0,66	11,8	0,79	261
Juni	3076	0,46	8,4	0,26	175
Juli	3476	0,45	12,6	0,27	275
August	3884	0,42	14,5	0,35	455
September	1739	0,17	6,6	0,22	208
Oktober	2776	0,23	10,6	0,42	256
November	1551	0,13	4,9	0,18	139
Dezember	1583	0,15	6,0	0,40	273

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

Zeitraum	Aktivitätskonzentration in µBq/m³				
	Be-7	Na-22	Cs-134	Cs-137	Pb-210
1993	3900	0,4	0,3	4,6	560
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
Januar	2010	0,18	< 0,061	4,42	570
Februar	2160	0,28	< 0,057	1,92	329
März	2180	0,38	< 0,050	1,41	225
April	2780	0,37	< 0,058	0,94	195
Mai	3950	0,56	< 0,058	1,80	390
Juni	3430	0,50	< 0,061	0,56	266
Juli	3810	0,34	< 0,071	0,81	347
August	4220	0,34	< 0,066	0,81	565
September	2080	< 0,23	< 0,060	0,78	371
Oktober	3320	0,19	< 0,060	1,57	855
November	1730	< 0,14	< 0,057	1,45	392
Dezember	2180	< 0,11	< 0,052	1,88	502

< : Messwert kleiner Nachweisgrenze

c) Messungen des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach/Main
Probennahmestellen: 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
Januar	1720	<3,2	2360	<3,3	2080	<3,4	1680	<2,4
Februar	1770	<2,8	2400	<2,9	2350	<3,6	2250	<1,5
März	2190	<3,2	1970	<2,7	2870	<3,8	2020	<2,4
April	2100	<3,5	2680	<2,5	2530	<3,6	2520	<2,0
Mai	2440	<3,7	3940	<3,4	3650	<2,6	3640	<2,5
Juni	1990	<3,4	3740	<3,1	3430	<4,2	3680	<2,3
Juli	2100	<3,8	3650	<3,3	4160	<4,1	3600	<2,0
August	2250	<3,6	3870	<3,8	3800	<4,4	3360	<2,6
Sept.	1150	<3,1	1810	<2,6	1860	<3,3	1730	<1,5
Oktober	2310	<4,5	2850	<3,6	3360	<4,3	3040	<2,9
November	1650	<2,9	1640	<3,3	2080	<3,6	1890	<2,6
Dezember	1500	<3,1	2250	<2,6	2240	<3,1	1180	<2,2

< : Messwert kleiner Nachweisgrenze

d) Messungen des Bundesamtes für Strahlenschutz - Institut für Atmosphärische Radioaktivität, Freiburg
Probennahmestelle: Messstation Schauinsland

Zeitraum	Aktivitätskonzentration in µBq/m^3	
	Be-7	Cs-137
1993	3390	0,81
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
Januar	3088	0,54
Februar	2851	0,49
März	2373	0,31
April	2804	0,33
Mai	3950	0,72
Juni	4208	0,37
Juli	4609	0,38
August	5187	0,38
September	2510	0,27
Oktober	4640	0,61
November	2556	0,37
Dezember	3134	0,38

e) Messungen des Bundesamtes für Strahlenschutz - Institut für Atmosphärische Radioaktivität,Freiburg
Probennahmestellen: Freiburg, Schauinsland

Zeitraum	Aktivitätskonzentration in mBq/m^3			
	Freiburg		Schauinsland	
	Kr-85	Xe-133	Kr-85	Xe-133
1993	1205	4,7	1243	5,4
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
Januar	1333	3,3	1368	2,7
Februar	1363	12,7	1373	20,2
März	1293	3,7	1311	3,4
April	1321	6,9	1344	9,2
Mai	1898	6,4	1602	6,7
Juni	1855	8,7	1898	24,1
Juli	1486	4,9	1492	12,5
August	1642	4,0	1680	4,1
September	1950	5,2	2048	5,4
Oktober	1374	2,9	1443	2,3
November	1700	3,5	1820	3,4
Dezember	1655	2,4	1741	2,3

