

II KÜNSTLICHE UMWELTRADIOAKTIVITÄT

(ARTIFICIAL RADIOACTIVITY IN THE ENVIRONMENT)

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz, vom Deutschen Wetterdienst, der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, von der Bundesanstalt für Gewässerkunde, dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, vom Institut für Chemie und Technologie der Milch der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel und von der Bundesforschungsanstalt für Fischerei

1. Quellen künstlicher Radioaktivität (Sources of artificial radioactivity)

1.1 Kernwaffenversuche (Nuclear weapons tests)

Der allgemeine Pegel der Umweltradioaktivität durch Kernwaffenversuche ist seit Inkrafttreten des internationalen „Vertrages über die Einstellung von Kernwaffenversuchen in der Atmosphäre, im Weltraum und unter Wasser“ im Jahr 1963 ständig zurückgegangen. Dennoch sind langlebige Radionuklide wie Strontium-90 und Cäsium-137 auch heute noch in der Umwelt vorhanden.

Die Dosis durch die in großer Zahl bis in die 60er Jahre des letzten Jahrhunderts und letztmals im Jahr 1980 in der Atmosphäre durchgeführten Kernwaffenversuche ist weiterhin rückläufig. Sie betrug 2006 weniger als 0,01 mSv.

Nach langjährigen Bemühungen der internationalen Staatengemeinschaft wurde am 24. September 1996 der Vertrag über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen (Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty, CTBT) zur Unterzeichnung aufgelegt. Er verbietet nukleare Versuchsexplosionen und soll die Weiterentwicklung und Verbreitung dieser Waffen verhindern. Die Vertragsorganisation mit Sitz in Wien (CTBTO) baut zurzeit mit Hilfe der Signatarstaaten ein weltweites Überwachungssystem mit einem Netz von 321 Messstationen (Internationales Messnetz, IMS) auf.

Die einzige Radionuklidstation in Mitteleuropa befindet sich an der deutschen Station Schauinsland des BfS (Radionuklidstation 33, RN 33) in der Nähe von Freiburg. Dort sind automatische Messsysteme mit hoher Empfindlichkeit für den Nachweis von aerosolpartikelgebundener Radioaktivität sowie auch für den Nachweis der radioaktiven Xenonisotope Xe-135, Xe-133m, Xe-133 und Xe-131m in Betrieb. Der Probenentnahmezeitraum dieser kontinuierlichen Überwachungssysteme beträgt jeweils 24 Stunden. Die Daten beider Messsysteme der Radionuklidstation werden per Satellitenverbindung alle 2 Stunden an das internationale Datenzentrum der Vertragsorganisation in Wien übermittelt.

Das Ende 2004 von der CTBTO zertifizierte Messsystem für den Nachweis der aerosolpartikelgebundenen Radioaktivität (RASA) ist offizieller Bestandteil des IMS. Somit stehen die Daten allen Signatarstaaten zur Verfügung. Im Jahr 2006 befand sich das System im Routinebetrieb. Außer Cs-137 wurden keine künstlichen Radionuklide in den Tagesproben nachgewiesen. Es stammt überwiegend aus dem Reaktorunfall in Tschernobyl, gelangt durch Resuspension in die Atmosphäre und wird dann auf dem Filtermaterial abgeschieden. Die nachgewiesenen Aktivitätskonzentrationen liegen, wie auch in den Wochenproben (s. Kap. 2.1) im Bereich weniger Microbequerel pro Kubikmeter.

Das Edelgasmesssystem SPALAX befindet sich noch im Testbetrieb. Abb. 1.1-1 zeigt das Gammaskpektrum einer Tagesprobe, in der mehrere Xenonisotope nachgewiesen werden konnten. Die Messungen in 2006 bestätigen die Ergebnisse der Vorjahre: neben einem permanenten Untergrund der Xe-133-Aktivitätskonzentration in der Größenordnung von 1 mBq/m³ wurden auch einige kurzzeitige Erhöhungen nachgewiesen. In diesen Proben wurden, zusätzlich zum Xe-133, auch kleine Aktivitätskonzentrationen der Isotope Xe-131m, Xe-133m und Xe-135 von bis zu einigen Millibequerel pro Kubikmeter gemessen. Bei erhöhten Messwerten und/oder dem Nachweis mehrerer Xenonisotope in einer Probe ist es in einigen Fällen - abhängig von den meteorologischen Verhältnissen - möglich, unter Zuhilfenahme dieser Isotopenzusammensetzung und von Trajektorienrechnungen den Emittenten zu bestimmen. Die Bestimmung der Isotopenzusammensetzung ist Grundlage für die Unterscheidung zwischen Emissionen aus kerntechnischen Anlagen und Kernwaffenversuchen. Diese Diskriminierungstechnik wird zurzeit weiterentwickelt, auch unter Zuhilfenahme der an der Station Schauinsland erhobenen Daten. Die bisher mit dem Xenonmessnetz gesammelten Daten zeigen, dass die Hauptemittenten von radioaktivem Xenon derzeit Isotopenproduktionsanlagen (z. B. Chalk River Kanada, Fleurus in Belgien) sind und nicht, wie bisher angenommen, die Kernkraftwerke.

Zehn Jahre nach der Auflegung des Vertrages über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen durch die Vereinten Nationen sorgte die Bekanntgabe der Durchführung eines unterirdischen Kernwaffentests durch die Demokratische Volksrepublik Korea (Nordkorea) am 9. Oktober 2006 weltweit für große Besorgnis. Dieses Ereignis in Nordkorea war die erste Bewährungsprobe für das Internationale Messnetz der CTBTO. Die seismologischen Stationen identifizierten zweifelsfrei eine Explosion und ermöglichten die genaue Lokalisierung des Explosionsortes. Allerdings ergaben die Daten eine geringe Explosionsstärke, so dass Zweifel bestanden, ob es sich tatsächlich um eine nukleare Explosion gehandelt hatte. Diese Frage kann nur mit Radioaktivitätsmessungen beantwortet werden. Die bereits installierten Messstationen des IMS für partikelgebundene Radioaktivität kommen dabei jedoch nicht in Frage, da bei unterirdischen Explosionen primär die radioaktiven Edelgase in die Atmosphäre gelangen. Die entsprechenden Edelgasmesssysteme waren zum Zeitpunkt der Explosion in der Region jedoch noch nicht installiert. Bisher sind erst 10 der geplanten 40 Edelgasmesssysteme im IMS operationell. Einzig eine Station im Norden Kanadas war in der Lage, eine geringe Menge Xe-133 zu detektieren, die mit dem Ereignis auf Grund konsistenter meteorologischer Ausbreitungsrechnungen in Zusammenhang gebracht werden kann. Höhere Aussagekraft haben dagegen Xenonmessungen, die von einem schwedisch-südkoreanischen Team nach der Ankündigung des Tests mit mobilen Systemen, unabhängig vom IMS der CTBTO, auf der koreanischen Halbinsel durchgeführt wurden. Deren gemessene Isotopenverhältnisse geben klare Hinweise auf den nuklearen Charakter der Explosion. Diese und weitere Informationen über U.S.-amerikanische Messungen, die im Detail jedoch nicht bekannt gegeben wurden, bestätigen die Vermutung, dass es sich bei der Explosion am 09.10.2006 in Nordkorea um einen Kernwaffentest gehandelt hat. Dieses Ereignis zeigt, dass das geplante und zur-

zeit im Aufbau befindliche Messnetz der CTBTO für Radioxenon in der Lage sein wird, solche Ereignisse in Zukunft nachzuweisen und mit hoher Priorität weiter ausgebaut werden muss.

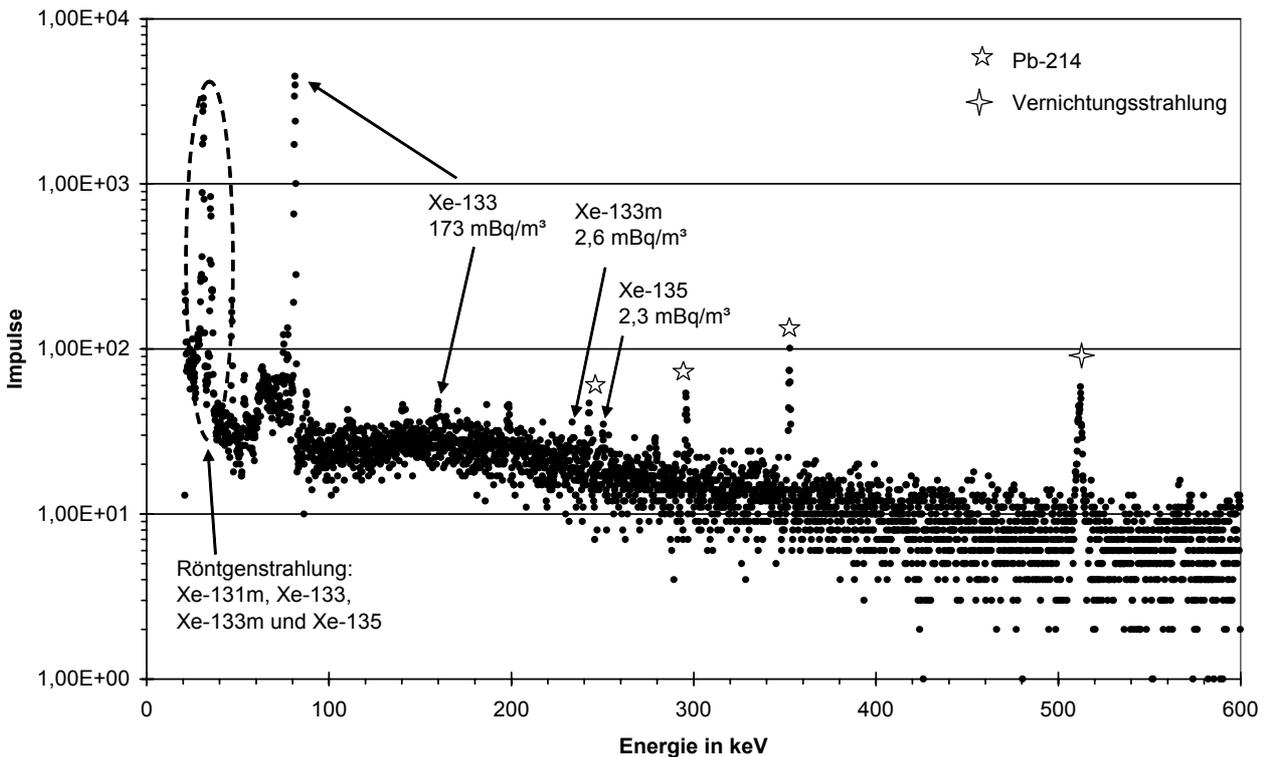


Abbildung 1.1-1 Gammaspektrum einer Tagesprobe des Edelgasmesssystems SPALAX an der Messstation Schauinsland mit mehreren Xenonisotopen
(Gamma-ray-spectrum of a daily sample containing several Xenon isotopes analyzed with the noble gas measuring system SPALAX at Schauinsland measuring station)

1.2 Tschernobyl - Strahlenexposition durch den Reaktorunfall
(Chernobyl - radiation exposure from the accident)

Im Jahr 2006 sind Grundnahrungsmittel wie Milch, Gemüse, Getreide, Obst und Fleisch durch Radiocäsium aus dem Reaktorunfall nur noch geringfügig kontaminiert. Durch ein umfangreiches Messprogramm nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz, in dem jährlich mehrere tausend Lebensmittelproben auf ihren Radioaktivitätsgehalt untersucht werden, wird eine bundesweite Überwachung der Radioaktivitätspegel in Lebensmitteln sichergestellt.

Die Messwerte der Aktivitätskonzentration von Cäsium-137 liegen wie im Vorjahr in den meisten Fällen unter 1 Bq pro Kilogramm Frischmasse bzw. pro Liter. Im Durchschnitt wird mit der Gesamtnahrung eine Aktivität von ca. 0,3 Bq Cs-137 pro Tag zugeführt, woraus eine Ingestionsdosis von 0,001 mSv pro Jahr resultiert (zum Vergleich 1986: 0,04 mSv). Diese ist gegenüber der mittleren Strahlenexposition von ca. 0,3 mSv pro Jahr durch Ingestion natürlich radioaktiver Stoffe (Kalium-40, radioaktive Isotope von Uran und Thorium und deren Folgeprodukte) sehr klein.

In Lebensmitteln aus Waldgebieten und vereinzelt auch bei Fischen aus Binnenseen sind weiterhin spezifische Cäsium-137-Aktivitäten von bis zu 40, in einigen Arten von Wildpilzen und in Wildfleisch bis zu einigen tausend Bq pro Kilogramm Frischmasse zu verzeichnen.

Insbesondere Wildschweine aus den hochbelasteten Gebieten Süddeutschlands überschreiten auch weiterhin häufig den Höchstwert von 600 Bq pro kg für Radiocäsium und dürfen daher nicht vermarktet werden. Im Bericht für das Jahr 2004 wurden Werte für die Kontamination von Reh- und Wildschweinfleisch aus dem Bayerischen Wald angegeben, einer der am höchsten belasteten Regionen Deutschlands.

In Abbildung 1.2-1 werden Daten aus dem Integrierten Mess- und Informationssystem dargestellt. Diese sind allerdings nicht repräsentativ für das jeweilige Bundesland.

In Bayern liegt der Mittelwert von 93 Messungen an Wildschweinen bei 1.070 Bq/kg, die Werte reichen bis 17.000 Bq/kg. Für Rehe liegt der Mittelwert von 49 Messungen bei 21 Bq/kg mit einem Höchstwert von 550 Bq/kg (vgl. "Tabelle 2.4.7-8 Wild, Inland und Einfuhr" auf Seite 197).

Auch in Thüringen und Baden-Württemberg überschreiten die maximal gemessenen Werte für Wildschweinfleisch den Höchstwert von 600 Bq/kg. Für Thüringen ergibt sich ein Mittelwert von 470 Bq/kg und ein Maximalwert von 900 Bq/kg

(vier Messungen). In Baden-Württemberg liegt der Mittelwert bei 360 Bq/kg und der Maximalwert bei 5.400 Bq/kg (429 Messungen). In Niedersachsen wurde ein Mittelwert von 110 Bq/kg und ein Maximalwert von 440 Bq/kg gemessen.

Cs-137 wird von Wild über das Futter aufgenommen. Bei Schwarzwild spielen Hirschrüffel eine besondere Rolle, da diese sehr viel höher belastet sind als Speisepilze und von Wildschweinen besonders gerne gefressen werden. Auch große, geschlossene Waldflächen führen zu höheren Aktivitäten, da die Tiere hier weniger auf landwirtschaftliche Flächen ausweichen können. Zuchttiere, die ausschließlich mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen gefüttert werden, zeigen dagegen nur sehr geringe Kontaminationen.

Ein Verzehr von z. B. 500 g eines Lebensmittels mit einer spezifischen Cs-137-Aktivität von 1.000 Bq/kg führt bei Erwachsenen zu einer effektiven Dosis von 0,007 mSv. Das BfS rät grundsätzlich, jede Strahlenexposition so gering wie möglich zu halten. Die Strahlenexposition durch den Verzehr von Nahrungsmitteln lässt sich durch das individuelle Ernährungsverhalten reduzieren. Wer für sich persönlich die Strahlenbelastung so gering wie möglich halten möchte, sollte deshalb auf den Verzehr von vergleichsweise hoch kontaminierten Pilzen und Wildbret verzichten (www.bfs.de/de/ion/papiere/speisepilze.html).

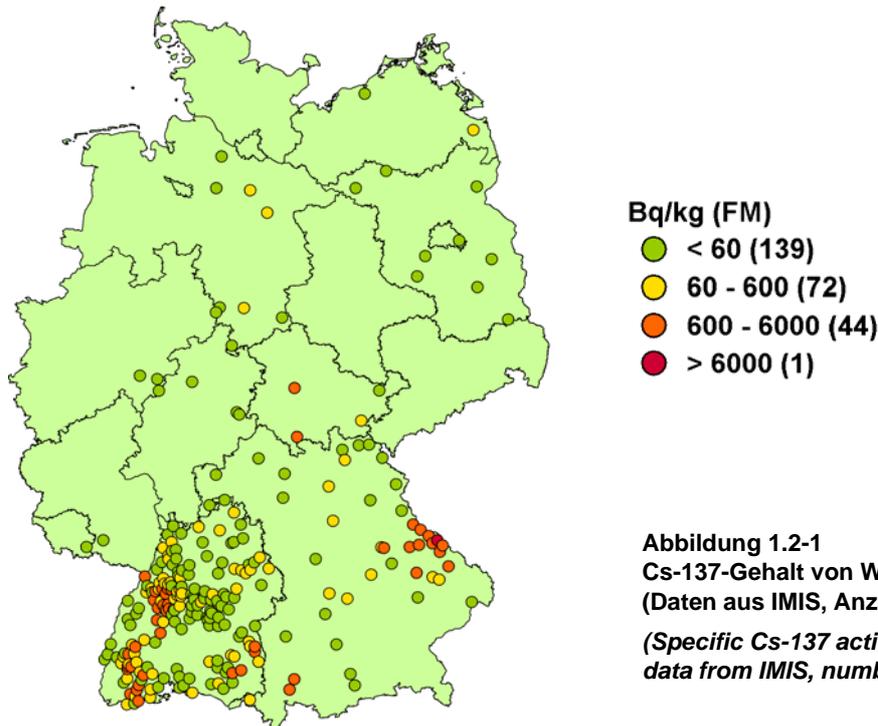


Abbildung 1.2-1
Cs-137-Gehalt von Wildschweinen im Jahr 2006
(Daten aus IMIS, Anzahl der Messungen in Klammern)
(*Specific Cs-137 activity in wild boar - year 2006 - data from IMIS, number of measurements in brackets*)

1.3 Kerntechnische Anlagen (Nuclear facilities)

Allgemeine Angaben

In der Bundesrepublik Deutschland bestanden im Jahr 2006 folgende kerntechnische Anlagen:

- 17 in Betrieb befindliche Atomkraftwerke (Tabelle 1.3-1) mit einer elektrischen Bruttoleistung von insgesamt 21.336 MW, einer Gesamtstromerzeugung von 167 TWh und einem Anteil von 26% an der Gesamt-Brutto-Stromerzeugung und von rund 31% an der Stromerzeugung der öffentlichen Versorgung im Jahr 2006. Die Atomkraftwerke Kahl, MZFR Karlsruhe, Rheinsberg, Gundremmingen A, AVR Jülich, Lingen, KNK Karlsruhe, Würgassen, Greifswald, Hamm-Uentrop, Mülheim-Kärlich, Stade und Obrigheim haben den Betrieb beendet.
- 5 Forschungsreaktoren (Tabelle 1.3-2) mit einer thermischen Leistung von insgesamt ca. 58 MW.
- 2 Kernbrennstoff verarbeitende Betriebe: ADVANCED NUCLEAR FUELS GmbH (ANF) Brennelement-Fertigungsanlage Lingen und URENCO D Urananreicherungsanlage Gronau. Die Hanauer Betriebe RD Hanau GmbH (vormals NUKEM GmbH) und SIEMENS AG sind abgerissen und wurden im Laufe des Jahres 2006 aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen, die Berichterstattung wurde eingestellt.
- 13 Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente: Zwischenlager Greifswald für abgebrannten Brennstoff (ZAB) Lubmin, Transportbehälterlager im Zwischenlager Nord (ZLN) Rubinow (Nasslager), Transportbehälterlager Ahaus (TBL-A), AVR-Behälterlager im Forschungszentrum Jülich, Transportbehälterlager Gorleben (TBL-G), Standort-Zwischenlager in den Kernkraftwerken Biblis, Brunsbüttel, Grafenrheinfeld, Grohnde, Krümmel, Lingen, Neckarwestheim und Obrigheim (Nasslager).
- 1 Interimslager für abgebrannte Brennelemente in Philippsburg.
- Das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) nimmt seit 2006 keine radioaktiven Abfälle zur Endlagerung mehr an (Tabelle 1.3-3).

Die bilanzierten Jahreswerte der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser der Atomkraftwerke, der Forschungszentren Karlsruhe, Jülich, Rossendorf, Geesthacht, des Hahn-Meitner-Instituts Berlin, Garching, sowie der Kernbrennstoff verarbeitenden Betriebe, der Forschungsreaktoren und des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben für das Jahr 2006 in den Kapiteln 2.1.5 und 2.2.4 sind getrennt nach Fortluft und Abwasser angegeben. In den Ableitungen der Forschungszentren sind die Emissionen der dort betriebenen Leistungs- und Forschungsreaktoren enthalten. Aus den für 2006 ermittelten Ableitungswerten geht hervor, dass die von den zuständigen Behörden festgelegten Höchstwerte für die jährlichen Emissionen in allen Fällen eingehalten wurden.

Die aus den Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser aus kerntechnischen Anlagen berechneten Werte der Strahlenexposition der Bevölkerung sind in Kapitel 1.3.1 zusammengefasst. Weiterhin wird der Beitrag ausländischer kerntechnischer Anlagen zur Strahlenexposition der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland ermittelt. Im benachbarten Ausland waren 2006 in Grenznähe bis zu einer Entfernung von 30 km zur deutschen Grenze die in Tabelle 1.3-4 aufgeführten kerntechnischen Anlagen in Betrieb. Das Kernkraftwerk Mühleberg in der Schweiz wird trotz seiner großen Entfernung zur Grenze ebenfalls aufgeführt, weil es im Einzugsgebiet des Rheins liegt. Über die jährlichen Emissionsraten kerntechnischer Anlagen in EU-Ländern informiert die Kommission der Europäischen Union in den Berichten „Radioactive effluents from nuclear power stations and nuclear fuel reprocessing plants in the European Community“. Die jährlichen Emissionen der Schweizer Anlagen werden in den Jahresberichten „Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz“ des Bundesamtes für Gesundheit, Bern, veröffentlicht.

**Tabelle 1.3-1 Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland
(Nuclear power plants in the Federal Republic of Germany)**

Standort kerntechnische Anlage	Bezeichnung	Typ a)	elektr. Brutto- leistung (MW)	Bruttostrom- erzeugung 2006*) (MWa)	Beginn / Ende des nuklearen Betriebes	Vorfluter
Kahl	VAK	SWR	16	0	1960/1985	Main
Karlsruhe	MZFR	D2O-DWR	58	0	1965/1984	Rhein
Rheinsberg	KKR	WWER	70	0	1966/1990	Stechlinsee
Gundremmingen A	KRB-A	SWR	252	0	1966/1977	Donau
Jülich	AVR	HTR	15	0	1966/1988	Rur/Maas
Lingen	KWL	SWR	268	0	1968/1977	Ems
Obrigheim	KWO	DWR	357	0	1968/2005	Neckar
Karlsruhe	KNK II	NaR	20	0	1971/1991	Rhein
Würgassen	KWW	SWR	670	0	1971/1994	Weser
Stade	KKS	DWR	672	0	1972/2003	Elbe
Greifswald 1 - 5	KGR 1-5	WWER	je 440	0	1973/1990	Ostsee
Biblis A	KWB A	DWR	1225	848	1974	Rhein
Biblis B	KWB B	DWR	1300	1005	1976	Rhein
Neckarwestheim 1	GKN 1	DWR	840	762	1976	Neckar
Brunsbüttel	KKB	SWR	806	711	1976	Elbe
Isar 1	KKI 1	SWR	912	809	1977	Isar
Unterweser	KKU	DWR	1410	1248	1978	Weser
Philippsburg 1	KKP 1	SWR	926	823	1979	Rhein
Grafenrheinfeld	KKG	DWR	1345	1137	1981	Main
Krömmel	KKK	SWR	1402	1209	1983	Elbe
Hamm-Uentrop	THTR-300	HTR	307	0	1983/1988	Lippe
Gundremmingen B	KRB-II-B	SWR	1344	1212	1984	Donau
Grohnde	KWG	DWR	1430	1329	1984	Weser
Gundremmingen C	KRB-II-C	SWR	1344	1262	1984	Donau
Philippsburg 2	KKP 2	DWR	1458	1318	1984	Rhein
Mülheim-Kärlich	KMK	DWR	1302	0	1986/1988	Rhein
Brokdorf	KBR	DWR	1440	1345	1986	Elbe
Isar 2	KKI 2	DWR	1475	1416	1988	Isar
Emsland	KKE	DWR	1400	1343	1988	Ems
Neckarwestheim 2	GKN 2	DWR	1395	1327	1988	Neckar

a) SWR = Leichtwasser-Siedewasserreaktor; DWR = Leichtwasser-Druckwasserreaktor; D₂O-DWR = Schwerwasser-Druckwasserreaktor; HTR = gasgekühlter Hochtemperaturreaktor; NaR = natriumgekühlter Reaktor; WWER = Leichtwasser-Druckwasserreaktor sowjetischer Bauart

*) Daten aus Atomwirtschaft, atw 2/2007

Tabelle 1.3-2 Forschungsreaktoren (ausgenommen Nullleistungsreaktoren) in der Bundesrepublik Deutschland
(Research reactors - not including reactors with zero output - in the Federal Republic of Germany)

Standort	Betreiber	Bezeichnung des Reaktors	therm. Leistung *) (MW)	Beginn / Ende des nuklearen Betriebes
Garching	Technische Universität München	FRM I FRM II	4 20	1957/2000 2004
Rosendorf	Forschungszentrum Rosendorf e.V.	RFR	10	1957/1991
Geesthacht	GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH	FRG 1 FRG 2	5 15	1958 1963/1993
Karlsruhe	Forschungszentrum Karlsruhe GmbH	FR 2	44	1961/1981
Jülich	Forschungszentrum Jülich GmbH	FRJ 1 FRJ 2	10 23	1962/1985 1962
Mainz	Johannes Gutenberg-Universität	FRMZ	0,1	1965
Braunschweig	Physikalisch-Technische Bundesanstalt	FMRB	1	1967/1995
Neuherberg	GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH	FRN	1	1972/1982
Hannover	Medizinische Hochschule	FRH	0,25	1973/1996
Berlin	Hahn-Meitner-Institut Berlin GmbH	BER II	10	1973
Heidelberg	Deutsches Krebsforschungszentrum	HD II	0,25	1978/1999

*) im Dauerbetrieb

Tabelle 1.3-3 Endlager für radioaktive Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland
(Ultimate disposal facilities for radioactive wastes in the Federal Republic of Germany)

Standort	Betreiber	Bezeichnung	Beginn des Betriebes	Inventar (Stand 31.12.2006)
Morsleben	Bundesamt für Strahlenschutz	ERAM	1971	36.887 m ³ / 3,8 E14 Bq

Die Volumendifferenz zum Vorjahr ergibt sich aus der Einlagerung radioaktiver Betriebsabfälle, die im ERAM angefallen sind. Unter Berücksichtigung des Abklingverhaltens seit Beginn der Einlagerung ergibt sich für die Gesamtaktivität ein Wert von 1,18 E14 Bq (Vorjahr: 1,2 E14 Bq)

Tabelle 1.3-4 Grenznahe kerntechnische Anlagen im benachbarten Ausland
(Nuclear facilities in neighbouring countries located close to the German border)

Land	Anlage / Standort	Entfernung zur deutschen Grenze
Schweiz	Kernkraftwerk Beznau (2 Blöcke)	ca. 6 km
	Paul Scherrer Institut Villigen/Würenlingen	ca. 7 km
	Kernkraftwerk Mühleberg	ca. 70 km
	Kernkraftwerk Gösgen-Däniken	ca. 20 km
	Kernkraftwerk Leibstadt	ca. 0,5 km
Frankreich	Kernkraftwerk Fessenheim (2 Blöcke)	ca. 1,5 km
	Kernkraftwerk Cattenom (4 Blöcke)	ca. 12 km
Niederlande	Kernkraftwerk Dodewaard (Betrieb beendet)	ca. 20 km
	Urananreicherungsanlage Almelo	ca. 15 km

1.3.1 Strahlenexposition durch kerntechnische Anlagen (Radiation exposure from nuclear facilities)

Die für das Jahr 2006 ermittelten Daten über die Ableitung radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser aus kerntechnischen Anlagen sind in den Kapiteln 2.1.5 bzw. 2.2.4 zusammengefasst. Sie dienen als Grundlage für die Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung in der Umgebung der einzelnen Anlagen. Diese Berechnung wurde entsprechend des Entwurfs vom 13.05.2005 der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 StrlSchV (8/2004): Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen“ durchgeführt.

Berechnete obere Werte der Strahlenexposition

Die in den Tabellen 1.3.1-1 bis 1.3.1-6 angegebenen Expositionswerte für die kerntechnischen Anlagen stellen obere Werte dar, da sie gemäß § 47 Abs. 2 StrlSchV für eine Referenzperson an den ungünstigsten Einwirkungsstellen ermittelt wurden. Die Referenzperson ist eine fiktive Person, für die in der Strahlenschutzverordnung (Anlage VII, Teil A bis C) die zu berücksichtigenden Expositionspfade, Lebensgewohnheiten und übrigen Annahmen festgelegt sind mit dem Ziel, dass bei deren Anwendung die Strahlenexposition des Menschen nicht unterschätzt wird. Die ungünstigsten Einwirkungsstellen sind die Stellen in der Umgebung einer Anlage, bei denen auf Grund der Verteilung der abgeleiteten radioaktiven Stoffe in der Umgebung durch Aufenthalt oder durch Verzehr dort erzeugter Lebensmittel die höchste Strahlenexposition der Referenzperson zu erwarten ist. Nach der Strahlenschutzverordnung darf die effektive Dosis hierbei höchstens 300 μSv , die Schilddrüsendosis höchstens 900 μSv und die Knochenoberflächendosis höchstens 1.800 μSv pro Jahr betragen.

Tabelle 1.3.1-1 enthält die Ergebnisse aus der Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung im Jahr 2006 in der Umgebung von Atomkraftwerken durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft. Angegeben ist die effektive Dosis für Erwachsene (Altersgruppe >17 Jahre) und Kleinkinder (Altersgruppe von 1 bis 2 Jahren) sowie die Schilddrüsendosis für Kleinkinder. Tabelle 1.3.1-1 zeigt als höchsten Wert der effektiven Dosis für Erwachsene 5 μSv (unter 2% des Dosisgrenzwertes nach StrlSchV) beim Kernkraftwerk Philippsburg, sowie für Kleinkinder 8 μSv (unter 3% des Dosisgrenzwertes). Der höchste berechnete Wert der Schilddrüsendosis für Kleinkinder ergibt sich mit 9 μSv (1% des Dosisgrenzwertes) ebenfalls beim Kernkraftwerk Philippsburg.

In Tabelle 1.3.1-2 sind die aus den Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus Atomkraftwerken resultierenden oberen Werte der effektiven Dosis für Erwachsene und Kleinkinder zusammengestellt. Hierbei wurden ungünstige Verzehrs- und Lebensgewohnheiten angenommen, insbesondere für Erwachsene ein hoher Konsum an Flussfisch, der in der Kühlwasserfahne gefangen wird, und für beide Personengruppen der Aufenthalt von 1.000 Stunden am Flussufer oder auf Wiesen in Flussnähe. Der höchste Wert der effektiven Dosis und der Dosis für das kritische Organ (rotes Knochenmark) beträgt jeweils für Erwachsene 1 μSv (0,3% des Grenzwertes) und 1,7 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$ für Kleinkinder (entsprechend ca. 0,6% des Grenzwertes) am Standort des Kernkraftwerkes Emsland.

Entsprechend des Entwurfs der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 Strahlenschutzverordnung wurde die Strahlenexposition am Unterlauf der Flüsse näher betrachtet, wobei jeweils sämtliche Emittenten berücksichtigt wurden. Für das Mündungsgebiet des Neckar wurde eine effektive Jahresdosis von etwa 1,0 μSv für Erwachsene und 1,6 μSv für Kleinkinder ermittelt; für die Weser wurden für beide Personengruppen 0,3 μSv bzw. 0,5 μSv berechnet; am Main liegen die effektiven Jahresdosen bei 0,2 μSv bzw. 0,3 μSv , am Rhein bei 0,1 μSv bzw. 0,2 μSv und an der Donau bei 0,4 bzw. 0,6 μSv . Diese Dosiswerte ergeben sich auch für das kritische Organ (rotes Knochenmark). Zu diesen Werten trägt vor allem die äußere Bestrahlung auf Überschwemmungsgebieten bei, die im Wesentlichen durch Ablagerungen aus früheren Jahren bedingt ist.

Die in Tabelle 1.3.1-3 angegebenen Werte für die entsprechenden Strahlenexpositionen durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Forschungszentren stammen teilweise aus den Jahresberichten der Forschungszentren Karlsruhe, Jülich, Rossendorf, Geesthacht und des Hahn-Meitner-Instituts Berlin. Die Tabelle weist für die effektive Dosis im Jahr 2006 als höchsten Wert 11 μSv (rund 4% des Grenzwertes) für Erwachsene und 19 μSv (rund 6% des Grenzwertes) für Kleinkinder beim Hahn-Meitner-Institut Berlin auf. Der höchste Wert der Schilddrüsendosis für Kleinkinder ergibt sich mit 18 μSv (2% des Grenzwertes) ebenfalls beim Hahn-Meitner-Institut Berlin.

In Tabelle 1.3.1-4 wird die Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe über das Abwasser aus den Forschungszentren Karlsruhe, Jülich, Rossendorf und Geesthacht angegeben. Im Jahr 2006 wurde mit 5 μSv der höchste Wert der effektiven Jahresdosis für Erwachsene beim Forschungszentrum Rossendorf berechnet.

Tabelle 1.3.1-1 Strahlenexposition im Jahr 2006 in der Umgebung von Atomkraftwerken durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft in Mikrosievert
(Radiation exposures in the surroundings of nuclear power plants in the year 2006 due to the discharge of radioactive substances with exhaust air, expressed in microsievert)

Kerntechnische Anlagen	Oberer Wert ^{a)}		
	der effektiven Dosis		der Schilddrüsendosis für Kleinkinder in μSv
	für Erwachsene in μSv	für Kleinkinder in μSv	
Kahl	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Rheinsberg ^{b)}	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Lingen	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Obrigheim	0,7	1	1
Stade	< 0,1	< 0,1	0,1
Würgassen	0,1	0,2	0,2
Greifswald ^{b)}	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Biblis A, B	0,7	1	1
Neckar 1, 2	1	2	2
Brunsbüttel	2	3	3
Isar 1, 2	3	4	5
Unterweser	0,1	0,2	0,2
Philippsburg 1, 2	5	8	9
Grafenrheinfeld	0,2	0,4	0,4
Krümmel	2	3	3
Gundremmingen A, B, C	4	6	6
Grohnde	0,4	0,7	0,6
Hamm-Uentrop	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Mülheim-Kärlich	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Brokdorf	0,5	0,8	0,8
Emsland	0,2	0,4	0,4

a) Berechnet für eine Referenzperson an den ungünstigsten Einwirkungsstellen

b) Die Strahlenexposition konnte für Expositionspfade, bei denen Radionuklide in den Vorjahren akkumuliert wurden, nur unvollständig berechnet werden, da bei diesen Atomkraftwerken Werte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus den Jahren vor 1990 (Greifswald) bzw. vor 1984 (Rheinsberg) nicht vorliegen

Tabelle 1.3.1-2 Strahlenexposition im Jahr 2006 in der Umgebung von Atomkraftwerken durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser in Mikrosievert
(Radiation exposures in the surroundings of nuclear power plants in the year 2006 due to the discharge of radioactive substances with waste water)

Kerntechnische Anlagen	Oberer Wert der effektiven Dosis	
	für Erwachsene in μSv	für Kleinkinder in μSv
Kahl	<0,1	<0,1
Gundremmingen A, B und C	0,3	0,3
Obrigheim	0,1	0,1
Stade	<0,1	<0,1
Würgassen	<0,1	<0,1
Biblis A und B	0,2	0,4
Neckar 1 und 2	0,7	1,2
Brunsbüttel	<0,1	<0,1
Isar 1 und 2	0,2	0,4
Unterweser	0,1	0,1
Philippsburg 1 und 2	0,1	0,2
Grafenrheinfeld	0,3	0,5
Krümmel	<0,1	<0,1
Grohnde	0,2	0,4
Mülheim-Kärlich	<0,1	<0,1
Brokdorf	<0,1	<0,1
Emsland	1,0	1,7
Rheinsberg *)	0,1	0,1
Greifswald *)	<0,1	<0,1

*) Bei der Berechnung der Strahlenexposition konnten für Expositionspfade, bei denen die effektive Dosis durch langjährige Ablagerungen von Radionukliden bedingt ist, nur die seit 1990 mit dem Abwasser abgeleiteten radioaktiven Stoffe berücksichtigt werden

Tabelle 1.3.1-3 Strahlenexposition im Jahr 2006 in der Umgebung von Forschungszentren durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft
(Radiation exposures in the surroundings of research centres in the year 2006 due to the discharge of radioactive substances with exhaust air)

Forschungseinrichtung	Oberer Wert		
	der effektiven Dosis in μSv		der Schilddrüsendosis in μSv
	für Erwachsene	für Kleinkinder	für Kleinkinder
Forschungszentrum Karlsruhe (einschl. Wiederaufarbeitungsanlage) *	2,4	3,5	3,6
Forschungszentrum Jülich (einschl. Versuchsreaktor AVR) *	1,6	2,3	1,8
Forschungszentrum Rossendorf (FSR) *	0,4	0,8	0,6
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht *	0,1	0,2	0,3
Hahn-Meitner-Institut Berlin (einschl. Zentralstelle für radioaktive Abfälle)*	11	19	18
Garching, FRM I und FRM II	0,5	0,5	0,3

*) Entnommen aus den Jahresberichten 2006 der Forschungszentren Karlsruhe, Jülich, Rossendorf, Geesthacht und des Hahn-Meitner-Instituts Berlin

Tabelle 1.3.1-4 Strahlenexposition im Jahr 2006 in der Umgebung von Forschungszentren durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abwasser*)
(Radiation exposures in the surroundings of research centres in the year 2006 due to the discharge of radioactive substances with waste water)

Forschungseinrichtung	Oberer Wert	
	der effektiven Dosis für Erwachsene in μSv	
Forschungszentrum Karlsruhe (einschl. Wiederaufarbeitungsanlage)	<0,1	
Forschungszentrum Jülich (einschließl. Versuchsreaktor AVR)	<2	
Forschungszentrum Rossendorf	5	
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht	<1	

*) Entnommen den Jahresberichten 2006 der Forschungszentren Karlsruhe, Jülich und Rossendorf

Für die Kernbrennstoff verarbeitenden Betriebe in Lingen und Gronau sind in Tabelle 1.3.1-5 die für eine Referenzperson an den ungünstigsten Einwirkungsstellen berechneten oberen Werte der effektiven Dosis für Erwachsene und Kleinkinder, sowie die oberen Werte der Knochenoberflächendosis für Kleinkinder durch die Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft angegeben.

In den Hanauer Betrieben, die inzwischen abgerissen sind und alle im Laufe des Jahres 2006 aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen wurden, fand keine Überwachung und Bilanzierung radioaktiver Stoffe mit den Ableitungen mehr statt. Damit wird die Berichterstattung über diese Anlagen eingestellt.

Tabelle 1.3.1-5 Strahlenexposition im Jahr 2006 in der Umgebung der Kernbrennstoff verarbeitenden Betriebe durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft
(Radiation exposures in the surroundings of processing facilities for nuclear fuels in the year 2006 due to the discharge of radioactive substances with exhaust air)

Betrieb	Oberer Wert		
	der effektiven Dosis in μSv		der Knochenoberfläche in μSv
	für Erwachsene	für Kleinkinder	für Kleinkinder
NUKEM GmbH Hanau (einschließlich HOBEK)	a)	a)	a)
SIEMENS AG Brennelementwerk Hanau	a)	a)	a)
Betriebsteil MOX-Verarbeitung	a)	a)	a)
Betriebsteil Uranverarbeitung	a)	a)	a)
ANF GmbH (Lingen)	<0,1	<0,1	<0,1
URENCO D (Gronau)	<0,1	<0,1	<0,1

a) Messwerte lagen nicht vor

Die durch die Ableitungen von Alphastrahlern mit dem Abwasser bedingten Werte der effektiven Dosis von Erwachsenen und Kleinkindern in der Umgebung Kernbrennstoff verarbeitender Betriebe sind in Tabelle 1.3.1-6 aufgeführt. Wie in den Vorjahren liegen die Werte bei jeweils weniger als 0,1 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$.

Tabelle 1.3.1-6 Strahlenexposition im Jahr 2006 in der Umgebung der Kernbrennstoff verarbeitenden Betriebe durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser
(Radiation exposures in the surroundings of processing facilities for nuclear fuels in the year 2006 due to the discharge of radioactive substances with waste water)

Betrieb	Oberer Wert der effektiven Dosis für Erwachsene und Kleinkinder in μSv
NUKEM GmbH Hanau (einschließlich HOBEK)	<0,1
SIEMENS AG Brennelementwerk Hanau	
Betriebsteil MOX-Verarbeitung	<0,1
Betriebsteil Uranverarbeitung	<0,1
ANF GmbH (Lingen)	<0,1
URENCO D (Gronau)	<0,1

Die Strahlenexposition in Folge der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abluft und mit dem Abwasser aus dem Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) ist in Tabelle 1.3.1-7 aufgeführt. Der durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft ermittelte obere Wert der effektiven Dosis für Erwachsene betrug 2006 0,14 μSv , für Kleinkinder (Altersgruppe 1 bis 2 Jahre) 0,41 μSv und für mit Muttermilch ernährte Säuglinge 1,12 μSv ; dies sind ca. 0,05%, 0,1% bzw. 0,4% des Grenzwertes nach der Strahlenschutzverordnung. Die Dosis des kritischen Organs (rotes Knochenmark) errechnete sich zu 0,31 μSv für Erwachsene, 1,1 μSv für Kleinkinder (Altersgruppe 1 - 2 Jahre) und 3,5 μSv für mit Muttermilch ernährte Säuglinge (ca. 0,1%, 0,4% bzw. 1,2% des Grenzwertes). Aus den Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser wurden 2006 obere Werte der effektiven Dosis unterhalb von 0,1 μSv für Erwachsene und Kleinkinder berechnet.

Tabelle 1.3-1-7 Strahlenexposition im Jahr 2006 in der Umgebung des Endlagers Morsleben durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abluft und dem Abwasser (Vorjahreswerte in Klammern)
(*Radiation exposure in the surroundings of the Morsleben final repository in the year 2006 due to the discharge of radioactive substances with exhaust air and waste water*)

	Abluft Oberer Wert in μSv		Abwasser Oberer Wert in μSv der effektiven Dosis *
	der effektiven Dosis *	der Organdosis *	
Erwachsene	0,14 (0,13)	0,31 (0,27)	< 0,1 (< 0,1)
Kleinkinder (Altersgruppe 1 bis 2 Jahre)	0,41 (0,37)	1,1 (1,0)	< 0,1 (< 0,1)
mit Muttermilch ernährte Säuglinge	1,12 (1,01)	3,5 (3,1)	< 0,1 (< 0,1)

* berechnet nach dem Entwurf vom 13.05.2005 der AVV zu § 47 StrlSchV

Bewertung

Die für 2006 aus den Jahresableitungen nach dem Entwurf der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 StrlSchV berechneten Werte der Strahlenexposition haben die in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Dosisgrenzwerte nicht überschritten. Sie liegen im Bereich der entsprechenden Werte des Vorjahres und betragen bei der effektiven Dosis und bei den einzelnen Organdosen weniger als 10% des jeweiligen Dosisgrenzwertes. Damit sind die oberen Werte der Strahlenexposition durch Ableitungen radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen deutlich kleiner als die Schwankungsbreite der natürlichen Strahlenexposition in der Bundesrepublik Deutschland.

Der Beitrag der kerntechnischen Anlagen in der Bundesrepublik Deutschland sowie im angrenzenden Ausland zur mittleren effektiven Dosis der Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland lag auch im Jahr 2006 deutlich unter 10 μSv pro Jahr.

2. Aktivitätsmessungen und Messnetze (*Activity measurements and monitoring networks*)

2.1 Luft und Niederschlag, Gamma-Ortsdosisleistung / Spurenanalyse (*Air and precipitation, ambient gamma dose rate / trace analysis*)

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 sind Bestandteile des Integrierten Mess- und Informationssystems zur Überwachung der Umweltradioaktivität (IMIS). Die geprüften Messergebnisse werden täglich der Zentralstelle des Bundes für IMIS (ZdB) bereitgestellt.

Messungen im Rahmen der Spurenanalyse dienen der Überwachung der Umweltradioaktivität auf dem Niveau sehr geringer Aktivitätskonzentrationen sowie der Beobachtung von Langzeittrends. Diese Messungen werden vom BfS, dem DWD, der PTB und dem GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit - durchgeführt. Die erhobenen Daten werden nicht nur für IMIS, sondern auch für die Berichterstattung gegenüber der EU bereitgestellt.

Im vorliegenden 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 2006, 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.

2.1.1 Radionuklide in der bodennahen Luft (*Radionuclides in ground-level air*)

Monitoring

Die Ergebnisse der kontinuierlich arbeitenden Luftmonitore wiesen im Berichtsjahr keine Werte oberhalb der jeweiligen Nachweisgrenze von typischerweise ca. 10 mBq/m³ Luft, bezogen auf Cäsium-137, auf.

Als über 17 Messstationen des DWD errechneter arithmetischer Mittelwert der langlebigen Gesamt- β -Aktivitätskonzentration der Luft resultierte für das Jahr 2006 ein Wert von 0,7 mBq/m³ (2005: 0,7 mBq/m³). Der Wert liegt innerhalb des Schwankungsbereichs der Aktivitätskonzentrationen der natürlichen Radionuklide in der Luft.

Edelgase

Die im BfS durchgeführten Messungen des radioaktiven Xenons ergaben keine auffälligen Ergebnisse. Die Messwerte der Aktivitätskonzentrationen von Xenon-133 an den 7 deutschen Probenentnahmestationen lagen, wie schon in den vergangenen Jahren, zwischen 1 und 100 mBq/m³ Luft. Als Beispiel ist in Abbildung 2.1.1-1 die Zeitreihe der Aktivitätskonzentration des radioaktiven Xenonisotops Xe-133 in Freiburg dargestellt.

Nachdem der Grundpegel von Krypton-85 über lange Zeit mit ca. 30 mBq/m³ Luft pro Jahr leicht angestiegen ist, ist nun ein Abflachen der Kurve zu beobachten (siehe Abbildung 2.1.1-2). Der jährliche Anstieg wurde dadurch hervorgerufen, dass die Freisetzungsrates von Kr-85 größer war als seine durch die Halbwertszeit von 10,76 Jahren bestimmte Zerfallsrate. In den letzten Jahren war jedoch der Entlass von Kr-85 durch Wiederaufbereitungsanlagen nicht mehr ansteigend, wie in den Jahren zuvor, sondern weitgehend konstant. Der Medianwert für den Probenentnahmestort Freiburg – repräsentativ für die 10 mitteleuropäischen Stationen – betrug, gemittelt über die letzten Jahre, 1,5 Bq/m³ Luft. Kurzzeitige Schwankungen, die ein Vielfaches des jährlichen Anstiegs des Grundpegels ausmachen können, sind auf Emissionen aus den europäischen Wiederaufbereitungsanlagen für Kernbrennstoffe (La Hague/Frankreich und Sellafield/England) zurückzuführen. In den kommenden Jahren ist jedoch wieder mit dem Anstieg des Grundpegels zu rechnen, da in Rokkasho (Japan) eine Wiederaufbereitungsanlage in Betrieb genommen wird. Die Kapazität dieser Anlage wird mit der von La Hague/Frankreich vergleichbar oder noch größer sein, so dass entsprechende Emissionen zu erwarten sind.

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 sehr klein.

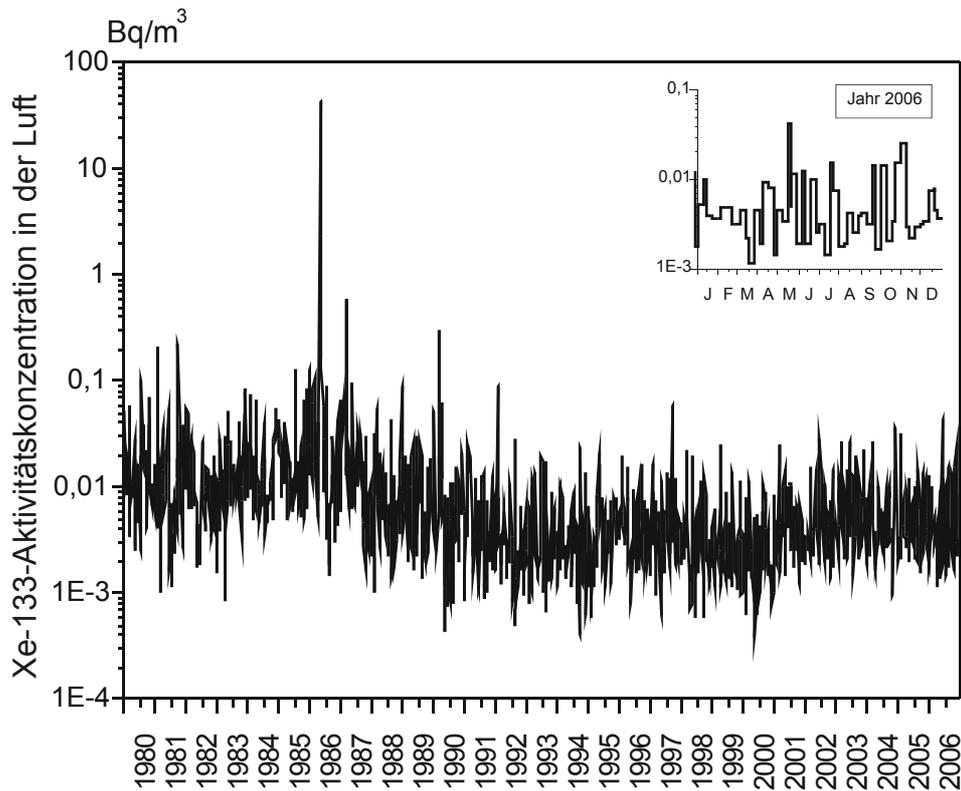


Abbildung 2.1.1-1 Xe-133-Aktivitätskonzentration in der bodennahen Luft am Probenentnahmeort Freiburg
(Xe-133-activity concentration in air close to ground level at the sampling location in Freiburg)

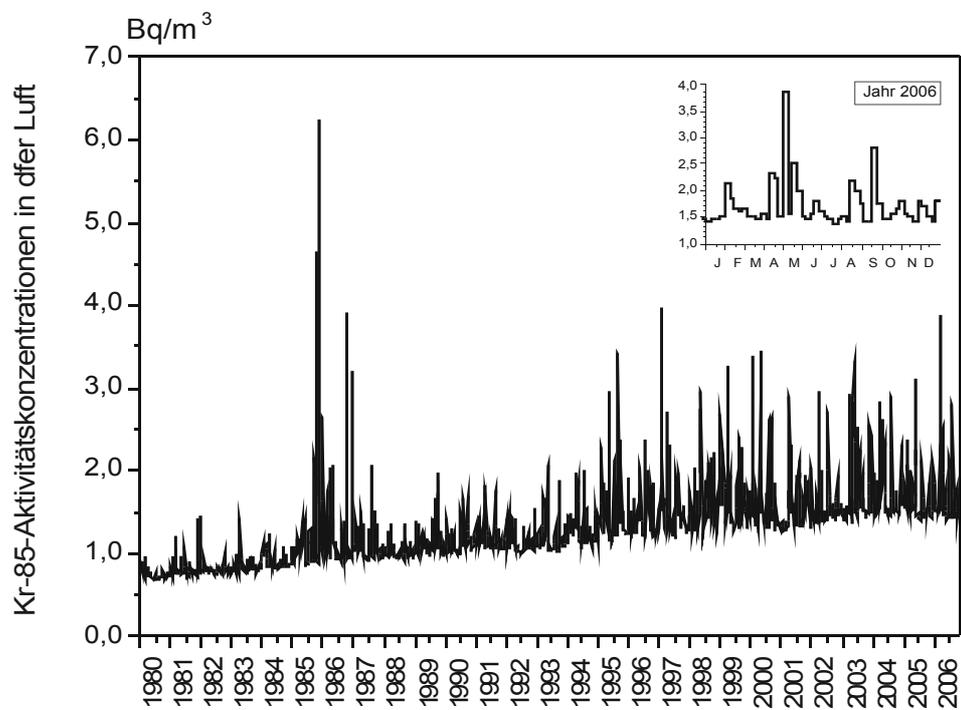


Abbildung 2.1.1-2 Aktivitätskonzentrationen von Kr-85 in der bodennahen Luft am Probenentnahmeort Freiburg
(Activity concentrations of Kr-85 in air close to ground level at the sampling location Freiburg)

Gammaspektrometrie

Für spurenanalytische Messungen werden wöchentlich beaufschlagte Staubfilter zunächst γ -spektrometrisch ausgewertet. In Tabelle 2.1.1-1 werden exemplarisch die Messergebnisse des DWD für Aachen, Berlin, Offenbach und Schleswig dargestellt. Weiterhin sind die Ergebnisse des GSF-Forschungszentrums für Umwelt und Gesundheit in München-Neuherberg, des BfS (Schauinsland) und der PTB (Braunschweig) enthalten. Es handelt sich um Monatsmittelwerte und die daraus abgeleiteten Jahresmittelwerte.

Die Messergebnisse von Be-7 und Cs-137 an den Messstellen Offenbach und Berlin werden in Abbildung 2.1.1-3 grafisch dargestellt. Das Radionuklid Cs-137 ließ sich hier mit Werten zwischen 0,1 und 1,7 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ Luft und das kosmogene Be-7 mit Werten zwischen 2,2 und 9,1 mBq/m^3 Luft nachweisen, das heißt im üblichen Schwankungsbereich. An allen Messstationen zeigten sich in den Monaten Mai, Juni und Juli deutlich höhere Werte für die Aktivitätskonzentration des Be-7 als in den übrigen Monaten. Dieser Effekt ist auf einen erhöhten Austausch von Luftmassen zwischen Stratosphäre und Troposphäre zurückzuführen und damit auf einen stärkeren Eintrag des Be-7 aus der oberen Atmosphäre in die bodennahe Luft.

Die Messungen des GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit in München-Neuherberg zeigen ähnliche Aktivitätskonzentrationen wie im vorangegangenen Jahr. Die Aktivitätskonzentration für Cs-137 lag im Jahresmittel bei 1,06 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ Luft (s. Tabelle 2.1.1-1b). Die regional unterschiedlich starke Deposition nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl spiegelt sich immer noch in den beobachteten Aktivitätskonzentrationen von Cs-137 in der bodennahen Luft wider.

An der Station Schauinsland des BfS lag der Jahresmittelwert der Aktivitätskonzentration von Cs-137 unterhalb 0,4 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ Luft (vgl. Abbildung 2.1-4, Tabelle 2.1.1-1d). Dieser Wert liegt im Rahmen der üblichen Schwankungen der Werte der vergangenen Jahre. 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 Nachweisgrenze für Cs-137 liegt bei 0,2 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ Luft. Außer Cs-137 wurden keine künstlichen Radionuklide nachgewiesen. Die Messwerte für Be-7 in den Wochenproben lagen zwischen 2 und 10 mBq/m^3 , innerhalb des für diese Station üblichen Rahmens. Auf Grund der Lage der Station (1200 m ü. N.N.) können hier höhere Werte für die Aktivitätskonzentration des kosmogenen Be-7 erreicht werden als bei niedriger gelegenen Stationen.

Tabelle 2.1.1-1 Einzelnuklid-Aktivitätskonzentrationen in der bodennahen Luft
(Activity concentrations of individual nuclides in ground-level air)

a) Messungen der Physikalisch Technischen Bundesanstalt
Probenentnahmestelle: Braunschweig

Zeitraum	Aktivitätskonzentration in $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$				
	Be-7	Na-22	K-40	Cs-137	Pb-210
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
2004 *)	2650	0,3	10	0,35	252
2005 *)	3300	0,3	10	0,43	434
2006 *)	3810	0,5	11	0,58	438
Januar	3220	0,3	9,8	1,2	1150
Februar	2390	0,2	4,9	0,51	340
März	3200	0,3	5,7	0,41	353
April	3730	0,5	9,9	0,29	252
Mai	5500	0,9	21	2,3	406
Juni	5290	0,8	10	0,31	328
Juli	5760	0,9	17	0,53	536
August	2300	0,4	7,4	0,18	259
September	4200	0,4	20	0,58	635
Oktober	3990	0,3	13	0,49	618
November	3290	0,2	7,1	0,27	314
Dezember	2330	0,2	6,2	0,18	188

*) Jahresmittelwerte: aus den Monatsmittelwerten berechnet

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

Zeitraum	Aktivitätskonzentration in $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$				
	Be-7	Na-22	Cs-134	Cs-137	Pb-210
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
2004 *)	2590	< 0,28	< 0,07	0,96	352
2005 *)	2970	< 0,40	< 0,07	1,03	494
2006 *)	3010	< 0,29	< 0,07	1,06	431
Januar	1090	< 0,11	< 0,06	1,41	399
Februar	1490	< 0,16	< 0,05	1,38	347
März	2040	< 0,20	< 0,06	0,85	326
April	2790	0,33	< 0,05	0,53	223
Mai	3980	0,53	< 0,06	1,68	263
Juni	4390	0,59	< 0,07	0,57	383
Juli	5740	0,42	< 0,09	0,71	602
August	3290	0,31	< 0,09	0,36	278
September	3510	< 0,27	< 0,11	0,87	657
Oktober	3430	< 0,20	< 0,06	1,23	779
November	2710	< 0,18	< 0,08	1,61	519
Dezember	1670	< 0,15	< 0,05	1,50	392

< Messwert kleiner Nachweisgrenze

*) Jahresmittelwerte: aus den Monatsmittelwerten berechnet und gerundet

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

Zeitraum	Aktivitätskonzentration in $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$							
	Schleswig		Offenbach am Main		Berlin		Aachen	
	Be-7	Cs-137	Be-7	Cs-137	Be-7	Cs-137	Be-7	Cs-137
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
2004	2240	< 4,2	2870	0,4	2510	0,6	2870	< 2,8
2005 *)	2320	< 4,4	3020	0,4	2840	0,6	3080	< 2,8
2006 *)	2913	< 4,6	3910	0,5	3746	1,1	3932	< 3,4
Januar	2152	< 4,2	3859	1,7	2523	1,6	3537	< 3,7
Februar	2204	< 4,1	2777	0,6	2247	0,4	2356	< 3,2
März	2716	< 3,8	3884	0,5	2798	0,5	3048	< 3,1
April	2681	< 4,6	4864	0,2	3457	0,3	3483	< 2,8
Mai	4314	< 4,7	6582	1,3	9129	6,2	5112	< 3,3
Juni	3041	< 5,3	5019	0,2	5334	< 2,0	5450	< 3,2
Juli	2822	< 5,2	5215	0,2	5285	0,6	6094	< 3,7
August	2519	< 4,1	2757	< 0,3	2745	0,4	2865	< 3,6
Sept.	3779	< 7,3	3715	0,4	3396	0,6	4658	< 3,4
Oktober	3339	< 4,6	3411	0,2	3217	0,4	4432	< 4,4
November	2892	< 3,5	2548	0,3	2574	0,3	3586	< 3,6
Dezember	2506	< 3,4	2296	0,3	2254	0,1	2571	< 3,3

< Messwert kleiner Nachweisgrenze

*) Jahresmittelwerte: aus den Monatsmittelwerten berechnet und gerundet

- d) Messungen des Bundesamtes für Strahlenschutz
Probenentnahmestelle: Messstation Schauinsland

Zeitraum	Aktivitätskonzentration in $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$	
	Be-7	Cs-137
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
2004 *)	3870	0,44
2005 *)	4050	< 0,35
2006 *)	4960	< 0,4
Januar	4490	0,33
Februar	3400	0,35
März	3130	0,48
April	4610	0,23
Mai	6210	0,71
Juni	6390	0,67
Juli	8260	0,53
August	4060	0,21
September	4940	0,39
Oktober	5450	0,32
November	4360	< 0,27
Dezember	4220	< 0,28

< Messwert kleiner Nachweisgrenze

*) Jahresmittelwerte: aus den Monatsmittelwerten berechnet und gerundet

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

Zeitraum	Aktivitätskonzentration in mBq/m^3			
	Freiburg		Schauinsland	
	Kr-85	Xe-133	Kr-85	Xe-133
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
2004 *)	1780	6,0	1790	5,9
2005 *)	1690	5,6	1652	4,9
2006 *)	1710	6,0	1660	6,5
Januar	1450	5,3	1450	6,2
Februar	1780	4,3	1790	5,0
März	1560	2,8	1550	3,0
April	1890	6,0	1910	8,4
Mai	2370	11,4	2150	3,8
Juni	1650	6,6	1560	8,2
Juli	1490	5,6	1480	5,9
August	1710	3,5	1690	5,2
September	1840	6,3	1720	7,0
Oktober	1560	5,3	1520	5,9
November	1590	9,9	1590	14,9
Dezember	1610	5,4	1530	5,0

*) Jahresmittelwerte: aus den Monatsmittelwerten berechnet und gerundet

Im September 2006 wurde ein Hochvolumensammler mit einem Standard-Luftdurchsatz von ca. 750 m³/h auf dem Dach der BfS-Dienststelle in Freiburg installiert. Nach Beendigung der Testphase wird das Gerät in den kommenden Jahren Daten für einen direkten Vergleich der Aktivitätskonzentrationen auf dem Schauinsland mit denen im ca. 1000 m tiefer gelegenen Freiburg liefern.