3.1.2 Radioaktive Stoffe im Niederschlag
(Radioactive substances in precipitation)

Zur Fortsetzung einer langjährigen Messreihe wurde die Gesamt-β-Aktivität im Niederschlag ermittelt. Der stationsspezifische Jahreswert der Deposition errechnet sich aus der Summe der Tagesproben. Für das Jahr 2001 resultiert ein über alle Mess- und Sammelstationen des DWD arithmetisch gemittelter Jahreswert für die Deposition von 64 Bq/m^2 (Vorjahreswert: 62 Bq/m^2). Die Messwerte bewegen sich im Niveau der Werte vor dem Reaktorunfallunfall von Tschernobyl, das heißt im Bereich der natürlichen Schwankungen. Abbildung 3.1-8 zeigt den zeitlichen Verlauf der über alle Messstellen gemittelten Jahressummen der dem Boden durch Niederschlag zugeführten Gesamt-β-Aktivität von 1957 bis 2001 in Bq/m^2. Die stationsspezifischen Depositionen im Berichtsjahr als Jahressummenwerte in Bq/m^2 zeigt Abbildung 3.1-9. Zum Vergleich sind in Abbildung 3.1-10 die Ergebnisse des Vorjahres dargestellt.

Monatssammelproben von 40 Messstationen wurden γ-spektrometrisch analysiert. 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. Es wurden Messwerte für Cs-137 zwischen 1 und 2,5 mBq/l ermittelt. In dieser Größenordnung liegt auch die Nachweisgrenze des Messverfahrens. In den Vorjahren wurden vergleichbare Werte beobachtet; diese Werte lassen sich durch “wash-out”-Prozesse von resuspendiertem Cs-137 im Bodenmaterial erklären. Exemplarisch zeigt Abbildung 3.1-11 für die Messstationen Offenbach und Berlin Messergebnisse für die Deposition von Be-7 und Cs-137. Für Cs-137 wurden Messwerte von ca. 0,2 Bq/m^2 bzw. Nachweisgrenzen in dieser Größenordnung ermittelt, während für kosmogenes Be-7 deutlich höhere Messwerte zwischen 50 und 150 Bq/m^2 bestimmt wurden.

Radiochemische Analysen an Niederschlagsproben von 8 Messstationen wurden zur Bestimmung von Strontium-90 und einzelner Isotope der α-Strahler (Uran, Plutonium) sowie für Tritium durchgeführt. Die erreichten Nachweisgrenzen betragen für Strontium-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

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
Januar	86,2	51	<0,09	36,7	52	0,18
Februar	64,5	74	<0,07	32,9	32	0,10
März	130,6	109	<0,09	40,4	52	0,14
April	60,6	56	<0,08	33,2	30	0,15
Mai	25	27	0,06	33,9	49	0,14
Juni	66,5	91	<0,12	64,7	49	0,15
Juli	38,6	39	<0,08	46,3	53	0,07
August	60,2	58	<0,09	40,5	24	0,16
September	114,9	85	<0,08	130,9	67	0,05
Oktober	39,8	47	<0,03	42	18	0,16
November	103,8	70	<0,06	47,2	33	0,19
Dezember	35,4	20	<0,06	47,5	42	0,20

< : Messwert kleiner Nachweisgrenze

b) Messungen des Deutschen Wetterdienstes

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
Januar	70,6	38	<0,08	36,1	25	<0,08
Februar	79,4	81	<0,14	56,7	24	<0,11
März	101,4	86	<0,11	50,9	43	0,13
April	93	82	<0,07	60,2	47	<0,11
Mai	43,5	60	<0,15	29,6	22	<0,12
Juni	88	105	<0,10	60,1	13	<0,10
Juli	64,3	87	<0,10	89,7	86	<0,09
August	43,8	31	<0,10	94,2	73	<0,08
September	140,1	138	<0,06	178	59	<0,11
Oktober	52,9	55	<0,16	59,9	20	<0,12
November	104,4	95	<0,09	82,7	68	<0,09
Dezember	69,4	78	<0,08	76,8	34	<0,07