Auch in Braunschweig liegen die Messergebnisse im Bereich der Werte, die in den vorangegangenen Jahren beobachtet wurden (vgl. auch Abbildung 2.1.1-5). In der Abbildung ist in der Woche 18 erneut ein deutliches Beispiel zu sehen, wie in Folge einer Ostwind-Wetterlage durch den Eintrag von Bodestaub aus Osteuropa der Anteil an Cs-137 im Vergleich zum K-40 ansteigt. Der Anstieg ist dadurch erklärbar, dass dieser Boden stärker mit Cs-137 aus dem Tschernobyl-Unfall kontaminiert ist als der Boden in Norddeutschland.

Radiochemie

Im Labor des DWD in Offenbach wurden Luftfilter der Messstationen Berlin, München, Offenbach und Schleswig zur Bestimmung von Strontium-90, Uran-, Plutonium- und Americium-Isotopen in Monatsmischproben radiochemisch analysiert. Für U-238 wurden Aktivitätskonzentrationen zwischen 8 und 336 nBq/m³ ermittelt. Diese Messwerte für das aerosolgebundene U-238 liegen im Bereich der natürlichen Schwankungen. Für Pu-(239+240) wurden keine Werte oberhalb der Nachweisgrenze gemessen, die Nachweisgrenzen lagen zwischen 3 und 60 nBq/m³. Die Aktivitätskonzentration des Sr-90 lag ebenfalls unterhalb der Nachweisgrenzen, die mit Werten zwischen 6 und 800 µBq/m³ Luft bestimmt wurden. Das gleiche gilt auch für Am-241, hier ergaben sich Nachweisgrenzen zwischen 5 und 50 nBq/m³.

Die Messreihe der PTB (vgl. Abbildung 2.1.1-6) zeigt 2006 Aktivitätskonzentrationen der Plutonium-Nuklide Pu-(239+240) und Pu-238 im üblichen Schwankungsbereich, der tendenziell im Sommer etwas höhere Aktivitätskonzentrationen als im Winter aufweist. Die beobachteten Aktivitätskonzentrationen liegen in einem Bereich, in dem dosimetrische Betrachtungen nicht von Bedeutung sind. Auch das Aktivitätsverhältnis $A(\text{Pu-238}) / A(\text{Pu-(239+240)})$ liegt meistens mit Werten zwischen 5% und 33% im üblichen Schwankungsbereich. Auffällig ist ein im ersten Quartal 2006 beobachtetes Aktivitätsverhältnis (vgl. Abbildung 2.1.1-7), das in der zuerst analysierten Luftstaubprobe gemessen wurde. Bei den für Winterquartale typischen, sehr niedrigen Aktivitätskonzentrationen zeigte sich ein unerwartetes Aktivitätsverhältnis von 200% (statistische Messunsicherheit ca. 10% (k=2)). Im Zuge der Überprüfung dieses Befundes wurde die mit einem 2. Luftstaubsammler gleichzeitig entnommene Luftstaubprobe untersucht. Die Probe 2 weist ein übliches Aktivitätsverhältnis von 9% (statistische Messunsicherheit ca. 35%) auf. Eine Querkontamination der zuerst analysierten Probe mit Pu-238 aus anderen, in der fraglichen Zeit bearbeiteten Proben kann ausgeschlossen werden. Es ist daher anzunehmen, dass das auffällige Aktivitätsverhältnis auf dem Beitrag eines so genannten „heißen Teilchens“ mit vergleichsweise hoher Eigenaktivität beruht.

Dessen Herkunft konnte jedoch nicht geklärt werden, weil bei dem Probenentnahmezeitraum von einem Quartal keine zuverlässige Aussage aus Trajektorien oder Ausbreitungsrechnungen abgeleitet werden kann. Es kann zudem nicht davon ausgegangen werden, dass Pu-(239+240) und Pu-238 über den Probenentnahmezeitraum immer in einem konstanten Aktivitätsverhältnis im Luftstaub enthalten sind. Da Plutonium als Partikel oder an Partikel gebunden vorliegt, die individuell stark unterschiedliche Isotopen- und Aktivitätsverhältnisse aufweisen können, stellt sich durch das Auflösen der gesamten Luftstaubprobe zu Beginn des radiochemischen Trennungsganges das schließlich messbare mittlere Isotopen- und Aktivitätsverhältnis der Probe ein. Ein „heißes Teilchen“ kann daher prinzipiell nicht isoliert und weiter untersucht werden.

Seit 1990 wurden schon mehrfach Aktivitätsverhältnisse von bis zu 45% im Luftstaub gemessenen. Derartige Aktivitätsverhältnisse sind z. B. für Fallout aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl oder für Emissionen aus Wiederaufarbeitungsanlagen für Kernbrennstoffe typisch. Der Vergleich der damals erhaltenen Messergebnisse mit den zusätzlich analysierten Parallelproben deutet auch hier auf den möglichen Einfluss „heißer Teilchen“ hin. In allen Fällen blieb jedoch die Herkunft des quasi „zusätzlichen“ Pu-238 aus den vorgenannten Gründen letztlich unbekannt [1, 2].

Literatur:

- [1] Kolb W, Arnold D, Wershofen H: Multicorrelation Analysis as a Means to Source Discrimination of Radionuclides in Ground-Level Aerosols. Environmental Physics 20 (1), S. 5, ISSN 1392-4168, Vilnius, Litauen, 1998
- [2] Wershofen H, Arnold D: Radionuclides in Ground-level Air in Braunschweig - Report of the PTB Trace Survey Station for 1998 to 2003. PTB-Bericht Ra 45, ISBN 3 86599 431 7, ISSN 0341 6747, Braunschweig, November 2005

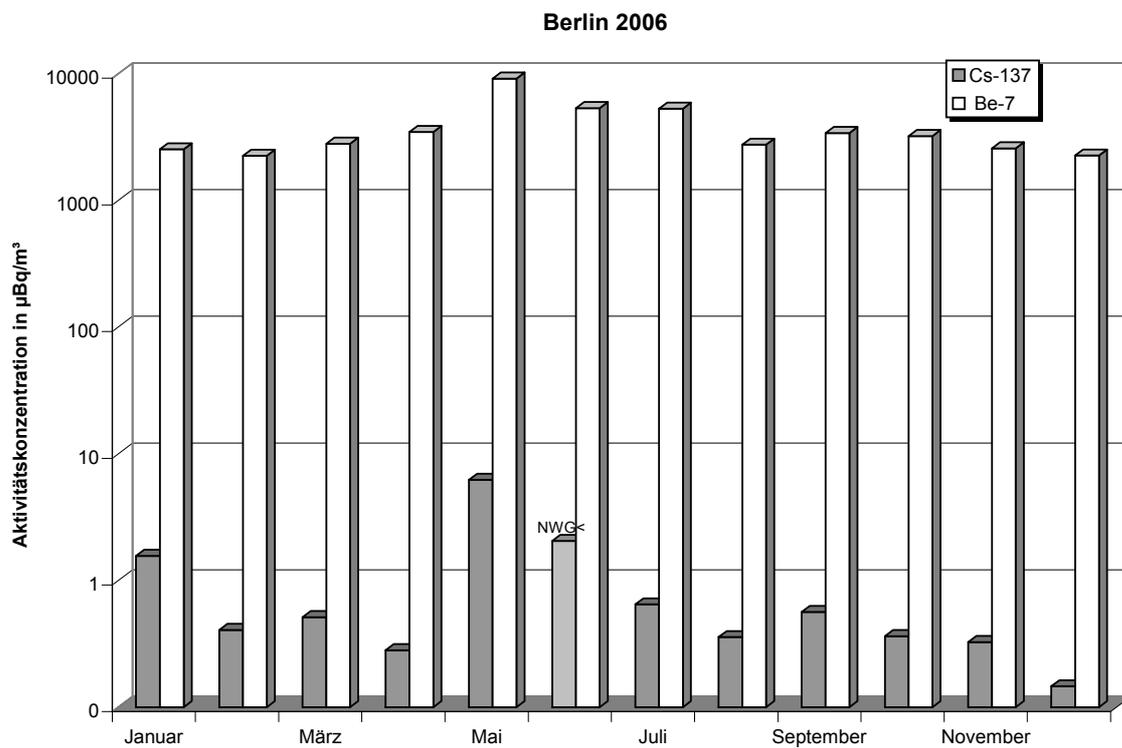
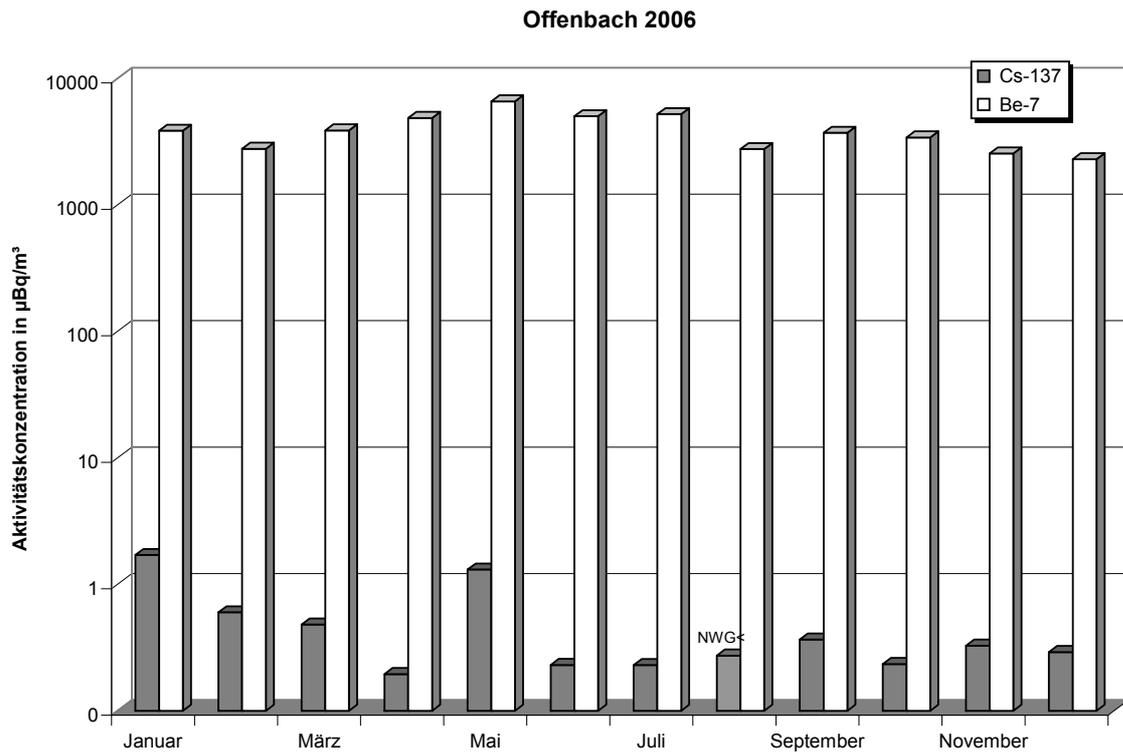


Abbildung 2.1.1-3 Aktivitätskonzentrationen von Cs-137 und Be-7 in der bodennahen Luft im Jahr 2006 - DWD-Stationen Berlin und Offenbach
(Activity concentration of Cs-137 and Be-7 in air close to ground level in 2006 at the DWD stations in Berlin and Offenbach)

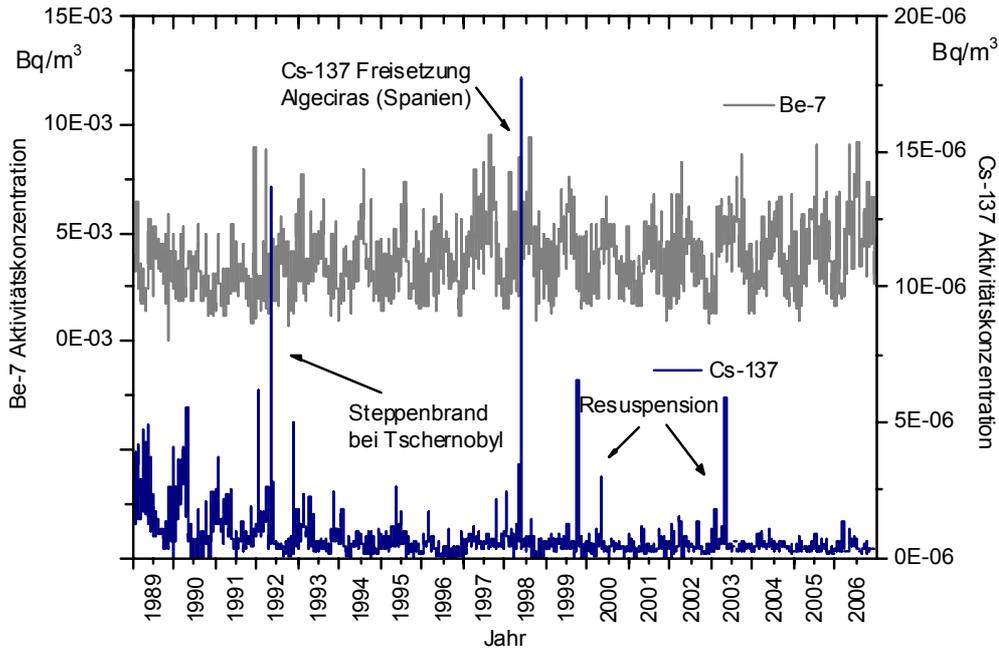


Abbildung 2.1.1-4: Aktivitätskonzentration von Cs-137 und Be-7 in der bodennahen Luft am Probenentnahmestort Schauinsland
(Activity concentration of Cs-137 and Be-7 in air close to ground level at Schauinsland measuring station)

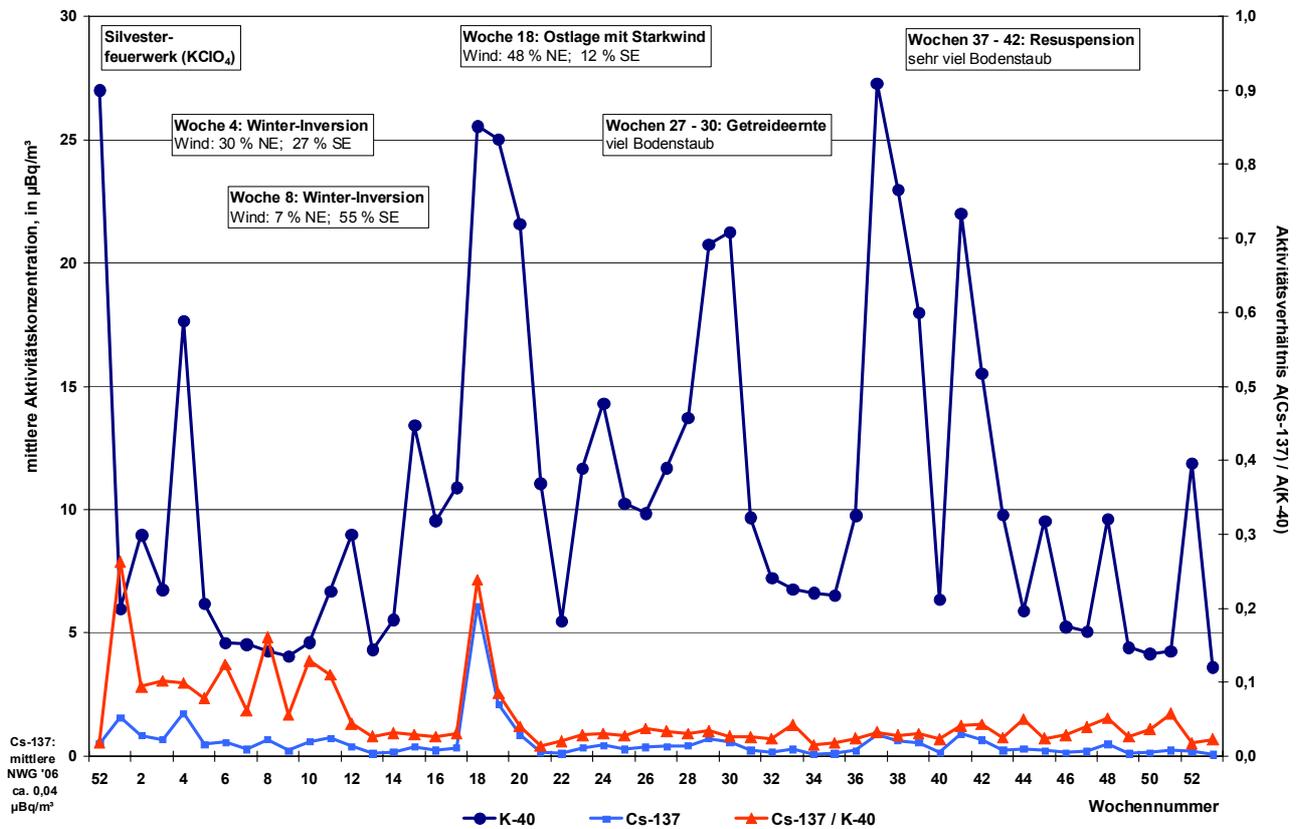


Abbildung 2.1.1-5: Aktivitätskonzentrationen und Aktivitätsverhältnis von K-40 und Cs-137 in der bodennahen Luft 2006 am Probenentnahmestort Braunschweig
(Activity concentrations and activity ratio of K-40 and Cs-137 in ground-level air)

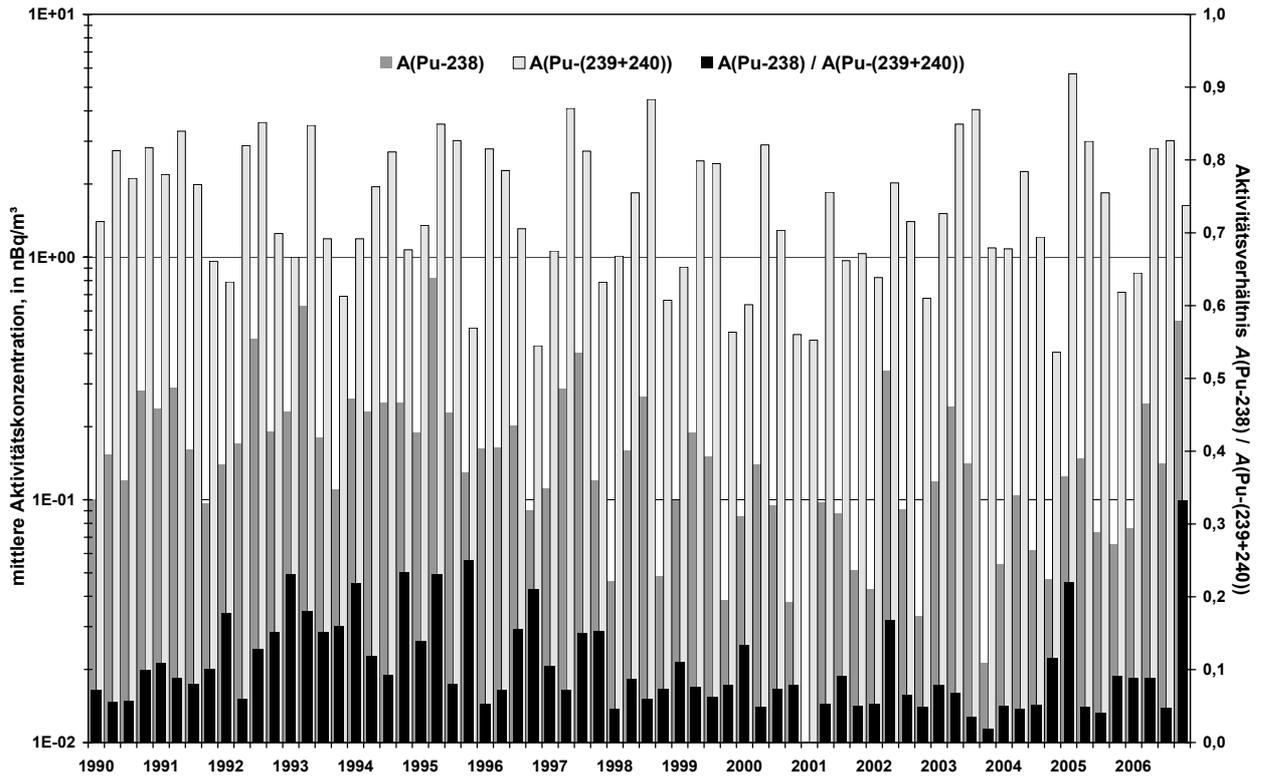


Abbildung 2.1.1-6 Aktivitätskonzentrationen und Aktivitätsverhältnis von Plutoniumisotopen in der bodennahen Luft 1990 bis 2006 am Probenentnahmestort Braunschweig
(Activity concentrations and activity ratio of plutonium isotopes in ground-level air at the sampling site Braunschweig 1990 to 2006)

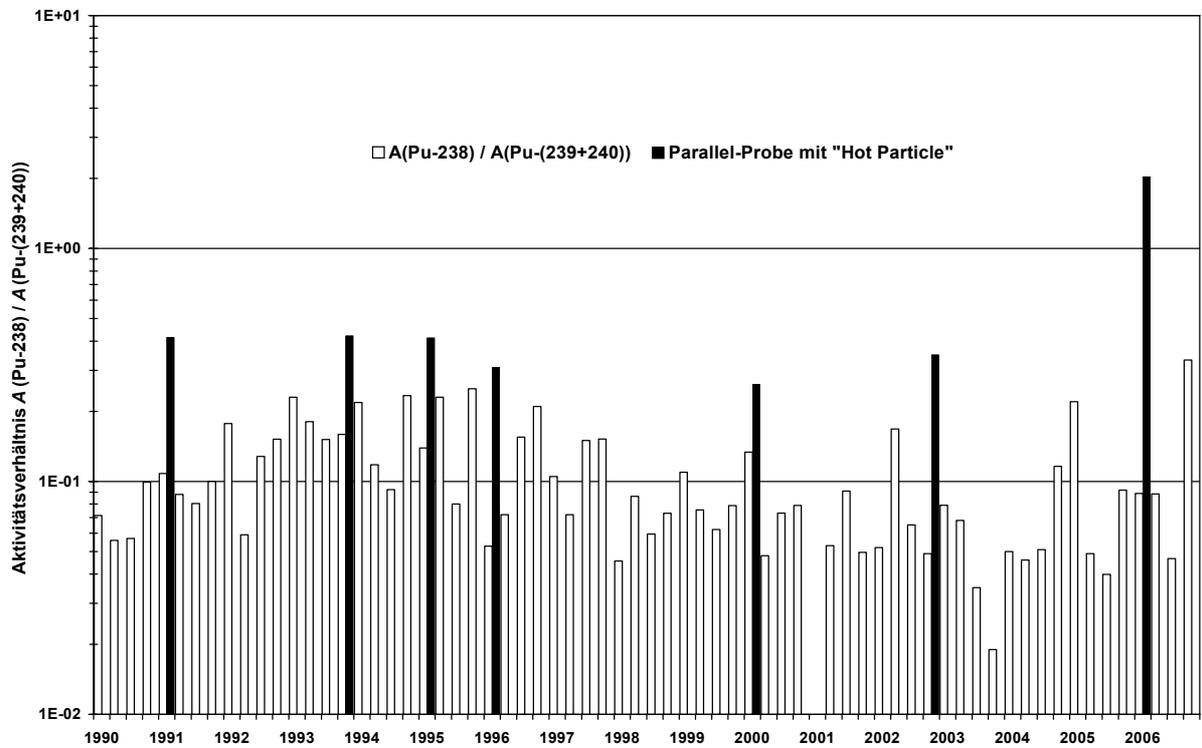


Abbildung 2.1.1-7 Aktivitätsverhältnis $A(\text{Pu-238}) / A(\text{Pu-(239+240)})$ in der bodennahen Luft von 1990 bis 2006 am Probenentnahmestort Braunschweig
(Activity ratio $A(\text{Pu-238}) / A(\text{Pu-(239+240)})$ in ground-level air at the sampling site Braunschweig from 1990 to 2006)

2.1.2 Radioaktive Stoffe im Niederschlag (Gesamtdeposition) (Total deposition of radionuclides)

Gesamt- β -Aktivität

Zur Fortsetzung der 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 2006 resultiert ein über alle Mess- und Sammelstationen des DWD arithmetisch gemittelter Jahreswert für die Deposition von 54 Bq/m^2 (2005: 58 Bq/m^2).

Die leichte Änderung gegenüber dem Vorjahr ist durch die Schwankungsbreite der Messunsicherheiten zu erklären. Die Messwerte bewegen sich im Niveau der Werte vor dem Reaktorunfall von Tschernobyl, das heißt, im Bereich der natürlichen Schwankungen. Abbildung 2.1.2-1 zeigt den zeitlichen Verlauf der über alle Messstellen gemittelten Jahressummen der dem Boden durch Deposition zugeführten Gesamt- β -Aktivität von 1957 bis 2006 in Bq/m^2 . Die stationsspezifischen Depositionen im Berichtsjahr als Jahressummenwerte in Bq/m^2 zeigt Abbildung 2.1.2-2.

Gammaspktrometrie

Monatssammelproben von 40 Messstationen wurden γ -spektrometrisch analysiert. Die Nachweisgrenzen für die Aktivitätskonzentration von Cs-137 lagen zwischen $0,2$ bis 20 mBq/l in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Niederschlagsmenge. Exemplarisch sind die Messwerte der Radionuklide Be-7 und Cs-137 für die Messstellen Aachen, Berlin, Offenbach und Schleswig in den Tabellen 2.1.2-1a) und 2.1.2-1b) als Monatswerte und als aufsummierte Jahreswerte zusammengefasst. Diese Daten dienen als Vergleichsgrößen, um Veränderungen gegenüber den Vorjahren festzustellen. Die Werte waren im Jahr 2006 ähnlich denen im Jahr 2005. Abbildung 2.1.2-3 zeigt für die Messstationen Offenbach und Berlin die aus den Aktivitätskonzentrationen und der Niederschlagsmenge errechneten Werte für die monatliche Deposition von Be-7 und Cs-137. Für Cs-137 lagen die Nachweisgrenzen zwischen $0,01 \text{ Bq/m}^2$ und $0,16 \text{ Bq/m}^2$. An der Messstation Offenbach wurden im Mai $0,15 \text{ Bq/m}^2$ und im Oktober $0,02 \text{ Bq/m}^2$ gemessen. Diese Werte sind auf ausgewaschenen cäsiumhaltigen Staub zurückzuführen, der durch Resuspension in die Luft gelangt und über weite Strecken transportiert werden kann. Für kosmogenes Be-7 wurden Messwerte zwischen 9 und 207 Bq/m^2 anhand von Monatsproben ermittelt. In den Sommermonaten waren an einzelnen Messstationen, wie zum Beispiel auch Offenbach, eine erhöhte Aktivitätsdeposition zu verzeichnen, was sich sowohl auf die höheren Aktivitätskonzentrationen in der Luft als auch auf höhere Niederschlagsmengen zurückführen lässt.

Die im Jahr 2005 wieder aufgenommenen γ -spektrometrischen Messungen des GSF-Forschungszentrums für Umwelt und Gesundheit zur Bestimmung der am Boden deponierten Aktivität wurde 2006 fortgesetzt. Die Monatsmittelwerte am Probenentnahmeort auf dem Gelände des GSF-Forschungszentrums in Neuherberg sind in Tabelle 2.1.2-2 zusammengestellt.

Radiochemie

Im Labor des DWD in Offenbach wurden Niederschlagsproben der Messstationen Berlin, München, Offenbach und Schleswig bezogen auf ein Sammelintervall von einem Monat analysiert. Es wurden Sr-90, Tritium sowie die Nuklide von Uran, Plutonium und Americium bestimmt. Die erreichten Nachweisgrenzen betragen je nach Probenmenge für Sr-90 ca. $0,07$ bis $1,4 \text{ mBq/l}$, für Pu-(239+240)-Werte von $0,02$ bis $0,3 \text{ mBq/l}$, für Am-241 von $0,01$ bis $0,3 \text{ mBq/l}$ und für Tritium ca. $0,5 \text{ Bq/l}$. Natürlich vorkommendes, an Schwebstoff gebundenes U-238 wurde ausgewaschen und im Niederschlag mit Werten von $0,02$ bis $1,4 \text{ mBq/l}$ gemessen.

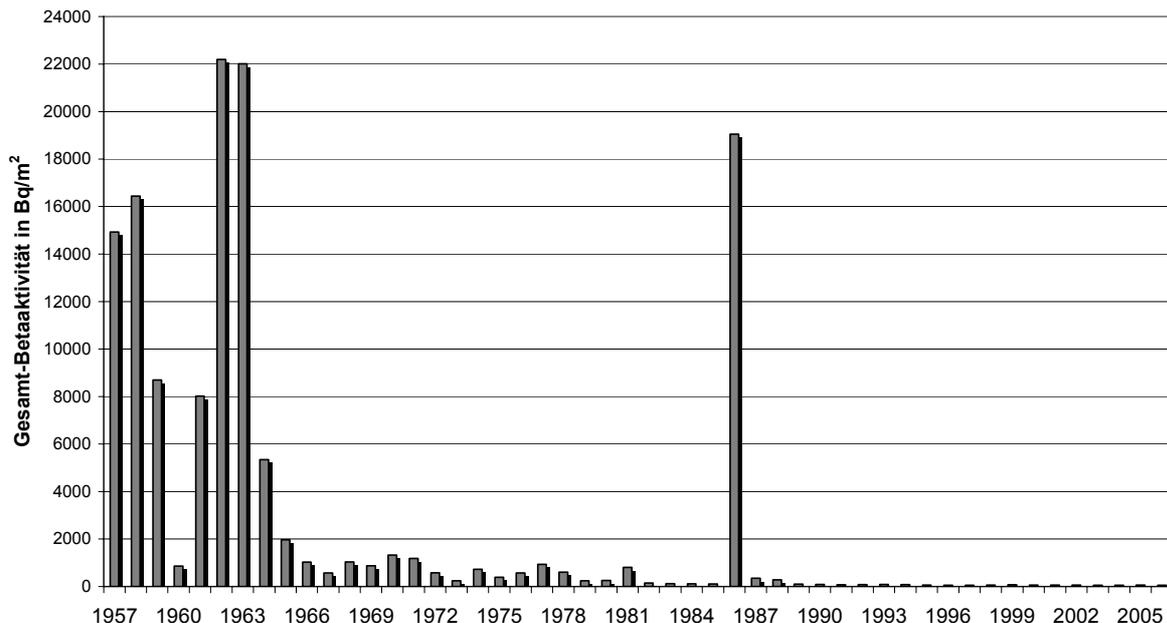


Abbildung 2.1.2-1 Langlebige Gesamt- β -Aktivität im Niederschlag – Jahresmittelwerte der Jahressummen an den DWD-Messstationen von 1957 bis 2006
(Long-lived total β activity in precipitation – Annual mean value for the total annual levels determined at the DWD measuring stations, 1957 - 2006)

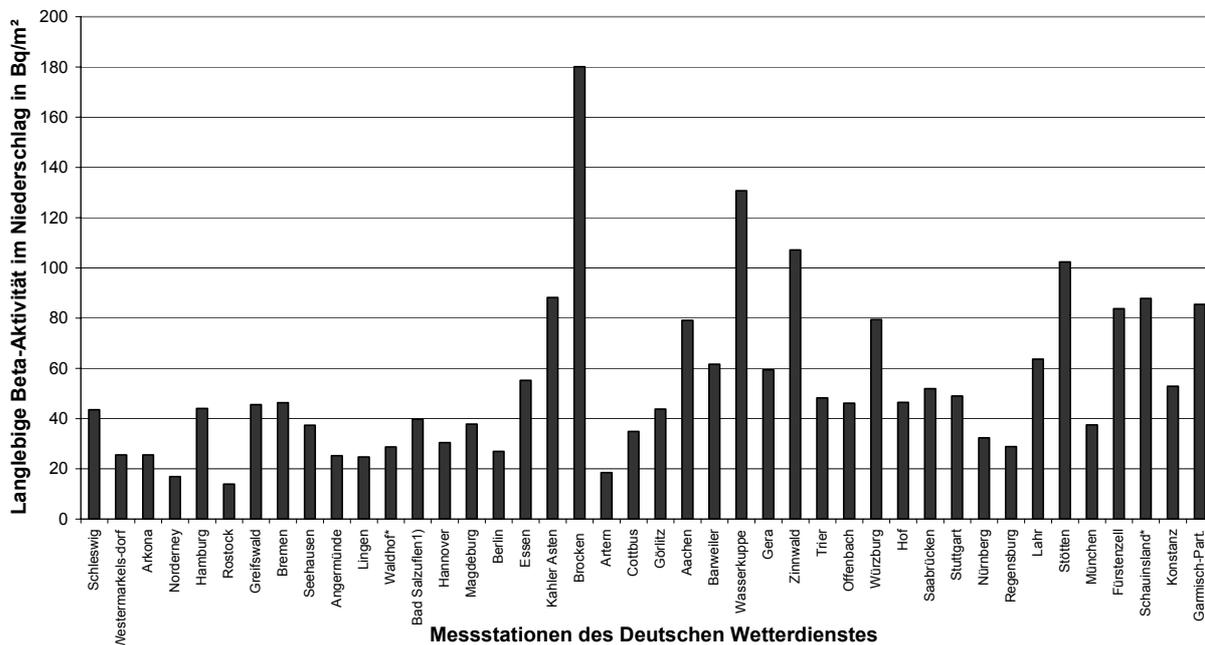


Abbildung 2.1.2-2 Dem Erdboden durch Niederschläge im Jahr 2006 zugeführte langlebige Gesamt- β -Aktivität – stationsspezifische Jahressummen
(Deposition of additional long-lived total β activity due to precipitation - station specific annual total values in the year 2006)

**Tabelle 2.1.2-1 Deposition von Einzelnucliden mit dem Niederschlag
(Deposition of individual nuclides with precipitation)**

a) Messungen des Deutschen Wetterdienstes

Zeitraum	Offenbach am Main			Berlin		
	l/m ²	Deposition in Bq/m ²		l/m ²	Deposition in Bq/m ²	
		Be-7	Cs-137		Be-7	Cs-137
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
2004	617,6	567	< 0,92	533,2	363	< 1,38
2005	559,2	639	< 0,46	590,2	308	< 1,37
2006	620,3	860	< 0,56	451,5	361	< 1,56
Januar	18,8	20,6	< 0,03	20,7	34,6	< 0,16
Februar	27,4	30,8	< 0,04	42,9	88,4	< 0,24
März	64,5	43,8	< 0,04	29,7	17,3	< 0,09
April	45,5	62,9	< 0,04	45,5	18,6	< 0,11
Mai	94,1	152,7	0,15	61,3	37,0	< 0,13
Juni	23,8	63,3	< 0,06	11,9	12,7	< 0,08
Juli	96,1	207,6	< 0,06	56,4	29,8	< 0,16
August	96,2	132,4	< 0,04	75,7	59,3	< 0,16
September	10,5	18,5	< 0,03	13,7	9,3	< 0,09
Oktober	59,6	46,8	0,02	26,1	16,3	< 0,09
November	35,4	33,5	< 0,03	34,4	13,4	< 0,12
Dezember	48,4	47,1	< 0,03	33,2	24,3	< 0,11

< : Messwert kleiner Nachweisgrenze

b) Messungen des Deutschen Wetterdienstes

Zeitraum	Aachen			Schleswig		
	l/m ²	Deposition in Bq/m ²		l/m ²	Deposition in Bq/m ²	
		Be-7	Cs-137		Be-7	Cs-137
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
2004	888,8	1013	< 0,82	892,4	676	< 1,07
2005	716,4	787	< 0,84	763,1	669	< 1,08
2006	799,3	950	< 0,83	768,6	537	< 1,01
Januar	20,8	21,3	< 0,06	23,7	26,3	< 0,09
Februar	82,7	141,5	< 0,05	34,8	17,8	< 0,09
März	76,4	50,4	< 0,07	66,2	24,2	< 0,08
April	78,7	85,7	< 0,08	54,8	36,9	< 0,08
Mai	139,7	203,5	< 0,10	73,7	68,9	< 0,08
Juni	18,5	41,3	< 0,08	19,2	25,1	< 0,09
Juli	14,9	13,6	< 0,10	46,4	44,9	< 0,08
August	171,6	189,3	< 0,07	155,3	129,9	< 0,08
September	17,8	46,5	< 0,06	28,4	28,0	< 0,09
Oktober	46,9	36,6	< 0,06	114,3	48,4	< 0,08
November	70,3	63,8	< 0,07	71,5	60,5	< 0,08
Dezember	61,0	56,9	< 0,04	80,3	26,1	< 0,08

< : Messwert kleiner Nachweisgrenze

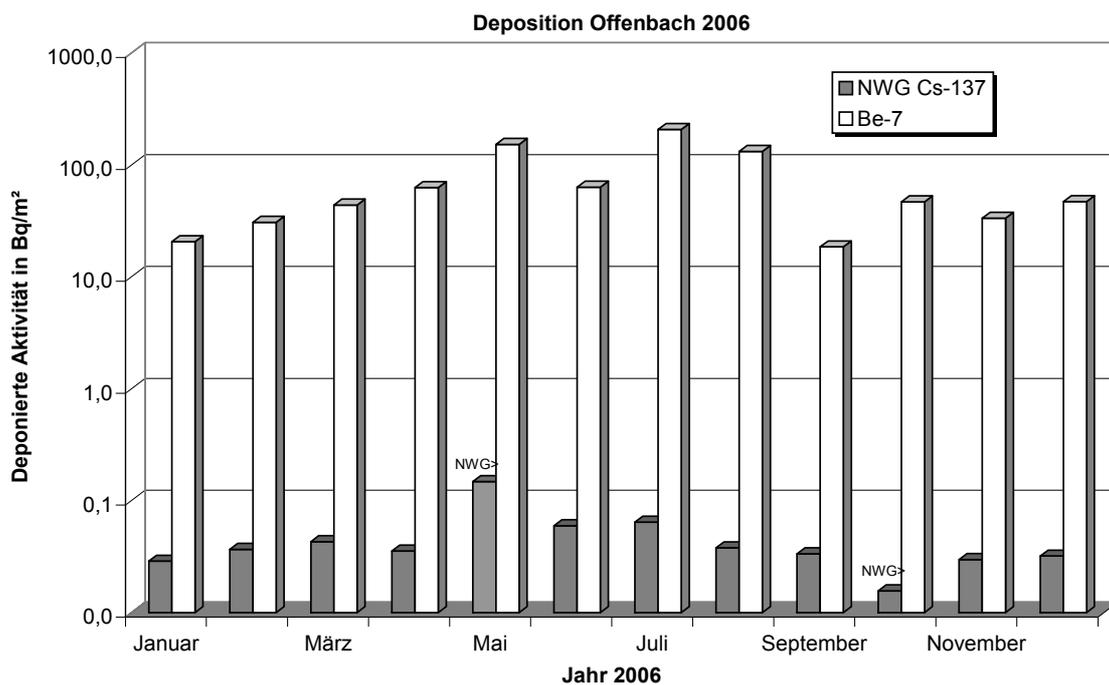
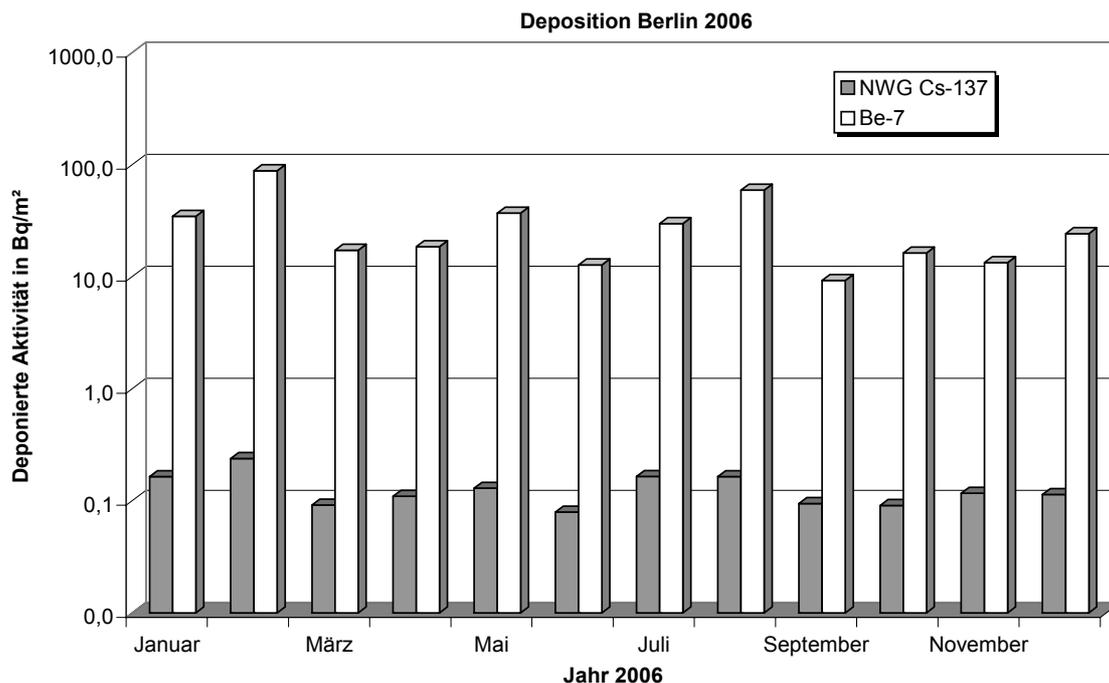


Abbildung 2.1.2-3 Deposition von Radionukliden mit dem Niederschlag im Jahr 2006
 DWD-Stationen Berlin und Offenbach
*(Deposition of radionuclides with precipitation in the year 2006 -
 DWD stations in Berlin and Offenbach)*

**Tabelle 2.1.2-2 Gesamtdeposition von Einzelnucliden
(Total deposition of individual nuclides)**

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

Zeitraum	München-Neuherberg		
	Deposition in Bq/m ²		
	l/m ²	Be-7	Cs-137
2005	n. b.	1536,2	0,49
2006	1109,1	2022	1,11
Januar	24,1	n. b.	n. b.
Februar	34,2	70,7	0,05
März	113,2	149	0,02
April	150,3	250	0,04
Mai	108,1	262	0,73
Juni	95,0	318	0,06
Juli	36,5	151	0,04
August	185,4	470	0,04
September	174,3	82,0	0,06
Oktober	72,9	88,4	0,03
November	63,5	101	0,02
Dezember	51,9	80,8	0,03

n. b.: nicht bestimmt

2.1.3 Gamma-Ortsdosisleistung (Ambient gamma dose rate)

Die im Rahmen der kontinuierlichen Überwachung im ODL-Messnetz des BfS gemessenen Werte der γ -Ortsdosisleistung über Deutschland sind im Vergleich zum Vorjahr quasi 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 2.1-10, Karte der mittleren γ -Ortsdosisleistung 2006). Dabei beträgt der Anteil durch kosmische Strahlung in Meereshöhe ca. 40 nSv/h (Jahresdosis 0,3 mSv); dieser Wert verdoppelt sich etwa alle 1.500 Höhenmeter.

Die auf den Reaktorunfall von Tschernobyl zurück zu führenden künstlichen Beiträge zur γ -Ortsdosisleistung (praktisch ausschließlich von Cs-137) werden routinemäßig auch an den Sondenstandorten der ODL-Messstellen mit In-situ-Messfahrzeugen des Bundes und der Länder nuklidspezifisch ermittelt. Wegen der hohen Variabilität des natürlichen Untergrundes sind diese Gegenden aus der Kartendarstellung praktisch nicht erkennbar. Mit Hilfe der durchgeführten In-situ-Messungen lassen sich für eine eventuelle, frische Kontamination des Untergrundes/Bodens die Radionuklide und deren Aktivität schnell bestimmen.

Kurzzeitige, meist lokal auftretende Erhöhungen der γ -Ortsdosisleistung, die insbesondere bei starken Niederschlägen in den Sommermonaten zu beobachten sind, sind auf das Auswaschen von natürlichen 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.

Die Sonden und Messstellen im ODL-Messnetz unterliegen einem strengen Qualitätssicherungsverfahren wie z. B. wiederkehrende radiologische Sondenprüfung, elektrische Betriebsmittelprüfung und Standortdokumentation. Im laufenden Berichtsjahr 2006 ist eine umfangreiche, mehrjährige Modernisierung der Messdatenaufnahme, -verarbeitung und Datenfernübertragung im ODL-Messnetz angelaufen. Im Zuge der Modernisierung wird auch der Datenumfang nebst zusätzlich gemessenen Qualitätsparametern in den Sonden erweitert. Hierzu bedarf es eines Umbaus der vorhandenen Sonden im ODL-Messnetz, der durch das vorhandene Fachpersonal selbst bewerkstelligt wird. Seit 2006 werden auch erste autarke Sonden, ohne Strom- und festen Telekommunikationsanschluss, im ODL-Messnetz betrieben.

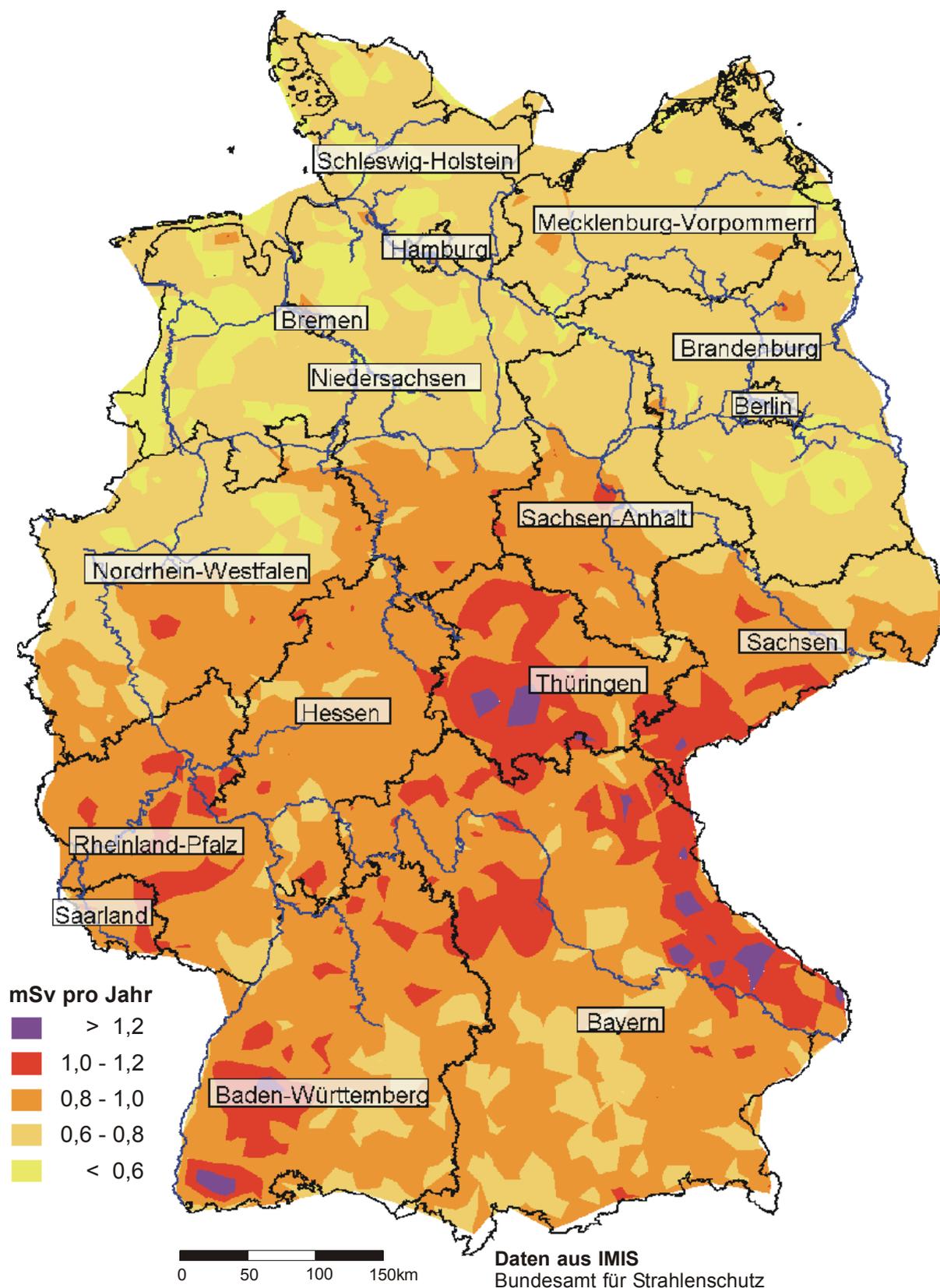


Abbildung 2.1.3-1 Mittlere γ -Ortsdosisleistung im Jahr 2006 in Deutschland
(*Mean ambient γ -dose rate in the area of Germany – year 2006*)

2.1.4 Luft und Niederschlag in der Umgebung kerntechnischer Anlagen (*Air and precipitation from the surroundings of nuclear facilities*)

Gemäß der REI (Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen) sind die Aktivitätskonzentrationen von gasförmigem I-131 und von an Schwebstoff gebundenen Radionukliden gammaspektrometrisch zu ermitteln. Die geforderten Nachweisgrenzen liegen für gasförmiges I-131 bei 5 mBq/m^3 und bei den an Schwebstoff gebundenen Radionukliden, bezogen auf Co-60, bei $0,4 \text{ mBq/m}^3$.

Die Aktivitätskonzentrationen des gasförmigen I-131 haben sich mit den jeweils erreichten Nachweisgrenzen gegenüber dem Vorjahr nicht verändert (Tabelle 2.1.4-1). An einer Messstelle des Forschungszentrums Jülich wurden im 3. Quartal in zwei Sammelperioden $0,6 \text{ mBq/m}^3$ bzw. $0,4 \text{ mBq/m}^3$ nachgewiesen. Diese Werte liegen allerdings deutlich unterhalb der geforderten Nachweisgrenze. Als Ursprung der Aktivität werden Anwendungen von I-131 im nahe gelegenen Institut für Medizin angenommen.

Die Aktivitätskonzentrationen der an Schwebstoff gebundenen künstlichen Radionuklide lagen 2006, wie im Vorjahr, an allen Messstellen unterhalb der jeweils erreichten Nachweisgrenzen. Die Nachweisgrenzen für das Bezugsnuklid Co-60 sind in Tabelle 2.1.4-2 zusammengefasst.

Die Veränderungen der Jahresmittelwerte der kontinuierlich gemessenen γ -Dosisleistung (Tabelle 2.1.4-3) sind im Vergleich zum Vorjahr im Allgemeinen gering und entsprechen den natürlichen Schwankungen. Durch den Austausch von Messsystemen treten bauart- und empfindlichkeitsbedingte Veränderungen des gemessenen Pegels der Umgebungsäquivalentdosisleistung auf. Auch die Verlegung oder der Wegfall einzelner Messpunkte kann den über alle Messpunkte gemittelten Wert für die Umgebungsäquivalentdosisleistung beeinflussen. Zum Einen können stark differierende Eigennulleffekte der Messgeräte oder die Überschätzung der kosmischen Komponente des Strahlungsfeldes hierfür der Grund sein, zum Anderen bauartbedingte Einschränkungen der axialen oder radialen Empfindlichkeit des Messgerätes.

Im Falle des GKN Neckarwestheim zeigt hier der Austausch von Szintillationssonden durch Proportionalzählrohre im Jahre 2005 einen um einen Faktor von ca. 2 höheren Ortsdosisleistungswert, der auch im Berichtsjahr beobachtet wird.

Niederschlag

Gemäß REI ist die Aktivitätskonzentration des Niederschlags gammaspektrometrisch zu ermitteln. Aus den Aktivitätskonzentrationen und den Niederschlagsmengen wird die Deposition berechnet. Aus den Monatsdepositionen in Becquerel pro Quadratmeter werden Jahresmittelwerte gebildet und berichtet. Als Nachweisgrenze für die Aktivitätskonzentration im Niederschlag werden, bezogen auf Co-60, $0,05 \text{ Bq/l}$ gefordert. Die Niederschlagsmenge pro Monat liegt im Durchschnitt je nach Jahreszeit und Standort zwischen 10 und 100 Liter pro Quadratmeter und Monat, so dass für die Deposition Nachweisgrenzen zwischen $0,5 \text{ Bq/m}^2$ und 5 Bq/m^2 resultieren können. Im Berichtsjahr liegen keine Messwerte oberhalb der geforderten Nachweisgrenzen vor. In Tabelle 2.1.4-4 sind die Nachweisgrenzen, bezogen auf Co-60, zusammengefasst.

Im FZ Jülich wurde im 1. Quartal 2006 eine Deposition von $0,3 \text{ Bq/m}^2$ Cs-137 gemessen. Werte in dieser Größenordnung werden auch an den Messstellen zur Überwachung der Umweltradioaktivität nach StrVG bestimmt. Sie erklären sich aus der Resuspension von bereits deponierten Schwebstoff gebundenen Radionukliden und deren Verfrachtung mit dem Wind.

Tabelle 2.1.4-1 Jahresmittelwerte der Aktivitätskonzentrationen des gasförmigen I-131
(Annual mean values for activity concentrations of gaseous I-131)
(in mBq/m³ Messwerte der Betreiber)

Probenahmestelle	N	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
		I-131 (mBq/m ³)						
BER Berlin	2	<0,2	<0,31	<0,32	[<0,22] ⁶	<0,33	[<0,32] ⁹	<0,26
KKB Brunsbüttel	2	[<0,2] ⁹	<0,2	<0,15	[<0,21] ³	<0,32	[<0,29] ⁹	<0,3
KBR Brokdorf	2	<0,54	<0,43	<0,40	[<0,35] ³	<0,39	[<0,36] ⁹	<0,39
KKK Krümmel	3	<0,36	<0,36	<0,39	[<0,38] ³	<0,37	[<0,39] ⁹	<0,36
GKSS Geesthacht	1	[<0,43] ⁶	<0,45	<0,43	[<0,24] ³	<0,24	[<0,24] ⁹	<0,24
KKS Stade	1	-	-	-	[<0,45] ⁶	[<0,41] ⁹	[<0,28] ⁹	*
KKU Unterweser	2	<2,00	[<2,00] ^{6,d}	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
KWG Grohnde	3		[<0,69] ⁹	<0,65	<0,58	<0,59	<0,61	<0,65
KKE Emsland	2		[<0,31] ⁹	<0,32	<0,32	<0,3	<0,32	<0,33
KWW Würgassen	3	*	*	*	*	*	*	*
FZ Jülich	3	0,76**	0,72**	0,68**	1,2**	<2,0	0,36**	0,47**
THTR Hamm-Uentrop	2	*	*	*	*	*	*	*
KWB Biblis	2	[<0,65] ⁹	[<0,76] ⁹	-	[<0,74] ⁹	[<0,56] ⁶	[<0,7] ³	<0,66
KKP Philippsburg	4	<0,62	<0,64	[<0,53] ⁹	<0,53	<0,49	<0,49	<0,5
KWO Obrigheim	3	<0,85	<0,86	<0,82	<0,64	<0,37	<0,34	<0,18
GKN Neckarwestheim	2	<0,60	<0,59	[<0,61] ⁹	<0,6	<0,65	<0,73	<0,68
FZ Karlsruhe		*	*	*	*	*	*	-
KKI Isar	3	-	-	-	-	-	-	[<0,29] ⁹
KKG Grafenrheinfeld	3	-	-	-	-	-	-	[<0,5] ⁹
KRB Gundremmingen II	3	-	-	-	-	-	-	[<0,27] ⁹
KGR Greifswald	2	<0,27	[<0,76]*	*	*	*	*	*
VKTA Rossendorf	1	<0,1	[<0,06] ⁹	<0,08	<0,06	<0,06	[<0,35] ⁶	+
KKR Rheinsberg		*	*	*	*	*	*	-
KMK Mülheim-Kärlich	2	*	*	*	*	*	*	*

N Zahl der Messstationen

[]ⁱ unvollständige Messreihe (i: Anzahl der Monate)

** Jahreswert einer Messstelle, die Werte lagen sonst unterhalb der geforderten Nachweisgrenze von 2 mBq/m³

^d zeitweiser Defekt bei Probenahme/Messung

- keine Messwerte

* Messungen eingestellt

+ keine Messung im bestimmungsgemäßen Betrieb

Tabelle 2.1.4-2 Jahresmittelwerte der Aktivitätskonzentrationen von Co-60
(Annual mean values for activity concentrations of Co-60)
(in mBq/m³ Messwerte der Betreiber)

Probenahmestelle	N	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
		Co-60 (mBq/m ³)						
BER Berlin	2	<0,08	<0,02	<0,02	[<0,02] ³	<0,02	[<0,02] ⁹	<0,02
KKB Brunsbüttel	2	[<0,06] ⁶	<0,06	<0,06	[<0,06] ³	<0,06	[<0,05] ⁹	<0,05
KBR Brokdorf	2	[0,19] ⁶	<0,19	<0,19	[<0,16] ³	<0,18	[<0,17] ⁹	<0,18
KKK Krümmel	3	[<0,08] ⁶	<0,07	<0,07	[<0,07] ³	<0,07	[<0,06] ⁹	<0,06
GKSS Geesthacht	1	[<0,19] ⁶	<0,18	<0,14	[<0,03] ³	<0,06	[<0,06] ⁹	<0,05
KKS Stade	1	-	-	-	[<0,28] ⁶	[<0,18] ⁹	[<0,15] ⁹	<0,26
KKU Unterweser	2	<0,40	[<0,40] ^{6,d}	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
KWG Grohnde	3	-	[<0,12] ⁹	<0,10	<0,11	<0,11	<0,12	<0,11
KKE Emsland	2	-	[<0,18] ⁹	<0,18	<0,17	<0,18	<0,18	<0,21
KWW Würgassen	2	<0,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
FZ Jülich	3	<0,40	<0,40	<0,40	[<0,40] ³	<0,4	<0,4	<0,4
THTR Hamm-Uentrop	2	<0,11	<0,05	-	-	-	-	-
KWB Biblis	3	[<0,21] ⁹	[<0,21] ⁹	-	[<0,22] ⁹	[<0,17] ⁶	[<0,18] ³	<0,2
KKP Philippsburg	4	<0,04	<0,04	[<0,04] ⁹	<0,04	<0,03	<0,03	<0,03
KWO Obrigheim	3	<0,08	<0,08	<0,08	<0,07	<0,05	<0,05	<0,06
GKN Neckarwestheim	2	<0,14	<0,14	[<0,14] ⁹	<0,14	<0,14	<0,15	<0,13
FZ Karlsruhe	3	<0,01	<0,01	[<0,01] ⁹	[<0,01] ⁹	[<0,01] ⁶	<0,008	<0,008
KKI Isar	3	-	-	-	-	-	-	[<0,21] ⁹
KKG Grafenrheinfeld	3	-	-	-	-	-	-	[<0,062] ⁹
KRB Gundremmingen II	3	-	-	-	-	-	-	[<0,14] ⁶
KGR Greifswald	2	<0,15	[<0,37]*	<0,37	[<0,03] ⁹	<0,002	<0,002	[<0,002] ⁹
VKTA Rossendorf	3	<0,02	[<0,02] ⁹	<0,02	<0,02	<0,002	[<0,002] ⁶	<0,002
KKR Rheinsberg	2	<0,10	<0,09	<0,10	<0,10	<0,09	<0,08	<0,08
KMK Mülheim-Kärlich	2	<0,16	0,15	<0,20	<0,20	<0,15	[<0,2] ⁶	<0,14

N Zahl der Messstationen

- keine Messwerte

[]ⁱ unvollständige Messreihe (i: Anzahl der Monate)

* Messungen eingestellt

^d zeitweiser Defekt bei Probenahme/Messung

Tabelle 2.1.4-3 Umgebungsstrahlung bei Atomkraftwerken und Forschungsreaktoren
(Ambient radiation from nuclear power plants and research reactors)

(γ -Ortsdosisleistung in nSv/h, Messwerte der Betreiber)

Probenahmestelle	N	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
		γ -Ortsdosisleistung in nSv/h						
BER Berlin	2	71	71	71	[70] ^b	72	72	72
KKB Brunsbüttel	2	75	85	[83] ⁶	a	84	82	84
KBR Brokdorf	2	61	60	[60] ³	a	59	60	59
KKK Krümmel	3	53	56	[59] ⁶	a	59	57	58
GKSS Geesthacht	1	84	84	84	92 ^b	[82] ⁶	84	85
KKS Stade	1			[77] ⁹	[60] ^{6 y}	[59] ^{9 y}	87 ^{MT}	97
KKU Unterweser	2	87	[90] ⁶	90	89	93	94	98
KWG Grohnde	3		[88] ⁹	84	86	85	83	86
KKE Emsland	2		[65] ⁹	65	65	74	75	75
KWW Würgassen	3	*	*	*	*	*	*	*
FZ Jülich	12	61	59	58	57	56	62 ^{MT}	79
THTR Hamm-Uentrop	2	89	88	87	86	85	85	86
KWB Biblis	3	[88] ⁹	[90] ⁹	a	[93] ⁹	94	[95] ³	96
KKP Philippsburg	4	105	100	[98] ⁹	[100] ⁹	103	106	105
KWO Obrigheim	2	70	70	82 ^{MT}	105	103	101	102
GKN Neckarwestheim	2	56	56	[55] ⁹	[55] ⁹	53	119 ^{MT}	119
FZ Karlsruhe	6	82	82	[81] ⁹	[80] ³	[81] ⁶	83	83
KKI Isar ^c	3	a	a	a	a	a	a	99
KKG Grafenrheinfeld ^c	3	a	a	a	a	a	a	104
KRB Gundremmingen II ^c	3	a	a	a	a	a	a	65
KGR Greifswald	20	71	77	81	80	81	81	84 ^j
VKTA Rossendorf	3	106	[109] ⁹	112	[111] ⁶	112	111	[115] ⁹
KKR Rheinsberg	4	99	99	98	98	94 ^z	87 ^z	84
KMK Mülheim-Kärlich	2	110	114	113	117	119	[125] ^{6MT}	127

N Zahl der Messstationen

a Daten liegen nicht vor

y Ersatzwert Sonde NLÖ unweit abgebauter Sonde

z Anzahl der Messstationen auf 2 reduziert (Bedingungen des Restbetriebes)

* Messungen eingestellt

j Anzahl der Messstationen auf 6 reduziert, gemäß überarbeitetem Umgebungsübewachungsprogramm

[]ⁱ unvollständige Messreihe (i: Anzahl der Monate)

b zeitweise Messung mit ungeeichetem Leihgerät

c teilweise Überwachung durch unabhängige Sachverständige

MT Austausch des Messsystems

Tabelle 2.1.4-4 Deposition mit dem Niederschlag bezogen auf Co-60
(Deposition of radioactivity related to Co-60)

Probenahmestelle	Aktivität in Bq/m ² oder in Bq/l								
	N	2003 (Bq/l)	2003 (Bq/m ²)	2004 (Bq/l)	2004 (Bq/m ²)	2005 (Bq/l)	2005 (Bq/m ²)	2006 (Bq/l)	2006 (Bq/m ²)
BER Berlin	1		<0,05		<0,11		[<0,43] ⁹		[<0,28] ⁹
KKB Brunsbüttel	2		[<0,7] ³		<0,9		[<0,81] ⁹		<1,3
KBR Brokddorf	2		[<1,4] ³		<1,7		[<1,3] ⁹		<1,5
KKK Krümmel	4		[<0,28] ³		<0,37		[<0,37] ⁹		<0,44
GKSS Geesthacht	2		[<0,26] ³		<1,7		[<1,7] ⁹		<1,5
KKS Stade	2		<1,2		[<2,7] ⁹		[<2,2] ⁹		<1,7
KKU Unterweser	2	<0,05	+	<0,05	+	<0,05	+		<0,8
KWG Grohnde	2	<0,04	+	<0,04	+	<0,04	+		<2,0
KKE Emsland	2	<0,02	+	<0,03	+	<0,03	+		<0,68
KWW Würgassen	2	<0,006	+	<0,007	+	<0,006	+	<0,05	+
FZ Jülich	1	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	0,3(**)
THTR Hamm-Uentrop	*		*		*		*		*
KWB Biblis	2		[<0,82] ¹¹		[<0,68] ⁶		[<0,74] ³		<1,1
KKP Philippsburg	4		<1,1		<1,2		<1,2		<1,4
KWO Obrigheim	2		<1,5		<1,6		<1,3		<1,4
GKN Neckarwestheim	2	<0,04	+	<0,04	+	<0,04	+	0,04	+
FZ Karlsruhe	3		[<2,5] ⁹		[<1,2] ⁶		<2,7		<2,8
KKI Isar	-		-		-		-		[<2,7] ⁹
KKG Grafenrheinfeld	-		-		-		-		[<0,52] ⁹
KRB Gundremmingen II	-		-		-		-		[<3,3] ⁶
KGR Greifswald	2		<1,2		<2,3		<1,9		<1,8
VKTA Rossendorf	2		<0,25		<0,47		[<0,63] ⁶		[<0,38] ⁹
KKR Rheinsberg	2		<0,33		<0,26		<0,20		<0,19
KMK Mülheim-Kärlich	2		<0,53		<0,83		[<0,5] ⁶		<0,52

- keine Messwerte

[]ⁱ unvollständige Messreihe (i: Anzahl der Monate)

^d zeitweiser Defekt bei Probenahme/Messung

N Zahl der Messstationen

* Messungen eingestellt

+ nur Konzentrationsangaben

** Cs-137

2.1.5 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft kerntechnischer Anlagen (Discharges of radioactive substances with exhaust air from nuclear facilities)

Die nuklidspezifisch nachgewiesenen Aktivitätsableitungen werden vom Betreiber vierteljährlich und jährlich dokumentiert und an die zuständige Aufsichtsbehörde übermittelt. Aus der lückenlosen Bilanzierung der Ableitungen radioaktiver Stoffe wird die Strahlenexposition der Bevölkerung in der Umgebung der kerntechnischen Anlagen ermittelt und die Einhaltung der Dosisgrenzwerte des § 47 StrlSchV überprüft. Auf die Bestimmung der Strahlenexposition aus den Emissionsdaten muss deshalb zurückgegriffen werden, weil die Aktivitätskonzentrationen der aus kerntechnischen Anlagen abgeleiteten Radionuklide in den Umweltmedien Luft und Wasser und in Nahrungsmitteln im Allgemeinen so gering sind, dass sie messtechnisch nicht nachgewiesen werden können. Die Aktivitätsableitungen sind dagegen genügend genau erfassbar (Tabellen 2.1.5-1 bis 2.1.5-8).

Die bilanzierten Jahreswerte der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft der Atomkraftwerke im Jahr 2006 sind in Tabelle 2.1-5-1 für die Nuklidgruppen radioaktive Edelgase und Schwebstoffe (früher „Aerosole“, Halbwertszeit > 8 Tage), sowie für die Radionuklide I-131, C-14 (C-14-Dioxid-Anteil) und Tritium aufgeführt. Die Jahresableitungen der Forschungsreaktoren, KNK und AVR sind in den Ableitungswerten der Forschungszentren Karlsruhe und Jülich enthalten (Tabelle 2.1.5-5). Die einzelnen in einer Nuklidgruppe zusammengefassten Radionuklide zeigen entsprechend ihrer chemisch-physikalischen Natur in den Umweltmedien und im menschlichen Körper unterschiedliches Verhalten. Daher ist für die Berechnung der Strahlendosis die Kenntnis der Zusammensetzung des abgeleiteten Nuklidgemisches erforderlich. Die auf Grund von Einzelnuklidmessungen ermittelte Zusammensetzung der 2006 abgeleiteten Edelgase ist aus Tabelle 2.1.5-2 zu ersehen. Tabelle 2.1.5-3 enthält die Zusammensetzung der schwebstoffgebundenen Radionuklide einschließlich der β -Strahler Sr-89 und -90 sowie der α -Strahler Pu-238, -239, -240, Am-241, Cm-242 und -244.

Tabelle 2.1.5-4 zeigt die zeitliche Entwicklung der jährlichen Gesamtableitungen für Edelgase, Schwebstoffe und I-131 mit der Fortluft und die Gesamt-Bruttostromerzeugung der Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland. Die Summe der Jahresableitungen radioaktiver Edelgase war 2006 mit $1,7 \cdot 10^{13}$ Becquerel kleiner gegenüber 2005 mit $2,8 \cdot 10^{13}$, die Summe der Jahresableitungen von Schwebstoffen ebenfalls mit $1,3 \cdot 10^8$ im Vergleich zum Vorjahr mit $1,5 \cdot 10^8$ Becquerel. Die Gesamtableitung an I-131 lag 2006 mit $2,3 \cdot 10^8$ Becquerel über dem Vorjahreswert von $1,7 \cdot 10^8$ Becquerel. Diese jährlichen Schwankungen sind abhängig von den Betriebsbedingungen der Kernkraftwerke.

In Tabelle 2.1.5-5 sind die Angaben über die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus den Forschungszentren Karlsruhe, Jülich, Rossendorf, Geesthacht, dem Hahn-Meitner-Institut Berlin und der beiden Forschungsreaktoren Garching im Jahr 2006 zusammengefasst. Die Ableitungen radioaktiver Stoffe aus den übrigen Forschungsreaktoren sind in Tabelle 2.1.5-6 angegeben.

Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abluft aus dem Endlager Morsleben ist in Tabelle 2.1.5-7 zusammengestellt. Am Schacht Bartensleben, welcher Teil der Anlage „Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben“ (ERAM) und der genehmigte Emittent ist, werden jährlich etwa 1 Milliarde Kubikmeter Abwetter aus dem untertägigen Kontrollbereich über Stahlblech-Rohrleitungen (Abwetterlufften) nach Übertage gefördert und in die Umgebung abgegeben.

Bei den Kernbrennstoff verarbeitenden Betrieben werden die mit der Fortluft emittierten α -strahlenden Schwebstoffe ermittelt (Tabelle 1.2-8). Die 2006 abgeleitete α -Aktivität 2006 der Anlagen in Lingen und Gronau beträgt $4,7 \cdot 10^4$ Becquerel. Die Stilllegungsarbeiten an den Hanauer Nuklearfabriken wurden im Laufe des Jahres 2006 beendet und die Anlagen der Siemens Brennelementwerk Hanau aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen, das Gelände kann jetzt konventionell genutzt werden. Dasselbe gilt für den Großteil des Geländes des Brennelementwerks RD Hanau GmbH (früher NUKEM-A), bis auf eine Teilfläche, auf der die Grundwassersanierung voraussichtlich noch mehrere Jahre dauern wird.

Die für das Jahr 2006 ermittelten Werte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus kerntechnischen Anlagen entsprechen in der Summe etwa den Werten der vorhergehenden Jahre, wenn auch Einzelwerte je nach den betrieblichen Bedingungen erheblich voneinander abweichen können; sie unterschreiten im Allgemeinen deutlich die jeweiligen Genehmigungswerte, wie beispielsweise für Atomkraftwerke der Vergleich zwischen den Werten der Tabelle 2.1.5-1 und üblichen Genehmigungswerten von ca. 10^{15} Becquerel für Edelgase, ca. $3 \cdot 10^{10}$ Bq für Schwebstoffe und ca. 10^{10} Bq für I-131 zeigt.

Die im Rahmen der Emissionsüberwachung ermittelten jährlichen Ableitungen radioaktiver Stoffe dienen als Grundlage für die Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung in der Umgebung der kerntechnischen Anlagen. Maß des Strahlenrisikos ist nicht die abgeleitete Aktivität, sondern die effektive Dosis (Anhang, Abschnitt 1). Die aus den Jahresableitungen unter Berücksichtigung von meteorologischen, ökologischen und biologischen Parametern berechneten Jahresdosen sind in Teil B - II - 1.3.1 angegeben.

Tabelle 2.1.5-1 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Atomkraftwerken im Jahr 2006
(Discharges of radioactive substances with exhaust air from nuclear power plants in the year 2006)

Atomkraftwerk	Edelgase	Schwebstoffe ^{a)}	I-131	C-14-Dioxid	Tritium
Aktivität in Bq					
VAK Kahl ^{b)}	-	1,8 E04	-	-	-
KKR Rheinsberg ^{c)}	-	7,8 E05	-	-	-
KRB Gundremmingen A ^{d)}	-	nn	-	-	1,2 E09
KWL Lingen ^{d)}	-	nn	-	1,1 E10	1,0 E08
KWO Obrigheim ^{h)}	1,6 E09	3,0 E05	nn	3,2 E09	7,7 E10
KKS Stade ^{g)}	nn	3,2 E04	nn	6,5 E08	1,0 E12
KWW Würgassen ^{e)}	-	2,8 E06	-	1,5 E09	3,1 E10
KGR Greifswald ^{c)}	-	8,3 E06	-	-	1,6 E08
KWB Biblis A	1,7 E12	7,8 E05	2,7 E07	3,3 E10	3,7 E11
KWB Biblis B	1,3 E11	1,7 E05	2,8 E05	5,8 E10	1,5 E11
GKN Neckar 1	4,4 E11	2,2 E05	nn	2,4 E09	9,7 E10
KKB Brunsbüttel	2,1 E12	8,2 E07	9,0 E06	2,8 E11	1,6 E11
KKI Isar 1	4,0 E12	nn	7,3 E07	3,5 E11	1,5 E11
KKU Unterweser	3,4 E12	1,4 E05	1,4 E05	1,8 E10	1,5 E11
KKP Philippsburg 1	2,0 E12	1,1 E07	7,0 E07	5,0 E11	2,9 E10
KKG Grafenrheinfeld	9,5 E10	3,8 E06	nn	6,3 E10	2,4 E11
KKK Krümmel	7,4 E11	1,3 E07	4,5 E07	3,5 E11	3,9 E10
KRB Gundremmingen B und C	8,4 E11	nn	1,2 E06	8,5 E11	1,0 E12
KWG Grohnde	1,1 E11	4,6 E05	nn	4,4 E10	3,9 E11
THTR Hamm-Uentrop ^{f)}	-	nn	-	2,8 E06	1,5 E08
KKP Philippsburg 2	6,7 E11	2,2 E05	6,5 E04	7,0 E10	1,8 E11
KMK Mülheim-Kärlich ^{f)}	nn	nn	nn	4,8 E09	nn
KBR Brokdorf	1,7 E11	2,1 E06	nn	1,2 E11	2,9 E11
KKI Isar 2	3,8 E11	9,4 E04	nn	1,0 E11	4,6 E11
KKE Emsland	1,8 E11	2,3 E04	nn	1,3 E11	1,5 E12
GKN Neckar 2	3,2 E11	6,4 E04	nn	2,2 E11	2,6 E11

a) Halbwertszeit > 8 Tage, ohne Jod-131, einschließlich Strontium und Alphastrahler

b) Betrieb beendet 1985

c) Betrieb beendet 1990

d) Betrieb beendet 1977

e) Betrieb beendet 1994

f) Betrieb beendet 1988

g) Betrieb beendet 2003

h) Betrieb beendet 2005

nn nicht nachgewiesen (Aktivitätsableitung unter Nachweisgrenze)

- Messung / Angabe nicht erforderlich

Ableitungen von Anlagen mit beendetem Betrieb werden bis zum Ablauf der atomrechtlichen Genehmigung gemessen und berichtet. Die deutlich kleineren Ableitungswerte werden von restlichem radioaktivem Inventar sowie von Rückbau- und Dekontaminationsarbeiten verursacht.

C-14 wird in Tabelle 2.1.5-1 in Form von C-14-Dioxid angegeben, hauptsächlich deshalb, weil Kohlendioxid über Assimilation in die Nahrungskette gelangt und damit zu einer Ingestionsdosis führt. Besonders von Druckwasserreaktoren wird zusätzlich organisch gebundenes C-14 abgeleitet, dessen Dosisbeitrag vernachlässigbar ist. Die Gesamtsumme an abgeleitetem C-14 über die Fortluft im Jahr 2006 beträgt an den in Tabelle 2.1.5-1 aufgeführten Standorten etwa $5,5 \cdot 10^{12}$ Bq.

Tabelle 2.1.5-2 Ableitung radioaktiver Edelgase mit der Fortluft aus Atomkraftwerken im Jahr 2006
(Discharges of radioactive noble gases with exhaust air from nuclear power plants in the year 2006)

	Kahl/ Rheinsberg	Gundremmingen A / Lingen	Obrigheim	Würgassen	Stade	Greifswald	Biblis A	Biblis B
Aktivität in Bq								
Ar-41							2,9 E10	3,8 E10
Kr-85m							1,3 E08	3,0 E07
Kr-85			1,6 E09				3,4 E11	
Kr-87							2,0 E08	
Kr-88							3,2 E08	2,1 E08
Kr-89								3,0 E08
Xe-131m							4,6 E09	1,1 E09
Xe-133m							1,8 E09	1,7 E09
Xe-133							1,3 E12	5,5 E10
Xe-135m							4,9 E08	1,2 E08
Xe-135							4,4 E10	3,1 E10
Xe-137								1,8 E08
Xe-138							1,5 E08	6,1 E07

	Neckar 1	Brunsbüttel	Isar 1	Unterweser	Philippsburg 1	Grafen- rheinfeld	Krümmler	Gundremmingen B, C
Aktivität in Bq								
Ar-41	4,1 E11		3,9 E09	2,0 E11	2,7 E10	9,5 E10	9,2 E06	2,4 E11
Kr-85m			5,8 E09		3,1 E09			6,3 E07
Kr-85		1,3 E11	1,3 E11	1,1 E11			1,2 E10	1,9 E11
Kr-87			2,6 E09		1,6 E10		4,0 E07	2,5 E08
Kr-88			3,5 E11		7,5 E08		6,5 E07	7,8 E08
Kr-89			1,9 E11		2,9 E10			1,1 E09
Xe-131m	4,1 E09	7,8 E10	2,1 E09	6,6 E11			5,4 E09	1,6 E11
Xe-133m		2,9 E10	1,6 E10	8,2 E09			1,4 E10	7,5 E07
Xe-133	2,0 E09	4,7 E10	1,1 E12	1,4 E12	3,6 E11		6,5 E11	2,5 E10
Xe-135m		8,9 E10	1,0 E12		4,2 E11		2,8 E09	4,8 E10
Xe-135	2,2 E10	1,7 E12	4,8 E11	9,9 E11	3,9 E11		6,1 E10	6,2 E10
Xe-137			4,4 E11		4,0 E11			1,1 E11
Xe-138			2,4 E11		3,2 E11			9,5 E08

	Grohnde	Hamm- Uentrop	Philippsburg 2	Mülheim- Kärlich	Brokdorf	Isar 2	Emsland	Neckar 2
Aktivität in Bq								
Ar-41	3,0 E09		4,4 E11		1,7 E11	7,2 E10	1,8 E11	7,6 E10
Kr-85m	2,0 E09		3,0 E07		5,2 E07			
Kr-85			6,4 E10			3,0 E11		1,7 E11
Kr-87					1,3 E08	1,0 E08		3,1 E07
Kr-88			8,2 E07					3,2 E08
Kr-89						1,2 E08		
Xe-131m			1,4 E11			3,0 E09		3,2 E10
Xe-133m	1,0 E09		6,8 E08			1,1 E08		1,4 E08
Xe-133	9,6 E10		1,8 E10		2,7 E09			1,3 E10
Xe-135m			2,8 E07			1,2 E07		
Xe-135	1,2 E10		3,5 E09		3,0 E07	5,8 E07		3,4 E10
Xe-137						4,6 E07		
Xe-138						6,5 E07		

Tabelle 2.1.5-3 Ableitung radioaktiver Schwebstoffe mit der Fortluft aus Atomkraftwerken im Jahr 2006 in Becquerel (I-131: Tabelle 2.1.5-1)
(Discharges of radioactive aerosols with exhaust air from nuclear power plants in the year 2006 expressed in becquerel - I-131: Table 2.1.5-1)

	Kahl	Rheinsberg	Gundrem- mingen A	Lingen	Obrigheim	Würgas- sen	Stade	Greifs- wald	Biblis A
Aktivität in Bq									
Cr-51									
Mn-54									
Fe-59									
Co-57									
Co-58									
Co-60	7,6 E03	1,1 E05			3,0 E05	1,9 E06		8,1 E06	
Zn-65									
Sr-89									
Sr-90		3,2 E04				4,2 E04			
Zr-95									
Nb-95									
Ru -103									
Ru-106									
Ag -110m									
Sn-113									
Sb-124									
Sb-125									
Te-123m									7,8 E05
Cs-134									
Cs-137	1,0 E04	2,0 E05				8,7 E05	3,2 E04	2,4 E05	
Ba-140									
La-140									
Ce-141									
Ce-144									
Eu-152		3,3 E05							
Eu-154		1,0 E05							
Eu-155		7,8 E03							
Pu -238									
Am-241						4,6 E02			
Pu-(239 +240)									
Pu-241									
Cm -242									
Cm-244									

Wird kein Zahlenwert angegeben, liegt die Aktivitätsabgabe unterhalb der Nachweisgrenze oder die Messung war nicht erforderlich

	Bibilis B	Neckar 1	Brunsbüttel	Isar 1	Unterweser	Philippsburg 1	Grafenrheinfeld	Krüm-mel	Gundrem-mingen B, C
Aktivität in Bq									
Cr-51			4,4 E06			1,1 E06	1,4 E05	1,6 E05	
Mn-54			2,3 E07			5,3 E05	1,8 E04	2,0 E06	
Fe-59			9,4 E05					1,3 E05	
Co-57									
Co-58			1,3 E06			9,9 E04	1,9 E05	1,7 E05	
Co-60		2,0 E05	2,6 E07		1,3 E05	1,8 E06	3,0 E06	8,9 E06	
Zn-65			1,7 E07			1,6 E06		1,0 E06	
Sr-89			5,8 E05			1,6 E06		3,1 E05	
Sr-90						3,7 E04		1,5 E04	
Zr-95			1,3 E05				1,3 E05		
Nb-95		2,2 E04	4,0 E05			7,2 E03	2,9 E05		
Ru -103						7,9 E03			
Ru-106						3,2 E04			
Ag -110m			4,2 E04						
Sn-113									
Sb-124			1,7 E05		1,1 E04				
Sb-125			2,3 E04						
Te-123m	1,7 E05								
Cs-134									
Cs-137			5,9 E06			1,1 E05		1,4E05	
Ba-140			6,6 E05			2,5 E06		7,6E04	
La-140			5,4 E05			1,7 E06			
Ce-141			6,7 E03			2,6 E04			
Ce-144						3,2 E04			
Eu-152									
Eu-154									
Eu-155									
Pu-238									
Am-241									
Pu-(239+240)									
Pu-241									
Cm -242									
Cm-244									

Wird kein Zahlenwert angegeben, liegt die Aktivitätsabgabe unterhalb der Nachweisgrenze oder die Messung war nicht erforderlich

	Grohnde	Hamm-Uen- trop	Philippsburg 2	Mülheim- Kärlich	Brokdorf	Isar 2	Emsland	Neckar 2
Aktivität in Bq								
Cr-51			4,1 E04					
Mn-54			3,6 E03					
Fe-59								
Co-57								
Co-58			1,8 E04					
Co-60	4,6 E05		9,6 E04			6,0 E04	2,3 E04	4,9 E04
Zn-65								
Sr-89								
Sr-90								
Zr-95								
Nb-95			7,3 E03					1,5 E04
Ru -103								
Ru-106								
Ag -110m			1,6 E04			3,4 E04		
Sn-113								
Sb-124								
Sb-125								
Te-123m								
Cs-134					8,0 E04			
Cs-137			3,7 E04		2,1 E06			
Ba-140								
La-140								
Ce-141								
Ce-144								
Eu-152								
Eu-154								
Eu-155								
Pu-238								
Am-241								
Pu-(239+ 240)								
Pu-241								
Cm -242								
Cm-244								

Wird kein Zahlenwert angegeben, liegt die Aktivitätsabgabe unterhalb der Nachweisgrenze oder die Messung war nicht erforderlich

Tabelle 2.1.5-4 Ableitung radioaktiver Edelgase, von I-131 und Schwebstoffen (ohne I-131, einschliesslich Strontium und Alphastrahler) mit der Fortluft und Gesamt-Bruttostromerzeugung der Atomkraftwerke in den Jahren 1996 bis 2006
(Discharges of radioactive noble gases, of I-131 and aerosols (excluding I-131, including strontium and alpha sources) with exhaust air from nuclear power plants in the years from 1996 to 2006)

Jahr	Aktivität in Bq			Bruttostromerzeugung in MWa
	Edelgase	I-131	Schwebstoffe	
1996	6,2 E13	3,4 E08	3,6 E08	18.459
1997	3,8 E13	3,0 E08	3,7 E08	19.451
1998	2,7 E13	1,8 E08	2,7 E08	18.460
1999	1,9 E13	2,5 E08	1,4 E08	19.374
2000	2,6 E13	2,2 E08	1,1 E08	19.371
2001	1,5 E13	2,8 E08	7,4 E07	19.552
2002	1,8 E13	3,3 E08	5,7 E07	18.816
2003	1,4 E13	1,4 E08	6,2 E07	18.847*
2004	2,8 E13	2,5 E08	8,3 E07	19.071*
2005	2,8 E13	1,7 E08	1,5 E08	18.612*
2006	1,7 E13	2,3 E08	1,3 E08	19.105*

*) Quelle: Atomwirtschaft

Tabelle 2.1.5-5 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Forschungszentren im Jahr 2006
(Discharges of radioactive substances with exhaust air from research centres in the year 2006)

Forschungszentrum	Aktivität in Bq					
	Edelgase	Schwebstoffe a)	I-131	I-129	C-14	Tritium
Forschungszentrum Karlsruhe (einschließlich Wiederaufarbeitungsanlage)	9,8 E11	1,2 E07 b)	3,8 E06	1,1 E06	9,1 E10	1,8 E12
Forschungszentrum Jülich (einschließlich Versuchsreaktor AVR)	1,8 E11	2,2 E06	3,6 E05	-	1,5 E11	1,8 E11
Forschungszentrum Rossendorf	1,5 E10	2,4 E05	nn	nn	1,6 E08	9,2 E09
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht	1,0 E12	7,6 E03	1,3 E05	-	4,7 E08	9,6 E10
Hahn-Meitner-Institut Berlin (einschließlich Zentralstelle für radioaktive Abfälle)	6,5 E11	5,5 E05	7,2 E05	-	1,7 E10	8,6 E10
Garching, FRM I	-	nn	nn	-	1,3 E06	2,2 E09
Garching, FRM II	2,1 E11	nn	7,3 E03	-	3,5 E09	8,4 E10

a) Halbwertszeit > 8 Tage, ohne I-131, einschliesslich Strontium und Alphastrahler

b) davon Alphastrahler: 1,26 E05 Bq

nn nicht nachgewiesen (Aktivitätsableitung unter Nachweisgrenze)

Tabelle 2.1.5-6 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Forschungsreaktoren im Jahr 2006
(Discharges of radioactive substances with exhaust air from research reactors in the year 2006)

Forschungsreaktor	Edelgase	Schwebstoffe	I-131	C-14	Tritium
	Aktivität in Bq				
Heidelberg *)	0	0	0	0	0
Mainz	1,4 E11	nn	nn	-	3,3 E06

- Messung / Angabe nicht erforderlich

nn nicht nachgewiesen

*) keine Fortluft mehr abgegeben

Die Jahresableitungen der Forschungsreaktoren FRJ1, FRJ2, RFR, FRG1, FRG2 und BER II sind in den Ableitungen der Forschungszentren, Jülich, Rossendorf, Geesthacht und des Hahn-Meitner-Instituts Berlin enthalten (Tabelle 2.1.5-5). Der Forschungsreaktor Heidelberg wurde Ende November 1999 abgeschaltet.

Tabelle 2.1.5-7 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus dem Endlager Morsleben im Jahr 2006 (Vorjahreswert in Klammern)
(Discharges of radioactive substances with exhaust air from the Morsleben final disposal facility in the year 2006 - value of 2005 in brackets)

Nuklid	Aktivität in Bq
Tritium	1,2 E10 (1,7 E10)
C-14	7,5 E08 (6,4 E08)
langlebige Aerosole	8,6 E05 (1,1 E06)
Radon-Folgeprodukte	3,2 E09 (5,1 E09)

Tabelle 2.1.5-8 Ableitung radioaktiver Stoffe (α -Aktivität) mit der Fortluft aus Kernbrennstoff verarbeitenden Betrieben im Jahr 2006
(Discharges of radioactive substances - α -activity) with exhaust air from processing facilities for nuclear fuels in the year 2006)

Betrieb	Aktivität in Bq
NUKEM GmbH ^{a)}	
SIEMENS AG Brennelementwerk Hanau Betriebsteil MOX-Verarbeitung ^{a)} Betriebsteil Uran-Verarbeitung ^{a)}	
ANF GmbH (Lingen)	<1,5 E04
URENCO D (Gronau)	3,2 E04

^{a)} Anlagen im Laufe des Jahres 2006 aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen, damit endet die Berichterstattung über radioaktive Ableitungen

2.2 Meerwasser und Binnengewässer (Seawater and inland water)

2.2.1 Meerwasser, Schwebstoff, Sediment (Seawater, suspended matter, and sediment)

In diesem Kapitel wird der aktuelle Zustand von Nord- und Ostsee hinsichtlich der Kontamination durch künstliche Radionuklide beschrieben. Grundlage der Bewertung sind jährlich mehrere Überwachungsfahrten mit eigenen Forschungsschiffen des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) sowie zahlreiche Wasserproben, die regelmäßig auch von anderen Schiffen des Bundes an festgelegten Positionen entnommen werden. Damit ist sowohl eine Beschreibung der räumlichen Verteilung als auch des zeitlichen Trends der Kontamination möglich. Grundsätzlich werden die Radionuklide Cs-137 bzw. Cs-134, Sr-90, Pu-(239+240), Pu-238, Am-241 und Tritium untersucht. Da das BSH im Spätsommer 2006 ein neues Laborgebäude bezogen hat, lagen zum Redaktionsschluss eine Reihe von Ergebnissen noch nicht vor.

Meerwasser in der Nordsee

Die Probenahme zur Überwachung der Deutschen Bucht bzw. Nordsee erfolgte 2006 auf Fahrten im Januar, März, August und Oktober. Zusätzlich werden an den Positionen der früheren Feuerschiffe Borkumriff und Elbe 1 in der Deutschen Bucht Proben möglichst monatlich entnommen.

Die Zeitreihen in Abbildung 2.2.1-1 und 2.2.1-2 der Aktivitätskonzentration von Cs-137 und Sr-90 an den beiden Stationen seit 1961 bzw. 1980 lassen seit einigen Jahren nur noch sehr niedrige Werte erkennen. Der Grund dafür ist, dass aus den Wiederaufbereitungsanlagen Sellafield und La Hague nur noch sehr geringe Einleitungen dieser beiden Radionuklide zu verzeichnen sind. Zeitverzögert infolge des Reststroms innerhalb der europäischen Schelfmeere liegen die Konzentrationen nur noch wenig über den Kontaminationswerten des Oberflächenwassers des Atlantiks. Dieses ist im Wesentlichen durch die Reste des Fallouts der oberirdischen Kernwaffentests der sechziger Jahre gekennzeichnet. Ein Eintrag von Cs-137 aus der Elbe ist nicht zu festzustellen, wie auch in Abbildung 2.2.1-3 zu erkennen ist. Der Fallout von Tschernobyl mit seinem charakteristischen Nuklidverhältnis Cs-134/Cs-137 war in der deutschen Bucht zwei bis drei Jahre nach dem Unfall nicht mehr zu messen. Cs-134 ist im Wasser der Nordsee ebenfalls nicht mehr nachweisbar (NWG ca. $0,2 \text{ Bq/m}^3$).

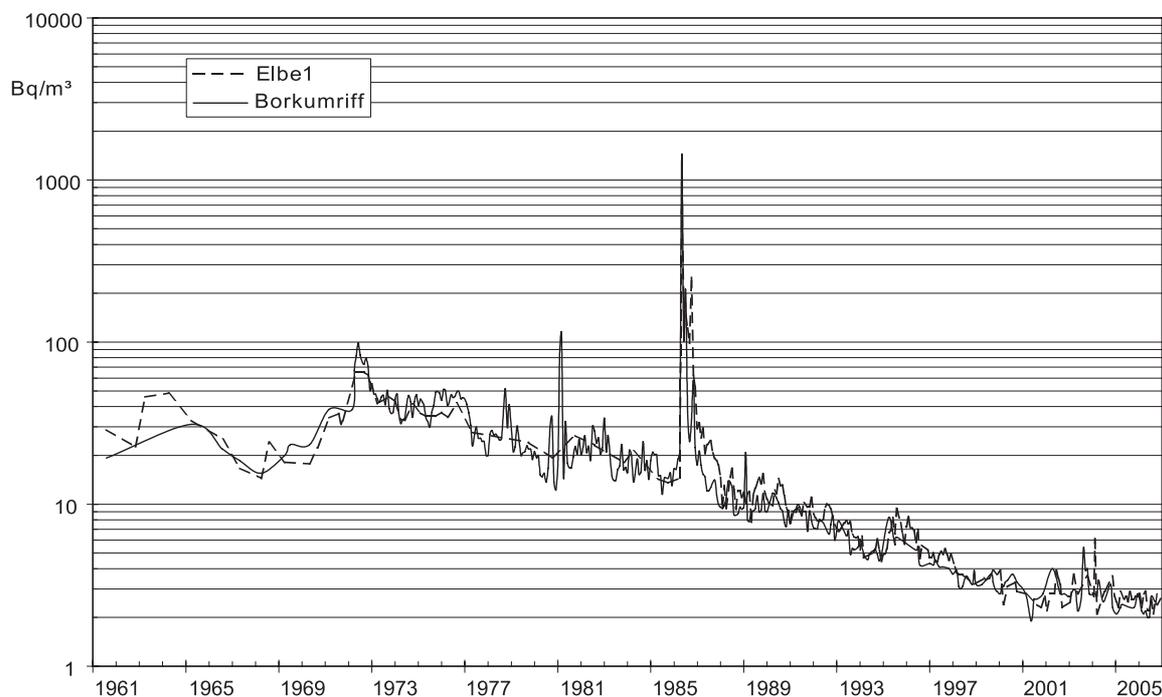


Abbildung 2.2.1-1 Der zeitliche Verlauf der Aktivitätskonzentration von Cs-137 (Bq/m^3) an zwei Positionen in der Deutschen Bucht seit 1961
(Temporal trend of the activity concentration of Cs-137 (Bq/m^3) at two positions in the German Bight since 1961)

In den Abbildungen 2.2.1-3, 2.2.1-4 und 2.2.1-5 wird die Verteilung der Aktivitätskonzentration von Cs-137 an der Wasseroberfläche in der Deutschen Bucht im März, August und Oktober 2006 dargestellt. Die Konzentrationen überstreichen einen Bereich von $1,8 \text{ Bq/m}^3$ an der Elbemündung bis $4,4 \text{ Bq/m}^3$, wobei die höheren Konzentrationen in der mittleren Deutschen Bucht zu finden sind. Im Vergleich zu früheren Jahren sind die Konzentrationen von Cs-137 sehr niedrig. Eine eindeutige Zuordnung zu einer Quelle ist bei diesen geringen Werten kaum noch möglich. Wie die Vergleichsproben aus der Elbe bei Stade ($0,9 \text{ Bq/m}^3$) zeigen, ist der Beitrag aus dem Elbwasserabfluss vernachlässigbar. Die geringen Einträge aus der Elbe sind darauf zurückzuführen, dass Cs-137 im Vergleich zu Sr-90 an den Tonmineralen der Böden stärker adsorbiert wird und deshalb über die Flüsse nur geringer eingetragen wird als Sr-90. Die Ergebnisse der Sr-90- und Transuran-Analysen liegen zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes leider noch nicht vor. Ergebnisse aus den Vorjahren zeigten aber, dass in den Einträgen aus der Elbe etwas höhere Konzentrationen an Sr-90 zu beobachten waren als für Cs-137.

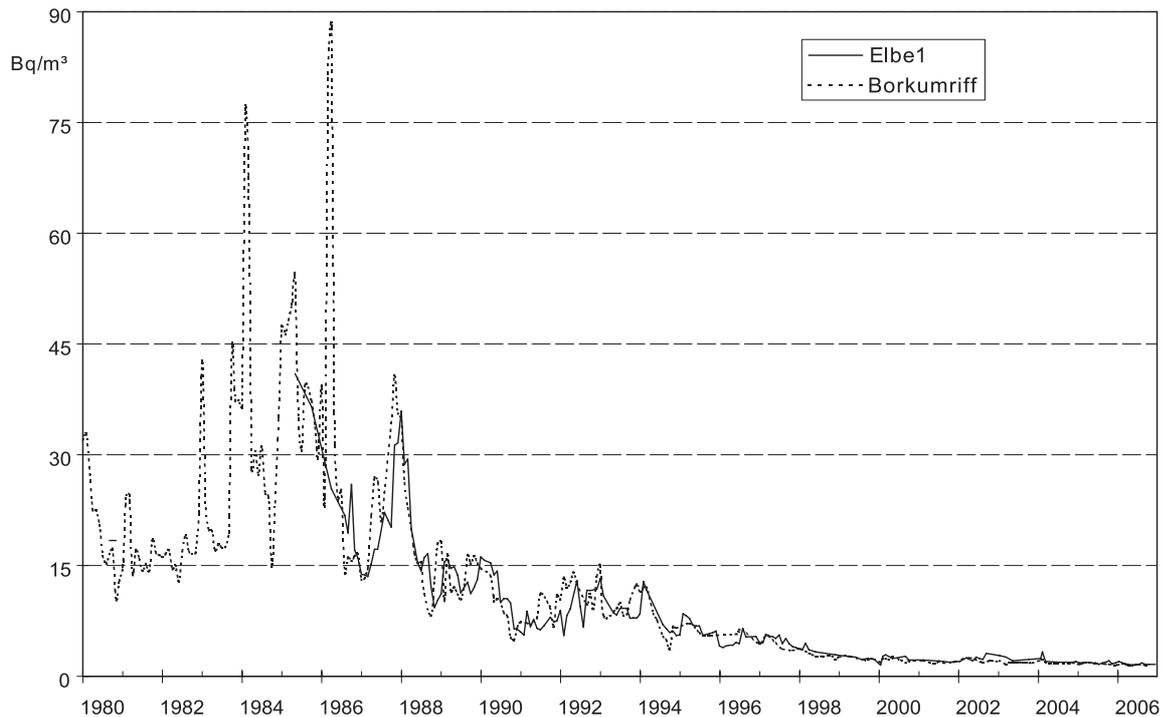


Abbildung 2.2.1-2 Der zeitliche Verlauf der Aktivitätskonzentration von Sr-90 (Bq/m^3) an zwei Positionen in der Deutschen Bucht seit 1980

(Temporal trend of the activity concentration of Sr-90 (Bq/m^3) at two positions in the German Bight since 1980)

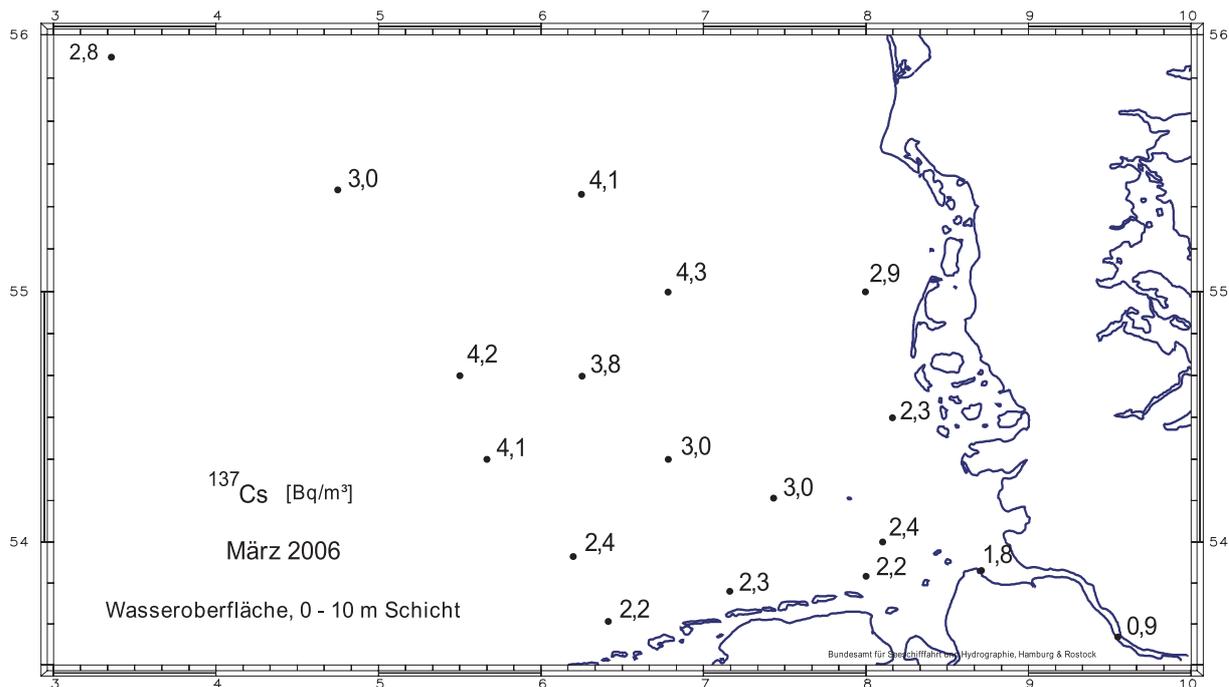


Abbildung 2.2.1-3 Die Verteilung von Cs-137 (Bq/m³) im Wasser der Deutschen Bucht im März 2006
(Distribution of Cs-137 (Bq/m³) in seawater of the German Bight in March 2006)

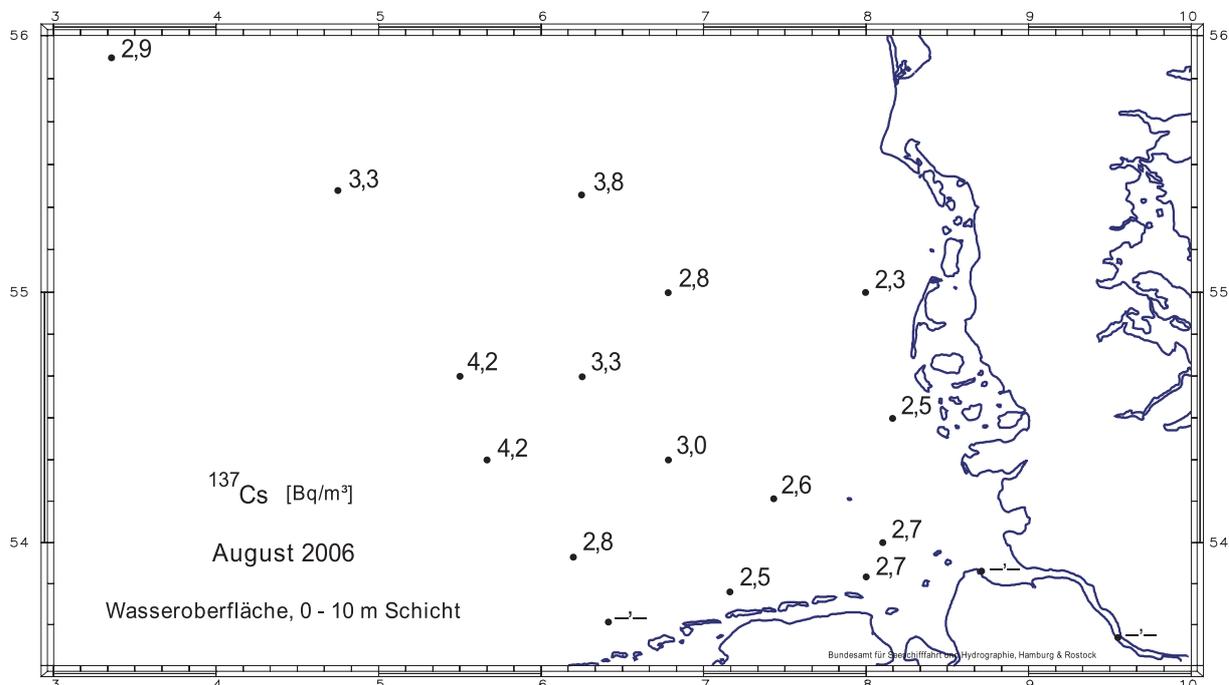


Abbildung 2.2.1-4 Verteilung von Cs-137 (Bq/m³) im Wasser der Deutschen Bucht im August 2006
(Distribution of Cs-137 (Bq/m³) in seawater of the German Bight in August 2006)

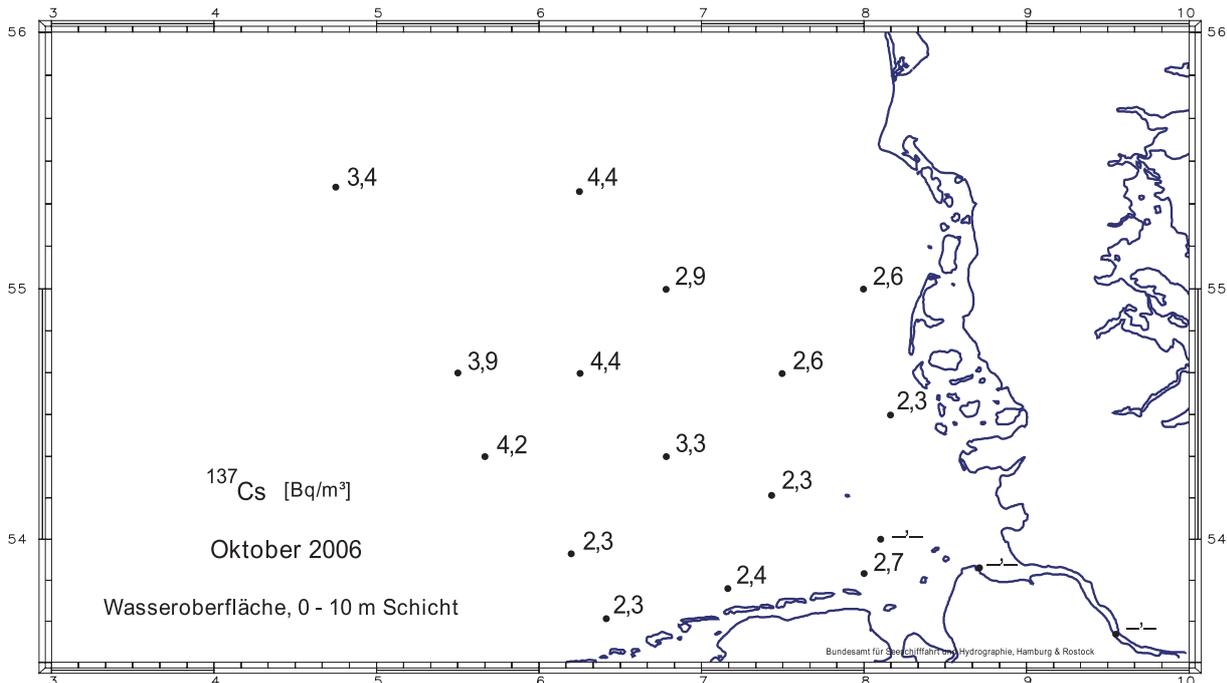


Abbildung 2.2.1-5 Verteilung von Cs-137 (Bq/m³) im Wasser der Deutschen Bucht im Oktober 2006
(Distribution of Cs-137 (Bq/m³) in seawater of the German Bight in October 2006)

Meerwasser in der Ostsee

Die Ostsee erfuhr nach dem Unfall von Tschernobyl einen hohen Eintrag an Radionukliden, dessen Schwerpunkt in der südlichen Bottensee, dem Finnischen Meerbusen und – in geringerem Maße - in der Lübecker Bucht lag. Auf Grund des nur geringen Wasseraustausches mit der Nordsee dauert es Jahrzehnte, bis Schadstoffe aus der Ostsee entfernt werden. Dies ist seit 20 Jahren auch mit dem Cs-137 aus dem Tschernobylunfall zu beobachten. Die Ostsee ist das größte Brackwassermeer der Welt. Insgesamt besteht ein Süßwasserüberschuss, der mit dem salzarmen Oberflächenwasser über die Beltsee in die Nordsee transportiert wird. In der Tiefenschicht findet der Einstrom salzreichen Nordseewassers statt. Dieses Wechselspiel spiegelt sich auch in den Konzentrationen des Radionuklids Cs-137 wider. Im Oberflächenwasser befinden sich die höheren Konzentrationen aus dem Tschernobylfallout, im Tiefenwasser finden wir durchweg niedrigere Konzentrationen bei höherem Salzgehalt.

Abbildung 2.2.1-6 stellt den zeitlichen Verlauf der Aktivitätskonzentrationen von Cs-137 und Sr-90 im Oberflächenwasser an der Position Schleimündung in der Ostsee dar. Deutlich zu erkennen sind die höheren Konzentrationen beider Nuklide in den sechziger Jahren und an Cs-137 seit dem Tschernobyl-Unfall. Die jahreszeitlichen Schwankungen der Cs-137-Konzentrationen sind durch den jahreszeitlich schwankenden Ein- und Ausstrom des Ostseewassers bestimmt. Dabei sind die messbaren Schwankungen der Cs-137-Aktivitätskonzentration an Meerengen wie Fehmarnbelt (Abbildung 2.2.1-7) und Darßer Schwelle (Kadetrinne, Abbildung 2.2.1.9) stärker ausgeprägt als in ruhigen Buchten wie z. B. der Neustädter Bucht (2.2.1-8). Den gleichmäßigsten Verlauf zeigt die Cs-137-Konzentration an der Position Arkonasee (2.2.1-10), da sie nicht so stark durch Ein- und Ausströme der Beltsee beeinflusst ist.

Die Aktivitätskonzentration von Cs-137 liegt im Juni 2006 an der Wasseroberfläche der westlichen Ostsee zwischen etwa 28 Bq/m³ im westlichen und 43 Bq/m³ im östlichen Teil des überwachten Gebietes (Abbildung 2.2.1-11). Die Konzentrationen nehmen nach Osten nach wie vor leicht zu – in Richtung des Schwerpunktes des Tschernobyl-Fallout. Obwohl die Kontamination der westlichen Ostsee sich gegenüber den Vorjahren deutlich verringert hat, liegt sie immer noch um den Faktor 10 über derjenigen der Deutschen Bucht. Während die Wassersäule der zentralen Ostsee im überwiegenden Teil bis hinunter zum Meeresboden eine sehr homogene Kontamination zeigt, lässt sich im Bodenwasser der Beltsee der Einstrom des Nordseewassers mit deutlich geringerem Gehalt an Cs-137 nachweisen. Dabei weisen die Proben im Bereich des Fehmarnbelts den größten Unterschied in der Cs-137-Konzentration zwischen Oberflächen- und Bodenwasser auf. Dies war auch in den Vorjahren zu beobachten.

Durch den im langjährigen Mittel sehr geringen Wasseraustausch der Ostsee mit der Nordsee durch die dänischen Meerengen ist die durch Tschernobyl eingetragene Aktivität im Wasser der Ostsee über einen längeren Zeitraum verblieben. Die Menge des Zuflusses an salzreichem und aktivitätsarmem Nordseewasser durch die Bodenschicht des Kattegat ist dabei von Jahr zu Jahr hochvariabel, abhängig von meteorologischen Ereignissen. Um diesen Einstrom besser

zu charakterisieren, wurden sieben sogenannte Indikatorstationen entlang des Haupteinstrombereiches ausgewählt. Die Mittelwerte der Cs-137-Aktivitätskonzentration, jeweils getrennt für Oberflächen- und Bodenwasser, wurden in Abbildung 2.2.1-12 dargestellt. Neben dem generellen Trend zu geringeren Konzentrationen kann man sowohl die Differenzen zwischen Oberflächen- und Bodenwasser als die Homogenität über die gewählte Einstromgrenze als Indikator für die unterschiedlichen Einstromsituationen heranziehen. In den letzten Jahren ist eine stetige Einstromsituation im Bodenwasser mit ausgeprägten Differenzen zwischen Oberfläche und Bodenwasser im Cs-137-Gehalt festzustellen, die von Jahren mit geringen Differenzen (2004) oder großer Inhomogenität (1999) unterbrochen wurde. Letztere werden als Jahre mit geringem oder unvollständigem Einstrom von Nordseewasser interpretiert.

Kompensiert wird der Zufluss an Nordseewasser durch einen stetigen Ausfluss an Oberflächenwasser aus der Ostsee in den Skagerrak. Die Ostsee stellt dadurch seit einigen Jahren die stärkste Quelle für Cs-137 im Nordatlantik dar. Die Zeit für einen vollständigen Wasseraustausch der Ostsee wird mit 20 bis 30 Jahren angenommen.

Abschließend ist in Abbildung 2.2.1-13 die räumliche Verteilung von Tritium im Oberflächenwasser der westlichen Ostsee im Juni 2006 dargestellt. Die Verteilung ist sehr homogen mit einer leichten Tendenz zu höheren Werten im östlichen Teil des überwachten Gebietes. Im Vergleich mit dem letzten verfügbaren Datensatz aus dem Jahr 2001 hat die Aktivitätskonzentration des Tritium um ca. 30 Prozent abgenommen.