< : Messwert kleiner Nachweisgrenze

3.1.3 γ-Ortsdosisleistung
(Ambient γ 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 75 und 105 nSv/h, entsprechend einer Jahresdosis von 0,67 bzw. 0,9 mSv, während in den Mittelgebirgen Werte bis zu 230 nSv/h (Jahresdosis 2 mSv) beobachtet werden (vgl. Abbildung 3.1-1, Karte der mittleren γ-Ortsdosis 2001). 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 (praktisch ausschließlich von Cs-137) werden routinemäßig auch an den Sondenstandorten 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.

mSv pro Jahr

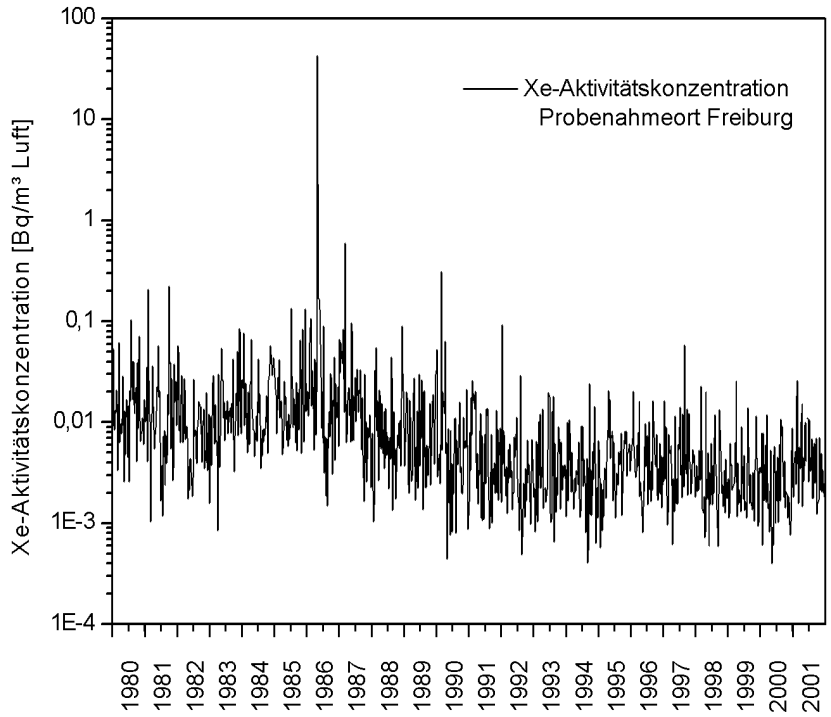
> 1,4
1,2 - 1,4
1,0 - 1,2
0,8 - 1,0
0,6 - 0,8
< 0,6

0 50 100 150km

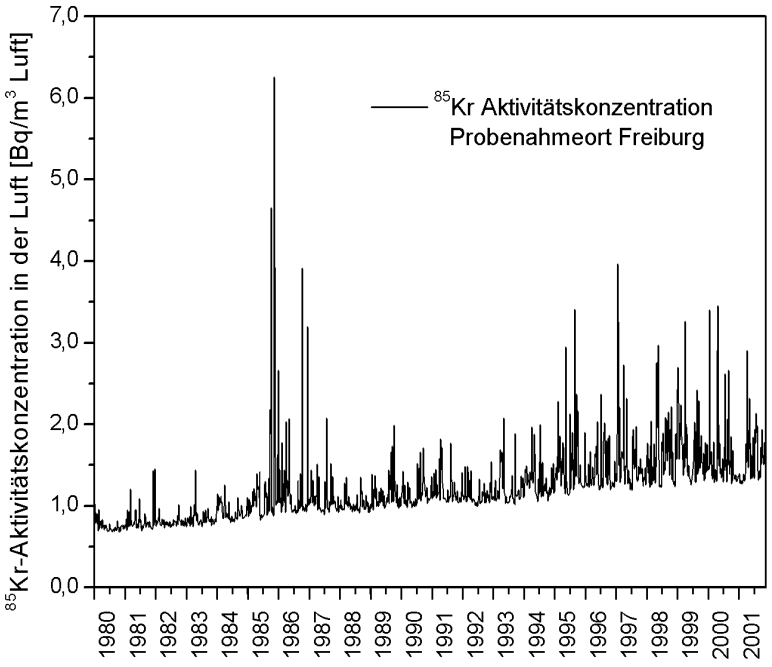
Daten aus IMIS

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn

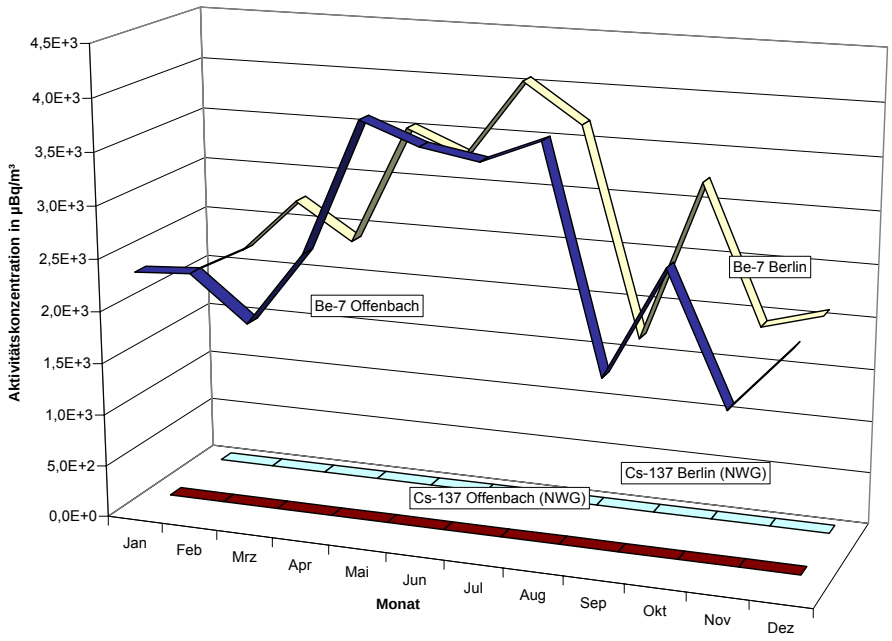
BfS	Mittlere γ-Ortsdosisleistung im Jahr 2001 auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland *(Mean ambient γ dose rate in the area of the FRG - year 2001*	**3.1-1**



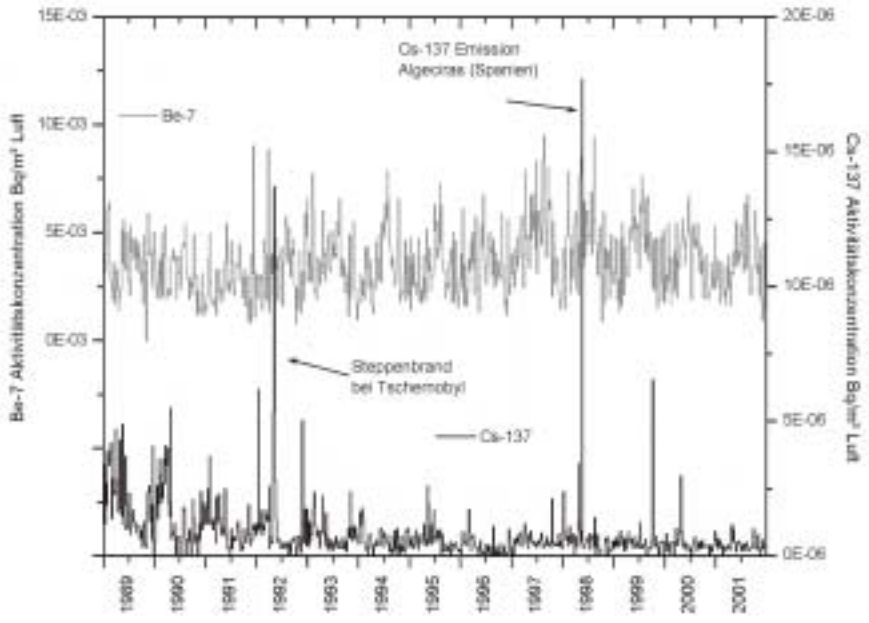
BfS	Xenon-Aktivitätskonzentration in der bodennahen Luft am Probennahmeort Freiburg (BfS, Freiburg) *(Xenon activity concentration in air close to ground level at the sampling location in Freiburg - BfS Freiburg)*	**3.1-2**