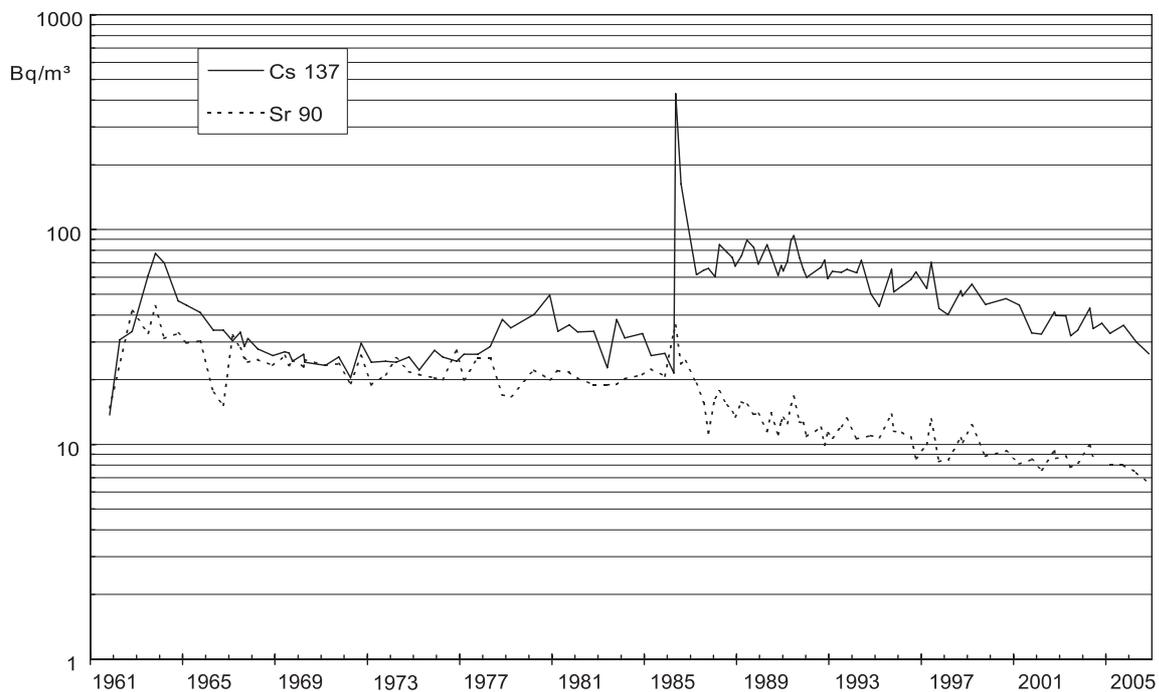


Abbildung 2.2.1-6 Der zeitliche Verlauf der Cs-137- und Sr-90 -Aktivitätskonzentrationen (Bq/m^3) an der Position „Schleimündung“ ($54^\circ40'N$, $010^\circ05'E$) seit 1961
(Temporal trend of the activity concentration of Cs-137 and Sr-90 (Bq/m^3) at the position „Schleimündung“ ($54^\circ40'N$, $010^\circ05'E$) since 1961)

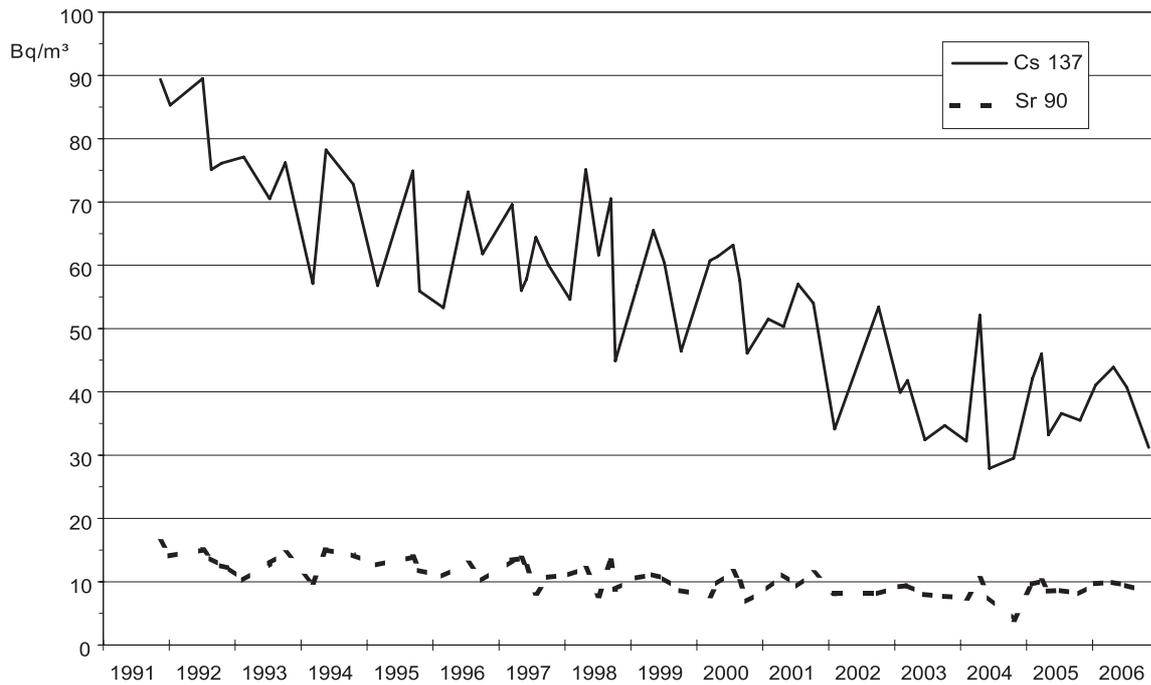


Abbildung 2.2.1-7 Der zeitliche Verlauf der Cs-137- und Sr-90-Aktivitätskonzentrationen (Bq/m^3) an der Position „Fehmarnbelt“ ($54^\circ 36' \text{N}$, $011^\circ 13' \text{O}$) seit 1991
(Temporal trend of the activity concentration of Cs-137 and Sr-90 (Bq/m^3) at the position „Fehmarnbelt“ ($54^\circ 36' \text{N}$, $011^\circ 13' \text{E}$) since 1991)

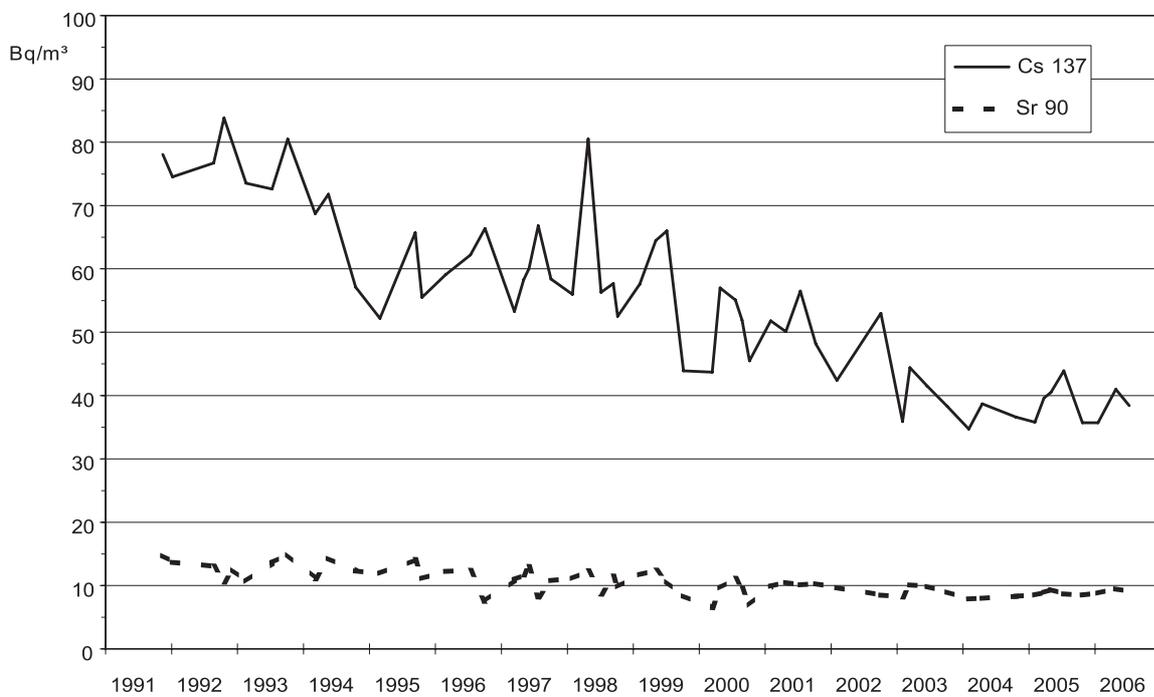


Abbildung 2.2.1-8 Der zeitliche Verlauf der Cs-137 und Sr-90-Aktivitätskonzentrationen (Bq/m^3) an der Position „Neustädter Bucht“ ($54^\circ 03' \text{N}$, $010^\circ 51' \text{O}$) seit 1991
(Temporal trend of the activity concentration of Cs-137 and Sr-90 (Bq/m^3) at the position „Neustädter Bucht“ ($54^\circ 03' \text{N}$, $010^\circ 51' \text{E}$) since 1991)

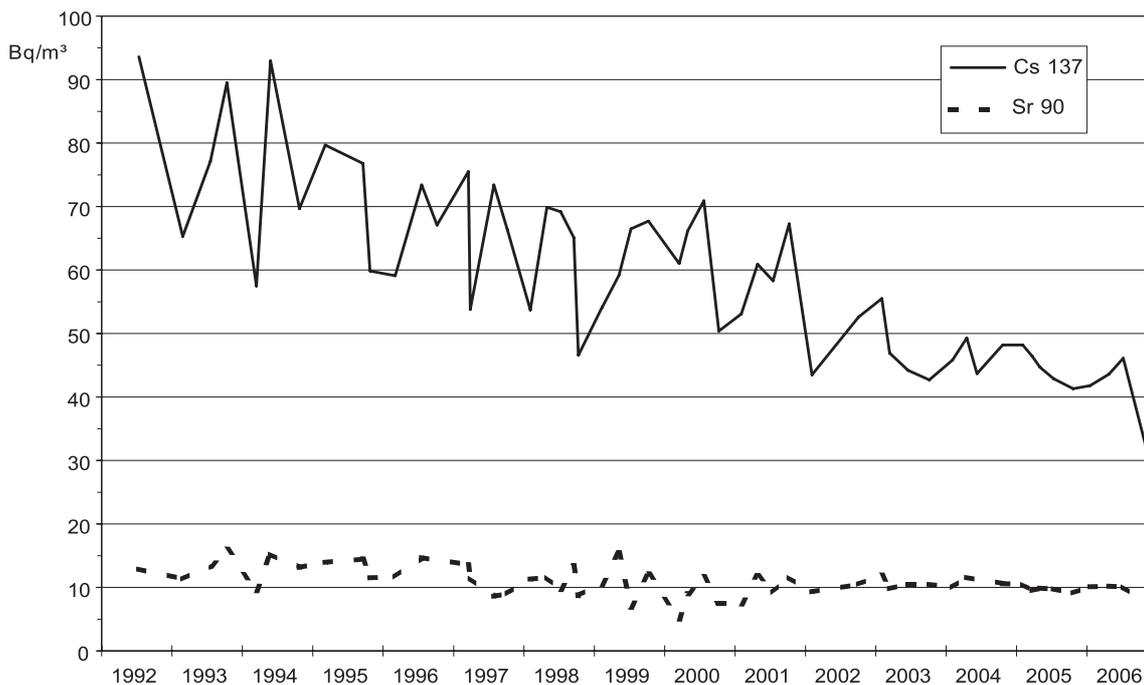


Abbildung 2.2.1-9 Der zeitliche Verlauf der Cs-137- und Sr-90-Aktivitätskonzentrationen (Bq/m^3) an der Position „Darßer Schwelle“ ($54^\circ 36,3' \text{N}$, $012^\circ 19,9' \text{O}$) seit 1992
(Temporal trend of the activity concentration of Cs-137 and Sr-90 (Bq/m^3) at the position „Darßer Schwelle“ ($54^\circ 36,3' \text{N}$, $012^\circ 19,9' \text{E}$) since 1992)

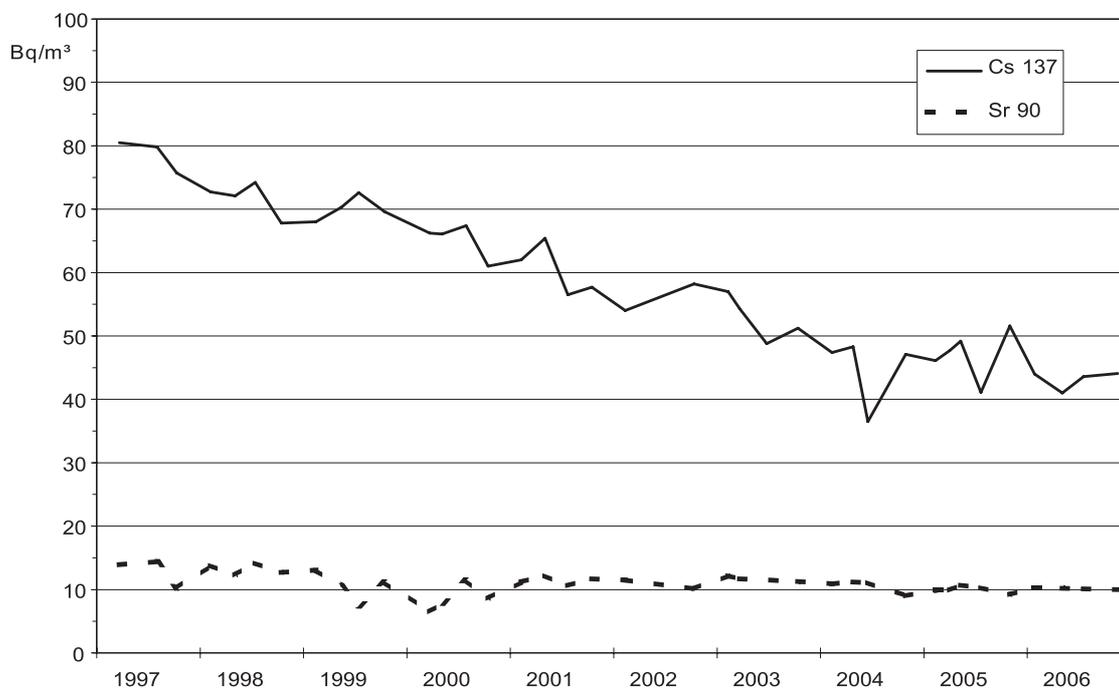


Abbildung 2.2.1-10 Der zeitliche Verlauf der Cs-137- und Sr-90 -Aktivitätskonzentrationen Bq/m^3 an der Position „Arkonasee“ ($54^\circ 51,6' \text{N}$, $013^\circ 16,6' \text{O}$) seit 1997
(Temporal trend of the activity concentration of Cs-137 and Sr-90 Bq/m^3 at the position „Arkonasee“ ($54^\circ 51,6' \text{N}$, $013^\circ 16,6' \text{E}$) since 1997)

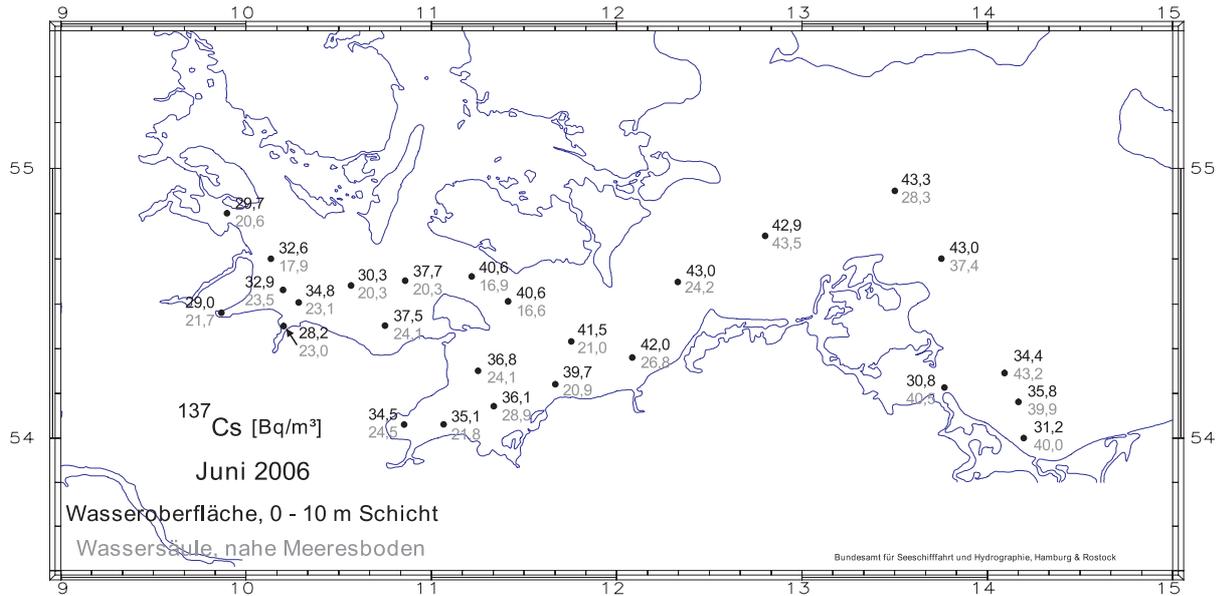


Abbildung 2.2.1-11 Verteilung von Cs-137 (Bq/m³) im Oberflächen- und Bodenwasser der westlichen Ostsee im Juni 2006
(Spatial distribution of Cs-137 (Bq/m³) in surface and bottom sea water of the western Baltic Sea in June 2006)

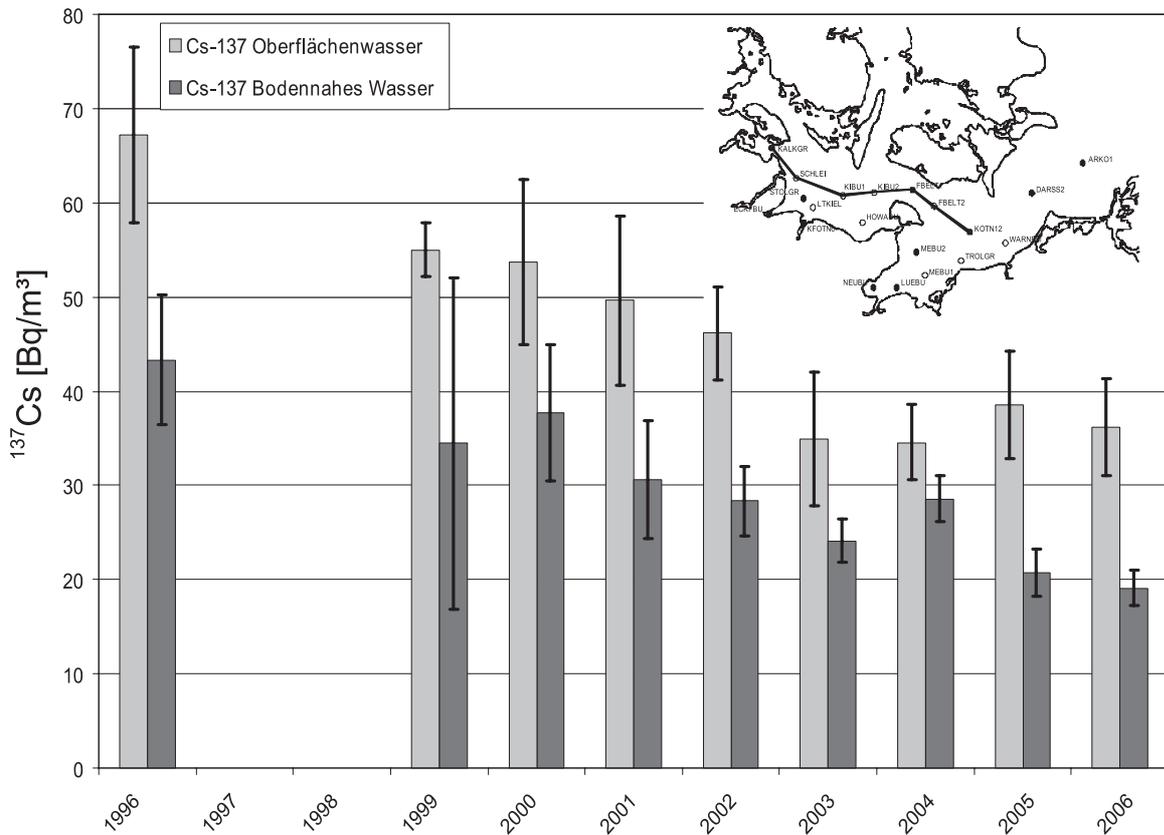


Abbildung 2.2.1-12 Zeitreihe der Mittelwerte der Cs-137-Aktivitätskonzentrationen an 7 Indikatorstationen in der westlichen Ostsee
(Timeseries of Averages of Cs-137-activity concentrations from 7 indicator stations in the western Baltic)

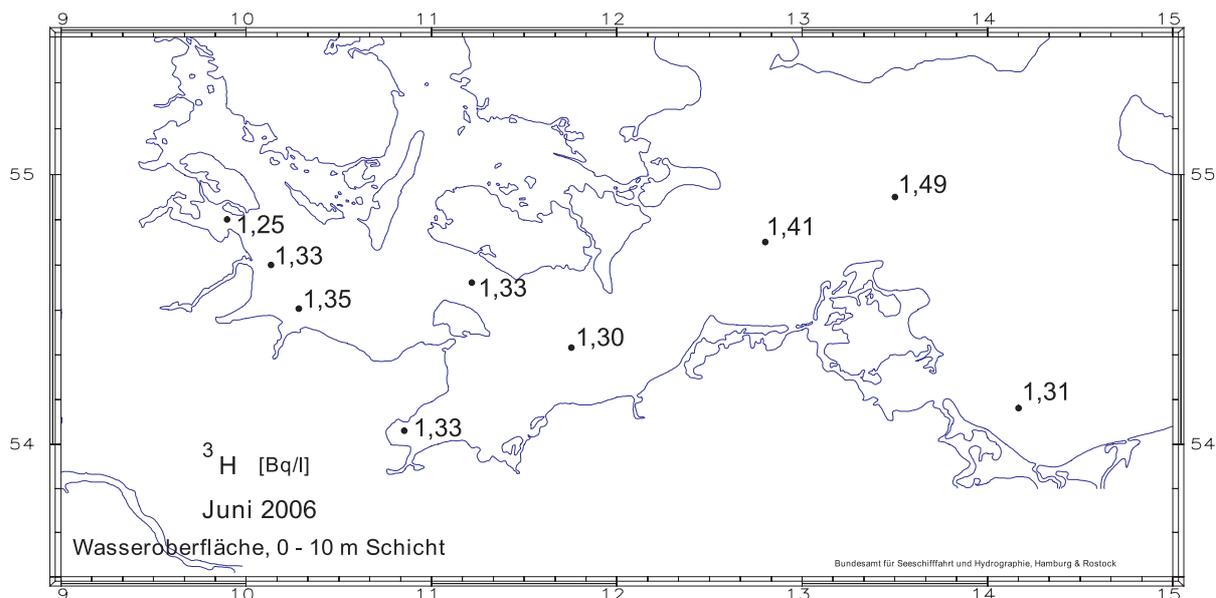


Abbildung 2.2.1-13 Verteilung von Tritium (Bq/m^3) im Oberflächenwasser der westlichen Ostsee im Juni 2006
(Spatial distribution of tritium in surface sea water of the western Baltic Sea in June 2006)

Sedimente

Das Cs-137 aus dem Tschernobyl-Unfall wurde in den Sedimenten der westlichen und zentralen Ostsee regional sehr unterschiedlich deponiert. Die höchste Konzentration findet sich vielfach nicht mehr an der Sedimentoberfläche, sondern je nach Ort in Tiefen von 2 bis 8 cm. In Abbildung 2.2.1-14 ist das Inventar in kBq/m^2 einiger ausgewählter Sedi-mentstationen der westlichen Ostsee bis in 16 cm Tiefe dargestellt. Die höchsten Werte mit bis zu $6,1 \text{ kBq/m}^2$ (Neu-städter Bucht) sind in den wasseraustauscharmen Buchten zu finden. Dieses Inventar ist das höchste, welches jemals im deutschen Küstenbereich gemessen wurde. Es zeigt sich, das auch 20 Jahre nach dem Tschernobyl-Unfall noch beachtliche Depositionen gefunden werden können. Dabei wurden Aktivitätskonzentrationen von bis zu 164 Bq/kg Trockenmasse festgestellt. Die Inventare hängen stark von der Körnigkeit der Sedimente ab. Dabei sind die in diesem Teil der Ostsee gefundenen Inventare wesentlich geringer als z. B. im Finnischen oder Bottnischen Meerbusen.

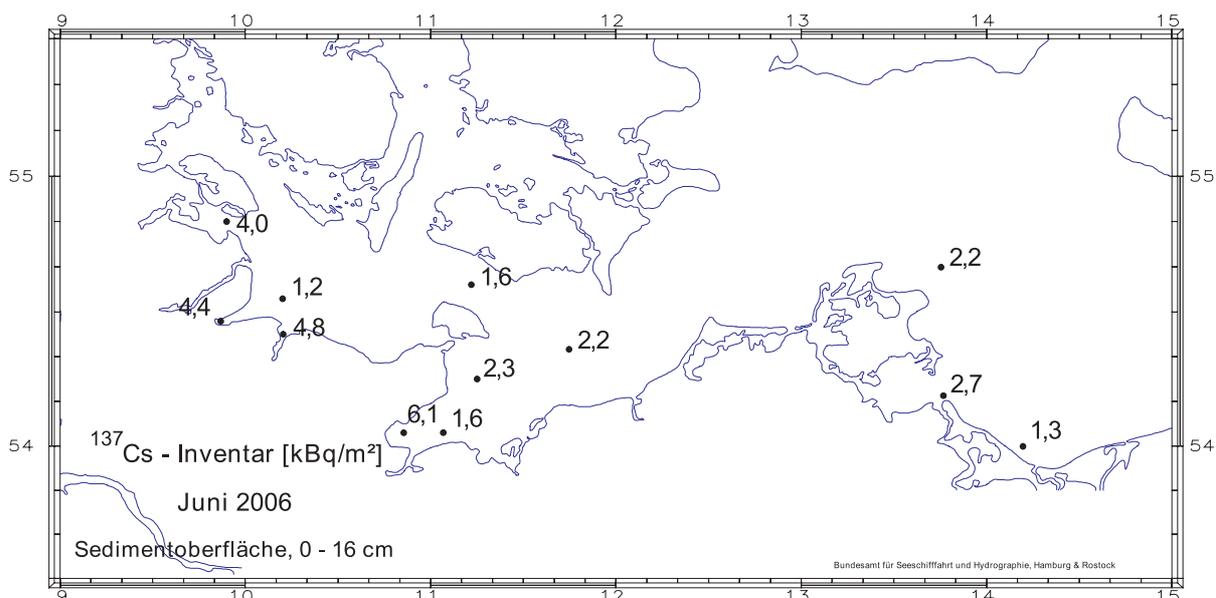


Abbildung 2.2.1-14 Cs-137 Inventar (kBq/m^2) in Sedimentkernen der westlichen Ostsee im Juni 2006. Das Inventar wird bis 16 cm Sedimenttiefe erfasst
(Cs-137 Inventory (kBq/m^2) in sediment cores of the western Baltic Sea in June 2006. The inventory is calculated down to 16 cm depth)

2.2.2 Oberflächenwasser, Schwebstoff und Sediment der Binnengewässer (Surface water, suspended matter, and sediment in inland water)

In diesem Kapitel wird über die Ergebnisse der Messstellen der Länder sowie der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) aus der großräumigen Überwachung der Binnengewässer gemäß dem Routinemessprogramm (RMP) zum Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG) für das Jahr 2006 berichtet.

Die gemäß der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) von den Messstellen der Länder und den Betreibern ermittelten Ergebnisse von der Umgebungsüberwachung im Nahbereich kerntechnischer Anlagen sind in Kapitel 2.2.3 zusammengefasst und bewertet.

Eine Übersicht über die insgesamt erhaltenen Ergebnisse von Wasser-, Schwebstoff- und Sedimentmessungen nach StrVG bzw. REI können der Tabelle 2.2.2-1 entnommen werden.

Im Rahmen der Überwachung nach dem StrVG wurden im Berichtsjahr Messungen von Wasser-, Schwebstoff- und Sedimentproben aus 145 Gewässern - davon 75 Fließgewässer und 70 Seen bzw. Talsperren - mit insgesamt ca. 15.350 Messwerten ausgewertet. Für repräsentative Entnahmestellen wurden Jahresmittelwerte der Aktivitätskonzentrationen berechnet und - zusammen mit den jeweiligen minimalen und maximalen Einzelwerten - den Mittelwerten des Vorjahres gegenübergestellt. Weiterhin sind die Anzahl der Werte (N) und die der Werte unterhalb der Nachweisgrenze (<NWG) aufgelistet. Bei gemischten Datenreihen sind die Jahresmittelwerte stets derart berechnet worden, dass möglichst realistische Aussagen erhalten wurden. Sind Jahresmittelwerte mit „<“ gekennzeichnet, wurden auch die Werte der Nachweisgrenzen in die Mittelwertbildung einbezogen. Damit stellen diese Mittelwerte obere Grenzen dar, die die tatsächlichen mittleren Aktivitätskonzentrationen eher überschätzen. Waren alle Werte als Nachweisgrenzen mitgeteilt worden, ist in der Auftragung „nn“ angegeben. Tabelle 2.2.2-2 enthält die Auswertungen für Fließgewässer und Tabelle 2.2.2-3 die für Seen bzw. Talsperren. Zur Darstellung langfristiger Trendentwicklungen der Konzentrationen künstlicher Radionuklide in Binnengewässern sind die Jahresmittelwerte ausgewählter Entnahmestellen in den Abbildungen 2.2.2-1 bis 2.2.2-8 beispielhaft aufgezeigt.

Eine Bewertung der bei der großräumigen Überwachung nach dem StrVG im Berichtsjahr 2006 erhaltenen Messergebnisse ergibt für den radiologischen Gütezustand der Binnengewässer folgendes Bild:

Oberflächenwasser wies Tritium-Konzentrationen (H-3) im Jahresmittel überwiegend unterhalb der geforderten Nachweisgrenze des RMP von 10 Bq/l auf. Selbst in Flüssen, in die H-3 aus kerntechnischen Anlagen eingeleitet wurde, betragen die Jahresmittelwerte bis zu 28 Bq/l (Mosel). Die mittleren Konzentrationen von Strontium-90 (Sr-90) und Cäsium-137 (Cs-137) lagen meist unter 0,01 Bq/l und somit ebenfalls unter den Nachweisgrenzenvorgaben des RMP. Die von kerntechnischen Anlagen eingeleiteten Spalt- und Aktivierungsprodukte waren - von H-3 abgesehen - im Fernbereich der Emittenten im Allgemeinen nicht mehr nachweisbar. Lediglich in der Ems wurde Kobalt-60 (Co-60) in geringfügigen Konzentrationen von unter 0,01 Bq/l gemessen. Iod-131 (I-131) trat sporadisch auf mit Einzelkonzentrationen bis 0,05 Bq/l. Die Bestimmungen von Alpha-Strahlern ergaben für Uran-234 (U-234), U-235 und U-238 durchweg mittlere Werte, die den natürlichen Gehalten der Binnengewässer entsprechen: für U-238 schwankten die Werte beispielsweise regional zwischen 0,001 und 0,08 Bq/l. Plutonium-238 (Pu-238) wurde nicht und Pu-239+240 wurde weit unterhalb der Nachweisgrenze des RMP von 0,01 Bq/l mit unter 0,00003 Bq/l bestimmt (Elbe).

In **Schwebstoffen** erreichte Cs-137 überwiegend mittlere Konzentrationen bis 100 - meist unter 50 - Bq/kg TM. Höhere Werte für Cs-137 wurden wiederum von einzelnen Seen berichtet: z. B. Steinhuder Meer (Niedersachsen) mit 320 und Starnberger See (Bayern) mit 226 Bq/kg TM im Jahresmittel. Co-58 und Co-60 konnten in Ems, Mosel und Rhein nachgewiesen werden: Die Einzelwerte betragen unter 4 Bq/kg TM und lagen damit noch unter der geforderten Nachweisgrenze des RMP von 5 Bq/kg TM. Für I-131 wurden Einzelwerte bis 42 Bq/kg TM gemessen (Mosel).

In **Sedimenten** trat Cs-137 überwiegend in mittleren Gehalten bis 100 Bq/kg TM auf. In einzelnen Seen lagen auch hier immer noch höhere mittlere Konzentrationen an Cs-137 vor: z. B. Schollener See (Sachsen-Anhalt) 232 und Schaalsee (Schleswig-Holstein) 178 Bq/kg TM. Co-58 und Co-60 lagen mit Einzelkonzentrationen unterhalb von 2 Bq/kg TM bestimmt und unterschritten somit deutlich die Nachweisgrenze des RMP von 5 Bq/kg TM (Elbe, Jadebusen, Rhein und Weser).

Der radiologische Gütezustand der Binnengewässer ist 2006 mit dem der letzten Vorjahre vergleichbar. Die Schwankungen der mittleren Aktivitätskonzentrationen der langlebigen künstlichen Radionuklide können - vom radioaktiven Zerfall abgesehen - mit den in Gewässern ablaufenden dynamischen Austausch- und Transportprozessen erklärt werden, die zu sehr inhomogenen und instationären Verteilungen der Radionuklide innerhalb der Gewässer führen können. In Sedimenten variieren die Radionuklidkonzentrationen - wie bei anderen Schadstoffen auch - mit der Korngrößenverteilung (siehe auch Teil A). Zu beachten ist außerdem, dass Radionuklide aus kerntechnischen Anlagen und nuklearmedizinischen Anwendungen meist intermittierend in die Gewässer eingeleitet bzw. eingetragen werden.

Die aus den verschiedenen Quellen in die Binnengewässer anthropogen eingetragenen Radionuklide können über die für den aquatischen Bereich sensitiven Expositionspfade „Trinkwasser“ und „Aufenthalt auf Spülfeldern“ eine zusätzliche interne bzw. externe Strahlenexposition von Personen bewirken.

Nimmt man eine Kontamination von Oberflächenwasser mit H-3 von 10 Bq/l sowie mit Sr-90 und Cs-137 von jeweils 0,01 Bq/l an, so errechnet sich die zusätzliche effektive Dosis für Erwachsene (> 17 a; 350 l/a Konsum) auf dem „Trinkwasser“-Pfad zu ca. 0,21 µSv/a, falls derartiges Wasser unaufbereitet als Trinkwasser genutzt würde. Für Kleinkinder (<= 1 a; 170 l/a Konsum) beträgt die zusätzliche effektive Dosis hier ca. 0,54 µSv/a. Allein der von dem natürli-

chen Radionuklid K-40 für einen mittleren Gehalt von 0,4 Bq/l zu erwartende Dosisbeitrag liegt mit ca. 0,87 bzw. 4,2 $\mu\text{Sv/a}$ deutlich darüber.

Insbesondere Cs-137 war auch 2006 noch in Sedimenten deutlich nachweisbar. So konnten in Sedimenten aus der Donau (Deggendorf) noch mittlere Cs-137-Gehalte von 104 Bq/kg TM gemessen werden. Würde dieses Sediment bei Ausbaumaßnahmen für die Schifffahrt gebaggert und an Land gelagert, so kann die auf dem Expositionspfad „Aufenthalt auf Spülfeldern“ für Standardbedingungen für Erwachsene (> 17 a) zu erwartende zusätzliche effektive Dosis zu ca. 12 $\mu\text{Sv/a}$ abgeschätzt werden. Im Vergleich hierzu liegt der Dosisbeitrag der natürlichen Radionuklide K-40 und der Zerfallsprodukte von Thorium und Uran bei typischen Gehalten von 500, 40 und 40 Bq/kg TM für diesen Expositionspfad mit insgesamt ca. 28 $\mu\text{Sv/a}$ wesentlich höher.

Tabelle 2.2.2-1 Übersicht über die für 2006 insgesamt ausgewerteten Messwerte von Wasser-, Schwebstoff- und Sedimentmessungen nach StrVG und REI
(*Overview of all measuring results for surface water, suspended matter, and sediment evaluated in 2006, in accordance with the StrVG and REI*)

Kompartiment	Nuklid	Anzahl der Werte	Maximalwert	Gewässer	Ort / KT-Anlage	Datum / Zeitraum	Überwachungsprogramm
Oberflächenwasser (Bq/l)	G α -Aktivität	215	0,245	Rhein, km 638,2	Oberwinter	August	StrVG
	G β -Aktivität	72	7,8	Salzbach	Endlager Morsleben	September	REI
	H-3	1.752	4.690	Ems	KKW Emsland, Auslaufbauwerk	I. Quartal	REI
	Co-60	1.737	0,027	Rhein	KKW Müheim-Kärlich, Auslaufbauwerk	IV. Quartal	REI
	Sr-90	305	0,021	Stechlinsee	Neuglobsow	13.7.	StrVG
	I-131	307	0,12	Hauptentwässerungskanal	FZ Jülich	November	REI
	Cs-137	1.557	0,094	Arendsee	Arendsee	10.5.	StrVG
	Pu-238	123	0,00003	Kalter Bach	FZ Rossendorf	II. Quartal	REI
	Pu-(239+240)	123	0,00016	Kalter Bach	FZ Rossendorf	IV. Quartal	REI
	Sonstige	4.450					
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Co-58	57	1,85	Mosel, km 241,96	Perl	August	StrVG
	Co-60	503	3,94	Rhein, km 172,97	Weil	März	StrVG
	I-131	198	41,6	Mosel, km 241,96	Perl	November	StrVG
	Cs-137	503	370	Steinhuder Meer	Wunstorf	III. Quartal	StrVG
	Sonstige	2.290					
Sediment (Bq/kg TM)	G α -Aktivität	4	660	Hirschkanal	FZ Karlsruhe	III. Quartal	REI
	G β -Aktivität	4	1.500	Hirschkanal	FZ Karlsruhe	III. Quartal	REI
	Co-58	77	1,23	Rhein	KKW Philippsburg	III. Quartal	REI
	Co-60	1.089	47	Hauptentwässerungskanal	FZ Jülich	4.10.	
	Cs-137	1.090	1.010	Hirschkanal	FZ Karlsruhe	1.2.	REI
	Am-241	23	79,6	Hirschkanal	FZ Karlsruhe	1.2.	REI
	Sonstige	5.260					

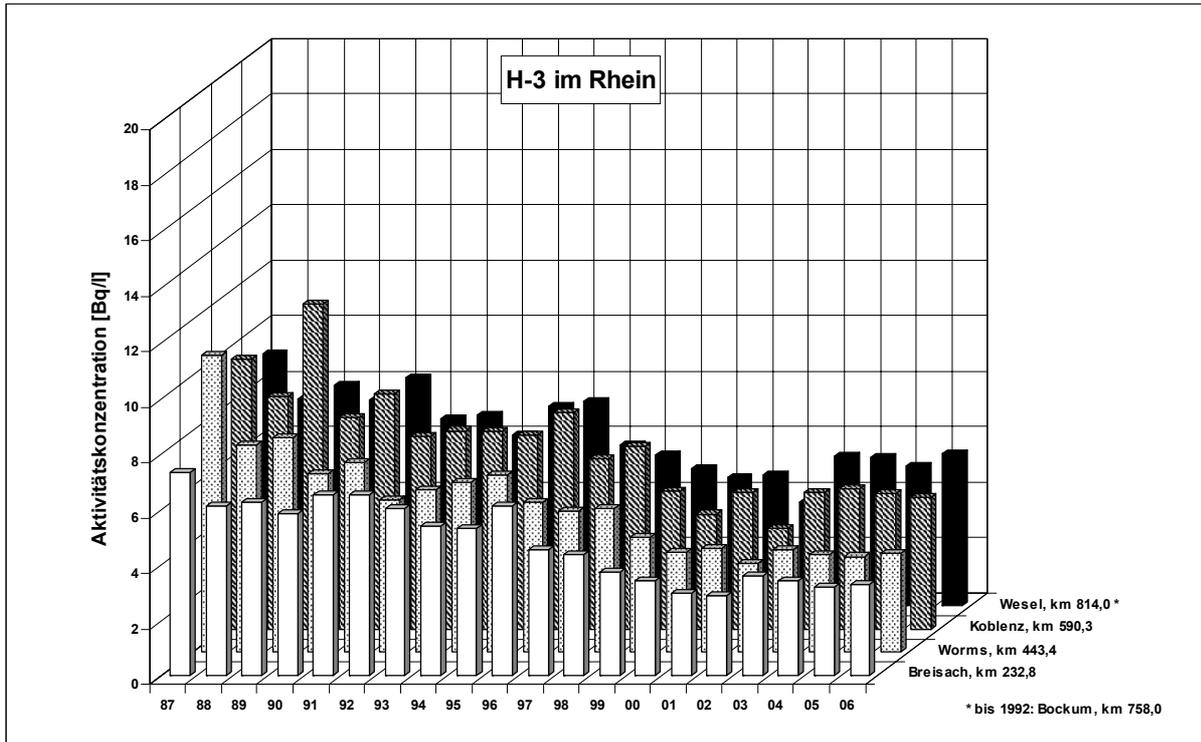


Abbildung 2.2.2-1 Tritiumgehalte (Bq/l) in Oberflächenwasser aus dem Rhein (Jahresmittelwerte)
(Contents of tritium (Bq/l) in surface water from the Rhine - annual mean values)

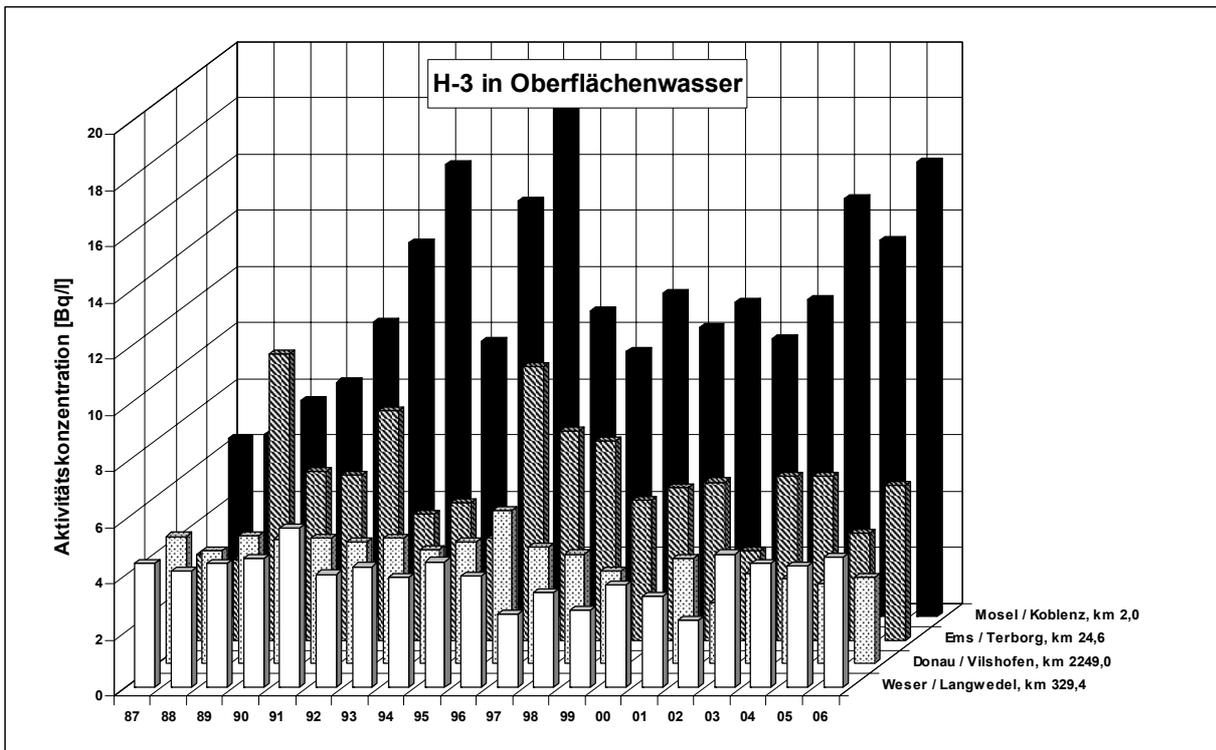


Abbildung 2.2.2-2 Tritiumgehalte (Bq/l) in Oberflächenwasser ausgewählter Binnengewässer
(Jahresmittelwerte)
(Contents of tritium (Bq/l) in surface water from selected inland waters - annual mean values)

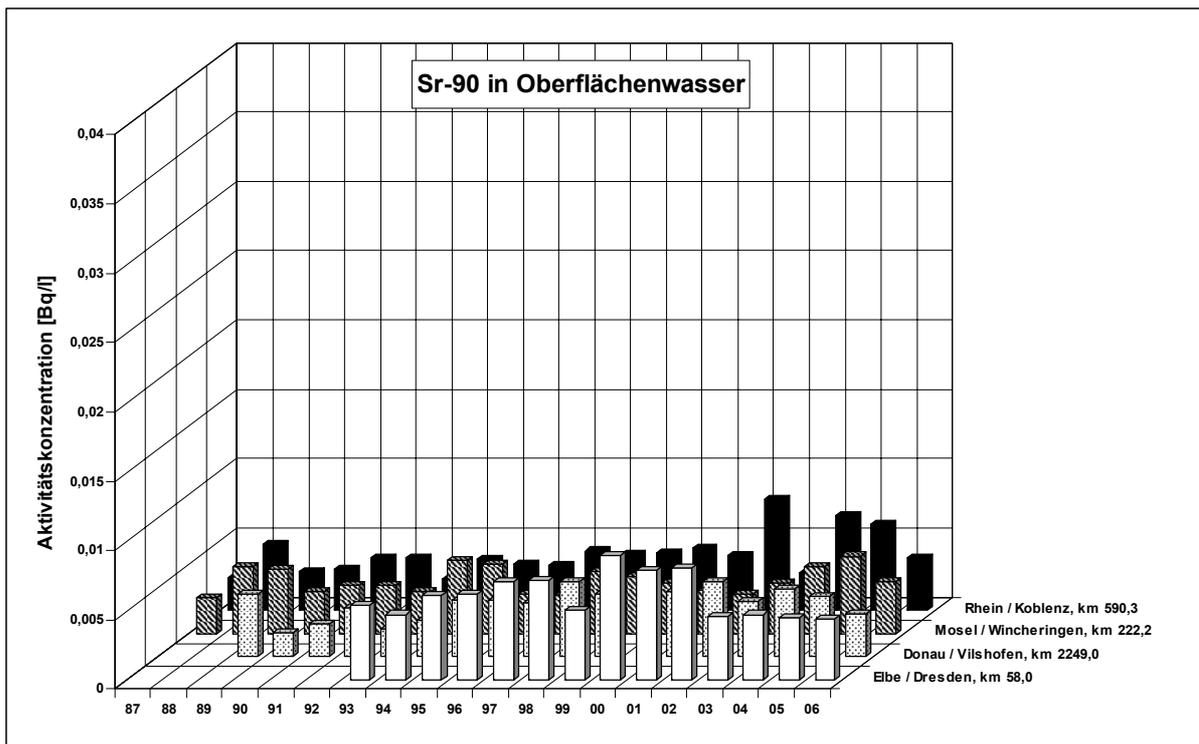


Abbildung 2.2.2-3 Aktivitätskonzentrationen (Bq/l) von Sr-90 in Oberflächenwasser ausgewählter Binnengewässer (Jahresmittelwerte)
(Sr-90 activity concentrations (Bq/l) in surface water from selected inland waters - annual mean values)

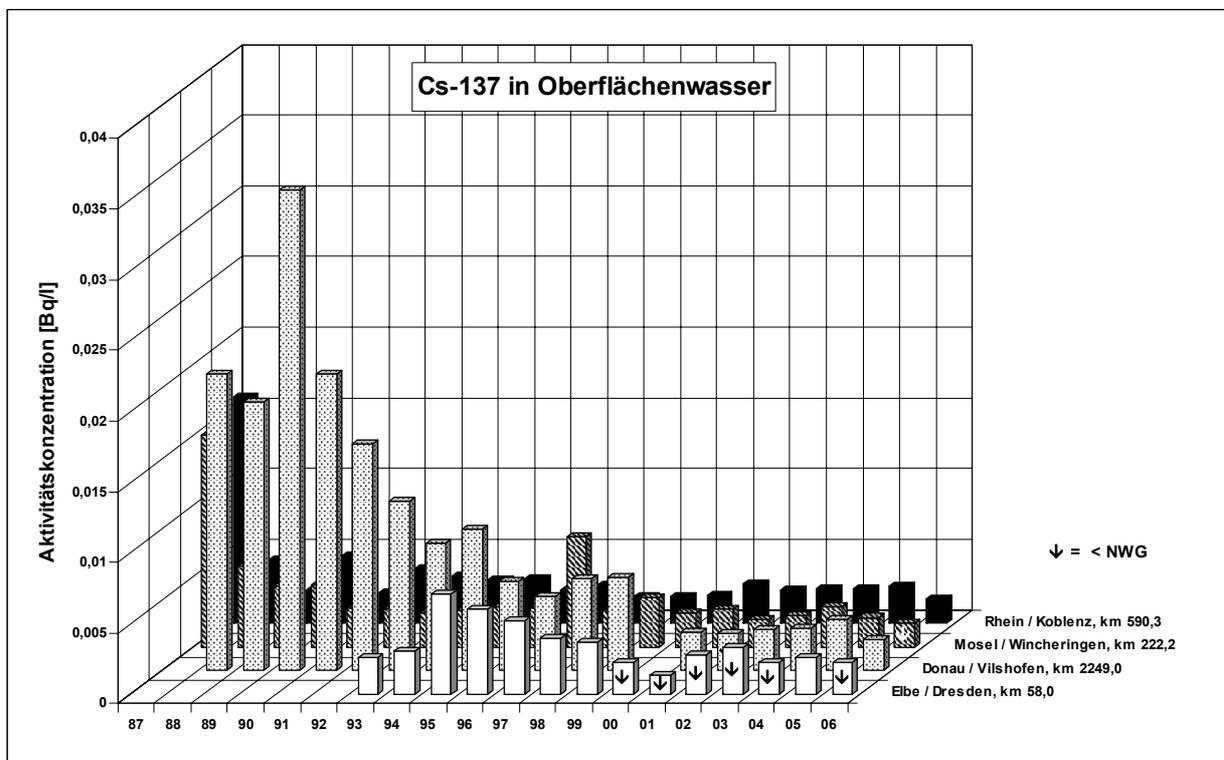


Abbildung 2.2.2-4 Aktivitätskonzentrationen (Bq/l) von Cs-137 in Oberflächenwasser ausgewählter Binnengewässer (Jahresmittelwerte)
(Cs-137 activity concentrations (Bq/l) in surface water from selected inland waters - annual mean values)

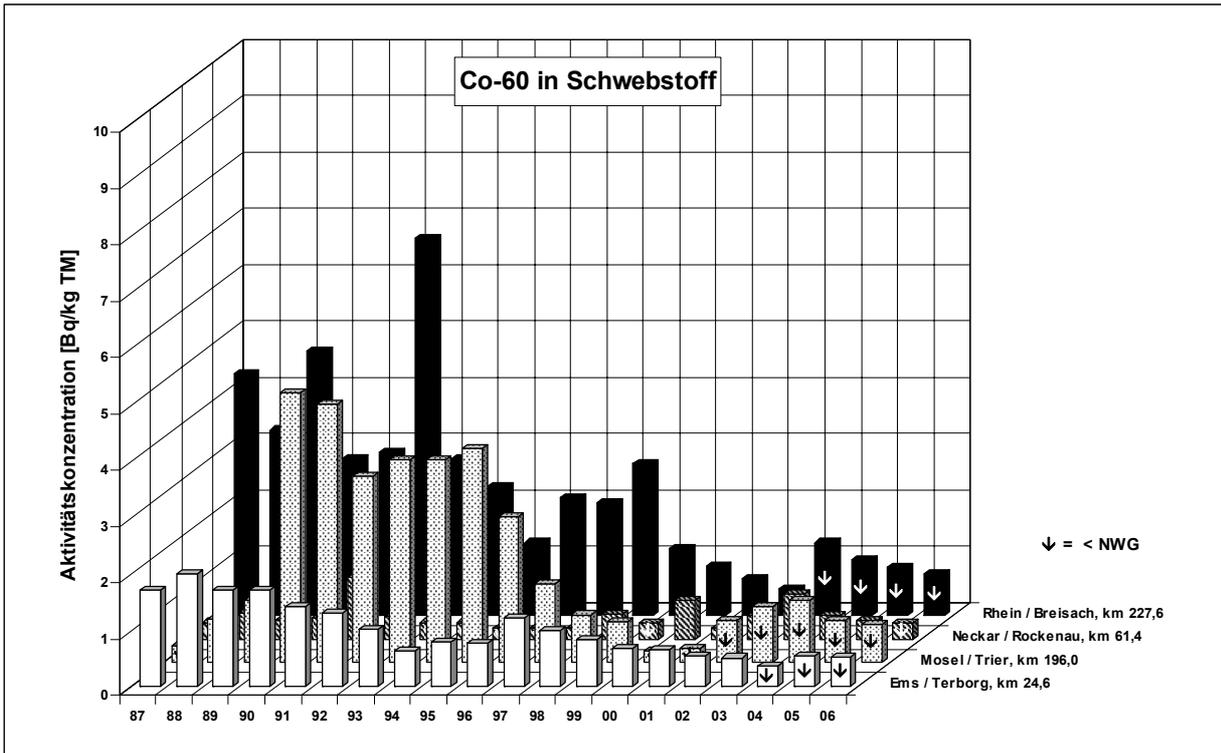


Abbildung 2.2.2-5 Aktivitätskonzentrationen (Bq/kg TM) von Co-60 in Schwebstoffproben ausgewählter Binnengewässer (Jahresmittelwerte)
 (Co-60 activity concentrations for samples of suspended matter in Bq/kg TM from selected inland waters - annual mean values)

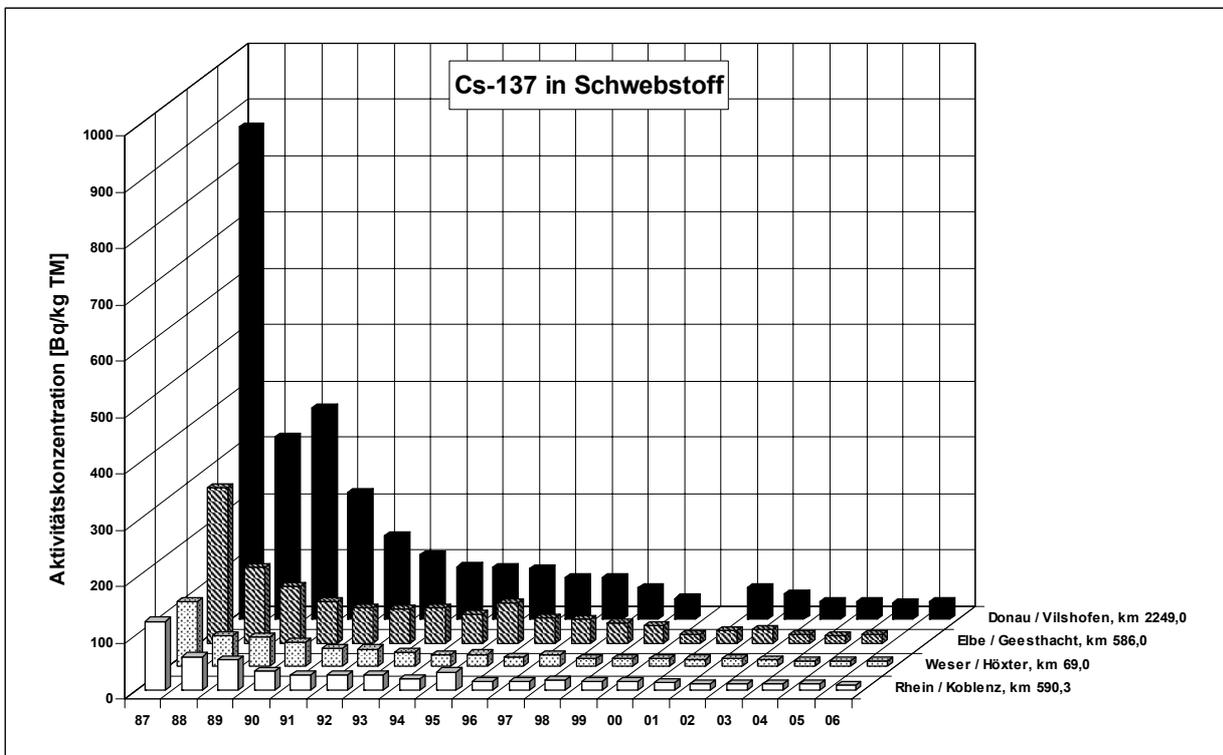


Abbildung 2.2.2-6 Aktivitätskonzentrationen (Bq/kg TM) von Cs-137 in Schwebstoffproben ausgewählter Binnengewässer (Jahresmittelwerte)
 (Cs-137 activity concentrations for samples of suspended matter in Bq/kg TM from selected inland waters - annual mean values)

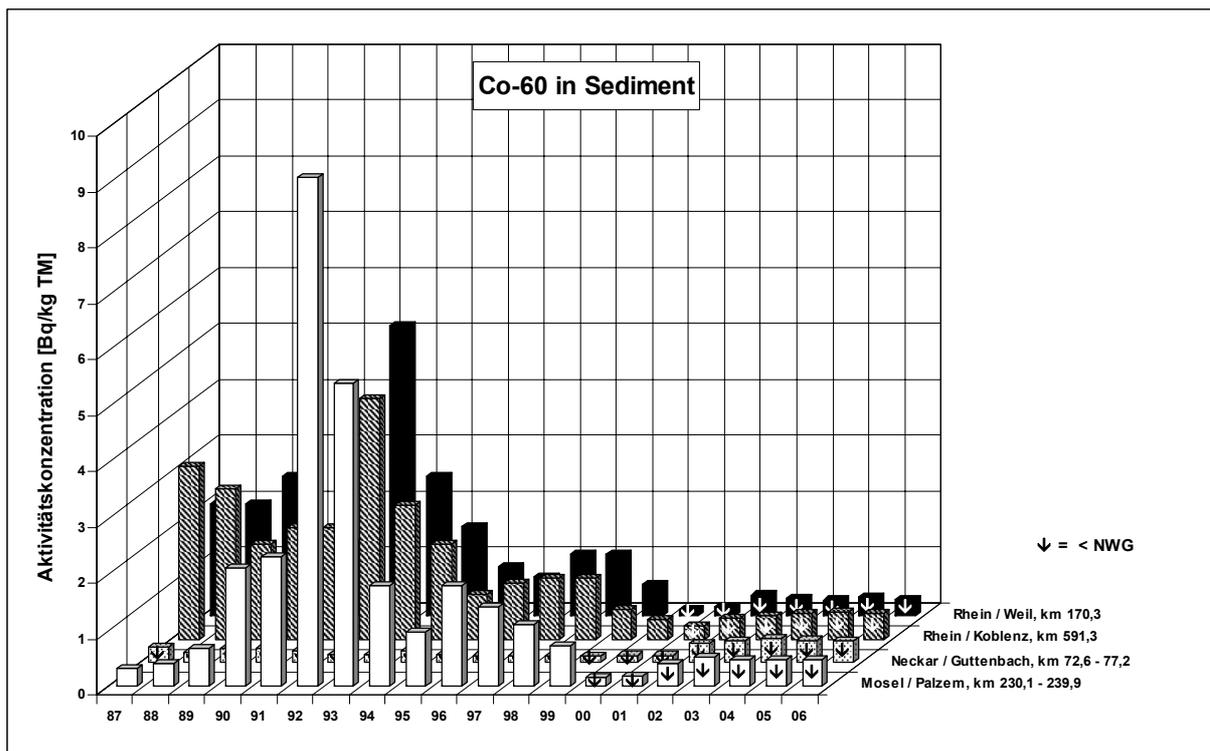


Abbildung 2.2.2-7 Aktivitätskonzentrationen (Bq/kg TM) von Co-60 in Sedimentproben ausgewählter Binnengewässer (Jahresmittelwerte)

(Co-60 activity concentrations for sediment samples in Bq/kg TM from selected inland waters - annual mean values)

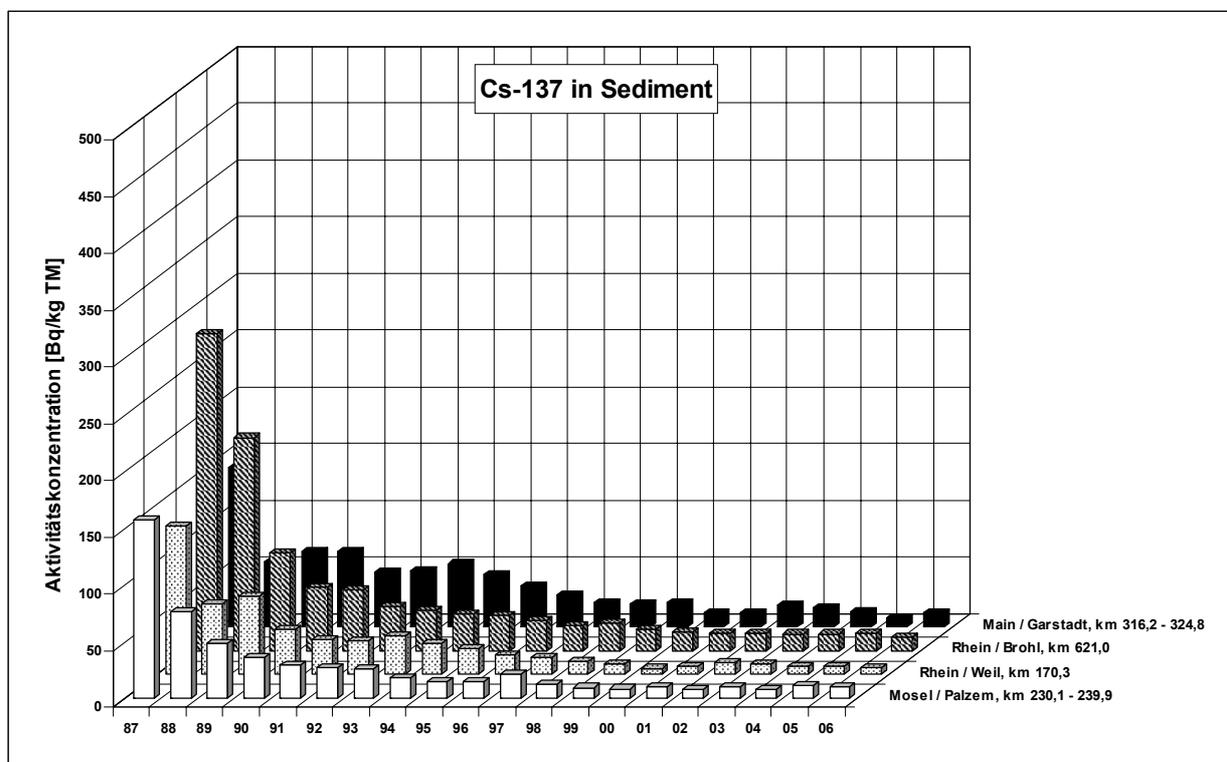


Abbildung 2.2.2-8 Aktivitätskonzentrationen (Bq/kg TM) von Cs-137 in Sedimentproben ausgewählter Binnengewässer (Jahresmittelwerte)

(Cs-137 activity concentrations for sediment samples in Bq/kg TM (from selected inland waters) annual mean values)

Tabelle 2.2.2-2 Überwachung von Oberflächenwasser, Schwebstoff und Sediment aus Fließgewässern nach StrVG
(Monitoring of surface water, suspended matter, and sediment from rivers in accordance with the StrVG)

GEWÄSSER Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmeort, Flusskilometer	Anzahl 2006		Aktivitätskonzentration			
					Einzelwerte 2006		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	Min. Wert	Max. Wert	2006	2005
RHEIN								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Weil, km 172,97	3	0	1,62	2,76	2,05	2,36
		Koblenz, km 590,3	12	0	3,74	6,61	4,74	4,87
		Wesel, km 814,0	12	0	3,68	8,60	5,49	5,04
	Sr-90	Weil, km 172,97	1	0	0,0045	0,0045	0,0045	0,0065
		Koblenz, km 590,3	4	0	0,0028	0,0049	0,0038	0,0062
		Wesel, km 814,0	4	0	0,0005	0,0061	0,0034	0,0059
	Cs-137	Weil, km 172,97	2	2	<0,0020	<0,0025	nn	0,0033
		Koblenz, km 590,3	11	3	0,0011	0,0028	0,0017	0,0026
		Wesel, km 814,0	12	9	0,0015	0,0025	<0,0020	<0,0022
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Co-58	Weil, km 172,97	-	-	-	-	-	3,66
		Koblenz, km 590,3	3	0	0,46	0,61	0,53	1,16
		Wesel, km 814,0	11	11	<0,52	<7,46	nn	nn
	Co-60	Weil, km 172,97	3	1	1,13	3,94	2,54	<1,14
		Koblenz, km 590,3	12	9	<0,31	0,76	<0,49	<0,49
		Wesel, km 814,0	11	11	<0,52	<7,46	nn	nn
	Cs-137	Weil, km 172,97	3	0	9,62	14,4	11,7	8,5
		Koblenz, km 590,3	12	0	7,83	12,4	9,5	9,8
		Wesel, km 814,0	11	0	8,35	16,7	12,0	12,7
I-131	Weil, km 172,97	3	3	<19,4	<40,0	nn	<12,4	
	Koblenz, km 590,3	11	0	3,26	25,4	9,3	11,6	
	Wesel, km 814,0	11	0	3,26	25,4	9,3	11,6	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-58	Worms, km 444,50-446,60	-	-	-	-	-	0,60
		Weil, km 170,3	11	10	<0,18	<0,43	<0,31	nn
		Worms, km 444,50-446,60	12	12	<0,14	<0,47	nn	<0,31
	Co-60	Koblenz, km 591,3	2	2	<0,35	<0,59	nn	nn
		Düsseldorf, km 740,3-748,9	12	11	<0,26	0,90	<0,47	nn
		Weil, km 170,3	11	0	2,82	9,37	5,98	7,20
	Cs-137	Worms, km 444,50-446,60	12	2	0,24	10,5	4,0	3,39
		Koblenz, km 591,3	2	0	9,67	9,71	9,69	11,4
		Düsseldorf, km 740,3-748,9	12	0	3,81	15,8	9,2	10,0
NECKAR								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Lauffen, km 125,2	12	0	4,95	49,9	19,8	16,2
		Rockenau, km 61,4	12	0	2,59	22,7	11,8	11,9
	Sr-90	Lauffen, km 125,2	4	0	0,0006	0,0090	0,0055	0,0050
		Rockenau, km 61,4	4	0	0,0013	0,0087	0,0039	0,0047
	Cs-137	Lauffen, km 125,2	12	10	<0,0015	<0,0051	<0,0031	0,0027
		Rockenau, km 61,4	12	9	<0,0012	0,0037	<0,0021	<0,0025
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Obertürkheim, km 189,5	4	0	7,12	10,3	8,8	9,0
		Rockenau, km 61,4	4	0	4,37	5,97	5,05	5,74
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Lauffen, km 125,2-130,1	17	0	2,51	48,8	12,0	12,4
		Neckarzimmern, km 85,8-110,6	6	0	5,26	8,20	6,94	10,4
		Guttenbach, km 72,0-77,0	13	0	0,57	8,15	5,80	16
MAIN								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Wipfeld, km 316,1	12	0	1,60	101	16	11,2
		Eddersheim, km 15,3	12	0	1,51	10,9	4,4	3,3
	Sr-90	Wipfeld, km 316,1	3	0	0,0030	0,0045	0,0038	0,0052
		Eddersheim, km 15,3	4	0	0,0034	0,0050	0,0041	0,0051
	Cs-137	Wipfeld, km 316,1	9	8	<0,0018	<0,0053	<0,0030	0,0035
		Eddersheim, km 15,3	12	11	<0,0013	0,0037	<0,0019	0,0039
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Hallstadt, km 388,3	3	0	15,5	30,5	22,8	30,1
		Garstadt, km 323,7	4	0	15,5	19,1	16,9	16,4
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Hallstadt, km 388,2	4	0	3,41	15,5	8,1	15,1
		Garstadt, km 316,2-324,8	10	0	0,75	59,5	12,9	8,2

GEWÄSSER Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmeort, Flusskilometer	Anzahl 2006		Aktivitätskonzentration			
					Einzelwerte 2006		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	Min. Wert	Max. Wert	2006	2005
MOSEL								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Wincheringen, km 222,2	12	0	10,5	49,9	28,1	30,6
		Koblenz, km 2,0	12	0	5,33	29,1	16,2	13,4
	Sr-90	Wincheringen, km 222,2	3	0	0,0026	0,0052	0,0038	0,0056
		Koblenz, km 2,0	4	0	0,0027	0,0065	0,0049	0,0059
	Cs-137	Wincheringen, km 222,2	10	8	<0,0011	0,0034	<0,0017	0,0021
Koblenz, km 2,0		11	4	<0,0011	<0,0051	0,0018	0,0028	
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Co-58	Perl, km 241,96	2	0	0,59	1,85	1,22	1,19
		Co-60	11	9	<0,34	1,81	<0,69	1,49
	Cs-137	Trier, km 196,3	11	11	<0,40	<1,40	nn	<0,75
		Perl, km 241,96	11	0	8,57	17,2	12,8	15,5
	I-131	Trier, km 196,3	11	0	10,5	15,5	12,3	14,1
		Perl, km 241,96	11	4	<3,04	41,6	17,7	30,0
Trier, km 196,3	9	2	<6,61	27,4	17,9	21,7		
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Perl, km 239,7-242,0	6	6	<0,40	<0,64	nn	<0,49
		Trier, km 184,1-196,1	10	10	<0,32	<0,70	nn	nn
		Koblenz/Güls km 4,05	2	2	<0,43	<0,54	nn	<0,56
	Cs-137	Perl, km 239,7-242,0	6	0	9,09	17,7	14,0	14,2
		Trier, km 184,1-196,1	10	0	6,20	13,2	11,0	12,2
		Koblenz/Güls, km 4,05	2	0	10,2	12,0	11,1	10,6
SAAR								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Kanzem, km 5,0	12	0	1,08	1,52	1,29	1,85
		Sr-90	4	0	0,0017	0,0038	0,0030	0,0059
	Cs-137	11	8	<0,0019	0,0048	<0,0025	0,0034	
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Kanzem, km 5,0	10	0	12,4	18,7	15,3	20,6
			10	6	<6,14	<25,6	<13,2	
DONAU								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Ulm-Wiblingen 2590,8	4	4	<8,0	<8,0	nn	nn
		Geisling, km 2354,28	12	0	1,27	2,23	1,79	1,95
		Vilshofen, km 2249,0	12	0	1,59	5,60	3,06	2,83
	Sr-90	Geisling, km 2354,28	3	0	0,0044	0,0050	0,0047	0,0056
		Vilshofen, km 2249,0	4	0	0,0012	0,0055	0,0031	0,0043
	Cs-137	Ulm-Wiblingen 2590,8	4	4	<0,0053	<0,0095	nn	nn
		Geisling, km 2354,28	11	7	<0,0015	0,0035	<0,0022	0,0036
Vilshofen, km 2249,0	11	3	<0,0011	0,0037	0,0022	0,0032		
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Ulm-Wiblingen 2590,8	2	0	123	145	134	141
		Regensburg, km 2381,3	4	0	39,5	51,2	44,6	51,1
		Vilshofen, km 2249,0	12	0	25,0	52,7	32,2	31,4
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Ulm-Wiblingen 2590,8	4	0	36,0	86,6	64,5	76
		Regensburg, km 2379,1-2381,4	4	0	24,2	33,2	27,3	102
		Straubing, km 2326,65	2	0	37,8	43,7	40,8	45,8
		Grünau, km 2205,5	2	0	18,2	18,4	18,3	21,4
ISAR								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Pullach, km 162,0	4	4	<5,2	<5,2	nn	nn
		Platting, km 9,1	4	3	<5,2	8,3	<6,0	nn
	Cs-137	Pullach, km 162,0	4	4	<0,0053	<0,0070	nn	nn
		Platting, km 9,1	4	4	<0,0043	<0,0054	nn	nn
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Pullach, km 162,0	4	0	17,2	26,6	20,4	29,1
		Platting, km 9,1	3	0	42,0	53,4	48,3	53,6
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Pullach, km 162,0	3	0	27,3	36,9	33,3	27,0
		Platting, km 9,1	4	0	1,95	8,07	5,03	6,09

GEWÄSSER Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmeort, Flusskilometer	Anzahl 2006		Aktivitätskonzentration			
					Einzelwerte 2006		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	Min. Wert	Max. Wert	2006	2005
EMS								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Geeste, km 106,3	7	0	1,90	23,1	5,9	10,3
		Terborg, km 24,64	12	0	1,80	15,3	5,5	3,8
	Co-60	Terborg, km 24,64	11	10	<0,0010	0,0040	<0,0015	0,0046
		Sr-90	Geeste, km 106,3	3	0	0,0040	0,0099	0,0071
	Cs-137	Terborg, km 24,64	3	0	0,0030	0,0060	0,0049	0,015
		Geeste, km 106,3	7	6	<0,0014	<0,0041	<0,0023	0,0039
		Terborg, km 24,64	11	1	0,0017	0,0030	0,0056	0,026
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Co-60	Geeste, km 106,3	3	3	<0,26	<1,46	nn	nn
		Terborg, km 24,64	4	3	<0,24	0,81	<0,51	<0,53
	Cs-137	Geeste, km 106,3	3	0	2,98	25,9	12,5	19,5
		Terborg, km 24,64	4	0	3,66	5,97	4,54	4,01
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Herbrum, km 212,75	-	-	-	-	-	1,45
	Cs-137		-	-	-	-	-	8,14
WESER / UNTERWESER / JADEBUSEN								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Rinteln, km 163,2	12	0	1,69	13,6	7,8	8,7
		Langwedel, km 329,4	12	0	1,55	8,42	4,62	4,30
		Blexen, km 430,00	11	0	3,00	9,57	5,74	5,6
	Sr-90	Rinteln, km 163,2	3	0	0,0028	0,0067	0,0049	0,0037
		Langwedel, km 329,4	4	0	0,0016	0,0039	0,0025	0,0035
		Blexen, km 430,0	3	0	0,0023	0,0068	0,0043	0,008
	Cs-137	Rinteln, km 163,2	11	3	0,0015	0,0045	0,0029	0,0038
		Langwedel, km 329,4	12	5	<0,0014	0,0029	0,0024	0,0028
		Blexen, km 430,0	9	3	<0,0020	0,0062	0,0050	0,0067
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Rinteln, km 163,2	4	0	8,59	11,8	10,2	10,3
		Langwedel, km 329,4	12	0	7,75	18,0	12,4	13,6
		Wilhelmshaven/Jadebusen	2	0	3,09	5,46	4,28	<5,48
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Minden, km 204,40	4	0	8,35	92,9	31,0	10,3
		Bremen, km 373,97	2	0	10,3	13,0	11,7	12,1
ELBE								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Dresden, km 58,0	12	0	1,94	5,89	4,15	4,02
		Tangermünde, km 389,10	11	0	1,87	4,44	3,08	2,91
		Geesthacht, km 586,0	5	0	1,79	4,86	3,18	2,65
		HH (Bunthaus), km 609,8	4	0	1,80	2,94	2,51	2,33
		Cuxhaven, km 724,5	12	0	3,39	4,78	4,09	4,34
	Sr-90	Dresden, km 58,0	3	0	0,0028	0,0057	0,0044	0,0045
		Tangermünde, km 389,10	3	0	0,0040	0,0073	0,0054	0,0056
		Geesthacht, km 586,0	-	-	-	-	-	0,0042
		HH (Bunthaus), km 609,8	4	0	0,0032	0,0042	0,0035	0,0042
		Cuxhaven, km 724,5	3	0	0,0045	0,0133	0,0096	0,0040
	Cs-137	Dresden, km 58,0	12	8	<0,0014	0,0043	<0,0022	0,0026
		Tangermünde, km 389,10	7	5	<0,0018	0,0127	<0,0045	0,0029
		Geesthacht, km 586,0	3	2	<0,0021	0,0116	<0,0061	0,0020
		HH (Bunthaus), km 609,8	4	1	<0,0018	0,0062	0,0042	0,0038
		Cuxhaven, km 724,5	11	10	<0,0025	<0,0042	<0,0035	0,0066
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Dresden, km 58,0	12	0	15,8	38,4	21,4	20,8
		Geesthacht, km 586,0	-	-	-	-	-	15,7
		HH (Bunthaus), km 609,8	4	0	13,3	19,7	16,0	15,3
		Cuxhaven, km 724,5	3	0	0,17	0,28	0,23	0,32
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Dresden, km 58,0	4	0	15,9	21,4	18,9	26,5
		Arneburg, km 403,5	6	0	19,9	91,8	34,8	25,1
		HH (Bunthaus), km 609,8	4	0	22,0	25,3	24,3	24,8

GEWÄSSER Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmeort, Flusskilometer	Anzahl 2006		Aktivitätskonzentration			
					Einzelwerte 2006		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	Min. Wert	Max. Wert	2006	2005
ODER								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Eisenhüttenstadt, km 553,2	12	0	1,11	1,49	1,28	1,18
		Schwedt, km 690,55	11	0	0,95	1,36	1,14	1,14
	Sr-90	Eisenhüttenstadt, km 553,2	4	0	0,0025	0,0049	0,0040	0,0050
		Schwedt, km 690,55	3	0	0,0037	0,0063	0,0048	0,0053
	Cs-137	Eisenhüttenstadt, km 553,2	12	7	<0,0013	0,0047	<0,0023	0,0035
Schwedt, km 690,55		11	6	<0,0011	0,0055	<0,0023	0,0028	
Schwabstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Eisenhüttenstadt, km 553,20	4	0	14,4	23,3	18,9	19,9
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Hohensaaten, km 667,5	3	0	20,1	20,6	20,3	20,5
SPREE								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Berlin-Sophienwerder, km 0,60	4	4	<1,97	<2,20	nn	nn
		Berlin-Schöneeweide, km 27,2	7	0	0,84	1,37	1,11	1,03
	Sr-90	Berlin-Schöneeweide, km 27,2	3	0	0,0033	0,0074	0,0046	0,0074
		Berlin-Sophienwerder, km 0,60	4	0	0,0010	0,0024	0,0017	0,0024
Cs-137	Berlin-Schöneeweide, km 27,2	6	5	<0,0013	0,0025	<0,0020	0,0030	
	Berlin-Schöneeweide, km 27,2	6	5	<0,0013	0,0025	<0,0020	0,0030	
Schweb- stoffe (Bq/kg TM)	Cs-137	Berlin-Schöneeweide, km 27,2	2	0	27,3	32,3	29,8	24,6
		Berlin, km 9,20 (Einmündung Landwehrkanal)	4	0	1,62	15,1	7,7	13,4
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Berlin-Schöneeweide, km 27,2	-	-	-	-	-	20,1
		Berlin, km 9,20 (Einmündung Landwehrkanal)	4	0	13,5	28,3	22,7	21,8
HAVEL								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Zehdenick, km 15,1	12	0	1,02	1,35	1,17	1,06
	Sr-90		3	0	0,0030	0,0051	0,0042	0,0049
	Cs-137		11	6	<0,0012	0,0091	<0,0038	0,0043
Schwabstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Zehdenick, km 15,1	4	0	52,2	73,3	61,8	62,4
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Zehdenick, km 15,1	4	0	18,5	41,7	32,2	38,4
SAALE								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Halle/Planena, km 104,5	12	0	1,09	1,42	1,27	1,27
		Camburg, km 187,0	4	4	<3,61	<4,21	nn	nn
	Sr-90	Halle/Planena, km 104,5	4	0	0,0029	0,0043	0,0034	0,0055
		Camburg, km 187,0	4	0	0,0045	0,0063	0,0056	0,0053
	Cs-137	Halle/Planena, km 104,5	12	9	<0,0014	<0,0033	<0,0021	<0,0021
Camburg, km 187,0		4	4	<0,0058	<0,0060	nn	nn	
Schwabstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Halle/Planena, km 104,5	4	0	10,2	11,2	10,8	12,3
		Camburg, km 187,0	4	0	22,2	36,9	29,4	31,1
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Halle/Planena, km 105,5	4	0	7,44	17,0	12,3	12,6
		Dorndorf-Steudnitz, km 192,0	4	0	9,91	20,9	17,2	19,2
PEENE								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Anklam, km 96,1	12	0	0,92	1,36	1,12	1,13
	Sr-90		4	0	0,0020	0,0040	0,0029	0,0078
	Cs-137		12	8	<0,0014	0,0033	<0,0022	0,0034
Schwabstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Anklam, km 96,1	4	0	28,2	34,1	30,6	35,2
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Anklam, km 96,1	4	0	17,6	43,1	27,9	31,2
TRAVE / UNTERTRAVE								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Travemünde, km 26,9	10	0	1,13	1,77	1,49	1,51
	Sr-90		4	0	0,0035	0,0097	0,0062	0,0060
	Cs-137		11	0	0,0055	0,0176	0,0106	0,0118

GEWÄSSER Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmeort, Flusskilometer	Anzahl 2006		Aktivitätskonzentration			
					Einzelwerte 2006		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	Min. Wert	Max. Wert	2006	2005
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Travemünde, km 26,9	2	0	11,0	35,5	23,3	40,6
NORD-OSTSEE-KANAL								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Kiel-Holtenau, Einmündung Nord-Ostsee-Kanal	12	0	1,33	1,97	1,50	1,57
	Sr-90		3	0	0,0023	0,0046	0,0036	0,0036
	Cs-137		10	0	0,0039	0,0119	0,0084	0,0104
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Kiel-Holtenau, Einmündung Nord-Ostsee-Kanal	4	0	19,4	43,7	32,2	33,2

Tabelle 2.2.2-3 Überwachung von Oberflächenwasser, Schwebstoff und Sediment aus Seen und Talsperren nach StrVG
(Monitoring of surface water, suspended matter, and sediment from lakes and dams in accordance with the StrVG)

LAND / Gewässer Kompartiment	Nuklid	Proben- entnahmeort	Anzahl 2006		Aktivitätskonzentration			
					Einzelwerte 2006		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	Min. Wert	Max. Wert	2006	2005
BADEN-WÜRTTEMBERG / Bodensee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Langenargen	8	8	<8,0	<8,0	nn	nn
		Nonnenhorn	4	4	<5,2	<5,2	nn	nn
	Cs-137	Langenargen	8	8	<0,0038	<0,0096	nn	
		Nonnenhorn	4	4	<0,0049	<0,0067	nn	
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Nonnenhorn	4	1	<1,56	7,11	4,48	5,10
BAYERN / Chiemsee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Seeon-Seebruck	4	4	<5,2	<5,2	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,0053	0,0068	0,0060	0,0052
	Cs-137		4	4	<0,0053	<0,0067	nn	nn
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Seeon-Seebruck	4	0	36,7	55,6	47,5	55,3
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Seeon-Seebruck	4	0	11,2	16,0	14,7	13,3
Starnberger See								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Starnberg	4	4	<5,2	<5,2	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,0107	0,0169	0,124	0,0108
	Cs-137		4	4	<0,0051	<0,0061	nn	<0,0057
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Starnberg	4	0	185	269	226	226
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Starnberg	4	0	3,54	56,0	19,3	2,71
BERLIN / Müggelsee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	PE-Stelle 41035	4	4	<1,92	<2,20	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,0025	0,0047	0,0036	0,0035
	Cs-137		4	1	0,0014	<0,0025	0,0018	<0,0025
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	PE-Stelle 41035	4	0	0,17	3,15	2,01	5,9
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	PE-Stelle 41035	4	0	16,6	29,5	24,5	47,5
Stößensee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Siemenswerder	4	4	<1,93	<2,20	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,0030	0,0045	0,0037	0,41
	Cs-137		4	1	<0,0018	0,0034	0,0028	<0,0021

LAND / Gewässer Kompartiment	Nuklid	Proben- entnahmeort	Anzahl 2006		Aktivitätskonzentration			
			N	<NWG	Einzelwerte 2006		Jahresmittelwerte	
					Min. Wert	Max. Wert	2006	2005
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Siemenswerder	4	0	2,94	14,3	6,0	6,0
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Siemenswerder	4	0	33,8	142	93	125
BRANDENBURG / Stechlinsee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Neuglobsow	4	4	<5,87	<6,47	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,014	0,021	0,017	0,019
	Cs-137		4	1	<0,0046	0,0080	0,0070	0,0085
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Neuglobsow	4	0	8,40	10,0	9,1	14,3
Neuendorfer See								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Alt-Schadow	4	4	<6,7	<8,4	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,0040	0,0050	0,0045	0,0049
	Cs-137		4	3	<0,0026	0,010	<0,005	<0,0038
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Alt-Schadow	3	0	23,0	26,0	24,3	25,3
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Alt-Schadow	4	0	0,82	1,0	0,9	0,7
HESSEN / Marbach-Talsperre								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Erbach	4	4	<5,45	<10,0	nn	nn
	Sr-90		4	4	<0,005	<0,010	nn	nn
	Cs-137		4	4	<0,0037	<0,0070	nn	nn
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Erbach	4	0	18,1	20,1	19,3	18,5
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Erbach	4	0	5,13	20,9	15,3	20,9
MECKLENBURG-VORPOMMERN / Borgwallsee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Lüssow	4	4	<3,99	<4,52	nn	<3,79
	Cs-137		4	3	0,0025	<0,0075	<0,0054	nn
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Lüssow	4	1	<0,99	7,75	5,15	18,6
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Lüssow	4	0	2,24	9,80	5,08	12,0
Schweriner See								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Schwerin	4	4	<4,24	<4,80	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,0021	0,0080	0,0050	0,0048
	Cs-137		4	0	0,0064	0,0083	0,0073	0,0098
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Schwerin	4	0	55,0	92,7	72,6	68
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Schwerin	4	0	51,8	80,2	61,7	51,8
NIEDERSACHSEN / Sösetalsperre								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Osterode am Harz	4	1	1,2	<1,7	1,2	<2,0
	Sr-90		4	0	0,0006	0,0036	0,0023	0,0024
	Cs-137		4	4	<0,0005	<0,0011	nn	nn
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Osterode am Harz	4	0	43	47	46	50
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Osterode am Harz	4	0	46	56	50	60
Steinhuder Meer								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Wunstorf	4	2	1,2	2,0	<1,6	<2,0
	Cs-137		4	0	0,0033	0,010	0,006	0,0079
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Wunstorf	3	0	280	370	320	275

LAND / Gewässer Kompartiment	Nuklid	Proben- entnahmeort	Anzahl 2006		Aktivitätskonzentration			
			N	<NWG	Einzelwerte 2006		Jahresmittelwerte	
					Min. Wert	Max. Wert	2006	2005
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Wunstorf	4	0	40	290	168	183
NORDRHEIN-WESTFALEN / Möhne-Stausee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Möhnesee	4	4	<2,55	<5,06	nn	nn
	Sr-90		1	0	0,0031	0,0031	0,0031	0,0065
	Cs-137		4	4	<0,0020	<0,0032	nn	nn
Dreilägerbach-Talsperre								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Roetgen	4	4	<10	<10	nn	nn
	Cs-137		4	4	<0,0002	<0,0005	nn	<0,0003
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Roetgen	3	0	6,7	7,9	7,1	7,6
RHEINLAND-PFALZ / Laacher See								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Maria Laach	4	3	1,7	<3,1	<2,7	<2,3
	Cs-137		4	0	0,031	0,034	0,033	0,035
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Maria Laach	4	0	84	120	103	89
SACHSEN / Talsperre Pöhl								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Thoßfell	4	4	<2,7	<6,2	nn	nn
	Cs-137		4	4	<0,0055	<0,0063	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Thoßfell	4	0	18,9	47,2	34,3	53,9
SACHSEN-ANHALT / Arendsee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Arendsee	3	3	<5,0	<5,0	nn	nn
	Cs-137		4	0	0,061	0,094	0,073	0,076
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Arendsee	4	0	15,5	56,2	27,6	21,8
Schollener See								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Schollene	4	4	<5,0	<5,0	nn	nn
	Cs-137		4	0	0,0102	0,0428	0,0298	0,026
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Schollene	4	0	192	331	232	229
SCHLESWIG-HOLSTEIN / Schaalsee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Seedorf	4	4	<10	<10	nn	nn
	Sr-90		4	1	<0,01	0,013	0,012	<0,011
	Cs-137		4	0	0,008	0,011	0,009	0,010
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Seedorf	4	0	150	210	178	164
Wittensee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Gr. Wittensee	4	4	<10	<10	nn	nn
	Cs-137		4	3	<0,006	<0,014	<0,009	<0,010
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Gr. Wittensee	4	0	9,86	14,5	12,5	16,3
THÜRINGEN / Talsperre Schmalwasser								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Tambach- Dietharz	4	4	<3,40	<3,88	nn	nn
	Cs-137		4	4	<0,0051	<0,0069	nn	nn

2.2.3 Oberflächenwasser und Sediment der Binnengewässer in der Umgebung kerntechnischer Anlagen (*Surface water and sediment from inland water in the surroundings of nuclear facilities*)

Dieser Beitrag enthält die Auswertung der Ergebnisse der Immissionsüberwachung des aquatischen Nahbereichs kerntechnischer Anlagen aus dem Jahr 2006 gemäß der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI). In die Auswertung wurden insgesamt ca. 6.380 Einzelwerte von Messungen an Wasser- und Sedimentproben einbezogen; sie erfolgte wie im vorigen Kapitel beschrieben.

Die Auswirkungen kerntechnischer Anlagen waren in Oberflächenwasser aus dem Nahbereich der jeweiligen Standorte in Einzelfällen nachweisbar. Erhöhte Tritium-Gehalte (H-3) wurden in Proben gemessen, die direkt an Auslaufbauwerken genommen wurden. Die Werte betragen hier im Mittel bis zu 2.700 Bq/l (Ems, KKW Emsland). In Folge der Durchmischung entlang der Fließstrecke gingen die H-3-Konzentrationen aber rasch wieder zurück (siehe auch Kapitel 2.2.2). Die Nuklidgehalte anderer relevanter Spalt- und Aktivierungsprodukte unterschritten in der Regel die Nachweisgrenze der REI von 0,05 Bq/l oder waren wegen der Vorbelastung aus anderen Quellen nicht explizit aufzeigbar, insbesondere Sr-90 und Cs-137 als Folge des Kernwaffen-Fallouts und des Reaktorunfalls in Tschernobyl. Dies gilt auch für I-131, das meist von nuklearmedizinischen Anwendungen stammen dürfte. Einzelne Bestimmungen von Pu-238 und Pu-(239+240) an Wasserproben ließen wegen der niedrigen Werte von unter 0,0002 Bq/l (Kalter Bach, FZ Rossendorf) Auswirkungen der jeweiligen Anlage im Vorfluter nicht signifikant erkennen.

In Sedimentproben – und vereinzelt Schwebstoffproben - aus dem Nahbereich kerntechnischer Anlagen lagen die mittleren Gehalte der anlagenspezifischen Radionuklide überwiegend unterhalb der Nachweisgrenze der REI von 5 Bq/kg TM. In einigen direkt an Ausläufen entnommenen Sedimentproben wurden geringfügig höhere mittlere Gehalte an Co-60 gemessen: bis 18 Bq/kg TM (Weser: KKW Würgassen) und 33 Bq/kg TM im Hauptentwässerungskanal des FZ Jülich. Auf Grund der vergleichsweise hohen Vorbelastung an Cs-137 (siehe oben) waren Auswirkungen dieses Radionuklids von kerntechnischen Anlagen auch hier praktisch nicht aufzuzeigen. Für Alpha-Strahler wurden im Hirschkanal (FZ Karlsruhe) etwas erhöhte Werte der Gesamt-Alpha-Aktivität (G_{α}) mit 520 und für Am-241 mit 19 Bq/kg TM im Mittel gemessen. Andere Transurane wurden in Binnengewässern bei den wenigen durchgeführten Bestimmungen nicht nachgewiesen.

Strahlenexposition

Die durch Ableitungen radioaktiver Abwässer aus kerntechnischen Anlagen verursachte Aufstockung der Gehalte an Spalt- und Aktivierungsprodukten in Oberflächenwasser ist aus radiologischer Sicht vernachlässigbar. Geringfügig erhöhte H-3-Gehalte traten als Folge von Ableitungen aus dem französischen KKW Cattenom in der Mosel auf mit Jahresmittelwerten bis ca. 28 Bq/l (siehe Kapitel 2.2.2). Unter der Annahme, dass Oberflächenwasser dieses Flussabschnittes unaufbereitet als Trinkwasser genutzt würde, ergibt sich die auf dem „Trinkwasser-Pfad“ für Erwachsene (> 17 a; 700 l/a Konsum) von H-3 resultierende effektive Dosis zu ca. 0,35 μ Sv/a. Für Kleinkinder (≤ 1 a; 340 l/a Konsum) beträgt der entsprechende Wert 0,61 μ Sv/a. Hierdurch würde der Dosisgrenzwert von 300 μ Sv/a nach § 47 der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) zu ca. 0,1 bzw. 0,2% ausgeschöpft werden.

Mittlere Gehalte an Co-60 von 18 Bq/kg TM konnten an Sedimentproben aus der Weser (KKW Würgassen; Auslaufbauwerk) gemessen werden. Für den Fall, dass derartiges Sohlenmaterial gebaggert und an Land gelagert werden würde, lässt sich die auf dem sensitiven Expositionspfad „Aufenthalt auf Spülfeldern“ zu erwartende zusätzliche externe effektive Dosis für Erwachsene (> 17 a) für Standardbedingungen zu ca. 6 μ Sv/a abschätzen. Sie liegt damit ebenfalls weit unter dem Dosisgrenzwert nach § 47 StrlSchV von 300 μ Sv/a.

Tabelle 2.2.3-1 Überwachung der Gewässer in der Umgebung kerntechnischer Anlagen gemäß der REI
(Monitoring of bodies of water in the surroundings of nuclear facilities in accordance with the REI)

GEWÄSSER/ KT-Anlage Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmestelle	Anzahl 2006		Aktivitätskonzentration			
					Einzelwerte 2006		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	Min. Wert	Max. Wert	2006	2005
RHEIN / KKW Beznau und KKW Leibstadt (Schweiz)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Aare-Einmündung	4	4	<8,0	<8,0	nn	nn
		nach KKW Leibstadt	4	4	<8,0	<8,0	nn	nn
	Co-60	vor Aare-Einmündung	4	4	<0,0094	<0,0167	nn	nn
		nach KKW Leibstadt	4	4	<0,0215	<0,0386	nn	nn
	Cs-137	vor Aare-Einmündung	4	4	<0,0213	<0,0273	nn	nn
		vor KKW Leibstadt	4	4	<0,0081	<0,0146	nn	nn
		vor KKW Leibstadt	4	4	<0,0201	<0,0258	nn	nn
		nach KKW Leibstadt	4	4	<0,0169	<0,0224	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Aare-Einmündung	3	3	<0,359	<0,478	nn	nn
		nach KKW Leibstadt	3	2	0,211	<0,576	<0,379	<0,53
	Cs-137	nach KKW Leibstadt	3	3	<0,361	<0,606	nn	<0,40
		vor Aare-Einmündung	3	0	3,62	6,89	4,98	10,9
		vor KKW Leibstadt	3	0	5,02	7,81	6,14	8,0
		nach KKW Leibstadt	3	0	2,93	5,10	4,06	4,52
RHEIN / KKW Fessenheim (Frankreich)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Weil	12	12	<8,0	<8,0	nn	nn
		Neuf Brisach	12	12	<8,0	<8,0	nn	nn
	Co-60	Weil	12	12	<0,0156	<0,0339	nn	nn
		Neuf Brisach	12	12	<0,0108	<0,0312	nn	nn
	Cs-137	Weil	12	12	<0,0143	<0,0314	nn	nn
		Neuf Brisach	12	12	<0,0105	<0,0239	nn	<0,018
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Neuenburg/Grissheim km 206,5	3	3	<0,339	<0,738	nn	nn
		Breisach, km 232,0	3	2	0,161	<0,491	<0,35	nn
	Cs-137	Neuenburg/Grissheim km 206,5	3	0	1,96	3,95	2,86	2,29
		Breisach, km 232,0	3	0	3,35	4,19	3,86	7,01
RHEIN / HIRSCHKANAL / Forschungszentrum Karlsruhe								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	Gα	Hirschkanal	12	4	0,009	0,029	0,020	0,024
			12	0	0,034	0,108	0,076	0,092
	H-3	Hirschkanal	24	13	1,00	12,1	<5,6	<5,6
			4	4	<0,0080	<0,0181	nn	nn
	Co-60	Hirschkanal	4	4	<0,0080	<0,0181	nn	nn
			4	4	<0,0064	<0,0177	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Gα	Hirschkanal	4	0	420	660	520	534
			4	0	1000	1500	1250	1170
	Co-60	Hirschkanal	8	7	<0,532	<3,40	<1,89	nn
			8	0	43,7	1010	230	121
	Cs-137	Hirschkanal	8	0	43,7	1010	230	121
			8	2	1,33	79,6	19,3	5,6
RHEIN / KKP Philippsburg								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	16	13	3,9	<8,0	<7,1	<7,1
		Auslaufbauwerke I u. II	32	9	3,1	206	32	30,4
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0099	<0,031	nn	nn
		Auslaufbauwerke I u. II	16	16	<0,0036	<0,032	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0081	<0,031	nn	nn
		Auslaufbauwerke I u. II	16	16	<0,0037	<0,032	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-58	vor Auslaufbauwerk	2	1	0,54	<0,627	<0,58	<1,47
		Auslaufbauwerk	3	1	0,706	1,23	0,97	1,59
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	4	2	0,334	<0,845	<0,64	nn
		Auslaufbauwerk	4	0	1,34	3,32	1,99	2,05
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	0	9,92	16,0	12,2	18,1
		Auslaufbauwerk	4	0	10,4	12,6	11,2	14,9
RHEIN / KWB Biblis								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	5	4	7,48	<9,5	<9,1	nn
		Auslaufbauwerke A u. B	10	3	<9,5	217	54	45,6
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	5	5	<0,020	<0,030	nn	nn
		Auslaufbauwerke A u. B	10	10	<0,018	<0,050	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	5	5	<0,020	<0,025	nn	nn
		Auslaufbauwerke A u. B	10	10	<0,016	<0,050	nn	nn

GEWÄSSER/ KT-Anlage Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmestelle	Anzahl 2006		Aktivitätskonzentration			
			N	<NWG	Einzelwerte 2006		Jahresmittelwerte	
					Min. Wert	Max. Wert	2006	2005
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk nach Auslaufbauwerk	1	1	<0,61	<0,61	nn	a)
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk nach Auslaufbauwerk	1	0	30	30	30	
RHEIN / KMK Mühlheim-Kärlich (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	4	<5,8	15,0	<7,9	<7,1
		Auslaufbauwerk	8	4	<5,8	16,0	<8,2	7,2
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,010	<0,020	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	6	<0,010	0,027	<0,018	nn
		Cs-137	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,010	<0,020	nn
Auslaufbauwerk	8	8	<0,010	<0,020	nn	nn		
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	2	2	<0,54	<0,58	nn	nn
		Auslaufbauwerk	2	0	1,9	3,1	2,5	16
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	2	0	12	14	13	10
		Auslaufbauwerk	2	0	5,9	8,9	7,4	10
NECKAR / GKN Neckarwestheim								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	4	3,6	<8,0	<6,5	<6,8
		Auslaufbauwerk	8	0	41,0	234	101	140
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0106	<0,042	nn	nn
		Auslaufbauwerk	7	7	<0,0159	<0,045	nn	nn
		Cs-137	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0095	<0,053	nn
Auslaufbauwerk	7	7	<0,0161	<0,067	nn	nn		
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	2	2	<0,66	<0,74	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	4	4	<0,53	<0,89	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	2	0	6,88	8,28	7,58	5,78
		nach Auslaufbauwerk	4	0	2,44	8,45	5,33	<6,3
NECKAR / KWO Obrigheim (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	3	<8,0	18,3	14,8	18,0
		Auslaufbauwerk	8	3	<8,0	29,0	21,0	23,9
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0126	<0,018	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,0083	<0,018	nn	nn
		Cs-137	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0092	<0,022	nn
Auslaufbauwerk	8	8	<0,0080	<0,022	nn	nn		
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	2	2	<0,27	<0,78	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	4	3	<0,52	1,39	<0,92	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	2	0	0,48	1,38	0,93	0,40
		nach Auslaufbauwerk	4	0	1,17	12,9	7,0	7,1
MAIN / KKG Grafenrheinfeld								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	8	<4,8	<10	nn	a)
		Auslaufbauwerk	8	0	37	250	126	
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,039	<0,047	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,030	<0,048	nn	nn
		Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,040	<0,054	nn
Auslaufbauwerk	4	4	<0,038	<0,061	nn	nn		
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	4	4	<1,1	<2,5	nn	a)
		nach Auslaufbauwerk	4	4	<2,1	<3,3	nn	
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	0	18	32	26	
		nach Auslaufbauwerk	4	0	21	32	27	
MAIN / Versuchatomkraftwerk Kahl (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	7	5	<3,3	8,5	<5,3	<4,4
		Auslauf	7	6	<3,3	5,9	<4,7	nn
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	7	7	<0,0082	<0,045	nn	nn
		Auslauf	7	7	<0,0094	<0,045	nn	nn
		Cs-137	vor Auslaufbauwerk	7	7	<0,0080	<0,051	nn
Auslauf	7	7	<0,010	<0,059	nn	nn		
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	1	1	<1,90	<1,90	nn	a)
		nach Auslaufbauwerk	1	1	<1,65	<1,65	nn	
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	1	0	8,41	8,41	8,41	
		nach Auslaufbauwerk	1	0	6,27	6,27	6,27	

GEWÄSSER/ KT-Anlage Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmestelle	Anzahl 2006		Aktivitätskonzentration			
					Einzelwerte 2006		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	Min. Wert	Max. Wert	2006	2005
MAIN / KINZIG / DOPPELBIERGRABEN / Nuklearbetriebe Hanau-Wolfgang								
Oberflächenwasser (Bq/l)			a)					
Sediment (Bq/kg GR) (GR=Glührückstand)			a)					
MOSEL / KKW Cattenom								
Oberflächenwasser (Bq/l)		siehe auch Kapitel 2.2.2	a)					
Sediment (Bq/kg TM)		siehe auch Kapitel 2.2.2	a)					
DONAU / KRB Gundremmingen								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	8	<3,6	<8,1	nn	a)
		Auslaufbauwerk I	8	0	120	200	164	
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0016	<0,047	nn	
		Auslaufbauwerk I	8	4	0,0067	<0,048	<0,028	
Cs-137	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0015	<0,060	nn		
	Auslaufbauwerk I	8	8	<0,0021	<0,061	nn		
Sediment (Bq/kg)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,16	<0,26	nn	a)
		nach Auslaufbauwerk	4	0	0,14	8,1	3,0	
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	0	78	100	88	
		nach Auslaufbauwerk	4	0	20	65	43	
ISAR / KKI Isar 1 und 2								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	8	<3,6	<10	nn	a)
		Auslaufbauwerk	8	0	96	400	230	
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0025	<0,042	nn	
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,0025	<0,039	nn	
Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,0040	<0,0064	nn		
	Auslaufbauwerk	4	4	<0,0042	<0,0072	nn		
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,14	<0,22	nn	a)
		nach Auslaufbauwerk	4	4	<0,13	<0,22	nn	
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	0	45	59	51	
		nach Auslaufbauwerk	4	0	29	57	43	
ISAR / Forschungsneutronenquelle (FRM II) München								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	nach FRM II, km 130,3	7	7	<2,4	<10	nn	a)
	C-14		8	8	<0,16	<10	nn	
	Co-60		8	8	<0,0053	<0,050	nn	
	Cs-137		4	4	<0,0051	<0,0066	nn	
	U-235		2	2	<0,021	<0,021	nn	
	Pu-238		2	2	<0,0042	<0,0043	nn	
	Am-241		2	2	<0,0036	<0,0078	nn	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	nach FRM II, km 124,6	4	4	<0,24	<0,74	nn	a)
	Cs-137		4	0	23	47	33	
	U-235		1	0	1,3	1,3	1,3	
	Pu-238		1	1	<0,22	<0,22	nn	
	Am-241		1	1	<0,44	<0,44	nn	
EMS / KKE Emsland								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	7	4	1,6	<10	<5	nn
		Auslaufbauwerk	7	0	910	4690	2660	1990
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	7	7	<0,0041	<0,046	nn	nn
		Auslaufbauwerk	7	7	<0,0082	<0,042	nn	nn
Cs-137	vor Auslaufbauwerk	3	3	<0,0040	<0,0090	nn	nn	
	Auslaufbauwerk	3	3	<0,0062	<0,0090	nn	nn	

GEWÄSSER/ KT-Anlage Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmestelle	Anzahl 2006		Aktivitätskonzentration					
					Einzelwerte 2006		Jahresmittelwerte			
			N	<NWG	Min. Wert	Max. Wert	2006	2005		
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 84,7	3	3	<0,37	<0,51	nn	nn		
		nach Auslaufbauwerk, km 106,3	3	3	<0,57	<0,70	nn	nn		
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 84,7	3	0	20	32	26	34		
		nach Auslaufbauwerk, km 106	3	0	38	41	39	28		
WESER / KWW Würgassen (außer Betrieb)										
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	8	<10	<10	nn	nn		
		Auslaufbauwerk	8	7	<10	16	<11	nn		
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0021	<0,05	nn	nn		
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,0019	<0,05	nn	nn		
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Herstelle, km 47,2	2	2	<2,6	<2,7	nn	nn		
		Auslaufbauwerk	2	0	15	20	18	8,5		
		Wehrden, km 60,2	2	2	<2,4	<2,6	nn	nn		
	Cs-137	Herstelle, km 47,2	2	0	14	23	19	12		
		Auslaufbauwerk	2	0	33	35	34	24		
		Wehrden, km 60,2	2	0	14	14	14	15		
WESER / KWG Grohnde										
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	7	1	1,2	14	8	nn		
		Auslaufbauwerk	7	0	38	100	61	115		
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	7	7	<0,0047	<0,037	nn	nn		
		Auslaufbauwerk	7	7	<0,0068	<0,045	nn	nn		
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	3	3	<0,0044	<0,0083	nn	nn		
		Auslaufbauwerk	3	3	<0,0054	<0,0084	nn	nn		
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Grohnde, km 122	3	3	<0,42	<0,57	nn	nn		
		Hameln, km 135	3	3	<0,48	<0,58	nn	nn		
	Cs-137	Grohnde, km 122	3	0	12	16	14	9		
		Hameln, km 135	3	0	14	15	15	14		
		UNTERWESER / KKK Unterweser								
		Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	7	3	1,7	12	6	nn
Auslaufbauwerk	7			2	4,4	30	18	<27		
Co-60	vor Auslaufbauwerk		7	7	<0,0064	<0,050	nn	nn		
	Auslaufbauwerk		7	7	<0,0064	<0,050	nn	nn		
Cs-137	vor Auslaufbauwerk		3	3	<0,0050	<0,0084	nn	nn		
	Auslaufbauwerk		3	3	<0,0044	<0,0076	nn	nn		
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 44,1	3	0	0,54	0,62	0,58	0,75		
		nach Auslaufbauwerk, km 60,0	3	1	<0,25	0,59	0,44	0,44		
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 44,1	3	0	9,7	11	11	12		
		nach Auslaufbauwerk, km 60,0	3	0	4,3	6,9	6,0	5,3		
RUR / Forschungszentrum Jülich										
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Selhausen	30	29	<10	10	<10	nn		
		Jülich-Süd	30	29	<10	11	<10	nn		
	Co-60	Selhausen	30	30	<0,05	<0,05	nn	nn		
		Jülich-Süd	30	30	<0,05	<0,05	nn	nn		
	Gα	Selhausen	4	4	<0,05	<0,05	nn	nn		
		Jülich-Süd	4	4	<0,05	<0,05	nn	nn		
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Selhausen	2	2	<2,8	<3,7	nn	nn		
		Jülich-Süd	2	2	<2,5	<2,5	nn	nn		
	Cs-137	Selhausen	2	0	16	24	20	16		
		Jülich-Süd	2	0	5,8	30	18	9		
GOORBACH / Urananreicherungsanlage Gronau										
Oberflächen- wasser (Bq/l)	Gα	Retentionsanlage	8	6	<0,06	<0,15	<0,08	nn		
		Goorbach ,unterhalb der Straßenkreuzung	12	12	<0,06	<0,06	nn	nn		
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Retentionsanlage	2	2	<1,0	<2,9	nn	nn		
		Dinkel, nach Kläranlage Gronau	2	2	<1,1	<4,5	nn	nn		
	Cs-137	Retentionsanlage	2	0	20	39	30	29		
		Dinkel, nach Kläranlage Gronau	2	0	22	37	30	23		

GEWÄSSER/ KT-Anlage Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmestelle	Anzahl 2006		Aktivitätskonzentration			
					Einzelwerte 2006		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	Min. Wert	Max. Wert	2006	2005
AHAUSER AA / Brennelement-Zwischenlager Ahaus								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	Gα	Ahauser Aa	4	4	<0,20	<0,20	nn	nn
	Rβ		4	4	<0,11	<0,11	nn	nn
	H-3		4	4	<10	<10	nn	nn
	Co-60		4	4	<0,05	<0,05	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Einleitung Moorbach	4	4	<1,2	<3,8	nn	nn
		Ahauser Aa	4	4	<1,2	<3,5	nn	nn
	Cs-137	Einleitung Moorbach	4	0	11	31	22	25
		Ahauser Aa	4	0	29	45	35	38
ELBE / Forschungszentrum Geesthacht								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk, km 578,6	8	8	<5,7	<10	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km	8	8	<5,7	<10	nn	nn
	Co-60	579,6	8	8	<0,012	<0,022	nn	nn
		vor Auslaufbauwerk, km 578,6	8	8	<0,017	<0,033	nn	nn
	Cs-137	nach Auslaufbauwerk, km	8	8	<0,013	<0,026	nn	<0,025
		579,6	8	8	<0,019	<0,033	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 578,6	6	6	<0,53	<0,95	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km	6	6	<0,65	<0,95	nn	nn
	Cs-137	579,6	6	6	<0,54	<0,97	nn	<0,8
		vor Auslaufbauwerk, km 578,6	6	5	<0,71	0,99	<0,87	<0,80
		nach Auslaufbauwerk, km						
		579,6						
ELBE / KKK Krümmel								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	16	16	<5,7	<6,5	nn	nn
		Auslaufbauwerk	16	15	<5,7	7,9	<6,4	<6,3
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	24	24	<0,010	<0,022	nn	nn
		Auslaufbauwerk	24	24	<0,0066	<0,024	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	24	24	<0,012	<0,024	nn	nn
		Auslaufbauwerk	24	24	<0,0076	<0,026	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 580	6	6	<0,14	<1,1	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 582	6	6	<0,094	<1,1	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 580	6	0	0,65	1,8	1,0	1,0
		nach Auslaufbauwerk, km 582	6	3	0,70	<1,2	<0,9	<0,9
ELBE / KBR Brokdorf								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	16	13	<4,46	<5,8	<5,0	<5,7
		Auslaufbauwerk	16	1	<4,46	55,2	21,6	22,6
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	16	16	<0,012	<0,039	nn	nn
		Auslaufbauwerk	16	16	<0,012	<0,048	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	16	16	<0,012	<0,043	nn	nn
		Auslaufbauwerk	16	16	<0,012	<0,049	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,99	<1,6	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	4	4	<0,69	<1,0	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	3	<1,0	4,1	<2,1	1,9
		nach Auslaufbauwerk	4	3	<0,74	1,5	<1,0	<1,0
ELBE / KKS Stade (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk, km 628,9	15	0	1,5	3,25	2,5	1,8
		Auslaufbauwerk	7	1	<5,7	210	96	141
	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 628,9	15	15	<0,0011	<0,0086	nn	nn
		Auslaufbauwerk	7	7	<0,0064	<0,020	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 628,9	15	7	0,0014	<0,0074	0,0026	<0,004
		Auslaufbauwerk	7	7	<0,0057	<0,023	nn	<0,018
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 654	3	3	<0,22	<0,46	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 660	3	2	<0,29	0,54	<0,39	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 654	3	0	3,0	9,9	6,8	4,6
		nach Auslaufbauwerk, km 660	3	0	4,9	5,6	5,2	5,7

GEWÄSSER/ KT-Anlage Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmestelle	Anzahl 2006		Aktivitätskonzentration			
			N	<NWG	Einzelwerte 2006		Jahresmittelwerte	
					Min. Wert	Max. Wert	2006	2005
ELBE / KKB Brunsbüttel								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	24	24	<4,32	<5,8	nn	nn
		Auslaufbauwerk	24	21	<4,35	13,4	<6,0	<7,2
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	24	24	<0,0086	<0,023	nn	nn
		Auslaufbauwerk	24	24	<0,0088	<0,024	nn	nn
	Sr-90	vor Auslaufbauwerk	12	0	0,0036	0,0054	0,0044	0,0041
		Auslaufbauwerk	12	0	0,0038	0,0050	0,0043	0,0042
Cs-137	vor Auslaufbauwerk	24	15	0,0057	<0,024	<0,016	<0,017	
	Auslaufbauwerk	24	21	0,0070	<0,025	<0,017	<0,018	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	4	4	<1,3	<1,5	nn	nn
		5m unterhalb Auslaufbauwerk	4	4	<1,1	<1,4	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	0	2,7	4,4	3,3	4,7
		5m unterhalb Auslaufbauwerk	4	0	1,1	3,2	2,2	2,9
ELBE / TBL / PKA Gorleben								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Schnackenburg, km 474,6	7	1	1,40	<4,85	3,0	2,5
		Dömitz, km 504,4	7	3	1,80	<4,85	2,5	2,8
	Co-60	Schnackenburg, km 474,6	7	7	<0,0009	<0,0075	nn	nn
		Dömitz, km 504,4	7	7	<0,0009	<0,0089	nn	nn
	Cs-137	Schnackenburg, km 474,6	10	7	0,0002	<0,0065	<0,0030	<0,005
		Dömitz, km 504,4	10	6	0,0005	<0,0073	<0,0031	0,0007
	Pu-238	Schnackenburg, km 474,6	1	1	<0,0005	<0,0005	nn	nn
		Dömitz, km 504,4	1	1	<0,0006	<0,0006	nn	nn
Pu-(239 +240)	Schnackenburg, km 474,6	1	1	<0,0005	<0,0005	nn	nn	
	Dömitz, km 504,4	1	1	<0,0006	<0,0006	nn	nn	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Schnackenburg, km 474,6	3	3	<0,26	<0,32	nn	nn
		Dömitz, km 504,4	3	3	<0,28	<0,73	nn	nn
	Cs-137	Schnackenburg, km 474,6	3	0	12	23	16	20
		Dömitz, km 504,4	3	0	7,7	25	18	20
	Pu-238	Schnackenburg, km 474,6	2	2	<0,093	<0,11	nn	nn
		Dömitz, km 504,4	2	2	<0,071	<0,093	nn	nn
	Pu-(239 +240)	Schnackenburg, km 474,6	2	2	<0,093	<0,11	nn	nn
		Dömitz, km 504,4	2	2	<0,071	<0,0,93	nn	nn
ELBE / KALTER BACH / WESENITZ / Forschungszentrum Rossendorf								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Kalter Bach	24	3	<5,0	31,0	18,6	124
		Wesenitz, Dittersbach	2	2	<2,1	<5,7	nn	nn
	Co-60	Kalter Bach	24	11	0,0018	<0,011	0,004	0,0052
		Wesenitz, Dittersbach	2	2	<0,0042	<0,0043	nn	nn
	Cs-137	Kalter Bach	11	1	0,0011	0,024	0,007	0,008
	Pu-238 Pu-(239 +240)		4	3	0,00003	<0,00006	<0,00005	nn
		4	3	<0,00006	0,00016	<0,00011	<0,0002	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Kalter Bach	3	0	0,58	0,98	0,71	0,69
		Wesenitz, Dittersbach	2	2	<0,23	<0,23	nn	nn
		Elbe unterhalb d. Wesenitz	2	2	<0,21	<0,23	nn	nn
	Cs-137	Kalter Bach	3	0	5,1	12,0	7,8	8,7
		Wesenitz, Dittersbach	2	0	1,8	2,6	2,2	4,1
		Elbe unterhalb d. Wesenitz	2	0	1,2	1,7	1,5	6,7
ALLER / Endlager Morsleben								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Salzbach	4	4	<5,0	<6,0	nn	nn
		nach Salzbach	4	4	<5,0	<6,0	nn	nn
	Co-60	vor Salzbach	4	4	<0,006	<0,006	nn	nn
		nach Salzbach	4	4	<0,006	<0,007	nn	nn
	Cs-137	vor Salzbach	4	4	<0,005	<0,006	nn	nn
		nach Salzbach	4	4	<0,005	<0,006	nn	nn
Gß	vor Salzbach	12	0	0,38	0,48	0,42	0,40	
	nach Salzbach	12	0	0,42	0,58	0,49	0,47	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Belsdorf	1	1	<0,22	<0,22	nn	nn
		Schwanefeld	1	1	<0,21	<0,21	nn	nn
	Cs-137	Belsdorf	1	0	4,8	4,8	4,8	6,9
		Schwanefeld	1	0	2,7	2,7	2,7	5,4

GEWÄSSER/ KT-Anlage Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmestelle	Anzahl 2006		Aktivitätskonzentration			
					Einzelwerte 2006		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	Min. Wert	Max. Wert	2006	2005
HAVEL / KKR Rheinsberg (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	50m vor Einleitstelle	5	5	<5,0	<9,4	nn	nn
		50m nach Einleitstelle	5	5	<5,0	<9,4	nn	nn
	Co-60	50m vor Einleitstelle	16	16	<0,0014	<0,0097	nn	nn
		50m nach Einleitstelle	16	16	<0,0013	<0,0080	nn	nn
		Cs-137	50m vor Einleitstelle	16	0	0,0020	0,014	0,007
50m nach Einleitstelle	16		0	0,0030	0,0098	0,0062	0,006	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	50m vor Einleitstelle	2	2	<0,11	<0,15	nn	nn
		50m nach Einleitstelle	2	2	<0,094	<0,11	nn	nn
	Cs-137	50m vor Einleitstelle	2	0	15	16	16	16,5
		50m nach Einleitstelle	2	0	3,6	3,6	3,6	3,0
GREIFSWALDER BODDEN / KGR Greifswald (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Zulaufkanal	14	13	3,0	<5,0	<4,8	<4,8
		nach Auslauf (Hafenbecken)	14	13	3,0	<5,0	<4,8	nn
	Co-60	Zulaufkanal	14	14	<0,0020	<0,049	nn	nn
		nach Auslauf (Hafenbecken)	14	14	<0,0029	<0,049	nn	nn
	Cs-137	Zulaufkanal	14	10	0,0049	0,058	<0,040	<0,040
nach Auslauf (Hafenbecken)		14	11	<0,013	<0,060	<0,044	<0,044	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Zulaufkanal	1	1	<0,21	<0,21	nn	nn
		nach Auslauf (Hafenbecken)	1	1	<0,21	<0,21	nn	nn
	Cs-137	Zulaufkanal	1	0	8,0	8,0	8,0	6,0
		nach Auslauf (Hafenbecken)	1	0	7,4	7,4	7,4	3,9

a) Daten lagen nicht vor

nn nicht nachgewiesen / nachweisbar

2.2.4 Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus kerntechnischen Anlagen (Discharges of radioactive substances with waste water from nuclear facilities)

In den Tabellen 2.2.4-1 bis 2.2.4-3 sind die von den Atomkraftwerken, Forschungszentren und Kernbrennstoff verarbeitenden Betrieben in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2006 mit dem Abwasser abgegebenen radioaktiven Stoffe zusammengestellt. Aus dem Kontrollbereich des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) wurden 2006 insgesamt 5,2 m³ (Vorjahr: 4,3 m³) Abwasser abgeleitet (Tabelle 2.2.4-4).