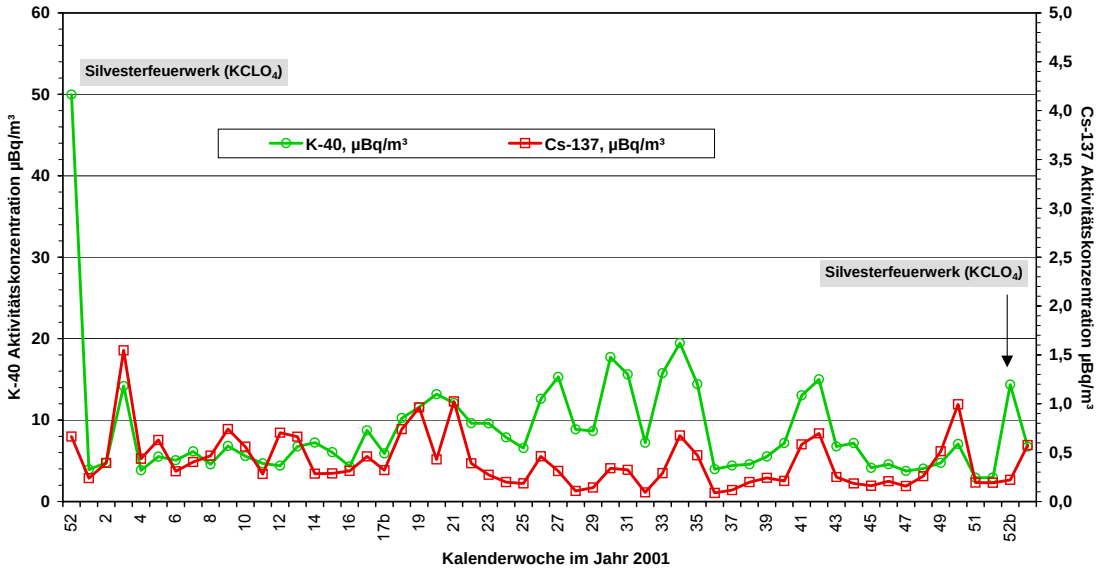
BfS	Aktivitätskonzentrationen von Kr-85 in der bodennahen Luft am Probennahmeort Freiburg (BfS, Freiburg) *(Activity concentrations of Kr-85 in air close to ground level at the sampling location Freiburg - BfS Freiburg)*	**3.1-3**