Sämtliche Abgaben radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus Atomkraftwerken (Tabelle 2.2.4-1) liegen in der Größenordnung der Abgaben der Vorjahre und unterschreiten die entsprechenden Genehmigungswerte deutlich.

Für Druck- und Siedewasserreaktoren lagen die insgesamt abgegebenen Mengen an Spalt- und Aktivierungsprodukten bei 0,6 GBq bzw. 3,1 GBq. Die Tritiumabgaben lagen für die Druckwasserreaktoren bei 187 TBq und für die Siedewasserreaktoren bei 6 TBq.

Die Abgaben radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus den Kernforschungszentren (Tabelle 2.2.4-2) und den Kernbrennstoff verarbeitenden Betrieben (Tabelle 2.2.4-3) liegen bezüglich der einzelnen Radionuklidgruppen ebenfalls in der Größenordnung der Abgaben der letzten Jahre.

Tabelle 2.2.4-1 Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus Atomkraftwerken in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2006 (Summenwerte, Tritium und Alphastrahler)
(Discharges of radioactive substances with waste water form nuclear power plants in Germany in the year 2006 - summation values, tritium and alpha sources)

Radionuklid Atomkraftwerk	Spalt und Aktivierungs- produkte (außer Tritium)	Tritium	α -Strahler
Siedewasserreaktoren			
Kahl ¹⁾	1,1 E05	1,9 E06	5,9 E03
Lingen ¹⁾	7,8 E06	4,5 E08	
Würgassen ¹⁾	5,2 E07	2,0 E11	
Brunsbüttel	1,9 E08	2,9 E11	
Isar 1	1,1 E08	5,2 E11	
Philippsburg 1	2,4 E08	3,8 E11	
Krümmel	1,1 E07	5,6 E11	
Gundremmingen	2,5 E09	3,9 E12	
Druckwasserreaktoren			
Obrigheim	1,7 E08	8,2 E10	4,1 E04
Stade ¹⁾	1,6 E07	1,9 E12	
Biblis Block A	2,4 E08	1,8 E13	
Biblis Block B	4,3 E07	1,4 E13	
Neckar 1		1,2 E13	
Unterweser	3,4 E07	1,3 E13	
Grafenrheinfeld	1,6 E07	1,5 E13	
Grohnde	2,0 E05	2,0 E13	
Philippsburg 2	9,6 E07	1,4 E13	
Mülheim-Kärlich ¹⁾	5,0 E06	8,9 E07	
Brokdorf	1,8 E05	1,6 E13	
Isar 2		2,3 E13	
Emsland		1,8 E13	
Neckar 2		2,1 E13	
Greifswald Block 1 bis 5 ¹⁾			
Rheinsberg ¹⁾	6,2 E06		

1) Anlage stillgelegt

Wird kein Zahlenwert angegeben, liegt die Aktivitätsableitung unterhalb der Nachweisgrenze

Tabelle 2.2.4-2 Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus Forschungszentren im Jahr 2006
(Discharges of radioactive substances with waste water from research centres in the year 2006)

Forschungszentrum	Spalt- und Aktivierungsprodukte (außer Tritium)	Tritium	α-Strahler
	Aktivität in Bq		
Karlsruhe (einschließlich Wiederaufbereitungsanlage)	2,0 E07	1,6 E12	1,3 E06
Jülich	8,2 E07	6,6 E11	
GKSS Geesthacht	2,3 E07	3,6 E08	2,6 E04
HMI Berlin	1,3 E05	5,1 E08	
Garching FRM I			
Garching FRM II	5,8 E07	2,6 E09	
Rosendorf	4,4 E06	1,8 E09	1,5 E05

Wird kein Zahlenwert angegeben, liegt die Aktivitätsabgabe unterhalb der Nachweisgrenze

Tabelle 2.2.4-3 Ableitungen radioaktiver Stoffe (Alpha-Aktivität) mit dem Abwasser aus Kernbrennstoff verarbeitenden Betrieben im Jahr 2006
(Discharges of radioactive substances - alpha activity - with waste water from nuclear fuel production plants in the year 2006)

Betrieb	α-Strahler
	Aktivität in Bq
NUKEM GmbH ^{a)}	
SIEMENS AG Brennelementwerk Hanau Betriebsteil MOX-Verarbeitung ^{a)} Betriebsteil Uran-Verarbeitung ^{a)}	
ANF GmbH (Lingen)	nn
URENCO (Gronau)	2,3 E03

^{a)} Anlagen im Laufe des Jahres 2006 aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen, damit endet die Berichterstattung über radioaktive Ableitungen

nn nicht nachgewiesen

Tabelle 2.2.4-4 Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus dem Endlager Morsleben im Jahr 2006 (Vorjahreswerte in Klammern)
(Discharges of radioactive substances with waste water from the final repository Morsleben in the year 2006 - values of 2005 in brackets)

Radionuklid	Aktivitätsabgabe in Bq
Tritium	4,0 E 05 (1,6 E 04)
Nuklidgemisch (außer Tritium)	8,4 E 02 (2,9 E 03)

2.3 Böden (Soil)

2.3.1 Boden, Pflanzen und Futtermittel (Soil, plants, and animal feedstuffs)

Zur Ermittlung radioaktiver Kontamination von als Weiden und Wiesen genutzten Böden werden jährlich Messungen durchgeführt. Diese Messwerte sind in Tabelle 2.3.1-1 zusammengefasst. In Tabelle 2.3.1-2 sind entsprechende Werte für Ackerböden und in Tabelle 2.3.1-3 für Waldböden wiedergegeben. Für nicht genannte Bundesländer liegen jeweils keine vergleichbaren Daten vor.

In Tabelle 2.3.1-4 sind für die genannten Aufwuchsarten die ermittelten Mittel- und Maximalwerte für Cs-137 und - sofern vorhanden - Sr-90 zusammengefasst. Zum Vergleich sind die entsprechenden Mittelwerte für die beiden Vorjahre aufgenommen worden. In einigen Ländern wurden weitere im Inland erzeugte und importierte Futtermittelrohstoffe überwacht. Entsprechende Messergebnisse sind in den Tabellen 2.3.1-5 und 2.3.1-6 zusammengestellt. In Tabelle 2.3.1-7 sind Messergebnisse von pflanzlichen Indikatoren (Blätter, Nadeln, Gras, Farne) wiedergegeben. In den Tabellen 2.3.1-5 bis 2.3.1-7 sind die Ergebnisse aus Platzgründen nur summarisch für das Bundesgebiet und nicht für einzelne Länder aufgeführt.

**Tabelle 2.3.1-1 Radioaktive Kontamination von Weideböden
(Radioactive contamination of pasture soil)**

Bundesland	Jahr	Entnahmetiefe (cm)	Aktivität in Bq/kg TM					
			Cs-137			Sr-90		
			N	Mittelwert	Max. Wert	N	Mittelwert	Max. Wert
Baden-Württemberg	2004	0 - 10	14	42,2	118,0	10	2,1	5,4
	2005	0 - 10	12	35,7	116,0	7	2,5	6,9
	2006	0 - 10	11	41,8	121,6	7	1,4	3,0
Bayern	2004	0 - 10	18	101,4	425,0	17	1,7	4,3
	2005	0 - 10	19	87,1	358,0	17	5,8	10,6
	2006	0 - 10	19	91,0	304,3	17	4,7	9,1
Berlin	2004	0 - 10	4	11,3	15,8	1	2,6	-
	2005	0 - 10	4	14,8	21,0	1	2,0	-
	2006	0 - 10	4	9,1	18,1	1	0,7	-
Brandenburg	2004	0 - 10	15	14,2	47,8	6	1,8	2,7
	2005	0 - 10	7	17,9	58,0	2	2,5	2,6
	2006	0 - 10	7	24,3	69,0	4	3,8	7,6
Bremen	2004	0 - 10	1	7,6	-	1	4,9	-
	2005	0 - 10	1	23,5	-	1	1,2	-
	2006	0 - 10	1	5,5	-	1	0,5	-
Hamburg	2004	0 - 10	2	5,8	7,2	1	1,0	-
	2005	0 - 10	1	10,1	-	-	-	-
	2006	0 - 10	1	8,9	-	-	-	-
Hessen	2004	0 - 10	5	20,0	35,7	3	2,8	5,3
	2005	0 - 10	2	23,1	28,9	-	-	-
	2006							
Mecklenburg-Vorpommern	2004	0 - 10	8	17,2	61,8	4	0,6	0,8
	2005	0 - 10	8	20,0	83,1	4	0,7	0,8
	2006	0 - 10	2	13,7	15,2	-	-	-

Bundesland	Jahr	Entnahmetiefe (cm)	Aktivität in Bq/kg TM					
			Cs-137			Sr-90		
			N	Mittelwert	Max. Wert	N	Mittelwert	Max. Wert
Niedersachsen	2004	0 - 10	9	30,7	69,1	4	2,5	3,2
	2005	0 - 10	13	28,8	71,5	4	9,1	17,6
	2006	0 - 10	9	31,0	127,0	4	2,4	3,1
Nordrhein-Westfalen	2004	0 - 10	20	16,6	68,9	5	<5,4	22,4*
	2005	0 - 10	20	<11,7	29,3	6	4,1	17,8*
	2006	0 - 10	20	12,8	30,8	5	1,9	5,5
Rheinland-Pfalz	2004	0 - 10	6	16,2	23,9	2	0,8	0,9
	2005	0 - 10	7	21,2	26,4	4	1,3	1,7
	2006	0 - 10	8	19,3	27,9	3	1,3	1,8
Saarland	2004	0 - 10	3	14,3	24,1	2	1,8	2,2
	2005	0 - 10	2	14,3	20,8	2	1,7	1,8
	2006	0 - 10	2	11,7	14,8	2	14,6	18,6
Sachsen	2004	0 - 10	6	16,1	44,7	5	1,3	2,6
	2005	0 - 10	6	13,9	34,8	5	1,2	2,6
	2006	0 - 10	6	15,1	38,4	5	1,1	2,1
Sachsen-Anhalt	2004	0 - 10	4	9,3	15,0	a)		
	2005	0 - 10	1	15,4	-	a)		
	2006	0 - 10	1	36,6	-	a)		
Schleswig-Holstein	2004	0 - 10	7	14,4	21,5	5	1,6	1,6
	2005	0 - 10	8	16,3	28,0	6	1,3	2,0
	2006	0 - 10	8	15,5	27,1	6	1,3	2,1
Thüringen	2004	0 - 10	6	22,9	35,4	3	1,8	1,9
	2005	0 - 10	6	24,7	37,7	3	1,2	1,7
	2006	0 - 10	6	24,8	32,0	3	1,6	1,8

a) Messwerte lagen nicht vor

* Der Sr-90-Wert ist nicht repräsentativ für die Gesamtmessung in diesem Bereich

Mittelwert ohne diesen Wert <1,2 Bq/kg TM; höchster Wert 3,5 Bq/kg TM 2004

Mittelwert ohne diesen Wert 1,4 Bq/kg TM; höchster Wert 3,8 Bq/kg TM 2005

- Messung / Angabe nicht erforderlich

**Tabelle 2.3.1-2 Radioaktive Kontamination von Ackerböden
(Radioactive contamination of arable soil)**

Bundesland	Jahr	Entnahmetiefe (cm)	Aktivität in Bq/kg TM					
			Cs-137			Sr-90		
			N	Mittelwert	Max. Wert	N	Mittelwert	Max. Wert
Baden-Württemberg	2004	0 - 30	10	25,9	95,3	a)		
	2005	0 - 30	11	25,1	78,5	a)		
	2006	0 - 30	8	26,4	96,0	1	3,5	-
Bayern	2004	0 - 30	26	29,1	195,0	3	2,7	6,4
	2005	0 - 30	25	25,9	147,0	3	2,8	5,8
	2006	0 - 30	25	28,5	179,9	3	5,6	12,1
Berlin	2004	0 - 30	1	8,7	-	1	2,1	-
	2005	0 - 30	2	7,7	9,2	1	1,3	-
	2006	0 - 30	2	6,9	7,9	1	0,7	-

Bundesland	Jahr	Entnahmetiefe (cm)	Aktivität in Bq/kg TM					
			Cs-137			Sr-90		
			N	Mittelwert	Max. Wert	N	Mittelwert	Max. Wert
Brandenburg	2004	0 - 30	9	11,2	32,0	2	1,0	1,5
	2005	0 - 30	9	11,3	28,0	3	0,8	1,5
	2006	0 - 30	9	8,9	21,0	3	0,6	0,9
Bremen	2004	0 - 30	2	4,1	4,4	1	1,4	-
	2005	0 - 30	2	7,4	10,6	1	0,7	-
	2006	0 - 30	2	5,0	8,2	1	1,1	-
Hamburg	2004	0 - 30	1	7,8	-	1	1,1	-
	2005	0 - 30	1	7,6	-	1	0,9	-
	2006	0 - 30	1	7,1	-	1	0,9	-
Hessen	2004	0 - 10	7	11,1	20,9	2	1,2	1,5
	2005	0 - 30	6	10,6	18,3	2	1,3	1,5
	2006	0 - 30	6	11,0	20,4	2	0,7	1,2
Mecklenburg-Vorpommern	2004	0 - 30	7	9,1	19,7	2	0,9	1,0
	2005	0 - 30	7	11,1	26,9	2	1,0	1,4
	2006	0 - 30	7	9,5	17,5	2	1,1	1,9
Niedersachsen	2004	0 - (25/30)	24	<10,8	50,0	9	2,8	4,1
	2005	0 - (25/30)	27	11,4	37,8	7	3,7	13,5
	2006	0 - (25/30)	22	13,0	53,9	10	1,3	2,1
Nordrhein-Westfalen	2004	0 - 30	20	<10,8	53,9	5	1,6	4,9
	2005	0 - 30	19	8,9	20,9	5	1,1	2,6
	2006	0 - 30	20	8,8	16,4	5	2,0	5,5
Rheinland-Pfalz	2004	0 - (25/30)	6	8,3	17,2	2	0,9	1,1
	2005	0 - (25/30)	6	8,3	16,0	2	1,3	1,8
	2006	0 - (25/30)	7	8,7	17,3	3	0,5	0,5
Saarland	2004	a)				a)		
	2005	0 - 30	1	10,2	-	a)		
	2006	0 - 30	1	8,6	-	a)		
Sachsen	2004	0 - 30	6	9,3	21,4	a)		
	2005	0 - 30	6	9,4	21,2	a)		
	2006	0 - 30	6	8,5	19,6	a)		
Sachsen-Anhalt	2004	0 - 30	13	22,1	111,0	5	1,1	2,0
	2005	0 - 30	12	12,9	48,1	5	0,5	0,8
	2006	0-30	13	12,4	25,7	5	<0,6	0,9
Schleswig-Holstein	2004	0 - 30	5	7,2	12,0	a)		
	2005	0 - 30	5	8,5	11,1	a)		
	2006	0 - 30	5	8,0	11,9	a)		
Thüringen	2004	0 - 30	6	10,7	17,6	2	1,2	1,3
	2005	0 - 30	6	9,9	14,7	2	1,3	1,3
	2006	0 - 30	7	10,3	16,1	2	1,2	1,2

a) Messwerte lagen nicht vor

- Messung/Angabe nicht erforderlich

Tabelle 2.3.1-3 Radioaktive Kontamination von Waldböden
(Radioactive contamination of forest soil)

Bundesland	Jahr	Entnahmetiefe (cm)	Aktivität in Bq/kg TM					
			Cs-137			Sr-90		
			N	Mittelwert	Max. Wert	N	Mittelwert	Max. Wert
Hessen	2004	0 - 10	4	49,0	86,9	2	2,8	5,0
	2005	0 - 10	4	35,8	60,6	2	2,8	4,7
	2006	0 - 10	3	17,4	33,7	1	0,8	
Niedersachsen	2004	0 - 10	2	180,0	343,0	a)		
	2005	0 - 10	2	95,8	170,0	a)		
	2006	0 - 10	2	22,0	23,1	a)		
Nordrhein-Westfalen	2004	0 - 10	6	64,3	206,0	a)		
	2005	0 - 10	6	46,7	138,0	a)		
	2006	0 - 10	6	63,5	204,0	a)		

a) Messwerte lagen nicht vor

Tabelle 2.3.1-4 Radioaktive Kontamination von Weide- und Wiesenbewuchs
(Radioactive contamination of pasture and meadow vegetation)

Bundesland	Jahr	Aktivität in Bq/kg TM, ab 2005 Bq/kg FM					
		Cs-137			Sr-90		
		N	Mittelwert	Max. Wert	N	Mittelwert	Max. Wert
Baden-Württemberg	2004	20	<1,8	7,2	10	1,8	3,7
	2005	19	<0,6	7,7	8	0,4	1,1
	2006	17	<0,5	1,6	8	0,7	1,9
Bayern	2004	79	<3,2	29,1	30	1,9	4,9
	2005	71	<1,1	15,6	26	0,6	1,6
	2006	89	<0,9	15,2	33	0,7	1,7
Berlin	2004	2	<1,5	2,6	1	0,5	-
	2005	2	0,8	1,1	1	0,6	-
	2006	2	0,5	0,8	1	0,2	-
Brandenburg	2004	23	2,9	11,0	8	1,6	3,2
	2005	16	<0,7	4,0	5	0,4	0,6
	2006	17	<2,0	17,0	8	0,5	1,2
Bremen	2004	2	<1,6	2,6	1	3,7	-
	2005	2	0,7	1,4	1	0,08	-
	2006	2	0,3	0,4	1	0,7	-
Hamburg	2004	2	1,0	1,0	1	2,1	-
	2005	1	<0,2	-	a)		
	2006	1	0,2	-	a)		
Hessen	2004	5	<1,7	4,5	3	3,6	5,9
	2005	15	<0,4	2,0	8	0,6	1,1
	2006	15	<0,5	2,3	8	0,6	1,0
Mecklenburg-Vorpommern	2004	25	<3,2	32,6	12	1,3	3,4
	2005	25	<0,5	4,3	12	0,2	0,4
	2006	25	<0,4	7,6	12	0,2	0,4

Bundesland	Jahr	Aktivität in Bq/kg TM, ab 2005 Bq/kg FM					
		Cs-137			Sr-90		
		N	Mittelwert	Max. Wert	N	Mittelwert	Max. Wert
Nieder-sachsen	2004	41	<4,0	61,8	20	2,3	3,1
	2005	56	<1,4	13,0	20	0,4	1,7
	2006	39	< 0,7	6,2	20	0,2	0,5
Nordrhein-Westfalen	2004	22	<1,1	2,8	9	1,4	3,7
	2005	19	<0,2	0,5	8	0,6	2,6
	2006	21	<0,3	0,5	9	0,2	0,3
Rheinland-Pfalz	2004	7	<0,4	<0,6	3	1,3	1,8
	2005	8	<0,4	1,0	5	0,5	0,8
	2006	9	<0,2	0,4	4	0,5	1,1
Saarland	2004	2	<0,2	<0,2	1	2,4	
	2005	2	<0,2	<0,2	1	0,2	
	2006	2	<0,2	<0,2	1	0,2	
Sachsen-Anhalt	2004	18	<0,8	3,5	7	1,2	2,3
	2005	14	<0,4	2,0	7	0,2	0,4
	2006	14	< 0,4	1,8	7	0,4	0,9
Sachsen	2004	20	<1,5	8,8	10	1,3	2,5
	2005	20	<0,6	10,3	10	0,3	0,5
	2006	20	<0,4	3,3	10	0,2	0,5
Schleswig-Holstein	2004	20	<1,0	2,9	10	2,2	3,4
	2005	21	<0,2	0,5	11	0,4	0,6
	2006	21	<0,2	0,5	11	0,4	0,7
Thüringen	2004	12	<0,6	1,7	6	1,7	2,5
	2005	12	<0,1	0,3	6	0,3	0,4
	2006	12	<0,2	0,7	6	1,4	2,6

a) Messwerte lagen nicht vor

Tabelle 2.3.1-5 Radioaktive Kontamination einiger Futtermittel (Produkte aus dem Inland)
(Radioactive contamination of some feedstuffs - inland production)

Futtermittel	Jahr	Aktivität in Bq/kg TM					
		Cs-137			Sr-90		
		N	Mittelwert	Max. Wert	N	Mittelwert	Max. Wert
Mais u. Maissilagen	2004	245	<0,5	5,3	1	<0,03	
	2005	251	<0,5	6,6	1	0,02	
	2006	256	<0,5	6,8	1	0,04	
Futterrüben	2004	39	<1,1	24,9	-		
	2005	27	<0,4	1,1	-		
	2006	37	<1,1	25,7	-		
Futtergetreide	2004	140	<0,3	1,6	-		
	2005	147	<0,2	0,9	-		
	2006	141	<0,2	1,1	-		

Futtermittel	Jahr	Aktivität in Bq/kg TM					
		Cs-137			Sr-90		
		N	Mittelwert	Max. Wert	N	Mittelwert	Max. Wert
Futterkartoffeln	2004	82	<0,4	2,8	-		
	2005	70	<0,5	3,6	-		
	2006	76	<0,4	1,6	-		
Erbsen	2004	2	<0,2	<0,2	1	0,7	
	2005	4	<0,2	<0,2	-		
	2006	3	<0,3	0,7	-		
Raps	2004	4	<0,2	<0,3	-		
	2005	7	<0,3	0,5	-		
	2006	22	<0,2	0,7	-		
Ölkuchen/ Ölschrote	2004	1	<1,3	-	-		
	2005	3	<0,3	0,3	-		
	2006	5	<0,3	0,4	-		

- Messung / Angabe nicht erforderlich

Tabelle 2.3.1-6 Radioaktive Kontamination von Futtermittelimporten
(Radioactive contamination of imported feedstuffs)

Futtermittel	Jahr	N	Aktivität in Bq/kg TM	
			Cs-137	
			Mittelwert	Max. Wert
Futtergetreide	2004	6	<0,23	0,13
	2005	8	<0,15	<0,24
	2006	8	<0,21	<0,5
Mais, Maisprodukte	2004	24	<0,25	0,93
	2005	19	<0,20	<0,68
	2006	17	<0,21	0,5
Heu, Cobs	2006	5	<0,5	<0,6
Maniok, Tapioka	2004	5	<0,3	<0,4
	2005	2	<0,2	<0,3
	2006	a)		
Ölkuchen, Ölschrote	2004	82	<0,4	1,2
	2005	75	<0,4	1,0
	2006	91	<0,3	1,3
Erbsen	2004	2	<0,2	<0,3
	2005	a)		
	2006	a)		
Leguminosen, Lupinen	2004	1	0,5	
	2005	2	<0,6	0,6
	2006	a)		
Fischmehl	2004	1	<0,15	
	2005	1	0,3	
	2006	1	0,2	

Futtermittel	Jahr	N	Aktivität in Bq/kg TM	
			Cs-137	
			Mittelwert	Max. Wert
Kraffttermischung	2006	2	1,3	2,4
Tiernebenprodukte	2004	2	<0,14	<0,15
	2005	a)		
	2006	a)		
Kartoffeleiweiß	2005	2	<0,21	0,35
	2006	a)		
Molkenpulver	2004	2	<0,3	0,3
	2005	1	0,5	
	2006	1	<0,3	
Citrustrester	2004	8	<0,08	1,1
	2005	7	<0,3	<0,3
	2006	1	<0,2	

- a Messwerte lagen nicht vor
 - Messung/Angabe nicht erforderlich

Tabelle 2.3.1-7 Radioaktive Kontamination von Pflanzen (Indikatoren)
(Radioactive contamination of plants (indicators))

Pflanzenindikator	Jahr	N	Aktivität in Bq/kg TM	
			Cs-137	
			Mittelwert	Max. Wert
Blätter	2004	109	< 9,3	72,0
	2005	114	< 15,9	665,7
	2006	109	< 13,4	632,0
Nadeln	2004	53	< 39,4	831,0
	2005	55	< 44,0	751,0
	2006	51	< 50,1*	1.398,0**
Gras	2004	108	< 14,2	303,0
	2005	113	< 18,6	364,0
	2006	106	< 20,8*	759,0**
Farne (Thüringen)	2004	2	107,8	214,0
	2005	3	< 203,1	607,0
	2006	2	239,6	466,0

* Der Wert ist nicht repräsentativ für die Gesamtmessung in diesem Bereich

Mittelwert ohne den höchsten Wert bei Nadeln <23,1

Mittelwert ohne den höchsten Wert bei Gras <10,6.

** Der Wert ist nicht repräsentativ

2.3.2 Boden und Bewuchs in der Umgebung kerntechnischer Anlagen
(Soil and vegetation from the surroundings of nuclear facilities)

In der Umgebung kerntechnischer Anlagen ist die Situation in Bezug auf Radioaktivität im Boden nach wie vor durch die zurückliegenden Depositionen nach den Kernwaffenversuchen der sechziger Jahre und nach dem Tschernobylunfall im Jahre 1986 geprägt, wobei die aktuellen Aktivitätskonzentrationen auf einem sehr niedrigen Niveau liegen. Die Ergebnisse der Überwachung nach der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen sind für Boden und Bewuchs in den Tabellen 2.3.2-1 und 2.3.2-2 zusammengefasst. Die vorliegenden Messwerte lassen im Vergleich mit anderen Orten in der Bundesrepublik keine Erhöhung der Radioaktivität erkennen.

Tabelle 2.3.2-1 Radioaktivität des Bodens in der näheren Umgebung kerntechnischer Anlagen
(Radioactivity of the soil in the vicinity of nuclear power plants)

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg TM					
		2004		2005		2006	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
BADEN-WÜRTTEMBERG							
FZ Karlsruhe	Cs-137	5	11,4	8	9,2	a)	
	Pu-238	4	0,11	7	<0,87	a)	
	Pu-(239+240)	4	<0,08	7	<0,57	a)	
KWO Obrigheim	Cs-137	8	9,8	8	8,3	4	11,0 (8,9-13,0)
GKN Neckarwestheim	Cs-137	4	10,8	8	10,4	4	8,0 (2,9-13,0)
KKP Philippsburg	Cs-137	6	10,3	8	14,6	4	17,3 (12,0-22,0)
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	8	25,1	8	24,3	a)	
KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	4	11,1	4	10,8	a)	
TRIGA Heidelberg	Cs-137	2	b)13,6;16,5	2	b)14,9;15,6	1	15,3
BAYERN							
VAK Kahl	Cs-137	2	9,8	2	25,0	2	8,6 (5,3-11,9)
KRB Gundremmingen	Cs-137	10	38,2	10	41,0	8	29,5 (18,4-46,3)
KKI Isar	Cs-137	12	56,8	12	42,8	12	40,8 (10,0-72,0)
KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	10	7,6	10	6,4	10	5,5 (3,5-8,2)
Forschungsreaktor München	Cs-137	2	110,0	4	19,8	4	52,6 (25,0-83,6)
Framatome ANP Erlan- gen KWU	Cs-137	4	21,7	4	15,7	4	22,8 (15,7-40,2)
	Pu-238	1	0,08	2	0,23	2	b) 0,05;0,23
	Pu-(239+240)	4	0,18	2	1,7	4	<0,09 (<0,07-0,12)
	U-235	4	0,41	4	<1,45	4	<0,43 (0,4-<0,5)
	U-238	4	9,1	4	21,2	4	6,8 (4,9-8,9)
	Am-241	4	<0,12	4	<0,28)	4	<0,07 (<0,06-<0,07)
Framatome ANP Karl- stein KWU	Cs-137	2	17,5	1	7,0	2	12,9 (9,3-16,5)

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg TM					
		2004		2005		2006	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
SBWK Karlstein	Pu-238	2	<0,08	1	<0,036	2	<0,1 (<0,07-0,13)
	Pu-(239+240)	2	<0,14	1	<0,051	2	<0,14 (<0,13-0,15)
	U-235	2	0,26	1	0,21	2	0,33 (0,18-0,48)
	U-238	2	5,4	1	5,9	2	7,0 (5,3-8,7)
	Gesamt- α	a)		a)		a)	
BERLIN							
Forschungsreaktor BERII	Cs-137	8	13,6	8	17,2	9	13,1 (4,7-19,2)
BRANDENBURG							
KKR Rheinsberg	Cs-137	8	9,7	16	6,5	8	8,4 (1,6-15,0)
HESSEN							
KWB Biblis	Cs-137	10	7,5	10	8,8	4	6,8 (6,4-7,2)
Nuklearbetriebe Hanau	Gesamt- α	8	250	4	310	a)	
	Asche					a)	
	Rest- β Asche	a)		a)		a)	
	Pu-(239+240) Asche	4	0,15	2	<0,07	a)	
MECKLENBURG-VORPOMMERN							
KGR Greifswald	Cs-137	19	9,3	8	4,2	6	5,6 (0,2-11,7)
	U-235	a)		a)		a)	
Zwischenlager Nord	Cs-137	28	<7,1	24	<4,6	18	<5,2 (<0,6-12,3)
NIEDERSACHSEN							
KKS Stade	Cs-137	14	9,7	14	9,5	8	10,8 (3,9-25,0)
	Sr-90	a)		a)		a)	
KKU Unterweser	Cs-137	12	19,3	12	21,1	12	16,9 (5,5-40,5)
	Sr-90	a)		a)		a)	
KWG Grohnde	Cs-137	10	14,9	10	10,5	10	11,0 (6,5-15,2)
	Sr-90	a)		a)		a)	
KKE Emsland	Cs-137	10	18,2	10	15,1	10	13,8 (8,1-25,0)
	Sr-90	a)		a)		a)	
Zwischenlager Gorleben	Cs-137	26	29,5	26	31,5	26	27,3 (12,3-55,0)
	Sr-90	4	1,4	4	2,6	3	3,0 (1,0-4,0)
	Pu-238	2	0,08	2	<0,12	2	<0,08 (<0,08-<0,08)
	Pu-(239+240)	2	<0,08	2	<0,12	2	<0,07 (<0,07-<0,08)
FMRB Braunschweig	Cs-137	8	13,4	4	16,4	a)	
	Gesamt- α	a)		a)		a)	
Schacht Konrad II c)	Cs-137	a)		a)		a)	
	Sr-90	a)		a)		a)	

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg TM					
		2004		2005		2006	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
Advanced Nuclear Fuels Lingen	Cs-137	12	13,2	12	8,5	a)	
	U-234	a)		a)		a)	
	U-235	a)		a)		a)	
	U-238	a)		a)		a)	
Forschungsbergwerk Asse	Cs-137			4	9,7	a)	
NORDRHEIN-WESTFALEN							
FZ Jülich	Cs-137	10	9,8	10	7,7	10	7,0 (4,1-11,6)
	Sr-90	6	1,0	6	1,2	6	1,4 (0,8-3,1)
KWW Würgassen	Cs-137	19	15,2	20	19,3	20	19,4 (6,8-83,5)
THTR Uentrop	Cs-137	8	12,7	8	20,5	8	32,9 (8,2-126,0)
	Sr-90	a)		a)		a)	
Zwischenlager Ahaus	Cs-137	6	10,9	5	8,2	5	9,5 (6,1-16,0)
	Sr-90	5	0,5	5	0,6	5	0,4 (0,3-0,7)
UAG Gronau	U-238	10	<0,2	10	<0,2	a)	
RHEINLAND-PFALZ							
KMK Mülheim-Kärlich	Cs-137	5	14,9	4	7,4	4	10,3 (6,2-14,0)
KKW Cattenom (Frankreich)	Cs-137	a)		a)		a)	
SACHSEN							
VKTA Rossendorf	Cs-137	16	8,3	16	6,6	16	8,2 (2,6-13,0)
SACHSEN-ANHALT							
Endlager Morsleben	Cs-137	8	9,5	7	7,5	8	7,9 (3,4-11,0)
	Sr-90	4	0,3	4	0,2	4	0,3 (0,2-0,4)
	Gesamt-β	4	620	4	620	4	605 (560-650)
SCHLESWIG-HOLSTEIN							
GKSS Geesthacht	Cs-137	10	12,0	5	12,9	10	11,8 (5,7-20,5)
	Sr-90	2	0,3	1	0,4	2	0,4(0,3-0,4)
KKB Brunsbüttel	Cs-137	8	30,5	6	20,4	8	25,9 (14,0-44,7)
	Sr-90	2	b)0,8;4,7	2	b)0,9;3,3	2	b) 0,9;3,9
KKK Krümmel	Cs-137	12	6,6	6	6,6	12	6,4 (4,5-8,6)
	Sr-90	6	0,8	3	0,5	6	0,6 (0,5-0,8)
KBR Brokdorf	Cs-137	16	17,1	8	15,1	16	<17,4 (<1,4-33,0)
	Sr-90	8	2,0	4	2,1	8	1,9 (0,7-3,1)

a) Messwerte lagen nicht vor

b) Mittelwertberechnung nicht sinnvoll; Angabe der Einzelwerte

c) Der Planfeststellungsbeschluss für das Endlagerprojekt Konrad liegt vor. Gegen diesen Beschluss wurden mehrere Klagen eingereicht. Die Schachtanlage befindet sich bis zur gerichtlichen Entscheidung im Offenhaltungsbetrieb

Tabelle 2.3.2-2 Radioaktivität des Bewuchses in der näheren Umgebung kerntechnischer Anlagen
(Radioactivity of vegetation in the vicinity of nuclear power plants)

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg TM				Aktivität in Bq/kg FM	
		2004		2005		2006	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
BADEN-WÜRTTEMBERG							
FZ Karlsruhe	Cs-137	6	0,8	6	1,4	a)	
	Pu-238	4	<0,02	4	<0,03	a)	
	Pu-(239+240)	4	<0,02	4	<0,04	a)	
KWO Obrigheim	Cs-137	8	<0,8	8	<0,7	4	<0,2 (0,07-<0,3)*
GKN Neckarwestheim	Cs-137	4	0,6	8	<0,4	4	<0,11 (0,02-<0,23)*
KKP Philippsburg	Cs-137	6	1,3	8	1,9	4	<0,12 (<0,08-0,2)
	Sr-90	a)		a)		a)	
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	8	2,3	8	2,9	a)	
KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	4	0,5	4	0,7	a)	
TRIGA Heidelberg	Cs-137	2	b)0,1; 0,5	2	b)1,6; 0,7	a)	
BAYERN							
VAK Kahl	Cs-137	2	<0,2	2	<0,26	2	0,06 (0,04-0,09)*
KRB Gundremmingen	Cs-137	10	<1,1	10	<1,7	8	<0,35 (0,09-1,21)
KKI Isar	Cs-137	12	4,2	12	1,13	12	0,42 (0,08-1,14)
KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	10	<0,6	10	<0,49	10	<0,31 (<0,09-<0,82)
Forschungsreaktor München	Cs-137	4	0,9	4	8,8	4	0,82 (0,10-1,50)
Framatome ANP Erlan- gen KWU	Cs-137	4	<1,2	4	<1,53	4	<1,17 (<0,16-3,7)
	Pu-238	a)		2	<0,03	2	<0,03 (<0,03 -<0,04)
	Pu-(239+240)	2	<0,09	2	<0,04	4	<0,05 (<0,03 -<0,09)
	U-235	a)		4	<0,03	4	<0,06 (<0,02-<0,09)
	U-238	a)		4	0,24	4	<0,05 (<0,04-<0,07)
	Am-241	a)		4	<0,04	4	<0,04 (<0,02-<0,05)
Framatome ANP Karl- stein KWU	Cs-137	2	b)<0,4; 0,5	1	<0,38	2	<0,4 (<0,4-0,4)*
	Pu-238	1	<0,1	1	<0,094	2	<0,06 (<0,05-<0,07)*
	Pu-(239+240)	1	<0,1	1	<0,1	2	<0,09 (<0,08-<0,11)*
	U-235	a)		1	<0,053	2	<0,04 (<0,02-<0,05)*
	U-238	a)		1	0,039	2	<0,06 (<0,05-<0,06)*
	Am-241	a)		1	<0,016	2	<0,05 (<0,05-<0,05)*
SBWK Karlstein	Gesamt- α	a)		a)		a)	

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg TM				Aktivität in Bq/kg FM	
		2004		2005		2006	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
BERLIN							
Forschungsreaktor BERII	Cs-137	8	<1,9	8	<2,1	8	<0,54 (0,10-1,20)
						1	0,15
BRANDENBURG							
KKR Rheinsberg	Cs-137	8	3,0	8	3,5	8	1,09 (0,09-6,3)*
HESSEN							
KWB Biblis	Cs-137	10	<0,4	10	<0,4	4	<0,29 (0,08-<0,47)*
Nuklearbetriebe Hanau	Gesamt- α	2	450	2	<98	a)	
	Asche						
	Rest- β Asche	a)		a)		a)	
	Pu-(239+240) Asche					a)	
MECKLENBURG-VORPOMMERN							
KGR Greifswald	Cs-137	14	<2,9	8	<2,2	10	<0,29 (<0,07-0,84)
Zwischenlager Nord	Cs-137	24	<1,2	24	<0,8	18	<0,32 (0,2-0,96)*
NIEDERSACHSEN							
KKS Stade	Cs-137	14	<0,6	14	<0,8	8	<0,12 (<0,01-0,23)
KKU Unterweser	Cs-137	12	<0,6	12	<0,9	12	<0,11 (0,01-0,36)
	Sr-90	a)		a)		a)	
KWG Grohnde	Cs-137	10	<0,4	10	<1,1	10	<0,53 (0,04-3,21)
Zwischenlager Grohnde	Cs-137	6	0,8	10	d)<2,6	1	1,88
KKE Emsland	Cs-137	10	1,2	10	<1,2	10	0,58 (0,07-2,10)
Zwischenlager Lingen	Cs-137	6	<1,2	8	d)<2,8	a)	
Zwischenlager Gorleben	Cs-137	20	20,7	20	<9,2	20	<2,36 (<0,04-9,70)
	Sr-90	4	8,7	4	7,7	4	2,21 (0,64-3,9)
FMRB Braunschweig	Cs-137	4	2,2	2	1,1	a)	
Schacht Konrad II c)	Cs-137	a)		a)		a)	
	Sr-90	a)		a)		a)	
	Gesamt- α	a)		a)		a)	
Advanced Nuclear Fuels Lingen	Cs-137	4	0,7	4	0,9	a)	
	Pu-238 d)	1	<0,01	1	<0,01	a)	
	Pu-(239+240)d)	1	<0,01	1	<0,01	a)	
	U-234 d)	1	0,065	2	b)0,028; 0,085	1	0,03
	U-234	4	<0,08	4	0,44		
	U-235 d)	1	0,003	2	b)0,002;<0,012	1	<0,009

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg TM				Aktivität in Bq/kg FM	
		2004		2005		2006	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
Forschungsbergwerk Asse	U-235	4	<0,02	4	<0,03	1	<0,03
	U-238 d)	1	0,059	2	b)0,028; 0,067		
	U-238	4	<0,10	4	0,44		
	Cs-137			4	<0,2	a)	
NORDRHEIN-WESTFALEN							
FZ Jülich	Cs-137	10	<0,3	8	<0,3	9	<0,63 (0,06-4,0)
	Sr-90	a)		a)		a)	
KWW Würgassen	Cs-137	12	<0,8	10	<0,5	10	<0,14 (0,02-<0,3)*
	Sr-90	a)		a)		a)	
THTR Uentrop	Cs-137	8	<1,2	8	<1,0	8	<0,49 (<0,04-2,28)*
	Sr-90	a)		a)		a)	
Zwischenlager Ahaus	Cs-137	10	<0,9	9	<1,6	10	0,28 (0,04-1,1)*
	Sr-90	8	1,6	8	1,0	9	0,32 (0,11-0,55)*
UAG Gronau	U-238	4	<0,3	6	<0,4	a)	
	Uran	13	<0,23	12	<0,39	12	<0,19 (0,05-<0,23)*
	Fluor (mg/kg TM)	13	1,5	12	<1,8	12	<2,0 (<1,5-3,7)
RHEINLAND-PFALZ							
KMK Mülheim-Kärlich	Cs-137	4	<0,5	4	<0,5	4	<0,37 (0,11-0,67)
KKW Cattenom (Frankreich)	Cs-137	a)		a)		a)	
SACHSEN							
VKTA Rossendorf	Cs-137	16	<1,5	16	<1,5	16	<0,24 (0,06-0,5)*
SACHSEN-ANHALT							
Endlager Morsleben	Cs-137	8	<1,2	8	<0,6	8	<0,3 (<0,10-<0,53)
	Gesamt-β	4	1.050	4	1150	4	270 (220-330)
SCHLESWIG-HOLSTEIN							
GKSS Geesthacht	Cs-137	8	2,8	4	1,0	8	<0,25 (<0,17-0,4)
KKB Brunsbüttel	Cs-137	8	0,4	4	<0,2	8	<0,08 (0,04 -0,12)
	Sr-90	a)		a)		a)	
KKK Krümmel	Cs-137	8	<0,4	4	0,6	8	<0,12 (0,03 -0,23)
	Sr-90	6	2,4	3	2,2	6	0,43 (0,32 -0,6)
		a)					
KBR Brokdorf	Cs-137	14	<0,8	6	0,9	14	<0,17 (0,04-0,44)
	Sr-90	a)		a)		a)	

a) Messwerte lagen nicht vor

b) Mittelwertberechnung nicht sinnvoll

c) Der Planfeststellungsbeschluss für das Endlagerprojekt Konrad liegt vor. Gegen diesen Beschluss wurden mehrere Klagen eingereicht. Die Schachanlage befindet sich bis zur gerichtlichen Entscheidung im Offenhaltungsbetrieb

d) Bq/kg Feuchtmasse (FM)

* In Bq/kg TM angegebene Messwerte wurden mit dem Faktor 0,2 in Bq/kg FM umgerechnet. Nachweisgrenzen wurden nicht umgerechnet

2.4 Lebensmittel, Grund- und Trinkwasser (*Foodstuffs, groundwater, and drinking water*)

2.4.1 Grundwasser und Trinkwasser (*Groundwater and drinking water*)

Allgemeine Aspekte der Radioaktivitätsüberwachung von Grund- und Trinkwasser sind in Teil A - II - 2.4 enthalten.

Die von den amtlichen Messstellen der Länder im Rahmen der Überwachung von Grund- und Trinkwasser nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz im Jahr 2006 ermittelten Messwerte sind in Tabelle 2.4.1-1 zusammengefasst. Angegeben werden jeweils die Anzahl der untersuchten Proben, die Anzahl der untersuchten Proben mit Werten unterhalb der Nachweisgrenze, Minimal- und Maximalwerte, arithmetische Mittel- und zusätzlich die Medianwerte der Gehalte an Kalium-40, Cäsium-137, Strontium-90 und Tritium.

Grundwasser

Die Überwachung von Grundwasser wurde an 42 Probenentnahmestellen vorgenommen.

Die Aktivitätskonzentrationen für Cäsium-137 liegen fast alle unterhalb der bei den Messungen gefundenen Nachweisgrenzen (NWG) von 0,48 mBq/l bis 12 mBq/l, die im Wesentlichen vom Volumen des zur Messung aufbereiteten Wassers abhängen. Der tatsächlich gemessene Wert liegt bei 4,0 mBq/l (2005: 2,2 mBq/l bis 46 mBq/l). Der Median sämtlicher Werte beträgt <4,5 mBq/l (2005: <4,5 mBq/l).

In 33% der gemessenen Proben konnte Strontium-90 mit Werten der Aktivitätskonzentrationen von 0,33 mBq/l bis 24 mBq/l (2005: 0,041 bis 24 mBq/l) nachgewiesen werden. Der Median aller Werte liegt bei 1,4 mBq/l (2005: <1,2 mBq/l).

In sieben Proben wurde Tritium mit Werten von 0,99 Bq/l bis 2,0 Bq/l bestimmt, die gefundenen Nachweisgrenzen liegen zwischen 1,2 Bq/l und 10 Bq/l. Zum Vergleich sei erwähnt, dass die derzeitige Tritiumkonzentration im Niederschlag zwischen 1 und 2 Bq/l liegt (Messungen des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie, Hildesheim).

Trinkwasser

Die Überwachung von Roh- und Reinwässern wurde an 83 bzw. 81 Probenentnahmestellen vorgenommen.

In der Tabelle 2.4.1-1 wird erstmals zwischen Rohwasser (Grund- und Oberflächenwasser als Zulauf der Wasserwerke) und Reinwasser (wird von den Wasserwerken als Trinkwasser in das Netz eingespeist) unterschieden. Für die folgenden Betrachtungen werden die Reinwasserwerte benutzt.

Für Cäsium-137 liegen fast alle Messwerte unterhalb der bei den Messungen erreichten Nachweisgrenzen von 0,11 mBq/l bis 12 mBq/l, der tatsächlich gemessene Wert liegt bei 42 mBq/l (2005: 0,2 mBq/l). Der Median aller mitgeteilten Werte liegt bei <6,3 mBq/l (2005: <6,2 mBq/l).

In 49% der untersuchten Proben konnte Strontium-90 nachgewiesen werden. Die Aktivitätskonzentrationen liegen zwischen 0,85 mBq/l und 11 mBq/l (2005: 0,48 und 18 mBq/l), der Median sämtlicher Werte liegt bei 4,0 mBq/l (2005: <4,0 mBq/l). Die Messwerte zeigen den aus dem Fallout der Kernwaffenversuche in den 60er Jahren herrührenden Einfluss von Oberflächenwasser und oberflächennahem Grundwasser auf die Trinkwassergewinnung.

Im Rahmen des Routinemessprogramms für Grundwasser und Trinkwasser wurden auch α -spektrometrische Messungen von Uran- und Plutoniumisotopen durchgeführt. Die Messwerte für die Uranisotope liegen in dem für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland bekannten Schwankungsbereich von bis zu 0,2 Bq/l. Konzentrationen von Plutoniumisotopen konnten oberhalb der geforderten Nachweisgrenzen nicht nachgewiesen werden.

Eine Strahlenexposition der Bevölkerung durch künstliche radioaktive Stoffe auf dem Wege über das Trinkwasser ist auf Grund der vorliegenden Daten gegenüber der natürlichen Strahlenexposition sehr gering. Legt man die Maximalwerte für Cs-137 42 mBq/l und Sr-90 11 mBq/l zu Grunde, ergeben sich bei einem angenommenen jährlichen Trinkwasserverzehr von 700 Liter für den Erwachsenen Ingestionsdosen von 0,00038 bzw. 0,00021 (2005: 0,000018 bzw. 0,00035) Millisievert pro Jahr.

Tabelle 2.4.1-1 Allgemeine Überwachung von Grundwasser und Trinkwasser in Deutschland im Jahr 2006
(*General monitoring of groundwater and drinking water in Germany in the year 2006*)

	Nuklid	Anzahl gesamt	Anzahl <NWG	Minimal- wert ^{a)}	Maximal- wert ^{a)}	Mittel- einzel- wert ^{a)}	Median
Grundwasser (mBq/l)							
	K-40	84	33	26	760	200	120
	Cs-137	84	83			4,0	<4,5
	Sr-90	42	28	0,33	24		<1,4
	H-3	16	9	990	2.000		<1.900
Trinkwasser (mBq/l)							
Rohwasser	K-40	112	55	12	20.000	470	<130
	Cs-137	116	111	0,24	8,0		<5,9
	Sr-90	57	31	0,037	18		4,0
	H-3	7	7				<10.000
Reinwasser	K-40	234	118	14	6.200		140
	Cs-137	234	233			42	<6,3
	Sr-90	67	34	0,85	11		4,0
	H-3	12	12				<2.100

a) Liegen mehr als 50% der gemessenen Werte unterhalb der Nachweisgrenze, werden nur der Minimalwert- und der Maximalwert angegeben. Der arithmetische Mittelwert wurde aus den Messwerten ohne Berücksichtigung der Nachweisgrenzen errechnet

2.4.2 Grundwasser und Trinkwasser in der Umgebung kerntechnischer Anlagen (*Groundwater and drinking water from the surroundings of nuclear facilities*)

Die von den amtlichen Messstellen der Länder nach der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnische Anlagen im Jahr 2006 ermittelten Messwerte sind in Tabelle 2.4.2-1 zusammengefasst. Angegeben werden jeweils die Anzahl der untersuchten Proben, die Anzahl der untersuchten Proben mit Werten unterhalb der Nachweisgrenze, Minimal- und Maximalwerte, arithmetische Mittel- und zusätzlich die Medianwerte der Gehalte an K-40, Co-60, Cs-137, Sr-90 und Tritium, sowie – wenn vorhanden – Rest-Beta- und Gesamt-Alpha-Aktivität.

Grundwasser

Im Rahmen der Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen wurden Messwerte von 150 Grundwassermessstellen mitgeteilt.

Für Cs-137 liegen drei Messwerte über den angegebenen Nachweisgrenzen von 0,37 mBq/l bis 63 mBq/l. (2005: 0,10 bis 60 mBq/l). Die Messwerte reichen von 9,8 mBq/l bis 15 mBq/l, der Median aller mitgeteilten Werte liegt bei <21 mBq/l (2005: <19 mBq/l).

Die Werte für die Sr-90-Aktivitätskonzentrationen (79% der Messwerte über der Nachweisgrenze) liegen zwischen 2,5 mBq/l und 13 mBq/l (2005: 0,95 bis 10 mBq/l). Der Median liegt bei 4,6 mBq/l (2005: 5,3 mBq/l).

Die berichtete Gesamt- α -Aktivitätskonzentration liegt zwischen 0,024 Bq/l und 0,048 Bq/l (2005: 0,026 bis 0,14 Bq/l), mit einem Median sämtlicher Werte von <0,07 Bq/l (2005: <0,06 Bq/l).

Die Rest- β -Aktivitätskonzentration wurde in 35 Proben gemessen. Fünf Werte lagen mit 0,043 bis 0,088 Bq/l über den gefundenen Nachweisgrenzen (2005: alle Werte unterhalb der Nachweisgrenze). Der Median aller Werte beträgt <0,10 Bq/l (2005: < 0,10 Bq/l).

In 17% der untersuchten Wasserproben wurde Tritium im Konzentrationsbereich von 0,92 Bq/l bis 170 Bq/l nachgewiesen (2005: 1,8 Bq/l bis 190 Bq/l), der Median aller Werte liegt bei <7,3 Bq/l (2005: < 5,0 Bq/l). Einzelwerte liegen damit teilweise deutlich über den derzeitigen Werten im Niederschlag, die zwischen 1 und 2 Bq/l liegen.

Die maximalen Tritiumkonzentrationen von 66 bis 170 Bq/l (2005: bis 190 Bq/l) wurden an einer Probenentnahmestelle auf dem Gelände des Forschungszentrums Jülich gemessen. Auf dem Gelände des Freilagers für radioaktive Abfälle des Forschungszentrums Rossendorf lagen die Werte bei bis zu 45 Bq/l. Bei diesen Stichproben wurden auch Kobalt-60-Kontaminationen von bis zu 0,066 Bq/l (2005: 0,12 Bq/l) ermittelt. Die erhöhten H-3- und Co-60-Werte im Grundwasser sind auf eine Kontamination des Untergrundes auf dem Betriebsgelände infolge von Leckagen an (inzwischen nicht mehr genutzten) Beton-Abklingbecken für kontaminierte Wässer zurückzuführen. Alle Proben außerhalb des Forschungsstandortes weisen H-3-Werte unterhalb der Nachweisgrenze von 5 Bq/l auf.

Die im Rahmen der Umgebungsüberwachung der Schachanlage Asse festgestellten Radionuklide sind natürlichen Ursprungs oder im Fall von Sr-90 eine Folge des globalen Fallouts.

Trinkwasser

Im Jahr 2006 wurden im Rahmen der Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen Messwerte von 21 Reinwasser- und 35 Rohwasser-Entnahmestellen beprobt.

In der Tabelle 2.4.2-1 wird zwischen Rohwasser (Grund- und Oberflächenwasser als Zulauf der Wasserwerke) und Reinwasser (wird von den Wasserwerken als Trinkwasser in das Netz eingespeist) unterschieden. Für die folgenden Betrachtungen werden die Reinwasserwerte benutzt.

Für Cs-137 wurden keine Messwerte oberhalb der jeweiligen Nachweisgrenzen von 0,2 mBq/l bis 53 mBq/l (2005: 0,1 mBq/l bis 60 mBq/l) ermittelt. Der Median aller Cs-137-Werte liegt bei <11 mBq/l (2005: <11 mBq/l).

Die Aktivitätskonzentrationen für Sr-90 liegen zwischen 0,36 mBq/l und 4,2 mBq/l (2005: 0,21 bis 3,7 mBq/l), mit einem Median aller Werte von 4,2 mBq/l (2005: 0,98 mBq/l).

In 4 von 68 gemessenen Proben wurde Tritium in Konzentrationen zwischen 6,1 Bq/l und 62 Bq/l (2005: 1,9 bis 53 Bq/l) nachgewiesen, der Median aller Werte liegt bei <6,4 Bq/l (2005: <5,9 Bq/l). Die über den derzeitigen Werten im Niederschlag zwischen 1 und 2 Bq/l liegenden Werte sind auf den Eintrag von Oberflächenwasser (z. B. als Uferfiltrat) zu erklären, das durch H-3-Emissionen aus dem Abwasser kerntechnischer Anlagen beeinflusst ist.

Alle Werte über 10 Bq/l stammen aus Einzelwasserversorgungen in der Nähe eines Altrheinarms, der in der Fließrichtung von Grund- und Oberflächenwasser des Forschungszentrums Karlsruhe liegt. Das Trinkwasser aus öffentlichen Wasserversorgungen in den Ortschaften beim Forschungszentrum weisen lediglich Tritiumkonzentrationen von <10 Bq/l auf. Selbst unter der Annahme, dass der gesamte Trinkwasserbedarf mit Wasser aus den Einzelwasserversorgungen gedeckt würde, ergäbe sich nur eine unwesentliche Erhöhung gegenüber der natürlichen Strahlenexposition für die betroffenen Personen.

Eine Strahlenexposition der Bevölkerung durch künstliche radioaktive Stoffe auf dem Wege über das Trinkwasser ist auf Grund der vorliegenden Daten gegenüber der natürlichen Strahlenexposition sehr gering.

Tabelle 2.4.2-1 Umgebungsüberwachung von kerntechnischen Anlagen in Deutschland im Jahr 2006
(Grundwasser und Trinkwasser)
(Surveillance of the surroundings of nuclear facilities in Germany in the year 2006 - groundwater and drinking water)

	Nuklid	Anzahl gesamt ^{b)}	Anzahl <NWG	Minimal- wert ^{a)}	Maximal- wert ^{a)}	Mittel- wert ^{a)}	Mediane
Grundwasser (Bq/l)							
	K-40	141	94	0,0098	2,3		<0,46
	Co-60	417	406	0,008	0,066		<0,031
	Cs-137	248	245	0,0098	0,015		<0,021
	H-3	428	354	0,92	170		<7,3
	Sr-90	19	4	0,0025	0,013	0,0062	0,0046
	R-Beta	35	30	0,043	0,088		<0,1
	G-Alpha	37	31	0,024	0,048		0,07
Trinkwasser (Bq/l)							
Rohwasser							
	K-40	75	55	0,025	0,90		<0,42
	Co-60	104	104				<0,022
	Cs-137	90	90				<0,018
	H-3	109	94	1,1	11		<5,0
	Sr-90	19	13	0,00032	0,02		<0,02
	R-Beta	6	3	0,061	0,095		<0,075
	G-Alpha	6	0	0,023	0,065	0,037	0,028
Reinwasser							
	K-40	60	50	0,045	0,5		<0,18
	Co-60	60	60				<0,013
	Cs-137	60	60				<0,011
	H-3	68	64	6,1	62		<6,4
	Sr-90	13	8	0,00036	0,0042		0,0042

a) Liegen mehr als 50% der gemessenen Werte unterhalb der Nachweisgrenze, werden nur der Minimalwert- und der Maximalwert angegeben. Der arithmetische Mittelwert wurde aus den Messwerten ohne Berücksichtigung der Nachweisgrenzen errechnet

b) Gemäß REI-Messprogramm ist bei der γ -Spektrometrie die Einhaltung der Nachweisgrenze nur für das Radionuklid Co-60 vorgeschrieben, d. h. für andere γ -strahlende Radionuklide müssen die Nachweisgrenzen von der Messstelle nicht angegeben werden. Da nicht alle Messstellen die Nachweisgrenzen für Cs-137 und K-40 mitteilen, kann für diese Nuklide die Anzahl der gemeldeten Werte kleiner als bei Co-60 sein

2.4.3 Milch und Milchprodukte
(Milk and milk products)

Die Kontamination von Milch und Milchprodukten mit dem vor und nach dem Tschernobylunfall deponierten Cs-137, die bereits in den Vorjahren ein sehr niedriges Niveau erreicht hatte, vermindert sich gegenwärtig von Jahr zu Jahr nur noch äußerst geringfügig. Cs-134 war wegen der kürzeren Halbwertszeit nicht mehr nachzuweisen. Die Sr-90-Aktivitätskonzentration ist gegenüber dem Jahr 2005 auf extrem niedrigem Niveau ebenfalls nahezu konstant geblieben.

In Tabelle 2.4.3-1 sind für die Radionuklide Sr-90 und Cs-137 die Anzahl der Messwerte N, die Mittelwerte und die Bereiche der Einzelwerte für Rohmilchproben aufgeführt. Zum Vergleich sind die Mittelwerte der beiden Vorjahre aufgenommen worden. Die Proben, an denen die Messungen vorgenommen wurden, stammen fast ausschließlich aus größeren Sammeltanks von Molkereien, so dass aus dieser Sicht eine Mittelung sinnvoll erscheint. Die Mittelwerte für das Radionuklid Sr-90, die für Rohmilch in Tabelle 2.4.3-1 angegeben werden, basieren auf Messergebnissen der Ländermessstellen und auf zusätzlichen Messungen der Leitstelle an Milchpulverproben aus dem gesamten Bundesgebiet, die monatlich durchgeführt wurden. Abbildung 2.4.3-1 gibt einen Überblick über den Verlauf der Jahresmittelwerte des Sr-90- und Cs-137-Gehaltes der Milch für den Zeitraum von 1960 bis 2006.

Tabelle 2.4.3-2 gibt global für das Bundesgebiet einen Überblick über die Anzahl der Messwerte N und die Bereiche der Einzelwerte für wichtige Radionuklide in einigen Milchprodukten.

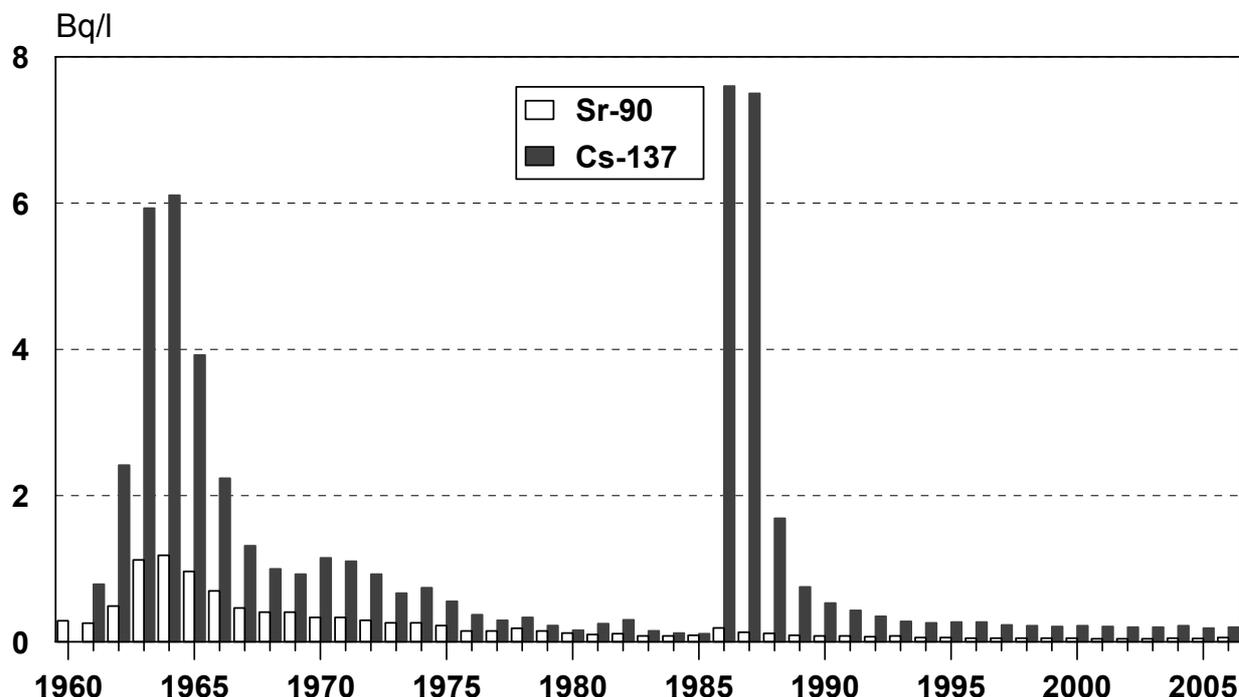


Abbildung 2.4.3-1 Jahresmittelwerte der Sr-90 und Cs-137-Aktivitäten der Rohmilch in der Bundesrepublik Deutschland
(Annual mean values of Sr-90 and Cs-137 activities of raw milk in the Federal Republic of Germany)

Tabelle 2.4.3-1 Radioaktive Kontamination der Rohmilch
(Radioactive contamination of the raw milk)

Bundesland	Jahr	Sr-90 Bq/l		Cs-137 Bq/l	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
Baden-Württemberg	2004	29	<0,06	83	<0,14
	2005	25	<0,05	79	<0,13
	2006	32	0,05 (0,01 - 0,12)	80	<0,13 (<0,03 – 0,46)
Bayern	2004	90	0,12	259	<0,24
	2005	87	0,11	295	<0,20
	2006	88	0,13 (0,02 - 0,5)	253	<0,22 (<0,01 - <0,89)

Bundesland	Jahr	Sr-90 Bq/l		Cs-137 Bq/l	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
Berlin	2004	13	0,03	25	0,66 (0,03 - 8,3*)
	2005	13	0,02	24	<0,45
	2006	12	0,02 (0,01 - 0,04)	29	<0,90 (0,03 - 4,05)
Brandenburg	2004	16	0,03	40	<0,38
	2005	12	0,04	37	<0,29
	2006	12	0,04 (0,03 - 0,06)	36	<0,28 (<0,07 - 0,9)
Bremen	2004	12	<0,03	12	0,35
	2005	12	<0,02	12	<0,33
	2006	12	<0,02 (<0,01 - 0,04)	12	0,58 (0,12 - 1,39)
Hamburg	2004	12	<0,02	12	<0,12
	2005	12	0,02	12	<0,15
	2006	12	0,07 (0,01 - 0,26)	12	<0,14 (<0,08 - <0,2)
Hessen	2004	12	0,05	34	<0,09
	2005	17	0,04	40	<0,09
	2006	20	0,07 (0,01 - 0,21)	43	<0,07 (<0,01 - <0,21)
Mecklenburg- Vorpommern	2004	27	<0,03	51	<0,17
	2005	26	0,03	50	<0,14
	2006	24	0,03 (0,01 - 0,12)	48	<0,18 (0,05 - 0,79)
Niedersachsen	2004	97	0,03	216	<0,31
	2005	81	0,04	213	<0,24
	2006	91	0,04 (0,02 - 0,14)	213	<0,25 (<0,05 - 4,0)
Nordrhein-Westfalen	2004	44	0,04	145	<0,12
	2005	41	0,04	132	<0,11
	2006	44	0,05 (0,01 - 0,42)	135	<0,11 (<0,04 - 0,32)
Rheinland-Pfalz	2004	18	0,04	37	<0,08
	2005	17	0,04	34	<0,07
	2006	21	0,04 (0,02 - 0,05)	36	<0,08 (0,02 - <0,22)
Saarland	2004	12	0,06	12	<0,20
	2005	12	<0,05	12	<0,20
	2006	12	<0,05 (<0,02 - 0,19)	12	<0,20 (<0,2 - <0,2)
Sachsen	2004	12	0,03	24	<0,09
	2005	12	0,03	24	<0,09
	2006	12	0,03 (0,02 - 0,05)	24	<0,08 (<0,06 - 0,12)
Sachsen-Anhalt	2004	12	<0,03	35	<0,28
	2005	12	<0,02	36	<0,44
	2006	12	<0,02 (0,01 - 0,04)	36	<0,21 (<0,09 - 1,18)

Bundesland	Jahr	Sr-90 Bq/l		Cs-137 Bq/l	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
Schleswig-Holstein	2004	27	<0,05	91	<0,14
	2005	32	0,05	96	<0,14
	2006	34	0,04 (0,03 - 0,08)	94	<0,12 (0,05 - 0,34)
Thüringen	2004	21	0,02	36	<0,08
	2005	16	0,02	33	<0,09
	2006	16	0,02 (0,01 - 0,03)	28	<0,09 (0,02 - <0,16)
Bundesrepublik (gesamt)	2004	454	<0,05	1112	<0,22 (<0,01 - 8,3**)
	2005	427	<0,05	1129	<0,19
	2006	454	<0,06 (<0,01 - 0,5)	1091	<0,20 (<0,01 - 4,05)

* Der Wert ist nicht repräsentativ. Mittelwert ohne den höchsten Wert: 0,34 Bq/l Cs 137

** Der Wert ist nicht repräsentativ

**Tabelle 2.4.3-2 Bereiche der radioaktiven Kontamination von Milch und Milchprodukten
(Areas of radioactive contamination of milk and milk products)**

Produkt	N	Cs-134 Bq/kg		Cs-137 Bq/kg	
		Max. Wert	Min. Wert	Max. Wert	Min. Wert
Rohmilch	1091	<0,5	<0,01	4,05	<0,01
Milchpulver	6	<0,92	<0,1	3,6	0,65
Käse	1	<0,13		<0,18	
Importe					
Käse	113	<0,3	<0,01	2,27	<0,02
Frischkäse	5	<0,09	<0,09	0,18	<0,09
Schafskäse	14	<0,2	<0,04	0,39	<0,05
Ziegenkäse	1	<0,2		3,07	
Lakenkäse	8	<0,25	<0,05	<0,27	<0,06

**2.4.4 Milch in der Umgebung kerntechnischer Anlagen
(Milk from the surroundings of nuclear facilities)**

Wie bei Boden und Bewuchs ist die Situation in der Umgebung kerntechnischer Anlagen nach wie vor durch die zurückliegenden Depositionen nach den Kernwaffenversuchen der sechziger Jahre und nach dem Tschernobylunfall im Jahre 1986 geprägt. Die aktuellen Aktivitätskonzentrationen liegen auf einem sehr niedrigen Niveau. Die Ergebnisse der Überwachung nach der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen sind in Tabelle 2.4.4-1 zusammengefasst. Die vorliegenden Messwerte lassen im Vergleich mit Orten, die nicht in der Umgebung kerntechnischer Anlagen liegen, in der Bundesrepublik keine Erhöhung der Radioaktivität erkennen.

**Tabelle 2.4.4-1 Radioaktive Kontamination der Milch aus unmittelbarer Nähe kerntechnischer Anlagen
(Radioactive contamination of milk from the close vicinity of nuclear power plants)**

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Messverfahren	Aktivität in Bq/l			
		2005		2006	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
BADEN-WÜRTTEMBERG					
FZ Karlsruhe	Cs-137	2	0,03	a)	
	Sr-90	2	0,03	a)	
	I-131 (nur Bereich)	2	<0,005-<0,007	a)	
KWO Obrigheim	Cs-137	4	<0,20	a)	

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Messverfahren	Aktivität in Bq/l			
		2005		2006	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
GKN Neckarwestheim	Sr-90	4	0,02	a)	
	I-131 (nur Bereich)	10	<0,007-<0,009	a)	
	Cs-137	4	<0,21	a)	
	Sr-90	4	0,03	a)	
	I-131 (nur Bereich)	10	<0,007-<0,009	a)	
KKP Philippsburg	Cs-137	4	<0,02	2	<0,04 (<0,02-0,05)
	Sr-90	4	0,02	2	0,02 (0,02-0,02)
	I-131 (nur Bereich)	11	<0,005-<0,011	6	<0,007-<0,009
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	5	<0,05	a)	
	Sr-90	5	0,03	a)	
	I-131 (nur Bereich)	11	<0,005-<0,010	a)	
KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	4	<0,06	a)	
	Sr-90	4	0,02	a)	
	I-131 (nur Bereich)	10	<0,004-<0,008	a)	
BAYERN					
KRB Gundremmingen	Cs-137	6	<0,2	4	0,04 (0,02-0,1)
	Sr-90	6	0,06	4	<0,01 (<0,01-0,02)
	I-131 (nur Bereich)	18	<0,01-<0,01	15	<0,003-<0,01
KKI Isar	Cs-137	2	<0,2	6	0,07 (0,04-0,13)
	Sr-90	2	0,04	6	<0,01 (<0,01-<0,02)
	I-131 (nur Bereich)	6	<0,01-<0,01	16	<0,006-<0,01
KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	6	<0,2	6	<0,08 (<0,05-<0,13)
	Sr-90	6	0,07	6	<0,03 (<0,01-0,05)
	I-131 (nur Bereich)	18	<0,01-<0,01	18	<0,003-<0,01
FRM II	Cs-137	2	<0,2	2	0,13 (0,1-0,16)
	Sr-90	2	0,04	2	<0,02 (<0,2-0,2)
BRANDENBURG					
KKR Rheinsberg	Cs-137	4	<0,09	4	<0,08 (<0,07-<0,09)
	Sr-90	4	0,02	4	0,03 (0,02-0,03)
	I-131 (nur Bereich)	a)		4	<0,07-<0,2
HESSEN					
KWB Biblis	Cs-137	10	<0,09	a)	
	Sr-90	10	0,02	a)	
	I-131 (nur Bereich)	31	<0,003-<0,011	a)	
MECKLENBURG-VORPOMMERN					
KGR Greifswald	Cs-137	4	<0,11	2	<0,16 (<0,10-0,22)

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Messverfahren	Aktivität in Bq/l			
		2005		2006	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
	Sr-90	4	0,02	2	0,02 (0,02-0,02)
	I-131 (nur Bereich)	a)		a)	
NIEDERSACHSEN					
KKS Stade	Cs-137	4	<0,10	a)	
	Sr-90	4	0,03	a)	
	I-131 (nur Bereich)	12	<0,005-<0,013	a)	
KKU Unterweser	Cs-137	4	<0,06	2	<0,10 (<0,07-0,12)
	Sr-90	4	0,03	2	0,04 (0,04-0,04)
	I-131 (nur Bereich)	12	<0,005-<0,015	10	<0,005 - <0,016
KWG Grohnde	Cs-137	4	<0,07	2	<0,06 (<0,06-0,06)
	Sr-90	4	0,02	2	0,02 (0,02-0,03)
	I-131 (nur Bereich)	12	<0,005-<0,012	10	<0,003-<0,011
KKE Emsland	Cs-137	4	<0,07	2	<0,10 (<0,07-0,12)
	Sr-90	4	0,02	2	0,04 (0,03-0,04)
	I-131 (nur Bereich)	12	<0,005-<0,015	9	<0,004-<0,014
Zwischenlager Gorleben	Cs-137	24	0,54	19	0,48 (0,09-1,0)
	Sr-90	12	0,03	7	0,05 (0,0 -0,08)
	I-129 (µBq/l)	a)		a)	
Schacht Konrad II b)	Cs-137	a)		a)	
	Sr-90	a)		a)	
	I-131 (nur Bereich)	a)		a)	
NORDRHEIN-WESTFALEN					
FZ Jülich	Cs-137	4	<0,12	4	<0,2 (<0,1-<0,2)
	Sr-90	4	0,03	4	0,03 (0,02-0,03)
	I-131 (nur Bereich)	43	<0,005-<0,01	38	<0,006-<0,01
KWW Würgassen	Cs-137	a)		a)	
	Sr-90	a)		a)	
THTR Uentrop	Cs-137	a)		a)	
	Sr-90	a)		a)	
UAG Gronau	Uran (Bq/l)	12	<0,23	10	<0,23 (<0,23-<0,23)
	Fluor (mq/l)	12	<0,42	10	<0,42 (<0,42-<0,42)
RHEINLAND-PFALZ					
KMK Mülheim-Kärlich	Cs-137	4	<0,10	4	<0,10 (<0,08-<0,11)
	Sr-90	a)		a)	
	I-131 (nur Bereich)	a)		a)	
KKW Cattenom (Frankreich)	Cs-137	a)		a)	

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Messverfahren	Aktivität in Bq/l			
		2005		2006	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
SACHSEN					
VKTA Rossendorf	Cs-137	3	<0,10	3	<0,06 (<0,06-0,07)
	Sr-90	2	0,03	1	0,04
	I-131 (nur Bereich)	2	<0,05-<0,06	2	<0,05-<0,05
SACHSEN-ANHALT					
Endlager Morsleben	Cs-137	4	<0,25	4	<0,24 (<0,1-0,43)
	Sr-90	a)		a)	
SCHLESWIG-HOLSTEIN					
GKSS Geesthacht	Cs-137	2	<0,12	4	<0,09 (<0,07-<0,14)
	Sr-90	2	0,05	4	0,04 (0,02-0,05)
	I-131 (nur Bereich)	8	<0,006-<0,009	12	<0,006-<0,009
KKB Brunsbüttel	Cs-137	2	0,08	4	0,06 (0,02-0,09)
	Sr-90	2	0,03	4	0,04 (0,03-0,05)
	I-131 (nur Bereich)	16	<0,008-<0,01	32	<0,008-<0,01
KKK Krümmel	Cs-137	4	<0,09	8	0,08 (0,04-0,17)
	Sr-90	4	0,03	8	0,03 (0,01-0,06)
	I-131 (nur Bereich)	15	<0,008-<0,01	23	<0,006-<0,01
KBR Brokdorf	Cs-137	4	<0,05	8	<0,04 (0,02-0,08)
	Sr-90	4	0,03	8	0,03 (0,03-0,04)
	I-131 (nur Bereich)	16	<0,008-<0,01	24	<0,007-<0,01

a) Messwerte liegen nicht vor

b) Gegen den Planfeststellungsbeschluss für das Endlagerprojekt Konrad wurden mehrere Klagen eingereicht. Bis zur gerichtlichen Entscheidung durch das Bundesverwaltungsgericht Leipzig am 26.03.2007 befand sich die Schachtanlage im Offenhaltungsbetrieb. Mit den gerichtlichen Urteilen ist der Planfeststellungsbeschluss rechtskräftig und vollziehbar.

2.4.5 Fische und Produkte des Meeres und der Binnengewässer (Fish and seafood and fish from inland water)

Im Folgenden werden Messergebnisse über Radionuklidkonzentrationen in Fischen, Krusten- und Schalentieren der Binnengewässer und der Meere für das Jahr 2006 dargestellt. Bei der Auswertung der Daten wird im Allgemeinen nicht zwischen Fischarten unterschieden. Die Aktivitätsangaben in Bq/kg beziehen sich, wo es nicht ausdrücklich angeführt wird, immer auf die Feuchtmasse (FM). Soweit nicht anders ausgewiesen, werden bei Fischen, Krusten- und Schalentieren die Aktivitätswerte im Fleisch bestimmt. Die statistische Auswertung wird nach dem Verfahren nach „Helsel und Cohn“ [1] unter Einbeziehung der unterhalb der Nachweisgrenze liegenden, nicht-signifikanten Messwerte durchgeführt. Wegen der im Vergleich zur Normalverteilung oft größeren Ähnlichkeit der gefundenen Verteilungen zu Lognormalverteilungen wurde (ab 1995) der Medianwert als repräsentativer Mittelwertschätzer verwendet. Die hier angegebenen Gesamtanzahlen N von Messwerten umfassen auch die nicht nachgewiesenen (nn) unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) liegenden Werte. Ermittelte statistische Kennzahlen sind neben den Anzahlen N und nn der Medianwert, minimaler und maximaler Wert.

Für die Auswertung der Daten aus dem Süßwasserbereich nach dem IMIS-Routineprogramm werden jeweils mehrere Bundesländer zu Regionen zusammengefasst: Schleswig-Holstein, Hamburg, Bremen, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Berlin und Brandenburg zu „Norddeutschland“; Nordrhein-Westfalen, Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Sachsen-Anhalt, Thüringen und Sachsen zu „Mitteldeutschland“, sowie Baden-Württemberg und Bayern zu

„Süddeutschland“. Für diese Regionen wurden, aufgeteilt nach Gewässertypen, statistische Auswertungen der jährlich zusammengefassten Werte der Aktivitätskonzentrationen von Cs-137 und Sr-90 durchgeführt.

Die mittleren Cs-137-Aktivitäten der Fische aus Binnenseen Nord- und Süddeutschlands (Abbildung 2.4.5-1) waren 2006 nur noch etwa eine halbe Größenordnung höher als die aus Fischteichen und aus Fließgewässern (Tabelle 2.4.5-1).

Tabelle 2.4.5-1 Spezifische Cs-137-Aktivität in Süßwasserfischen (2006)
(*Specific Cs-137 activity in freshwater fish - year 2006*)

Messungen der Bundesländer (siehe Text für Einteilung der drei Regionen)

Gewässer	Region	2006					2005
		N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
Binnenseen	Süddeutschland	40	6	0,058	22	0,74	1,0
	Mitteldeutschland	3	1	0,15	0,26	0,15	0,14
	Norddeutschland	49	2	<0,2	38	2,2	2,7
Fischteiche	Süddeutschland	21	8	<0,01	2,9	0,17	0,15
	Mitteldeutschland	26	13	0,086	1,2	0,13	0,14
	Norddeutschland	14	3	<0,12	10	0,63	0,24
Fließgewässer	Süddeutschland	10	1	0,052	1,4	0,12	0,19
	Mitteldeutschland	30	13	0,077	4,2	0,11	0,19
	Norddeutschland	7	3	<0,12	0,42	0,36	0,30
nicht spezifizierte Gewässer	Süddeutschland	3	2	<0,12	0,18	<0,18	0,95
	Mitteldeutschland	0	0				<0,26
	Norddeutschland	0	0				0,46

Bei gammaspektrometrischen Messungen von Fischproben aus dem hochgelegenen Königssee in Bayern ist vor einigen Jahren das Radionuklid Na-22 (Halbwertszeit 2,6 Jahre) aufgefallen. Für insgesamt 14 Messwerte aus dem Zeitraum 2002 bis 2006 ergab sich ein Mittelwert von 0,19 Bq/kg FM (Bereich: 0,12 bis 0,29 Bq/kg FM). Dieses Radionuklid ist auf den Einfluss der Höhenstrahlung zurückzuführen [2], es gelangt durch Niederschlag in den hochalpinen See und wird vom Fisch angereichert.

Bei Fischteichen Norddeutschlands wurden seit 1990 gelegentlich höhere Cs-137-Mittelwerte als in Süddeutschland beobachtet (Abbildung 2.4.5-2), was vermutlich darauf zurückzuführen war, dass auch aus Seen genommene Proben den Teichen zugeordnet wurden.

Die ab 1994 in genügender Anzahl vorliegenden Cs-137-Werte von Fischproben aus Fischteichen und Fließgewässern Mitteldeutschlands unterscheiden sich nicht von den in Abbildung 2.4.5-2 und 2.4.5-3 dargestellten Verläufen Nord- und Süddeutschlands.

Für die aus Binnengewässern wirtschaftlich bedeutsamsten Fische, Forellen und Karpfen, sind die mittleren Cs-137-Aktivitäten (zusammengefasst aus allen Gewässern, Messungen aller Bundesländer) in Tabelle 2.4.5-2 dargestellt. Der Vergleich der Cs-137-Werte ergibt, dass bis 1999 (vgl. Abbildung 2.4.5-4) Forellen niedriger kontaminiert waren als Karpfen, ab 2000 jedoch ist der Unterschied nicht mehr signifikant.

Tabelle 2.4.5-2 Spezifische Cs-137-Aktivität in Forellen und Karpfen (2006)
(*Specific Cs-137 activity in trout and carp - year 2006*)

Messungen der Bundesländer (aus Binnenseen, Fischteichen und Fließgewässern)

Fisch	2006					2005
	N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
Forellen	37	19	<0,1	1,4	0,11	0,14
Karpfen	33	10	0,075	13	0,21	0,27

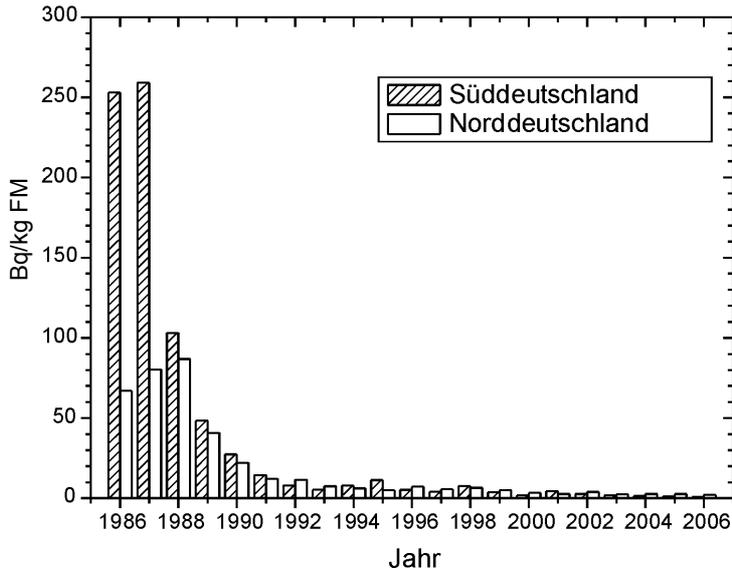


Abbildung 2.4.5-1
Jahresmittelwerte der Cs-137-Aktivität in
Fischen aus Binnenseen in Bq/kg FM
(Annual mean values for Cs-137 activity in
fish from lakes in Bq/kg FM)

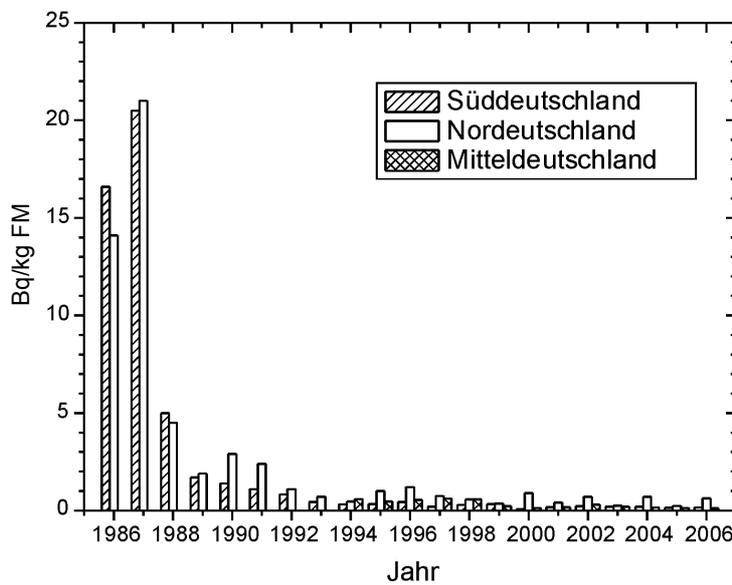


Abbildung 2.4.5-2
Jahresmittelwerte der Cs-137-Aktivität in
Fischen aus Fischteichen in Bq/kg FM
(Annual mean values for Cs-137 activity in
fish from fish farms in Bq/kg FM)

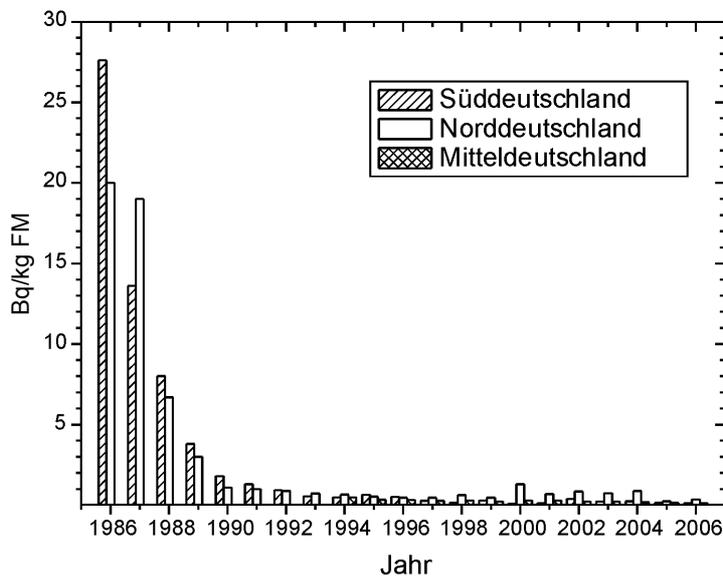


Abbildung 2.4.5-3
Jahresmittelwerte der Cs-137-Aktivität in
Fischen aus Fließgewässern in Bq/kg FM
(Annual mean values for Cs-137 activity in
fish from rivers in Bq/kg FM)

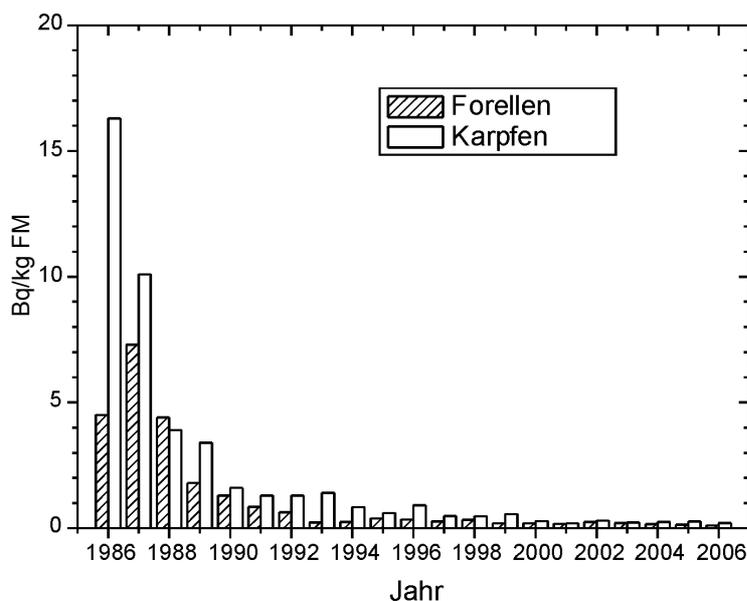


Abbildung 2.4.5-4
Jahresmittelwerte der Cs-137-Aktivität in Karpfen und Forellen in Bq/kg FM
(Annual mean values for Cs-137 activity in trout and carp in Bq/kg FM)

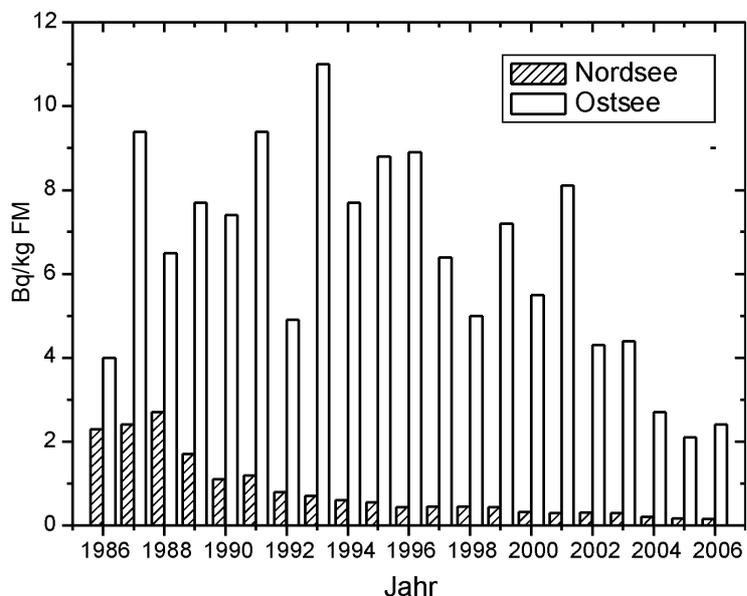


Abbildung 2.4.5-5
Jahresmittelwerte der Cs-137-Aktivität in Fischen aus Nord- und Ostsee in Bq/kg FM
(Annual mean values for Cs-137 activity in fish from the North and Baltic Seas in Bq/kg FM)

In Tabelle 2.4.5-3 sind die mittleren Cs-137-Aktivitätswerte für Fische aus der Nord- und der Ostsee dargestellt. Darin sowie in Abbildung 2.4.5-5 wurden rückwirkend für das Jahr 2005 Werte nachgetragen, in denen die verspätet erfolgten Messungen bei der Leitstelle berücksichtigt wurden. In Fischen aus der Nordsee, die vor Tschernobyl bereits durch Cs-137 aus europäischen Wiederaufarbeitungsanlagen kontaminiert waren, blieben 2006 die Cs-137-Werte unter maximal 0,9 Bq/kg, im Median bei etwa 0,15 Bq/kg. Die beiden höheren Werte, 3,07 und 5,8 Bq/kg FM, sind vermutlich eher der Ostsee bzw. dem Übergangsbereich zwischen Nord- und Ostsee zuzurechnen. Der Medianwert bleibt unverändert, auch wenn man diese beiden Werte nicht in die Berechnung einbezieht.

Während bei Nordseefisch ein durch Tschernobyl bedingter Beitrag zur mittleren Cs-137-Aktivität schon seit Jahren nicht mehr festzustellen war, bestimmt er praktisch vollständig die Cs-137-Aktivität im Ostseefisch. Die im Jahresgang in Abbildung 2.4.5-5 festzustellende Variation der Jahresmittelwerte ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass der Anteil der Fischproben mit höherer Cs-137-Aktivität aus der östlichen Ostsee von Jahr zu Jahr variieren kann.

Im Bereich der Nordseeküste von den Messstellen der Länder entnommene Proben von Garnelen- und Miesmuschelfleisch wiesen eine mittlere Cs-137-Aktivität von weniger als 0,15 bzw. 0,1 Bq/kg auf; vgl. Tabelle 2.4.5-3. Die meisten der Einzelwerte lagen unterhalb der Nachweisgrenze.

Die im Jahr 2006 für Proben von Süßwasserfisch aus Importen bestimmten Jahresmedianwerte für Cs-137 (Tabelle 2.4.5-4) lagen bei 0,21 Bq/kg (Süßwasserfisch) und 0,10 Bq/kg (Seefisch), für Krusten- und Schalentiere wurden keine signifikanten Werte gefunden.

Tabelle 2.4.5-3 Spezifische Cs-137-Aktivität in Fischen und Krusten- und Schalentieren aus der Nordsee und der Ostsee (2006)
(Specific Cs-137 activity in fish and crustaceans from the North Sea and the Baltic Sea - year 2006)
 Messungen der Bundesländer

Gewässer	Probenart	2006					2005
		N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
Nordsee	Fische	49	21	<0,11	5,8	0,15	0,17
	Garnelen	15	15	<0,12	<0,2	<0,15	<0,14
	Miesmuscheln	13	11	<0,10	0,18	<0,1	<0,2
Ostsee	Fische	29	1	0,16	13	2,4	2,1

Tabelle 2.4.5-4 Spezifische Cs-137-Aktivität in Importproben von Fisch, Krusten- u. Schalentieren sowie Fischereierzeugnissen (2006)
(Specific Cs-137 activity in samples of imported fish, crustaceans and fishery products - year 2006)

Probenart	2006					2005
	N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
Süßwasserfisch	22	9	<0,1	1,1	0,21	0,33
Seefisch	78	43	0,070	13	0,10	0,13
Krusten- u. Schalentiere	4	4	<0,11	<0,24	<0,16	<0,12
Fischerzeugnisse	0	0				0,20

Die Ergebnisse der von den Ländermessstellen durchgeführten Sr-90-Analysen sind in Tabelle 2.4.5-5 aufgeführt. Bei Fischen aus dem Süßwasserbereich zeigte sich, dass die Sr-90-Aktivität in Fischen aus Binnenseen etwa 5 bzw. 1,7 mal so groß war wie bei Fließgewässern bzw. Fischteichen. Die mittleren Sr-90-Werte von Fischen haben sich gegenüber dem Vorjahr nicht signifikant geändert. In der Bewertung ist generell zu beachten, dass schon leichte Änderungen der geringen Haut- bzw. Grätenanteile der analysierten Fischfleischproben eine merkliche Änderung der gemessenen Sr-90-Konzentration bewirken können. In Fischen aus Nord- und Ostsee sowie im Fleisch der Garnelen und Miesmuscheln aus der Nordsee wurden untereinander ähnlich niedrige Sr-90-Werte gefunden.

Tabelle 2.4.5-5 Spezifische Sr-90-Aktivität in Fischen, Krusten- und Schalentieren (2006)
(Specific Sr-90 activity in fish and crustaceans - year 2006)
 Messungen der Bundesländer

Probenart	Gewässer	2006					2005
		N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
Fisch	Binnenseen	15	2	<0,020	0,36	0,054	0,039
	Fischteiche	7	1	0,013	0,17	0,032	0,022
	Fließgewässer	12	3	0,0041	0,027	0,0086	0,0055
	Meere	5	1	0,020	0,068	0,024	0,018
Garnelen	Nordsee	12	5	<0,02	0,13	0,025	0,039
Miesmuscheln	Nordsee	12	6	<0,02	0,10	0,019	0,037

Routineprogramm der Leitstelle

Fischproben aus der Nordsee und der Ostsee wurden während der Fahrten mit dem FFS „Walther-Herwig-III“ genommen. Durch einen Laborumzug bedingt, kam es zu Verzögerungen bei den Sr-90-Messungen, die erst im Sommer 2005 wieder aufgenommen werden konnten. Die Messungen erfolgten auf einem neuen low-level-Betadetektionssystem mit sehr niedriger Nachweisgrenze. Seitdem wurde rückwirkend eine größere Anzahl von Sr-90-Analysen durchgeführt. Ebenfalls rückwirkend wurde eine größere Anzahl von α -spektrometrischen Analysen der Radionuklide Pu-(239+240) und Am-241 durchgeführt.

Die Messungen einiger für das Berichtsjahr 2006 fälligen Proben steht noch aus. Daher kann nur über neue Daten der Proben früherer Jahre berichtet werden.

Tabelle 2.4.5-6 zeigt die nachzutragenden Ergebnisse für Fischproben aus der Nordsee, aufgeteilt in Fischfleischproben und Gesamtfischproben von Sprotten. Gegenüber der entsprechenden Tabelle des Vorjahresberichts sind eine Reihe von radiochemischen Analysen für die Jahre 2001 bis 2005 hinzugekommen. Im Fischfleisch zeigen sich jetzt

von 2001 bis 2005 eng beieinander liegende Werte für Sr-90 bei knapp unter 1 mBq/kg FM. Sprotten, als Gesamtfischproben analysiert, weisen wegen des hohen Grätenanteils gut 3fach höhere Werte auf, allerdings mit etwas höherer Streuung. Im Fischfleisch sind im Vergleich zu Sr-90 die Werte für Pu-(239+240) etwa 40fach niedriger, diejenigen für Am-241 noch kleiner. Im Vergleich zu Fischfleisch findet man in Sprotten-Gesamtfischproben etwa 10-fach höhere Werte für Pu-(239+240) und Am-241, ebenfalls durch die höheren Grätenanteile der Sprottenproben bedingt. Das Aktivitätsverhältnis Pu-238 / Pu-(239+240) ließ sich nur in den Sprottenproben nachweisen, es liegt bei etwa 0,16, was mit dem Einfluss der Abgaben der Wiederaufarbeitungsanlagen Sellafield (UK) und La Hague (FR) erklärt werden kann. Für einen weiteren Alphastrahler, das Am-241, wurden Werte im Fischfleisch und in Sprotten gefunden, die etwa halb so groß sind wie die Pu-(239+240)-Werte.

Tabelle 2.4.5-7 zeigt mit analogem Aufbau die für 2005 nachzutragenden Ergebnisse radiochemischer Analysen für Fischproben aus der Ostsee, Werte für 2004 sind zum Vergleich ebenfalls aufgeführt. Im Fischfleisch findet man etwa 2,5fach höhere Sr-90-Werte als im Nordsee-Fischfleisch. Bei der Ostsee ist der Unterschied der Sr-90-Werte zwischen Sprotten und Fischfleisch etwas größer (nahezu 10fach) als in der Nordsee (gut 3fach). Für die sehr niedrigen Werte der Transurane Pu-(239+240) und Am-241 findet man wegen entsprechend großer Messunsicherheiten im Fischfleisch praktisch keinen Unterschied zwischen Nordsee und Ostsee, während man beim entsprechenden Vergleich für Sprotten in der Ostsee höhere Werte findet. In den Sprotten-Gesamtfischproben ist das mittlere Verhältnis Am-241 / Pu-(239+240) mit 0,4 nur geringfügig kleiner als in Nordsee-Fischen.

In der Tabelle 2.4.5-8 sind erstmalig Ergebnisse gamma-spektrometrischer Analysen (Cs-137) und radiochemischer Analysen der Transurane im Blasentang (*Fucus vesiculosus*) dargestellt. Die Proben stammen aus dem Greifswalder Bodden bei Thiessow, die angegebenen Aktivitätswerte sind auf Trockenmasse (TM) bezogen. Die spezifische Cs-137-Aktivität nahm ab 2000 nur geringfügig ab. Die Transurane sind im Blasentang gut nachweisbar. Das Aktivitätsverhältnis Pu-238 / Pu-(239+240) lag im Mittel zwischen 0,028 und 0,041. Da für den globalen Fallout ein solches Verhältnis von etwa 0,04 oder darunter erwartet werden kann, ist das im Blasentang gemessene Verhältnis ein sicherer Hinweis dafür, dass das Plutonium in diesem Bereich der Ostsee hauptsächlich auf den globalen Fallout zurückgeht. Das im Blasentang ebenfalls bestimmte Aktivitätsverhältnis Am-241 / Pu-(239+240) weist mittlere Werte zwischen 0,06 und 0,15 auf.

Tabelle 2.4.5-6 Spezifische Radionuklid-Aktivitäten und -Verhältnisse von Fischen der Nordsee - Nachtrag zu früheren Jahren

(Specific radionuclide activities and ratios in fish from the North Sea - Supplement to earlier years):

Ergebnisse von "Walther-Herwig-III"-Fahrten in den Jahren 2001 bis 2005; Messungen der Bundesforschungsanstalt für Fischerei

Probe	Radionuklid	Jahr	N	nn	min. Wert	max. Wert	Mittelwert	
					Aktivitätskonzentration in Bq/kg FM			
Fischfleischproben	Sr-90	2001	6	1	0,00042	0,0018	0,00084	
		2002	3	0	0,00083	0,0014	0,0012	
		2003	4	1	<0,00073	0,0011	0,00096	
		2004	8	3	0,00048	<0,0018	0,00066	
		2005	4	2	<0,00080	<0,0020	0,00093	
	Pu-(239+240)	2001	6	2	1,9E-5	9,3E-5	3,7E-5	
		2002	3	1	2,8E-5	5,6E-5	3,5E-5	
		2003	3	1	<2,8E-5	4,2E-5	3,7E-5	
		2004	5	2	2,3E-5	<7,6E-5	2,7E-5	
		2005	5	2	2,0E-5	9,4E-5	3,5E-5	
	Am-241	2001	6	3	<1,5E-5	<3,0E-5	1,8E-5	
		2002	3	1	9,9E-6	<2,2E-5	1,1E-5	
		2003	3	1	1,6E-5	<2,8E-5	1,6E-5	
		2004	3	2	1,4E-5	<3,0E-5	<2,2E-5	
		2005	3	1	1,3E-5	4,4E-5	2,1E-5	
						Aktivitätsverhältnis		
	Am-241/ Pu-(239+240)	2001	4	1	0,24	0,89	0,55	
		2005	2	0	0,45	0,47	0,46	

Probe	Radionuklid	Jahr	N	nn	min. Wert	max. Wert	Mittelwert	
					Aktivitätskonzentration in Bq/kg FM			
Sprotte, Gesamtfisch	Sr-90	2001	2	0	0,0021	0,0038	0,0029	
		2002	2	0	0,0040	0,0042	0,0041	
		2003	1	0	0,0016	0,0016	0,0016	
		2004	2	0	0,0030	0,0056	0,0043	
		2005	3	0	0,0015	0,0038	0,0028	
	Pu-(239+240)	2001	2	0	5,8E-5	4,7E-4	2,6E-4	
		2002	1	0	5,5E-5	5,5E-5	5,5E-5	
		2003	1	0	1,2E-4	1,2E-4	1,2E-4	
		2004	3	0	3,7E-5	2,8E-4	1,6E-4	
		2005	3	0	1,3E-4	2,1E-4	1,8E-4	
						Aktivitätsverhältnis		
	Pu-238/ Pu-(239+240)	2001	2	1	0,16	<0,71	0,16	
		2002	1	1	<0,64	<0,64	<0,64	
		2003	1	1	<0,43	<0,43	<0,43	
		2004	3	1	0,14	<1,2	0,15	
		2005	3	1	0,14	<0,22	0,15	
	Am-241/ Pu-(239+240)	2001	2	0	0,31	0,66	0,49	
		2002	1	0	0,62	0,62	0,62	
		2003	1	0	0,69	0,69	0,69	
		2004	3	1	0,31	<1,1	0,32	
2005		1	0	0,32	0,32	0,32		

Tabelle 2.4.5-7 Spezifische Radionuklid-Aktivitäten und -Verhältnisse von Fischen der Ostsee - Nachtrag zu 2005
(Specific radionuclide activities and ratios in fish from the Baltic Sea - Supplement to 2005):
 Ergebnisse von „Walther-Herwig-III“-Fahrten in den Jahren 2004 bis 2005; Messungen der Bundesforschungsanstalt für Fischerei

Probe	Radionuklid	Jahr	N	nn	min. Wert	max. Wert	Mittelwert	
					Aktivitätskonzentration in Bq/kg FM			
Fischfleischproben	Sr-90	2004	4	0	0,0015	0,0028	0,0021	
		2005	2	0	0,0015	0,0015	0,0015	
	Pu-(239+240)	2004	2	1	<2,2E-5	4,4E-5	1,1E-5	
		2005	1	1	<3,5E-5	<3,5E-5	<3,5E-5	
	Am-241	2004	2	2	<1,6E-5	<1,6E-4	<8,6E-5	
2005		1	1	<2,8E-5	<2,8E-5	<2,8E-5		
Sprotte, Gesamtfisch	Sr-90	2004	1	0	0,012	0,012	0,012	
		2005	3	0	0,0075	0,022	0,014	
	Pu-(239+240)	2004	1	0	3,1E-4	3,1E-4	3,1E-4	
		2005	3	0	2,8E-4	9,5E-4	6,1E-4	
	Am-241	2004	1	0	1,4E-4	1,4E-4	1,4E-4	
		2005	3	0	9,7E-5	3,9E-4	2,7E-4	
						Aktivitätsverhältnis		
	Am-241/ Pu-(239+240)	2004	1	0	0,46	0,46	0,46	
	2005	3	0	0,35	0,56	0,44		

Tabelle 2.1.5-8 Spezifische Radionuklid-Aktivitäten und –Verhältnisse in Blasentang (Fucus vesiculosus) aus dem Greifswalder Bodden (Ostsee)
(Specific radionuclide activities and ratios in bladder wreck (Fucus vesiculosus) from the Greifswalder Bodden (Baltic Sea))

Radionuklid	Jahr	N	nn	min. Wert	max. Wert	Mittelwert
				Aktivitätskonzentration in Bq/kg TM		
Cs-137	2000	2	0	30	39	35
	2001	2	0	28	34	31
	2003	2	0	18	28	23
	2004	1	0	25	25	25
	2005	2	0	17	26	21
	2006	2	0	21	29	25
Pu-(239+240)	2000	1	0	0,12	0,12	0,12
	2001	1	0	0,023	0,023	0,023
	2003	1	0	0,081	0,081	0,081
	2004	1	0	0,044	0,044	0,044
	2005	2	0	0,030	0,035	0,032
Aktivitätsverhältnis						
Pu-238/ Pu-(239+240)	2000	1	0	0,032	0,032	0,032
	2001	1	0	0,033	0,033	0,033
	2003	1	0	0,031	0,031	0,031
	2004	1	0	0,028	0,028	0,028
	2005	2	0	0,038	0,044	0,041
Am-241/ Pu-(239+240)	2000	1	0	0,060	0,060	0,060
	2001	1	0	0,033	0,033	0,033
	2003	1	0	0,041	0,041	0,041
	2004	1	0	0,15	0,15	0,15
	2005	2	0	0,12	0,18	0,15

Literatur

- [1] Kanisch, G., Kirchhoff, K., Michel, R., Rühle, H., Wiechen, A.: „Genauigkeit von Messwerten, Empfehlungen zur Dokumentation“. Kapitel IV.4. In: Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Messanleitungen für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt und zur Erfassung radioaktiver Emissionen aus kerntechnischen Anlagen. Stand: 1.10.2000. Urban & Fischer Verlag München, Jena, ISBN 3-437-21596-5
- [2] Sakaguchi, A., Yamamoto, M., Ohtsuka, Y., Sasaki, K., Yokota, K., Komura, K.: Low-level measurement of the cosmogenic ^{22}Na radionuclide in fresh water by ultra low-background gamma-ray spectrometry after simple radiochemical separation. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 258, No. 1 (2003) 101-105

2.4.6 Fische und Wasserpflanzen in der Umgebung kerntechnischer Anlagen *(Fish and aquatic plants from the surroundings of nuclear facilities)*

Im Berichtsjahr 2006 wurden für 24 kerntechnische Anlagen γ -spektrometrische Messungen (vor allem Cs-137) an 85 Fischfleischproben und 11 Wasserpflanzenproben gemeldet; Sr-90-Messungen wurden an 11 Fischfleischproben durchgeführt. Hinsichtlich der Fischarten ergab sich, dass Proben von 12 Süßwasserfischarten, von Mischungen verschiedener Süßwasserfischarten inkl. „Friedfisch“ und „Raubfisch“, 5 marine Arten aus Flussunterläufen bzw. Ästuaren sowie Fische ohne Artenbezeichnung untersucht wurden. Die Wasserpflanzen wurden ebenfalls nicht spezifiziert. Die statistische Auswertung der Daten wurde wie im vorangehenden Kapitel 2.4.5 beschrieben durchgeführt. Die Radioaktivitätsdaten in Fischen und Wasserpflanzen sind in Tabelle 2.4.6-1 - nach Fließgewässer und überwachter Anlage sortiert - zusammengefasst worden.

Die im Messprogramm für das außer Betrieb befindliche Kernkraftwerk Rheinsberg erhaltenen höheren Cs-137-Gehalte im Fisch sind darauf zurückzuführen, dass die Proben nicht aus einem Fließgewässer, sondern aus Seen (Stechlinsee und Eilbogensee) entnommen wurden. Bedingt durch den Ostsee-Einfluss im Greifswalder Bodden weisen die dort im Überwachungsprogramm des außer Betrieb befindlichen Kernkraftwerks Greifswald genommenen Proben ebenfalls

höhere Cäsium-Gehalte auf. Der Maximalwert beim Atomkraftwerk Emsland geht auf eine Hechtprobe zurück, deren Cs-137-Werte etwa 20fach höher als in Brachsen waren, was die u. a. durch den Einfluss der Nahrungskette bedingte mögliche Variabilität von Cs-137 in Fischen an einem Standort eindrucksvoll belegt.

Bei den wenigen in Tabelle 2.4.6-1 mit aufgenommenen Messdaten von Wasserpflanzen, die als Indikatoren für im Wasser vorhandene künstliche Radionuklide dienen, insbesondere aus Ableitungen kerntechnischer und klinischer Anlagen, sind keine Besonderheiten festzustellen.

Tabelle 2.4.6-1 Spezifische Aktivität von Fischen und Wasserpflanzen 2006
(im Rahmen der Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen)
(Specific activity in fish and aquatic plants in the year 2006
(within the framework of ambient surveillance for nuclear facilities))
(N: Anzahl der Messungen; nn: Anzahl der Werte <NWG)

Fluss	Anlage	Radio-nuklid	2006					2005	
			N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert	
Fisch (Bq/kg FM)									
Donau	KRB Gundremmingen	Cs-137	6	2	<0,086	0,66	0,11	0,27	
Elbe	GKSS Geesthacht	Cs-137	7	2	<0,15	0,29	0,27	0,29	
	KKK Krümmel	Cs-137	4	0	0,15	0,23	0,18	0,26	
	PKA Gorleben	Cs-137	2	0	0,17	0,29	0,23	0,19	
	KKS Stade	Cs-137	2	0	0,40	0,67	0,54	0,39	
	KBR Brokdorf		Sr-90	6	6	<0,008	<0,01	<0,01	<0,01
			Cs-137	6	0	0,11	0,69	0,30	0,25
	KKB Brunsbüttel	Cs-137	6	0	0,13	0,50	0,25	0,26	
Ems	KKE Emsland	Cs-137	2	0	0,69	16	8,3	5,0	
Greifswalder Bodden	KGR Greifswald	Cs-137	6	0	0,68	5,2	1,1	3,6	
Havel (Pohlesee)	HMI Berlin	Cs-137	1	0	2,4	2,4	2,4	0,73	
Sacrower See		Cs-137	1	0	31	31	31	19	
Isar	KKI 1/2 Isar	Cs-137	4	3	<0,14	0,21	<0,19	0,12	
	FRM II Garching	Cs-137	1	0	0,21	0,21	0,21	0,35	
Main	KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	4	0	0,27	0,82	0,34	0,48	
	VAK Kahl	Cs-137	1	0	0,20	0,20	0,20	<0,18	
Neckar	GKN Neckarwestheim	Cs-137	1	1	<0,081	<0,081	<0,081	0,069	
	KWO Obrigheim	Cs-137	3	1	0,048	0,10	0,048	<0,094	
Rhein	KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	2	0	0,13	0,23	0,18	0,15	
		Sr-90	2	0	0,027	0,041	0,034		
		Cs-137	2	0	0,14	0,17	0,16		
	KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	4	0	0,082	0,16	0,10	0,40	
	KKP Philippsburg	Cs-137	5	0	0,096	0,15	0,098	0,15	
Rur	FZ Jülich	Cs-137	4	0	0,12	0,48	0,15	0,40	
Stechlinsee	KKR Rheinsberg	Cs-137	3	0	19	45	30	65	
Ellbogensee	KKR Rheinsberg	Cs-137	1	0	5,8	5,8	5,8	50	
Weser	KWG Grohnde	Cs-137	3	0	0,12	0,32	0,19	0,16	
	KKU Unterweser	Cs-137	3	0	0,20	0,23	0,22	0,27	
Wasserpflanzen (Bq/kg TM)									
Ahauser Aa	Ahaus	Cs-137	1	0	0,27	0,27	0,27	--	
		Co-60	1	0	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	

Fluss	Anlage	Radio-nuklid	2006					2005
			N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
Moorbach	Ahaus	Cs-137	1	0	0,25	0,25	0,25	--
		Co-60	1	1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,7
Donau	KRB Gundremmingen	I-131	1	0	1,3	1,3	1,3	13
		Cs-137	2	0	13	16	15	11
Isar	FRM II Garching	Cs-137	4	0	2,7	19	8,9	5,2
	KKI 1/2 Isar	I-131	1	0	32	32	32	18
		Cs-137	1	0	28	28	28	26
Main	KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	2	1	<1,3	2,7	0,72	<0,20

In der Tabelle 2.4.6-2 sind nachträglich bei der Leitstelle eingegangene Daten aufgeführt, die zu dem Termin der Erstellung des betreffenden früheren Jahresberichts nicht zur Verfügung standen. Für das in Wasserpflanzen der Isar (beim FRM II) nachgewiesene I-131 (Maximalwert 5400 Bq/kg TM in 2005) wird medizinische Verwendung als Ursache angesehen.

Tabelle 2.4.6-2 Spezifische Aktivität von Fischen und Wasserpflanzen (im Rahmen der Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen): Nachtrag zu 2005
(*Specific activity in fish and aquatic plants (within the framework of ambient surveillance for nuclear facilities): Supplement to 2005*)

Fluss	Anlage	Radio-nuklid	2005					2004
			N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
Fisch (Bq/kg FM)								
Donau	KRB Gundremmingen	Cs-137	6	2	<0,030	0,53	0,27	0,24
Isar	KKI 1/2 Isar	Cs-137	4	1	0,097	0,18	0,12	0,19
		FRM II Garching	Cs-137	1	0	0,35	0,35	0,35
Main	KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	4	1	<0,21	1,3	0,48	<0,2
		VAK Kahl	Cs-137	2	2	<0,17	<0,19	<0,18
Wasserpflanzen (Bq/kg TM)								
Donau	KRB Gundremmingen	I-131	1	0	13	13	13	
		Cs-137	2	0	4,9	16	11	11
Isar	KKI 1/2 Isar	Co-60	1	1	<0,29	<0,29	<0,29	<0,33
		I-131	1	0	18	18	18	17
		Cs-134	1	1	<0,26	<0,26	<0,26	<0,48
		Cs-137	1	0	26	26	26	0,16
		FRM II Garching	I-131	4	0	0,92	5.400	30
Main	KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	4	0	3,1	12	5,2	6,6
		Cs-137 b)	2	1	<0,18	0,21	<0,20	<0,12

b) Werte in Bq/kg FM

2.4.7 Einzellebensmittel, Gesamtnahrung, Säuglings- und Kleinkindernahrung (*Individual foodstuffs, whole diet, baby and infant foods*)

Das vor und nach dem Tschernobylunfall deponierte Cs-137 und Sr-90 in Nahrungsmitteln führte auch im Jahr 2006 zu Kontaminationen, die auf einem sehr niedrigen Niveau lagen (s. Tabellen 2.4.7-1 - 2.4.7-14). Ausnahmen hiervon bilden die meisten Wildfleischarten (Tabelle 2.4.7-8), Wildpilze (Tabelle 2.4.7-11), Wildbeeren (Tabelle 2.4.7-12) und Blütenhonig (Tabelle 2.4.7-13). Für diese Umweltbereiche liegt die Aktivitätskonzentration des Cs-137 erheblich höher als in anderen Lebensmitteln.

Die Messwerte für Einzellebensmittel, Gesamtnahrung, Säuglings- und Kleinkindernahrung können in diesem Bericht nur in komprimierter Form wiedergegeben werden.

In den Tabellen sind für die Radionuklide Sr-90 und Cs-137 die Anzahl der Messwerte N, die Mittelwerte und die Bereiche der Einzelwerte aufgeführt. Bei den Messwerten fehlen in der Regel ergänzende Angaben, so dass bei der Mittelwertbildung keine Wichtung durchgeführt werden konnte. Darüber hinaus überschätzen die Mittelwerte, die mit dem Zeichen „<“ gekennzeichneten sind, die Realität, weil in der Berechnung zahlreiche Werte von Nachweisgrenzen ein-

gegangen sind, die über den realen Werten lagen. Aus diesen Gründen beinhaltet der gebildete Mittelwert einige Unsicherheiten, die bei der Interpretation der Jahresmittelwerte berücksichtigt werden müssen.