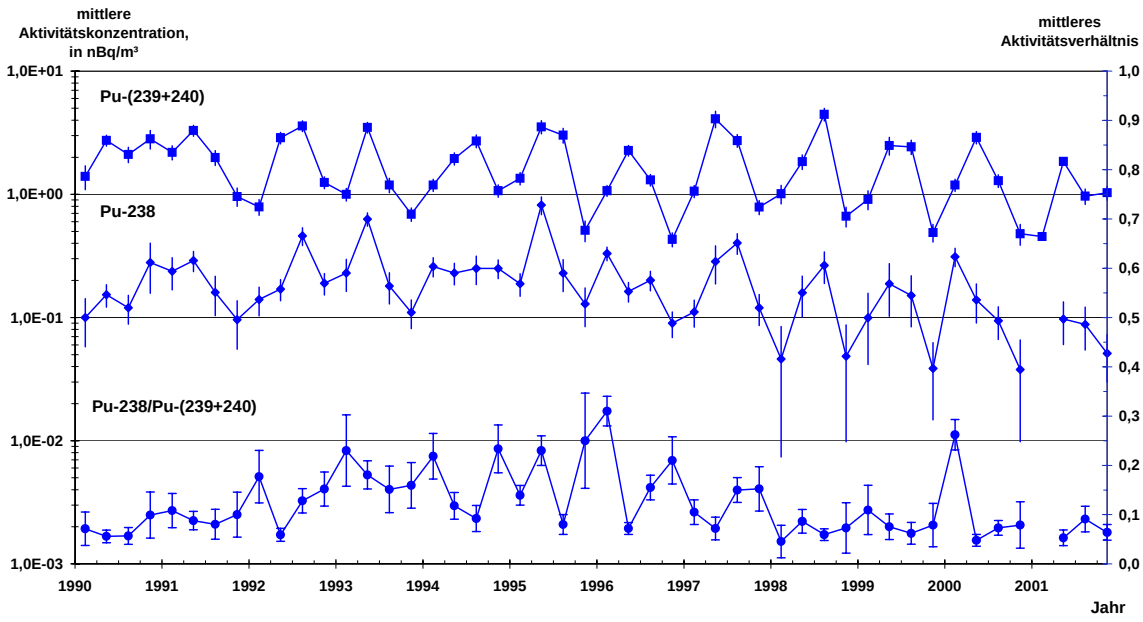
DWD	Einzelnuklid-Aktivitätskonzentrationen in der bodennahen Luft DWD-Stationen Berlin und Offenbach 2001 *(Activity concentrations of individual nuclides in air close to ground level at the DWD stations in Berlin and Offenbach in the year 2001)*	**3.1-4**



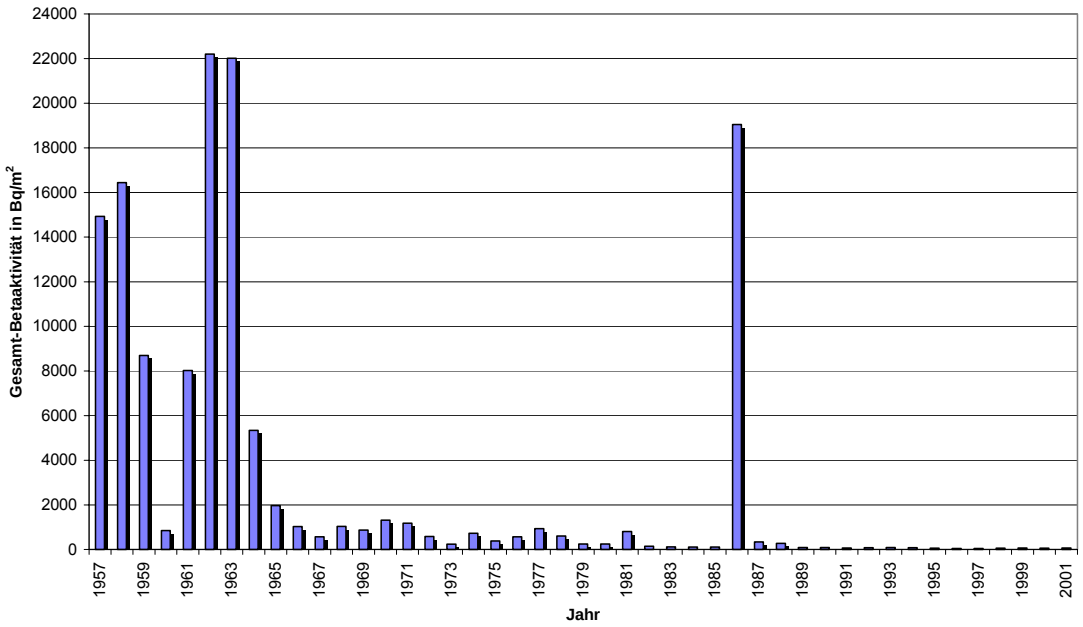
BfS	Aktivitätskonzentration von Cs-137 und Be-7in der bodennahen Luft (Probennahmeort: Messstation Schauinsland) *(Activity concentration of Cs-137and Be-7 in air close to ground level)* *(Sampling location: Schauinsland measuring station)*	**3.1-5**



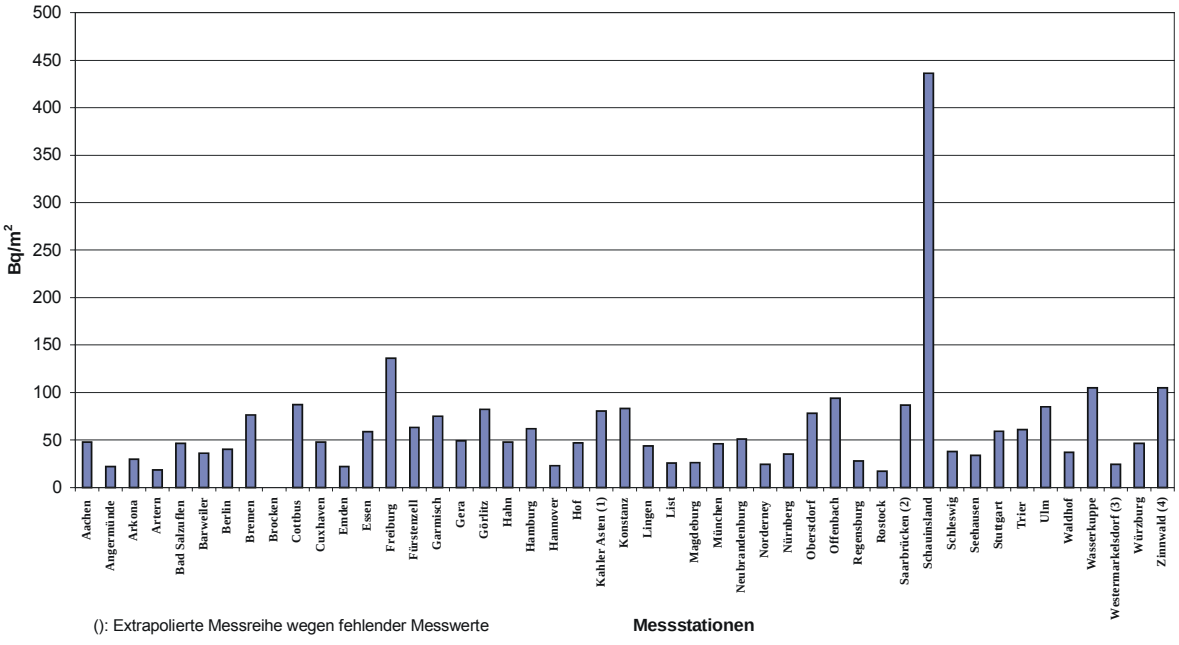
PTB	Aktivitätskonzentration von K-40 und Cs-137 in der bodennahen Luft im Jahr 2001 am Probennahmeort Braunschweig (PTB, Braunschweig) *(Activity concentration of K-40 and Cs-137 in air close to ground level in the year 2001 at the sampling location in Braunschweig - PTB Braunschweig)*	**3.1-6**



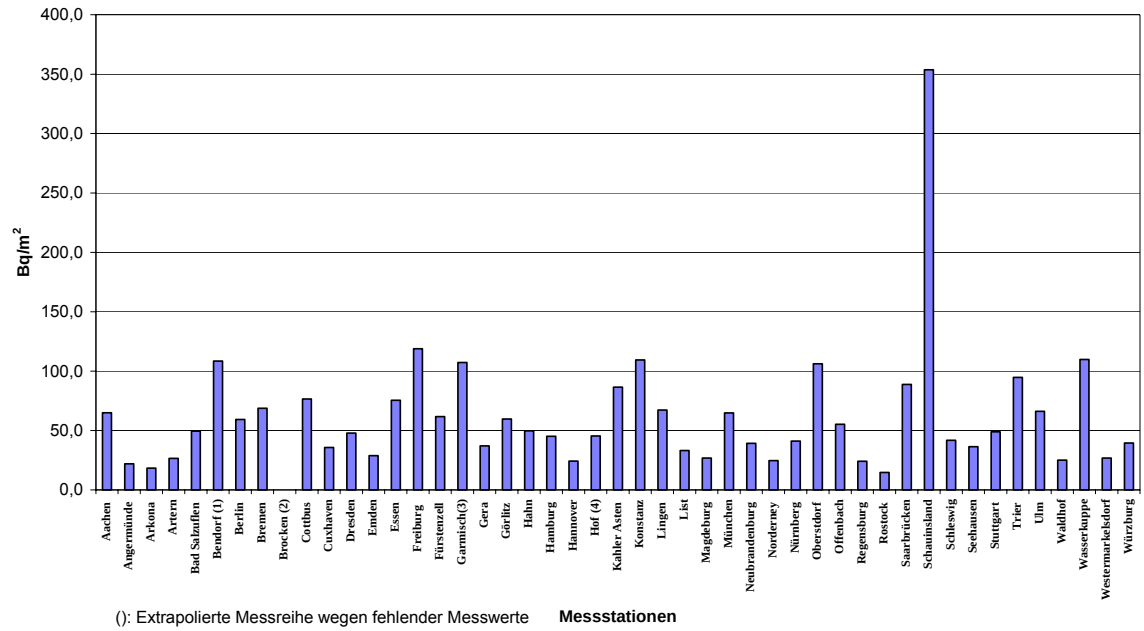
PTB	Aktivitätskonzentration der Plutoniumisotope in der bodennahen Luft am Probennahmeort Braunschweig (PTB, Braunschweig) *(Activity concentration of plutonium isotopes in air close to ground level at the sampling location in Braunschweig - PTB Braunschweig)*	**3.1-7**



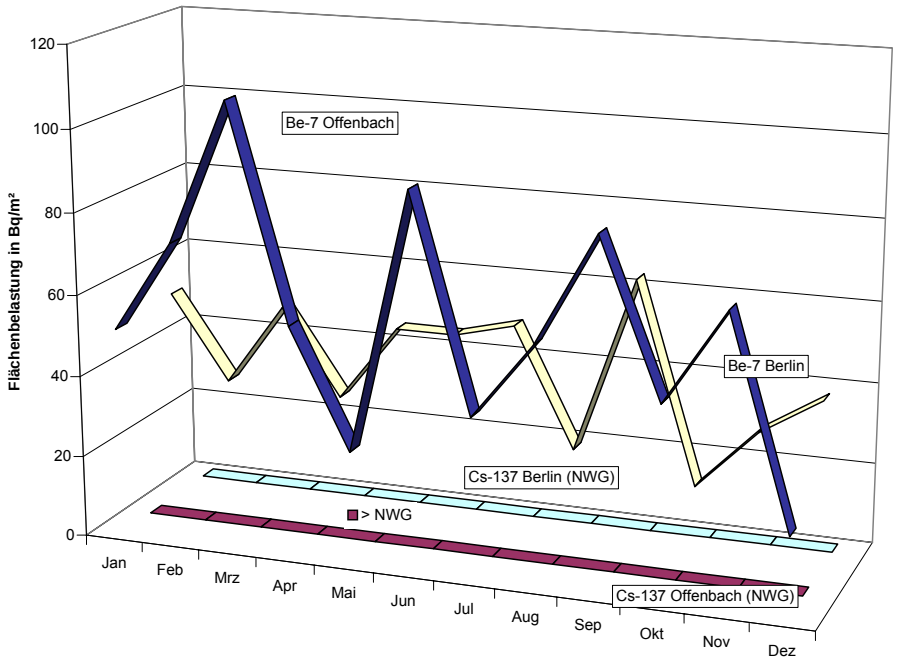
DWD	Langlebige Gesamt-β-Aktivität im Niederschlag - Jahresmittelwert der Jahressummen an den DWD-Messstationen *(Long-lived total β activity in precipitation - Annual mean value for the total annual levels determined at the DWD measuring stations)*	**3.1-8**



DWD	Dem Erdboden durch Niederschläge im Jahr 2001 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 2001)*	**3.1-9**



DWD	Dem Erdboden durch Niederschläge im Jahr 2000 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 2000*	**3.1-10**



DWD	Deposition von Einzelnukliden mit dem Niederschlag DWD-Stationen Berlin und Offenbach *(Deposition of individual nuclides with precipitation - DWD stations in Berlin and Offenbach)*	**3.1-11**