Tabelle 2.4.7-1 Weizen, Inland
(*Wheat, domestic production*)

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)		Sr-90 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
Baden-Württemberg	2005	36	< 0,14 (< 0,04 - < 0,21)	10	0,12 (0,03 - 0,22)
	2006	35	< 0,14 (< 0,06 - < 0,21)	8	0,16 (0,07 - 0,26)
Bayern	2005	41	< 0,20 (< 0,12 - < 0,20)	5	0,28 (0,12 - 0,55)
	2006	47	< 0,20 (0,17 - 0,20)	4	0,36 (0,30 - 0,43)
Berlin	2005	2	< 0,12 (< 0,08 - < 0,16)	1	0,26
	2006	1	< 0,07	1	0,03
Brandenburg	2005	15	< 0,11 (< 0,07 - 0,20)	1	0,78
	2006	17	< 0,11 (0,06 - 0,20)	1	0,38
Bremen	2005	3	< 0,08 (< 0,06 - < 0,09)	1	0,21
	2006	3	< 0,08 (< 0,05 - < 0,09)	1	0,07
Hamburg	2005	2	< 0,13 (< 0,10 - < 0,15)	-	
	2006	3	< 0,14 (< 0,12 - 0,17)	1	0,11
Hessen	2005	14	< 0,13 (< 0,07 - < 0,17)	-	
	2006	17	0,12 (< 0,06 - < 0,19)	-	
Mecklenburg-Vorpommern	2005	33	< 0,14 (< 0,08 - < 0,18)	2	0,12 (0,11 - 0,12)
	2006	37	< 0,11 (< 0,07 - < 0,16)	2	0,11 (0,10 - 0,11)
Niedersachsen	2005	52	< 0,16 (< 0,04 - < 0,28)	6	0,15 (0,06 - 0,21)
	2006	41	< 0,26 (< 0,04 - 2,40)	5	0,16 (0,08 - 0,22)
Nordrhein-Westfalen	2005	40	< 0,10 (< 0,04 - < 0,19)	3	0,18 (0,10 - 0,31)
	2006	46	< 0,10 (< 0,03 - < 0,22)	3	0,16 (0,09 - 0,28)
Rheinland-Pfalz	2005	29	< 0,13 (< 0,04 - < 0,27)	1	0,08
	2006	25	< 0,14 (< 0,04 - < 0,26)	5	0,08 (0,04 - 0,15)
Saarland	2005	3	< 0,20 (< 0,20 - < 0,20)	-	
	2006	4	< 0,20 (< 0,20 - < 0,20)	-	
Sachsen	2005	12	< 0,10 (< 0,08 - < 0,11)	3	0,10 (0,07 - 0,12)
	2006	12	< 0,11 (< 0,09 - 0,18)	3	0,11 (0,09 - 0,13)
Sachsen-Anhalt	2005	13	< 0,14 (< 0,11 - < 0,17)	3	0,16 (0,05 - 0,33)
	2006	17	< 0,18 (< 0,10 - 0,96)	3	0,15 (0,06 - 0,30)
Schleswig-Holstein	2005	33	< 0,13 (< 0,08 - 0,24)	4	0,20 (0,14 - 0,30)

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)		Sr-90 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
Thüringen	2006	31	< 0,16 (< 0,07 - < 0,90)	4	0,15 (0,10 - 0,17)
	2005	22	< 0,12 (< 0,09 - < 0,14)	1	0,09
	2006	22	< 0,12 (0,09 - < 0,15)	1	0,08
Bundesrepublik (gesamt)	2005	350	< 0,14 (< 0,04 - < 0,28)	41	0,18 (0,03 - 0,78)
	2006	358	< 0,15 (< 0,03 - 2,40)	42	0,16 (0,03 - 0,43)

- Messung / Angabe nicht erforderlich bzw. nicht vorhanden

**Tabelle 2.4.7-2 Weizen, Einfuhr
(Wheat, import)**

Importe	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Dänemark	2005	1	< 0,12
	2006	2	< 0,11 (< 0,08 - < 0,13)
Frankreich	2005	3	< 0,20 (< 0,20 - < 0,20)
	2006	5	< 0,20 (< 0,19 - < 0,20)
Kanada	2005	1	< 0,16
	2006	2	< 0,13 (< 0,09 - < 0,17)
Niederlande	2005	-	
	2006	2	< 0,12 (< 0,05 - < 0,18)
Österreich	2005	-	
	2006	2	< 0,15 (< 0,13 - < 0,16)
Polen	2005	1	< 0,15
	2006	1	< 0,12
Türkei	2005	3	< 0,13 (< 0,07 - < 0,20)
	2006	2	< 0,07 (< 0,06 - < 0,08)

- Messung / Angabe nicht erforderlich bzw. nicht vorhanden

**Tabelle 2.4.7-3 Sonstige Getreide, Inland und Einfuhr
(Other cereals, domestic production and import)**

Produkt	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)		Sr-90 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
Buchweizen	2005	-		-	
	2006	3	0,82 (0,08 - 1,96)	-	
Gerste	2005	106	< 0,15 (< 0,06 - 0,30)	7	0,17 (0,11 - 0,25)
	2006	118	< 0,15 (< 0,02 - 0,62)	11	0,18 (0,001 - 0,44)
Hafer	2005	16	< 0,28 (< 0,09 - 1,28)	2	0,40 (0,26 - 0,54)
	2006	22	< 0,52 (< 0,05 - 3,86)	2	0,21 (0,18 - 0,24)

Produkt	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)		Sr-90 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
Hirse	2005	-		-	
	2006	2	< 0,15 (< 0,12 - < 0,18)	-	
Mais	2005	4	< 0,10 (< 0,06 - < 0,13)	-	
	2006	2	< 0,11 (< 0,09 - < 0,12)	-	
Reis	2005	11	< 0,12 (0,07 - < 0,19)	-	
	2006	13	< 0,11 (< 0,07 - < 0,15)	-	
Roggen	2005	208	< 0,22 (< 0,02 - 5,50)	15	0,21 (0,09 - 0,72)
	2006	170	< 0,22 (0,04 - 2,61)	14	0,17 (0,08 - 0,50)
Triticalen	2005	10	< 0,16 (< 0,10 - < 0,26)	-	
	2006	12	< 0,16 (< 0,07 - 0,24)	1	0,08
Getreideprodukte	2005	5	< 0,39 (< 0,08 - 1,14)	-	
	2006	3	< 0,18 (< 0,14 - < 0,20)	-	

- Messung / Angabe nicht erforderlich bzw. nicht vorhanden

Tabelle 2.4.7-4 Kalbfleisch, Inland
(*Veal, domestic production*)

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Baden-Württemberg	2005	6	< 0,56 (< 0,10 - 1,46)
	2006	7	< 0,85 (< 0,15 - 3,74)
Bayern	2005	7	< 0,20 (< 0,20 - < 0,20)
	2006	6	< 0,61 (< 0,20 - 1,27)
Berlin	2005	1	2,35
	2006	1	0,98
Brandenburg	2005	5	1,39 (0,30 - 4,50)
	2006	3	0,50 (0,28 - 0,81)
Bremen	2005	3	0,55 (0,36 - 0,70)
	2006	3	1,97 (0,28 - 3,72)
Hamburg	2005	3	< 0,29 (< 0,11 - 0,48)
	2006	3	< 0,43 (< 0,12 - 0,65)
Hessen	2005	3	< 0,32 (< 0,12 - 0,70)
	2006	3	< 0,32 (< 0,13 - 0,70)
Mecklenburg-Vorpommern	2005	4	2,72 (0,38 - 5,85)
	2006	9	6,44 (0,10 - 36,3)
Niedersachsen	2005	9	0,60 (0,21 - 0,99)

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Nordrhein-Westfalen	2006	8	< 0,12 ($< 0,12$ - 4,15)
	2005	19	< 0,44 ($< 0,09$ - 1,26)
	2006	18	< 0,81 ($< 0,06$ - 6,80)
Rheinland-Pfalz	2005	1	< 0,30
	2006	1	0,18
Saarland	2005	1	< 0,20
	2006	2	< 0,20 ($< 0,20$ - $< 0,20$)
Sachsen	2005	5	0,33 (0,14 - 0,56)
	2006	5	0,33 ($< 0,12$ - 0,53)
Sachsen-Anhalt	2005	3	0,76 (0,49 - 1,23)
	2006	3	0,75 (0,68 - 0,81)
Schleswig-Holstein	2005	3	< 0,61 ($< 0,17$ - 1,49)
	2006	2	< 0,23 ($< 0,15$ - 0,31)
Thüringen	2005	1	0,29
	2006	-	
Bundesrepublik (gesamt)	2005	74	< 0,66 ($< 0,09$ - 5,85)
	2006	74	< 0,14 (0,08 - 0,26)

- Messung / Angabe nicht erforderlich bzw. nicht vorhanden

**Tabelle 2.4.7-5 Rindfleisch, Inland
(Beef, domestic production)**

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Baden-Württemberg	2005	38	< 0,40 ($< 0,10$ - 1,83)
	2006	38	< 0,82 (0,10 - 19,8)
Bayern	2005	67	< 0,51 ($< 0,20$ - 21,0)
	2006	70	< 0,43 ($< 0,20$ - 3,33)
Berlin	2005	7	2,46 (0,19 - 8,20)
	2006	6	1,11 (0,20 - 1,64)
Brandenburg	2005	28	2,70 (0,30 - 9,50)
	2006	31	6,07 (0,30 - 130,0)
Bremen	2005	6	1,64 ($< 0,04$ - 7,74)
	2006	6	1,14 (0,07 - 4,23)

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)		
		N	Mittelwert (Bereich)	
Hamburg	2005	6	0,76	(< 0,09 - 2,69)
	2006	6	< 0,92	(0,07 - 2,39)
Hessen	2005	12	0,15	(< 0,12 - 0,39)
	2006	12	0,16	(< 0,12 - < 0,26)
Mecklenburg-Vorpommern	2005	38	5,05	(0,07 - 56,5)
	2006	32	< 2,14	(< 0,06 - 14,9)
Niedersachsen	2005	32	2,58	(< 0,12 - 40,6)
	2006	30	< 1,09	(< 0,11 - 5,10)
Nordrhein-Westfalen	2005	38	< 0,24	(< 0,08 - 1,19)
	2006	39	< 0,26	(< 0,06 - 2,70)
Rheinland-Pfalz	2005	8	< 0,15	(< 0,10 - < 0,26)
	2006	9	< 0,17	(< 0,09 - < 2,60)
Saarland	2005	6	< 0,23	(< 0,20 - 0,40)
	2006	3	< 0,20	(< 0,20 - < 0,20)
Sachsen	2005	29	< 0,29	(0,06 - 0,89)
	2006	29	< 0,45	(0,08 - 3,46)
Sachsen-Anhalt	2005	24	< 0,66	(0,07 - 5,98)
	2006	24	< 0,84	(0,09 - 8,11)
Schleswig-Holstein	2005	22	< 0,38	(< 0,09 - 2,48)
	2006	22	< 0,34	(< 0,17 - 2,08)
Thüringen	2005	22	< 0,20	(< 0,08 - 1,28)
	2006	23	< 0,12	< 0,09 - 0,25)
Bundesrepublik (gesamt)	2005	382	< 1,26	(< 0,04 - 56,5)
	2006	380	< 1,13	(< 0,06 - 130,0)

Tabelle 2.4.7-6 Schweinefleisch, Inland
(Pork, domestic production)

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)		
		N	Mittelwert (Bereich)	
Baden-Württemberg	2005	19	< 0,22	(< 0,09 - 0,68)
	2006	19	< 0,18	(< 0,12 - 0,38)
Bayern	2005	34	< 0,25	(0,20 - < 2,00)
	2006	39	< 0,29	(< 0,20 - 0,80)
Berlin	2005	6	< 0,26	(0,15 - 0,60)
	2006	6	0,33	(0,15 - 0,60)

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)		
		N	Mittelwert (Bereich)	
Brandenburg	2005	25	< 0,19	(< 0,08 - 0,50)
	2006	26	< 0,19	(< 0,09 - 0,85)
Bremen	2005	6	< 0,16	(0,05 - 0,42)
	2006	6	0,22	(0,11 - 0,43)
Hamburg	2005	6	< 0,21	(< 0,10 - 0,65)
	2006	6	< 0,17	(< 0,10 - 0,28)
Hessen	2005	12	< 0,16	(< 0,11 - < 0,27)
	2006	13	< 0,15	(< 0,12 - 0,22)
Mecklenburg -Vorpommern	2005	33	< 0,24	(0,05 - 0,74)
	2006	23	< 0,20	(0,04 - 1,74)
Niedersachsen	2005	55	< 0,18	(< 0,05 - 0,53)
	2006	50	< 0,37	(< 0,10 - 5,83)
Nordrhein-Westfalen	2005	74	< 0,15	(< 0,05 - 1,20)
	2006	67	< 0,18	(< 0,05 - 2,12)
Rheinland-Pfalz	2005	9	< 0,13	(< 0,09 - < 0,22)
	2006	9	< 0,13	(< 0,09 - < 0,20)
Saarland	2005	4	< 0,20	(< 0,20 - < 0,20)
	2006	2	< 0,20	(< 0,20 - < 0,20)
Sachsen	2005	23	< 0,17	(0,07 - 0,51)
	2006	23	< 0,14	(0,08 - 0,26)
Sachsen-Anhalt	2005	36	< 0,24	(< 0,06 - 0,73)
	2006	36	< 0,15	(< 0,07 - 0,53)
Schleswig-Holstein	2005	11	< 0,17	(0,09 - 0,40)
	2006	11	< 0,18	(< 0,10 - 0,35)
Thüringen	2005	20	< 0,16	(< 0,08 - 0,52)
	2006	20	< 0,13	(< 0,08 - 0,36)
Bundesrepublik (gesamt)	2005	373	< 0,19	(< 0,05 - < 2,00)
	2006	356	< 0,21	(0,04 - 5,83)

Tabelle 2.4.7-7 Sonstiges Fleisch, Inland und Einfuhr
(*Other meat, domestic production and import*)

Produkt	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Hauskaninchen	2005	1	< 0,17
	2006	3	< 0,24 (< 0,21 - 0,29)
Lamm	2005	17	< 0,67 (< 0,06 - 7,36)
	2006	18	< 0,19 (0,05 - 1,16)
Geflügel Ente	2005	17	< 0,16 (< 0,09 - < 0,24)
	2006	18	< 0,19 (< 0,07 - 0,48)
Gans	2005	23	< 0,17 (0,06 - < 0,47)
	2006	16	< 0,17 (< 0,06 - 0,36)
Huhn/Hähnchen	2005	137	< 0,16 (< 0,05 - < 0,43)
	2006	131	< 0,18 (< 0,05 - 3,22)
Pute	2005	52	< 0,13 (< 0,05 - 0,25)
	2006	54	< 0,15 (0,04 - 0,79)

Tabelle 2.4.7-8 Wild, Inland und Einfuhr
(*Game, domestic production and import*)

Produkt	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Federwild	2005	-	
	2006	2	< 0,16 (< 0,11 - < 0,21)
Hirsch	2005	11	< 9,27 (< 0,06 - 59,7)
	2006	31	< 8,83 (< 0,09 - 134,0)
Reh	2005	123	< 20,0 (< 0,11 - 257)
	2006	133	< 24,6 (0,03 - 548)
Rot-/Damwild	2005	9	17,0 (0,25 - 63,0)
	2006	7	< 5,35 (< 0,19 - 12,7)
Wildschwein	2005	356	< 679 (< 0,05 - 12.800)
	2006	240	< 478,9 (< 0,08 - 16.600)
Sonstiges Haarwild	2005	-	
	2006	9	< 16,7 (< 0,03 - 72,6)

- Messung / Angabe nicht erforderlich bzw. nicht vorhanden

Tabelle 2.4.7-9 Kartoffeln, Inland
(Potatoes, domestic production)

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)		Sr-90 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
Baden-Württemberg	2005	16	< 0,12 (< 0,04 - < 0,17)	1	0,04
	2006	11	< 0,13 (< 0,06 - < 0,16)	1	0,03
Bayern	2005	35	< 0,27 (< 0,10 - 0,71)	3	0,26 (0,11 - 0,54)
	2006	38	< 0,39 (0,11 - 1,74)	2	0,08 (0,04 - 0,11)
Berlin	2005	2	< 0,13 (< 0,07 - < 0,18)	1	0,02
	2006	3	< 0,09 (< 0,07 - 0,11)	1	0,02
Brandenburg	2005	12	< 0,14 (< 0,08 - 0,30)	1	0,02
	2006	10	< 0,12 (< 0,10 - 0,20)	1	0,01
Bremen	2005	2	< 0,06 (0,03 - < 0,09)	-	
	2006	2	0,15 (0,04 - 0,25)	-	
Hamburg	2005	2	< 0,12 (< 0,11 - < 0,12)	-	
	2006	1	< 0,15	-	
Hessen	2005	4	< 0,14 (< 0,10 - < 0,17)	-	
	2006	5	< 0,13 (< 0,10 - 0,15)	1	0,05
Mecklenburg-Vorpommern	2005	12	< 0,09 (0,03 - 0,11)	2	0,02 (0,01 - 0,03)
	2006	12	< 0,1 (< 0,06 - 0,15)	1	0,04
Niedersachsen	2005	38	< 0,15 (< 0,04 - 0,41)	4	< 0,01 (< 0,00 - < 0,02)
	2006	44	< 0,20 (< 0,08 - 1,60)	4	< 0,04 (< 0,02 - 0,07)
Nordrhein-Westfalen	2005	19	< 0,14 (< 0,06 - 0,43)	5	< 0,05 (< 0,01 - 0,12)
	2006	18	< 0,13 (< 0,06 - 0,29)	5	0,08 (0,01 - 0,30)
Rheinland-Pfalz	2005	6	< 0,12 (< 0,04 - < 0,21)	2	0,03 (0,03 - 0,03)
	2006	5	< 0,08 (< 0,03 - < 0,14)	3	0,04 (0,02 - 0,06)
Saarland	2005	2	< 0,20 (< 0,20 - < 0,20)	-	
	2006	2	< 0,20 (< 0,20 - < 0,20)	-	
Sachsen	2005	10	< 0,11 (< 0,08 - < 0,14)	1	0,02
	2006	11	< 0,12 (< 0,08 - 0,17)	1	0,03
Sachsen-Anhalt	2005	9	< 0,20 (< 0,11 - 0,71)	2	< 0,03 (< 0,02 - 0,03)
	2006	9	< 0,13 (0,07 - 0,21)	2	< 0,03 (< 0,02 - 0,04)
Schleswig-Holstein	2005	6	< 0,13 (< 0,09 - < 0,18)	1	0,05
	2006	6	< 0,15 (< 0,09 - < 0,18)	1	0,03

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)		Sr-90 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
Thüringen	2005	6	< 0,11 (< 0,09 - < 0,12)	1	0,02
	2006	6	< 0,11 (< 0,10 - < 0,14)	1	0,01
Bundesrepublik (gesamt)	2005	181	< 0,16 (0,03 - 0,71)	24	< 0,06 (< 0,00 - 0,54)
	2006	183	< 0,2 (< 0,03 - 1,74)	24	< 0,05 (0,01 - 0,30)

- Messung / Angabe nicht erforderlich

Tabelle 2.4.7-10 Gemüse (frisch), Inland und Einfuhr
(*Fresh vegetables, domestic production and import*)

Produkt	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)		Sr-90 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
Blattgemüse	2005	645	< 0,17 (< 0,02 - 4,60)	70	0,19 (0,03 - 0,67)
	2006	661	< 0,18 (< 0,03 - 6,76)	78	0,17 (0,02 - 0,66)
Fruchtgemüse	2005	221	< 0,13 (< 0,03 - 0,45)	11	0,06 (0,03 - 0,08)
	2006	215	< 0,14 (< 0,03 - 0,35)	8	0,07 (0,02 - 0,14)
Sprossgemüse	2005	282	< 0,13 (< 0,02 - 0,53)	17	0,09 (0,001 - 0,67)
	2006	268	< 0,16 (< 0,03 - 7,27)	11	0,04 (0,01 - 0,09)
Wurzelgemüse	2005	185	< 0,15 (< 0,02 - 0,54)	14	0,15 (0,04 - 0,41)
	2006	196	< 0,16 (< 0,02 - 0,99)	15	0,17 (0,03 - 0,53)

Tabelle 2.4.7-11 Speisepilze, Inland und Einfuhr
(*Mushrooms, domestic production and import*)

Produkt	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Kulturpilze	2005	7	< 0,50 (< 0,11 - 1,60)
	2006	9	< 0,20 (< 0,13 - < 0,25)
Kulturpilzprodukte, getrocknet	2005	1	< 0,26
	2006	7	< 129 (< 0,31 - 499)
Wild-Blätterpilze	2005	37	< 40,1 (< 0,09 - 267)
	2006	65	< 46,9 (< 0,09 - 1.700)
Wild-Leisten- u. Trompetenpilze	2005	35	< 37,3 (< 0,20 - 297)
	2006	57	< 67,8 (0,25 - 1.000)
Wild-Röhrenpilze	2005	85	< 173 (0,08 - 1.950)
	2006	213	< 135 (< 0,16 - 1.750)
Sonstige Wildpilze	2005	30	< 11,7 (< 0,21 - 233)
	2006	39	< 36,5 (< 0,27 - 579)
Wildpilzmischungen	2005	3	34,2 (7,12 - 87)
	2006	17	< 42,7 (< 0,10 - 519)

Produkt	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Wildpilzprodukte	2005	12	< 21,8 ($< 0,26 - 105$)
	2006	18	< 82,8 ($< 0,20 - 237$)

Tabelle 2.4.7-12 Obst und Rhabarber, Inland und Einfuhr
(*Fruit and rhubarb, domestic production and import*)

Produkt	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)		Sr-90 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
Beerenobst					
Erdbeeren	2005	92	< 0,14 (0,02 - 0,73)	6	0,07 (0,03 - 0,11)
	2006	93	< 0,13 ($< 0,03 - < 0,29$)	6	0,13 (0,03 - 0,29)
Wald- u. Wildbeeren	2005	26	< 24,7 ($< 0,11 - 192$)	-	
	2006	63	< 13,7 ($< 0,08 - 236$)	-	
Sonstige	2005	60	< 0,72 ($< 0,03 - 18,0$)	3	0,03 (0,02 - 0,05)
	2006	100	< 0,51 ($< 0,03 - 6,30$)	5	0,07 (0,02 - 0,15)
Kernobst	2005	204	< 0,16 (0,01 - $< 2,70$)	22	< 0,03 (0,01 - 0,16)
	2006	182	< 0,13 (0,02 - $< 1,20$)	17	< 0,02 (0,001 - 0,07)
Rhabarber	2005	24	< 0,13 ($< 0,05 - < 0,19$)	1	0,38
	2006	18	< 0,12 ($< 0,05 - < 0,20$)	2	0,08 (0,05 - 0,10)
Steinobst	2005	122	< 0,17 (0,01 - $< 2,41$)	10	< 0,06 ($< 0,02 - 0,16$)
	2006	139	< 0,28 (0,03 - 10,1)	11	< 0,07 ($< 0,02 - 0,20$)
Zitrusfrüchte	2005	11	< 0,10 ($< 0,02 - < 0,20$)	-	
	2006	17	< 0,11 ($< 0,02 - < 0,20$)	1	0,04
Sonstiges Frischobst	2005	-		-	
	2006	12	< 0,16 ($< 0,02 - < 0,40$)	-	
Obstprodukte	2005	4	< 0,21 ($< 0,14 - 0,35$)	-	
	2006	5	< 1,39 ($< 0,12 - 4,99$)	-	

- Messung / Angabe nicht erforderlich bzw. nicht vorhanden

Tabelle 2.4.7-13 Sonstige Lebensmittel, Inland und Einfuhr
(*Other foodstuffs, domestic production and import*)

Produkt	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Gewürze	2005	4	< 0,35 ($< 0,15 - 0,73$)
	2006	3	< 0,68 ($< 0,21 - 0,99$)
Honig			
Blütenhonig	2005	31	< 26,0 ($< 0,09 - 286$)
	2006	29	< 8,04 ($< 0,10 - 76,2$)
Blütenhonigmischungen	2005	22	< 4,95 ($< 0,07 - 92,0$)
	2006	20	< 0,95 (0,14 - 5,70)

Produkt	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Waldhonig	2005	23	< 28,5 (0,21 - 130)
	2006	70	< 12,4 (< 0,39 - 86)
Hühnereier	2005	68	< 1,86 (< 0,20 - <3,74)
	2006	9	< 1,32 (< 0,07 - <2,40)
Kaffee, geröstet	2005	3	< 0,30 (< 0,15 - 0,45)
	2006	3	< 0,28 (0,18 - < 0,46)
Kakaopulver	2005	3	0,71 (0,52 - 0,83)
	2006	2	0,52 (0,41 - 0,62)
Ölsamen, Hülsenfrüchte	2005	2	< 0,17 (< 0,16 - < 0,18)
	2006	5	< 0,22 (< 0,05 - 0,50)
Schalenobst (Nüsse)	2005	19	< 0,48 (< 0,12 - <1,36)
	2006	10	< 1,17 (< 0,11 - 9,82)
Tee, fermentiert	2005	1	0,82
	2006	1	1,36

Tabelle 2.4.7-14 Arithmetische Jahresmittelwerte der spezifischen Aktivitäten von Sr-90 und Cs-137 in ausgewählten Lebensmitteln, Inland
(*Arithmetic annual mean values of the specific activities of Sr-90 and Cs-137 in selected foodstuffs - domestic production*)

Jahr	Sr-90 (Bq/kg FM)			Cs-137 (Bq/kg FM)					
	Weizen	Kartoffeln	Kernobst	Rindfleisch	Schweinefleisch	Kalb- fleisch	Weizen	Kartoffeln	Kernobst
1960	1,2	0,56	0,09	9,6	-	-	-	0,07	3,2
1961	0,85	0,15	0,07	-	-	-	2,2	5,6	2,2
1962	0,56	0,19	0,06	12	-	-	2,6	1,0	0,48
1963	5,6	0,22	0,67	18	13	31	18	4,1	7,0
1964	7,0	0,22	0,30	36	27	39	21	2,0	5,2
1965	3,3	0,33	0,26	18	19	23	9,2	0,85	2,3
1966	2,0	0,30	0,22	8,9	11	13	5,2	0,59	1,7
1967	1,5	0,26	0,11	6,7	5,2	7,4	3,0	0,37	1,7
1968	0,85	0,16	0,11	4,8	3,3	7,8	2,1	0,59	0,59
1969	0,92	0,19	0,06	4,1	3,1	4,8	1,8	0,59	0,59
1970	1,0	0,14	0,07	3,7	2,8	5,2	1,4	0,89	0,48
1971	1,1	0,13	0,07	2,9	2,7	3,6	3,5	0,81	0,52
1972	1,0	0,13	0,07	2,9	2,2	3,3	2,0	0,89	0,37
1973	0,63	0,20	0,07	2,2	1,0	2,8	0,41	2,0	0,35
1974	1,8	0,09	0,04	2,4	1,0	1,8	1,1	0,85	0,41
1975	0,56	0,09	0,05	1,8	1,7	1,7	1,6	0,85	0,25
1976	0,44	0,11	0,04	0,81	0,70	1,3	0,30	1,0	0,37
1977	0,70	0,06	0,05	0,74	0,70	0,89	0,81	0,15	0,18
1978	0,67	0,06	0,06	1,3	1,2	1,7	0,96	0,15	0,14
1979	0,41	0,08	0,04	0,85	0,96	0,92	0,37	0,15	0,21
1980	0,39	0,08	0,04	0,70	0,67	1,1	0,26	0,55	0,12
1981	0,47	0,19	0,06	0,87	0,72	1,2	0,61	0,14	0,15

Jahr	Sr-90 (Bq/kg FM)			Cs-137 (Bq/kg FM)					
	Weizen	Kartoffeln	Kernobst	Rindfleisch	Schweinefleisch	Kalb- fleisch	Weizen	Kartoffeln	Kernobst
1982	0,32	0,12	0,04	1,2	0,81	1,1	0,19	0,40	0,18
1983	0,31	0,15	0,07	0,39	0,63	0,85	0,10	0,10	0,09
1984	0,31	0,07	0,10	1,2	0,32	0,43	0,06	0,05	0,07
1985	0,28	0,15	0,04	0,49	0,31	0,30	0,14	0,09	0,09
1986	0,23	0,12	0,13	50	19	41	7,1	2,9	12
1987	0,24	0,19	0,06	20	11	36	2,0	1,3	4,9
1988	0,54	0,20	0,06	7,4	3,9	10	0,91	1,2	1,4
1989	0,29	0,10	0,08	3,6	1,0	3,3	0,30	0,36	0,45
1990	0,24	0,08	0,05	1,6	0,70	1,9	0,23	0,23	0,25
1991	0,19	0,09	0,06	1,9	0,78	1,8	0,19	0,24	0,23
1992	0,19	0,07	0,05	1,8	0,84	1,4	0,16	0,27	0,18
1993	0,25	0,18	0,04	1,1	0,42	0,87	0,22	0,21	0,19
1994	0,21	0,08	0,03	0,88	0,29	0,99	0,14	0,31	0,17
1995	0,20	0,08	0,03 *	1,2	0,28	1,3	0,11	0,16	0,14*
1996	0,19	0,07	0,03 *	1,1	0,33	1,3	0,11	0,17	0,13*
1997	0,16	0,068	0,031 *	1,2	0,29	1,0	0,13	0,15	0,13*
1998	<0,18	<0,06	<0,03 *	<1,05	<0,25	<1,08	<0,13	<0,16	<0,14 *
1999	<0,20	<0,04	<0,07 *	<1,05	<0,22	<0,96	<0,12	<0,14	<0,12 *
2000	<0,16	<0,05	<0,03 *	<0,85	<0,24	<1,18	<0,14	<0,16	<0,14 *
2001	<0,20	<0,04	<0,04 *	<0,81	<0,25	<0,66	<0,13	<0,15	<0,13 *
2002	<0,19	<0,04	<0,03 *	<0,77	<0,23	<1,51	<0,16	<0,16	<0,13 *
2003	0,21	<0,04	<0,02 *	<0,81	<0,20	<0,78	<0,14	<0,16	<0,13 *
2004	<0,17	<0,04	<0,02 *	<1,06	<0,23	<0,78	<0,14	<0,16	<0,13 *
2005	0,18	<0,06	<0,03 *	<1,26	<0,19	<0,66	<0,14	<0,16	<0,16 *
2006	0,16	< 0,05	< 0,02 *	< 1,13	< 0,21	< 0,14	< 0,15	< 0,20	< 0,13 *

* Inland und Einfuhr

Gesamtnahrung

Die Beprobung der Gesamtnahrung (siehe Tabelle 2.4.7-15) dient der Abschätzung der ingestionsbedingten Strahlendosis gesunder Erwachsener in der Bundesrepublik Deutschland. Dazu werden verzehrsfertige Menüs der Gemeinschaftsverpflegung aus Kantinen, Heimen, Krankenhäusern und Restaurants vermessen. Daraus resultiert eine Mittlung der Verzehrsmenge und der Zusammensetzung.

Die mittlere tägliche Cs-137-Aktivitätszufuhr einer Person über die Nahrung kann für 2006 mit 0,29 Bq/(d • p) (d = Tag; p = Person) nach oben abgeschätzt werden und zeigt somit kaum eine Veränderung zum Vorjahr. Da in diese Mittlung ein hoher Prozentsatz von Messwerten unterhalb der Nachweisgrenzen eingeht, wird der Wert der Aktivitätszufuhr überschätzt, was bei einer Interpretation des Wertes berücksichtigt werden muss. Für Sr-90, mit einer mittleren Aktivitätszufuhr von 0,11 Bq/(d • p), gilt die gleiche Betrachtungsweise wie für Cs-137, allerdings muss hier noch berücksichtigt werden, dass die Messwerte nahe oder unterhalb der Nachweisgrenzen der angewendeten Analyseverfahren liegen, was zu einer zusätzlichen Unsicherheit führt.

Die mittlere jährliche ingestionsbedingte Aktivitätszufuhr lässt sich somit wie folgt abschätzen

$$\text{Sr-90} : 44 \text{ Bq/(a} \cdot \text{p)}$$

$$\text{Cs-137} : 106 \text{ Bq/(a} \cdot \text{p)}$$

Tabelle 2.4.7-15 Aktivitätszufuhr von Cs-137 und Sr-90 mit der Gesamtnahrung (Intake of Cs-137 and Sr-90 activity with the whole diet)

Monat	Jahr	Aktivitätszufuhr Cs-137 in Bq/(d • p) (d = Tag und p = Person)		Aktivitätszufuhr Sr-90 in Bq/(d • p) (d = Tag und p = Person)	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
Januar	2005	92	<0,23 (<0,02 - 1,01)	22	<0,10 (<0,00 - 0,28)

Monat	Jahr	Aktivitätszufuhr Cs-137 in Bq/(d · p) (d = Tag und p = Person)		Aktivitätszufuhr Sr-90 in Bq/(d · p) (d = Tag und p = Person)	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
Februar	2006	89	< 0,30 (< 0,06 - 5,0)	21	< 0,12 (0,01 - 0,33)
	2005	82	< 0,35 (< 0,01 - 2,64)	19	< 0,12 (< 0,02 - 0,48)
	2006	81	< 0,44 (0,03 - 8,71)	21	< 0,13 (0,02 - 0,42)
März	2005	92	< 0,26 (< 0,04 - 1,12)	21	< 0,11 (0,02 - 0,43)
	2006	87	< 0,29 (< 0,06 - 3,57)	18	< 0,13 (0,001 - 0,71)
April	2005	83	< 0,41 (< 0,00 - 10,7)	14	< 0,11 (0,01 - 0,31)
	2006	83	< 0,29 (0,03 - 2,15)	18	< 0,11 (< 0,02 - 0,40)
Mai	2005	93	< 0,18 (0,04 - 0,68)	19	< 0,10 (0,01 - 0,51)
	2006	100	< 0,24 (< 0,01 - 2,80)	21	0,09 (0,02 - 0,23)
Juni	2005	86	< 0,50 (< 0,04 - 24,3)	23	< 0,08 (< 0,02 - 0,22)
	2006	83	< 0,21 (< 0,04 - 0,67)	18	0,11 (0,03 - 0,27)
Juli	2005	85	< 0,38 (0,02 - 8,40)	15	0,09 (0,01 - 0,22)
	2006	89	< 0,23 (0,02 - 1,03)	21	< 0,09 (0,01 - 0,32)
August	2005	95	< 0,19 (0,03 - 0,50)	17	< 0,07 (0,01 - 0,18)
	2006	89	< 0,29 (< 0,02 - 6,43)	18	< 0,10 (< 0,02 - 0,25)
September	2005	89	< 0,21 (0,02 - 1,24)	22	< 0,10 (0,01 - 0,30)
	2006	86	< 0,24 (< 0,02 - 1,75)	19	< 0,08 (0,01 - 0,20)
Oktober	2005	91	< 0,25 (0,00 - 2,20)	22	0,11 (0,01 - 0,49)
	2006	99	< 0,36 (0,02 - 3,90)	22	0,13 (0,03 - 0,48)
November	2005	85	< 0,24 (< 0,01 - 2,00)	13	0,17 (0,03 - 0,54)
	2006	84	< 0,28 (0,05 - 3,30)	18	0,18 (0,04 - 0,87)
Dezember	2005	85	< 0,29 (0,05 - 4,16)	15	0,13 (0,02 - 0,29)
	2006	80	< 0,31 (< 0,001 - 7,00)	16	< 0,12 (< 0,02 - 0,36)
Jahr (gesamt)	2005	1058	< 0,29 (< 0,00 - 24,3)	222	< 0,11 (< 0,00 - 0,54)
	2006	1050	< 0,29 (< 0,001 - 8,71)	231	< 0,12 (0,001 - 0,87)

**Tabelle 2.4.7-16 Säuglings- und Kleinkindernahrung
(Baby and infant food)**

Monat	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)		Sr-90 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
Januar	2005	21	< 0,16 (0,03 - 0,60)	11	< 0,04 (0,01 - 0,07)
	2006	27	< 0,15 (< 0,03 - 0,48)	8	0,05 (0,01 - 0,08)
Februar	2005	24	< 0,16 (< 0,00 - 0,90)	3	0,01 (0,00 - 0,02)
	2006	22	< 0,26 (< 0,03 - 3,12)	8	< 0,13 (0,001 - 0,72)

Monat	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)		Sr-90 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
März	2005	17	< 0,20 (0,03 - 0,76)	5	0,04 (0,01 - 0,08)
	2006	19	< 0,17 (< 0,07 - < 0,45)	2	< 0,02 (0,01 - < 0,02)
April	2005	24	< 0,30 (0,02 - 4,32)	8	< 0,07 (0,01 - 0,24)
	2006	19	< 0,15 (< 0,02 - 0,61)	6	< 0,03 (< 0,02 - 0,09)
Mai	2005	18	< 0,13 (< 0,02 - < 0,40)	2	0,06 (0,02 - 0,09)
	2006	20	< 0,12 (< 0,02 - < 0,21)	4	< 0,11 (< 0,02 - 0,32)
Juni	2005	20	< 0,13 (< 0,02 - < 0,21)	2	0,07 (0,02 - 0,12)
	2006	20	< 0,15 (< 0,04 - 0,32)	5	< 0,09 (< 0,01 - 0,28)
Juli	2005	16	< 0,17 (0,02 - 0,62)	8	0,07 (0,01 - 0,31)
	2006	24	< 0,11 (0,02 - 0,25)	9	< 0,04 (< 0,01 - 0,12)
August	2005	23	< 0,12 (< 0,02 - 0,24)	6	< 0,03 (0,01 - 0,04)
	2006	21	< 0,14 (< 0,03 - 0,59)	3	< 0,07 (< 0,02 - 0,10)
September	2005	19	< 0,22 (< 0,04 - 1,50)	3	0,05 (0,03 - 0,07)
	2006	20	< 0,16 (0,03 - 0,45)	3	0,05 (0,01 - 0,08)
Oktober	2005	28	< 0,15 (< 0,04 - 0,36)	5	< 0,07 (0,01 - 0,28)
	2006	20	< 0,13 (< 0,03 - < 0,30)	4	< 0,04 (< 0,02 - 0,08)
November	2005	21	< 0,17 (< 0,05 - 0,64)	2	0,04 (0,04 - 0,04)
	2006	23	< 0,21 (< 0,001 - 1,70)	3	0,03 (0,01 - 0,05)
Dezember	2005	16	< 0,13 (< 0,04 - 0,58)	1	0,04
	2006	16	< 0,13 (< 0,03 - 0,42)	1	0,02
Jahr (gesamt)	2005	247	< 0,17 (< 0,00 - 4,32)	56	< 0,05 (0,001 - 0,31)
	2006	251	< 0,16 (< 0,001 - 3,12)	56	< 0,06 (0,001 - 0,72)

2.4.8 Pflanzliche Nahrungsmittel in der Umgebung kerntechnischer Anlagen (Foodstuffs of vegetable origin from the surroundings of nuclear facilities)

Die Aktivitätskonzentrationen in Pflanzen in der Umgebung kerntechnischer Anlagen liegen auf einem sehr niedrigen Niveau. Sie spiegeln damit die Situation bei den Böden wider, die nach wie vor durch die Depositionen nach den Kernwaffenversuchen und dem Unfall in Tschernobyl geprägt ist. Die Ergebnisse der Überwachung nach der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen sind für Gemüse und Getreide in den Tabellen 2.4.8-1 und 2.4.8-2, für Obst in Tabelle 2.4.8-3 und für Kartoffeln in Tabelle 2.4.8-4 zusammengefasst. Die vorliegenden Messwerte lassen im Vergleich mit anderen Orten in der Bundesrepublik keine Erhöhung der Radioaktivität erkennen.

Tabelle 2.4.8-1 Radioaktivität der pflanzlichen Nahrungsmittel in der näheren Umgebung kerntechnischer Anlagen: Gemüse
(Radioactivity of food of vegetable origin in the vicinity of nuclear facilities: vegetables)

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg FM						
		2004		2005		2006		
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)	
BADEN-WÜRTTEMBERG								
FZ Karlsruhe	Cs-137	9	<0,07	22	<0,04	a)		
	Sr-90	3	0,11	7	0,18	a)		
KWO Obrigheim	Cs-137	17	<0,07	15	<0,06	a)		
	Sr-90	9	0,10	10	0,10	a)		
GKN Neckarwestheim	Cs-137	15	<0,08	12	<0,06	a)		
	Sr-90	8	0,09	7	0,08	a)		
KKP Philippsburg	Cs-137	4	<0,03	6	<0,06	1		<0,04
	Sr-90	2	0,05	2	0,08	1		0,07
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	12	<0,06	24	<0,09	a)		
	Sr-90	6	0,52	5	0,22	a)		
KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	15	<0,11	15	<0,07	a)		
	Sr-90	4	0,14	6	0,08	a)		
BAYERN								
KRB Gundremmingen	Cs-137	1	<0,2	1	<0,2	a)		
	Sr-90	1	0,35	1	0,23	a)		
KKI Isar	Cs-137	1	<0,2	1	<0,2	1		<0,04
	Sr-90	1	0,33	1	0,18	1		0,10
KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	1	<0,2	2	<0,2	3		<0,14 (<0,02 - 0,34)
	Sr-90	1	0,2	2	0,19	3		<0,11 (<0,02 - 0,26)
BERLIN								
Forschungsreaktor BERII	Cs-137	13	<0,16	10	<0,15	9		<0,14 (0,06 - <0,22)
	Sr-90	3	0,17	3	0,10	1		0,11
BRANDENBURG								
KKR Rheinsberg	Cs-137	18	<0,14	17	<0,15	17	<0,13 (<0,09-<0,17)	
	Sr-90	14	0,11	17	0,20	17	0,19 (0,03 - 0,57)	
HESSEN								
KWB Biblis	Cs-137	10	<0,04	9	<0,07	a)		
	Sr-90	10	0,08	8	0,08	a)		

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg FM					
		2004		2005		2006	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
Nuklearbetriebe Hanau	Gesamt- α Asche			a)		a)	
	Pu-238 Asche	1	<0,06	1	<0,07	a)	
	Pu-(239+ 240) Asche	1	0,12	1	<0,07	a)	
MECKLENBURG-VORPOMMERN							
KGR Greifswald	Cs-137	2	<0,12	a)		a)	
	Sr-90	2	0,14	a)		a)	
NIEDERSACHSEN							
KKS Stade	Cs-137	4	<0,10	4	<0,11	3	<0,09 (<0,07 - <0,1)
	Sr-90	4	0,14	4	0,25	3	0,13 (0,09 - 0,19)
KKU Unterweser	Cs-137	7	<0,09	7	<0,11	4	<0,09 (<0,08 - <0,1)
	Sr-90	7	0,09	7	0,13	4	0,18 (0,09 - 0,28)
KWG Grohnde	Cs-137	5	<0,10	4	<0,11	3	<0,08 (<0,07-<0,09)
	Sr-90	5	0,18	4	0,28	3	0,08 (0,03 - 0,15)
KKE Emsland	Cs-137	7	<0,10	7	<0,13	4	<0,09 (0,06 - <0,12)
	Sr-90	7	0,24	7	0,23	4	0,23 (0,19 - 0,28)
Schacht Konrad II b)	Cs-137	a)		a)		a)	
	Sr-90	a)		a)		a)	
Forschungsbergwerk Asse	Cs-137			3	<0,12	a)	
NORDRHEIN-WESTFALEN							
FZ Jülich	Cs-137	10	<0,14	6	<0,12	4	<0,25 (<0,09 - <0,3)
	Sr-90	10	<0,20	5	0,07	4	0,09 (0,04 - 0,15)
UAG Gronau	Fluor (mg/kg TM)	5	<2,1 (<1,5 - 3,3)	a)		7	<4,7 (<1,5 - 11,7)
	Uran (Bq/kg TM)	5	<0,26	a)		7	<0,31 (0,05 - 0,76)
	U-238 (Bq/kg TM)	5	<0,1	3	<0,4		
RHEINLAND-PFALZ							
KMK Mülheim-Kärlich	Cs-137	2	<0,06	1	<0,02	a)	
	Sr-90	a)		a)		a)	
KKW Cattenom (Frankreich)	Cs-137	a)		a)			

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg FM					
		2004		2005		2006	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
SACHSEN							
VKTA Rossendorf	Cs-137	1	<0,1	5	<0,26	5	<0,11 (<0,09-<0,14)
	Sr-90	1	0,13	2	0,11	1	0,19
SACHSEN-ANHALT							
Endlager Morsleben	Cs-137	2	<0,2	2	<0,16	a)	
	Sr-90	1	0,19	1	0,25	a)	
SCHLESWIG-HOLSTEIN							
GKSS Geesthacht	Cs-137	1	<0,10	1	<0,16	1	<0,08
	Sr-90	1	0,15	1	0,17	1	0,07
KKB Brunsbüttel	Cs-137	1	<0,07	1	<0,1	3	<0,10 (<0,08-<0,13)
	Sr-90					2	0,11 (0,07 - 0,14)
KKK Krümmel	Cs-137	2	<0,06	1	<0,05	2	<0,08 (<0,07-<0,08)
	Sr-90	2	0,08	1	0,13	1	0,05

a) Messwerte lagen nicht vor

b) Gegen den Planfeststellungsbeschluss für das Endlagerprojekt Konrad wurden mehrere Klagen eingereicht. Bis zur gerichtlichen Entscheidung durch das Bundesverwaltungsgericht Leipzig am 26.03.2007 befand sich die Schachanlage im Offenhaltungsbetrieb. Mit den gerichtlichen Urteilen ist der Planfeststellungsbeschluss rechtskräftig und vollziehbar.

Tabelle 2.4.8-2 Radioaktivität der pflanzlichen Nahrungsmittel in der näheren Umgebung kerntechnischer Anlagen: Getreide
(Radioactivity of foodstuffs of vegetable origin in the vicinity of nuclear facilities: cereals)

LAND/ Kerntechnische Anlage	Messver- fahren / Nuklid	Aktivität in Bq/kg FM					
		2004		2005		2006	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
BADEN-WÜRTTEMBERG							
FZ Karlsruhe	Cs-137	7	<0,07	6	<0,06	a)	
	Sr-90	2	0,32	3	0,16	a)	
KWO Obrigheim	Cs-137	6	<0,10	6	<0,16	a)	
	Sr-90	3	0,10	3	0,14	a)	
GKN Neckarwestheim	Cs-137	6	<0,08	7	<0,11	a)	
	Sr-90	3		3	0,16	a)	
KKP Philippsburg	Cs-137	7	<0,07	5	<0,09	1	<0,13
	Sr-90	4	0,15	3	0,11	a)	
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	4	<0,08	4	<0,06	a)	
	Sr-90	4	0,27	3	0,20	a)	
KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	3	<0,09	4	<0,09	a)	
	Sr-90	3	0,20	1	0,12	a)	

LAND/ Kerntechnische Anlage	Messver- fahren / Nuklid	Aktivität in Bq/kg FM					
		2004		2005		2006	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
BAYERN							
KRB Gundremmingen	Cs-137	4	<0,2	4	<0,2	1	0,04
	Sr-90	4	0,04	4	0,14	a)	
KKI Isar	Cs-137	5	<0,2	3	<0,2	5	<0,07 (0,04 - 0,11)
	Sr-90	5	<0,31	3	0,13	5	<0,07 (<0,02 - 0,12)
KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	2	<0,2	2	<0,2	1	0,91
	Sr-90	2	0,19	2	0,26	1	0,08
SBWK Karlstein	Gesamt- α	2	<0,2	2	<0,2	1	<0,14
		2	0,47	2	0,18	1	0,16
BERLIN							
Forschungsreaktor BERII	Cs-137	a)		a)		a)	
HESSEN							
KWB Biblis	Cs-137	12	<0,10	9	<0,12	a)	
	Sr-90	10	0,08	9	0,13	a)	
Nuklearbetriebe Hanau	Gesamt- α Asche	a)		a)		a)	
	Pu-238 Asche	1	<0,06	a)		a)	
	Pu-(239+ 240) Asche	1	<0,05	a)		a)	
MECKLENBURG-VORPOMMERN							
KGR Greifswald	Cs-137	7	<0,12	10	<0,17	a)	
	Sr-90	7	0,16	10	0,15	a)	
NIEDERSACHSEN							
KKS Stade	Cs-137	a)		a)		a)	
	Sr-90	a)		a)		a)	
KKU Unterweser	Cs-137	a)		a)		a)	
	Sr-90	a)		a)		a)	
KWG Grohnde	Cs-137	2	<0,14	2	<0,13	a)	
	Sr-90	2	0,43	2	0,21	a)	
KKE Emsland	Cs-137	1	<0,17	1	<0,06	1	0,55
	Sr-90	1	0,55	1	0,40	1	0,12
Schacht Konrad II b)	Cs-137	a)		a)		a)	
	Sr-90	a)		a)		a)	

LAND/ Kerntechnische Anlage	Messver- fahren / Nuklid	Aktivität in Bq/kg FM					
		2004		2005		2006	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
NORDRHEIN-WESTFALEN							
Zwischenlager Ahaus	Cs-137	a)		a)		a)	
	Sr-90	a)		a)		a)	
FZ Jülich	Cs-137	a)		a)		a)	
	Sr-90	a)		a)		a)	
UAG Gronau	Fluor (mg/kg TM)	18	<1,5	18	<1,5	18	<1,5 (<1,5 - <1,5)
	Uran (Bq/kg TM)	18	<0,23	18	<0,23	18	<0,23(<0,23 - <0,23)
	U-238 (Bq/kg TM)	4	<0,1	4	<0,4	a)	
RHEINLAND-PFALZ							
KMK Mülheim-Kärlich	Cs-137	a)		a)		a)	
	Sr-90	a)		a)		a)	
KKW Cattenom (Frankreich)	Cs-137	a)		a)			
SACHSEN							
VKTA Rossendorf	Cs-137	a)		a)		a)	
	Sr-90	a)		a)		a)	
SACHSEN-ANHALT							
Endlager Morsleben	Cs-137	4	0,16	3	<0,18	3	<0,15 (<0,14-<0,16)
	Sr-90	1	0,22	1	0,08	2	0,19 (0,13 - 0,25)
SCHLESWIG-HOLSTEIN							
GKSS Geesthacht	Cs-137	1	<0,16	1	<0,17	1	<0,14
	Sr-90	1	0,23	1	0,33	1	0,41
KKB Brunsbüttel	Cs-137	2	<0,10	2	<0,08	a)	
	Sr-90	2	0,13	2	0,10	a)	
KKK Krümmel	Cs-137	2	<0,06	2	<0,07	2	0,05 (0,04 - 0,07)
	Sr-90	2	0,32	2	0,24	2	0,24 (0,23 - 0,24)

a) Messwerte lagen nicht vor

b) Gegen den Planfeststellungsbeschluss für das Endlagerprojekt Konrad wurden mehrere Klagen eingereicht. Bis zur gerichtlichen Entscheidung durch das Bundesverwaltungsgericht Leipzig am 26.03.2007 befand sich die Schachanlage im Offenhaltungsbetrieb. Mit den gerichtlichen Urteilen ist der Planfeststellungsbeschluss rechtskräftig und vollziehbar.

Tabelle 2.4.8-3 Radioaktivität der pflanzlichen Nahrungsmittel in der näheren Umgebung kerntechnischer Anlagen: Obst
(Radioactivity of foodstuffs of vegetable origin in the vicinity of nuclear facilities: fruit)

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg FM					
		2004		2005		2006	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
BADEN-WÜRTTEMBERG							
FZ Karlsruhe	Cs-137	3	<0,05	5	<0,04	a)	<0,08 (<0,07 - <0,1)
	Sr-90	1	0,34	3	0,28	a)	
KWO Obrigheim	Cs-137	7	<0,05	6	<0,04	a)	
	Sr-90	3	0,10	3	0,08	a)	
GKN Neckarwestheim	Cs-137	5	<0,06	5	<0,06	a)	
	Sr-90	2	0,08	2	0,09	a)	
KKP Philippsburg	Cs-137	5	<0,08	5	<0,08	3	
	Sr-90	1	0,02	3	0,05	1	
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	8	<0,05	5	<0,06	a)	
	Sr-90	1	0,02	3	0,18	a)	
KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	6	<0,09	3	<0,05	a)	
	Sr-90	2	0,24	3	0,10	a)	
BAYERN							
KRB Gundremmingen	Cs-137	2	<0,2	2	<0,2	1	<0,02
	Sr-90	2	0,05	2	0,08	a)	
KKI Isar	Cs-137	a)		a)		a)	
	Sr-90	a)		a)		a)	
KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	3	<0,2	2	<0,2	5	<0,08 (<0,03-0,21)
	Sr-90	3	0,12	2	0,05	5	<0,03 (<0,02-0,05)
Berlin							
Forschungsreaktor BERII	Cs-137	4	<0,11	3	<0,09	4	<0,05 (<0,04-0,06)
	Sr-90	1	0,05	1	0,04	1	0,18
BRANDENBURG							
KKR Rheinsberg	Cs-137	a)		1	<0,1	a)	
	Sr-90	a)		1	0,1	a)	
HESSEN							
KWB Biblis	Cs-137	4	<0,02	4	<0,03	a)	
	Sr-90	4	0,01	4	0,009	a)	

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg FM					
		2004		2005		2006	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
MECKLENBURG-VORPOMMERN							
KGR Greifswald	Cs-137	14	<0,15	11	<0,13	a)	
	Sr-90	8	0,06	8	0,04	a)	
NIEDERSACHSEN							
KKS Stade	Cs-137	3	<0,08	7	<0,05	4	<0,05 (<0,03-<0,06)
	Sr-90	3	<0,04	3	0,03	a)	
KKU Unterweser	Cs-137	a)		a)		a)	
	Sr-90	a)		a)		a)	
KWG Grohnde	Cs-137	a)		1	<0,11	a)	
	Sr-90	a)		1	0,11	a)	
KKE Emsland	Cs-137	a)		a)		a)	
	Sr-90	a)		a)		a)	
Schacht Konrad II b)	Cs-137	a)		a)		a)	
	Sr-90	a)		a)		a)	
NORDRHEIN-WESTFALEN							
FZ Jülich	Cs-137	1	<0,2	1	<0,07	4	<0,17 (<0,08-<0,2)
	Sr-90	1	0,03	1	0,02	4	0,05 (0,04-0,06)
UAG Gronau	Fluor (mg/kg TM)	a)				2	3,3 (2,2-4,3)
	Uran (Bq/kg TM)	a)		a)		2	<0,23 (<0,23-<0,23)
	U-238 (Bq/kg TM)	3	<0,1	3	<0,4		
RHEINLAND-PFALZ							
KMK Mülheim-Kärlich	Cs-137	2	<0,04	2	<0,20	3	<0,04 (<0,03-<0,05)
	Sr-90	a)		a)		a)	
KKW Cattenom (Frankreich)	Cs-137	a)		a)			
SACHSEN							
VKTA Rossendorff	Cs-137	1	<0,08	1	<0,11	1	<0,09
	Sr-90	1	0,02	2	0,02	a)	
SACHSEN-ANHALT							
Endlager Morsleben	Cs-137	3	<0,13	4	<0,13	4	<0,14 (<0,11-<0,17)
	Sr-90	2	<0,14	2	<0,03	2	<0,03 (<0,0 -0,03)
SCHLESWIG-HOLSTEIN							
KKK Krümmel	Cs-137	2	<0,03	a)		2	<0,04 (<0,02-<0,06)
	Sr-90	2	0,05	a)		2	0,05 (0,05-0,06)

a) Messwerte lagen nicht vor

b) Gegen den Planfeststellungsbeschluss für das Endlagerprojekt Konrad wurden mehrere Klagen eingereicht. Bis zur gerichtlichen Entscheidung durch das Bundesverwaltungsgericht Leipzig am 26.03.2007 befand sich die Schachanlage im Offenhaltungsbetrieb. Mit den gerichtlichen Urteilen ist der Planfeststellungsbeschluss rechtskräftig und vollziehbar

Tabelle 2.4.8-4 Radioaktivität der pflanzlichen Nahrungsmittel in der näheren Umgebung kerntechnischer Anlagen: Kartoffeln
(Radioactivity of food stuffs of vegetable origin in the vicinity of nuclear facilities: potatoes)

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg FM					
		2004		2005		2006	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
BADEN-WÜRTTEMBERG							
FZ Karlsruhe	Cs-137	2	<0,03	3	<0,03	a)	
	Sr-90	2	0,02	1	0,03	a)	
KWO Obrigheim	Cs-137	2	<0,06	2	<0,05	a)	
	Sr-90	2	0,03	2	0,02	a)	
GKN Neckarwestheim	Cs-137	3	<0,08	3	<0,05	a)	
	Sr-90	3	0,02	3	0,03	a)	
KKP Philippsburg	Cs-137	2	<0,04	2	<0,03	a)	
	Sr-90	4	0,02	1	0,03	a)	
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	4	<0,06	4	<0,05	a)	
	Sr-90	4	0,05	2	0,05	a)	
KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	2	<0,09	3	<0,03	a)	
	Sr-90	2	0,02	a)		a)	
BAYERN							
KRB Gundremmingen	Cs-137	a)		a)		a)	
	Sr-90	a)		a)		a)	
BERLIN							
Forschungsreaktor BERII	Cs-137	2	<0,20	2	<0,12	2	<0,1 (<0,09 - 0,1)
	Sr-90	a)		1	0,03	a)	
BRANDENBURG							
KKR Rheinsberg	Cs-137	a)		a)		1	<0,12
	Sr-90	a)		a)		a)	
HESSEN							
KWB Biblis	Cs-137	3	<0,05	7	<0,05	a)	
	Sr-90	3	0,03	7	0,03	a)	
MECKLENBURG-VORPOMMERN							
KGR Greifswald	Cs-137	1	<0,08	a)		a)	
	Sr-90	a)		a)		a)	
NIEDERSACHSEN							
KKS Stade	Cs-137	1	0,09	1	<0,12	1	0,13
	Sr-90	1	0,04	1	0,3	1	0,12

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg FM					
		2004		2005		2006	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
KKU Unterweser	Cs-137	1	0,21	1	<0,12	1	<0,08
	Sr-90	1	0,07	1	0,04	1	0,03
KWG Grohnde	Cs-137	1	0,07	1	<0,08	a)	
	Sr-90	1	0,06	1	0,05	a)	
KKE Emsland	Cs-137	a)		a)		1	0,09
	Sr-90	a)		a)		1	0,03
Forschungsbergwerk Asse	Cs-137			1	<0,12	a)	
NORDRHEIN-WESTFALEN							
FZ Jülich	Cs-137	a)		4	<0,12	1	<0,09
	Sr-90	a)		4	0,11	1	0,02
RHEINLAND-PFALZ							
KMK Mülheim-Kärlich	Cs-137	1	<0,03	2	<0,03	1	<0,04
KKW Cattenom (Frankreich)	Sr-90	a)		a)		a)	
	Cs-137	a)		a)			

a) Messwerte lagen nicht vor

2.5 Tabakerzeugnisse, Bedarfsgegenstände, Arzneimittel und deren Ausgangsstoffe (Tobacco products, consumer goods, medical preparations and the constituent materials)

In Tabelle 2.5-1 sind die von der Leitstelle ermittelten Jahresmittelwerte der Cs-137- und K-40-Konzentrationen in verschiedenen Arzneimittelpflanzen bzw. Pflanzen, die als Ausgangsstoffe für Arzneimittel und Tees dienen, für 2006 zusammengefasst. Die Aktivitäten des natürlich vorkommenden Radionuklids K-40 liegen mit maximal 1.200 Bq/kg (TM) bei Brennnesselblättern aus Bulgarien und minimal 60 Bq/kg (TM) bei Islandmoos aus Bosnien-Herzegowina im Rahmen der natürlichen Schwankungsbreite. Die Aktivitäten des Cs-137 erreichen Spitzenwerte von etwa 320 Bq/kg (TM) bei Bitterkleeblättern aus Polen und etwa 30 Bq/kg (TM) bei Islandmoos aus Bosnien-Herzegowina.

In Tabelle 2.5-2 sind spezifische Aktivitätswerte der Importproben aus der IMIS-Datenbank für Arzneimittelausgangsstoffe zusammengestellt, die von den Bundesländern im Rahmen der Vorgabe nach § 3 StrVG (Routinemessprogramm) ermittelt wurden.

Die erhobenen Messwerte der Bundesländer und der Leitstelle weisen vergleichbare Aktivitäten auf.

Tabelle 2.5-1 Jahresmittelwerte der Cs-137- und K-40-Konzentrationen in verschiedenen Arzneimittelpflanzen bzw. Ausgangsstoffen für Arzneimittel für 2006 mit Angabe des jeweiligen Herkunftslandes
(Annual mean value of the Cs-137 and K-40 concentrations in different medicinal plants and products for pharmaceuticals, and indication of their country of origin, in the year 2006)

Artikel	Ursprungsland	K-40 (Bq/kg TM)	Cs-137 (Bq/kg TM)
Ginkgoblätter	China	460	NWG: 0,1
Kürbiskerne	Österreich	300	0,1
Lindenblüten	Bulgarien	580	1,4
Pfefferminzblätter	Mazedonien	610	1,0
Salbei KBA ¹⁾	Kroatien	440	1,0
Kamillenblüten	Mazedonien	970	0,4
Hagebuttenschalen	Argentinien	590	NWG: 0,1
Island Moos	Bosnien-Herzegowina	60	30
Johanniskraut	Polen	500	0,14
Ringelblumenblüten	Ägypten	1.200	NWG: 0,3
Spitzwegerichkraut	Polen	1.160	0,40
Brennnesselblätter	Bulgarien	1.220	NWG: 0,3
Mateblätter, grün	Brasilien	420	0,4
Zimtrinde Stangen	Indonesien	220	0,7
Thymian, gerebelt	Polen	510	1,5
Lavendelblüten	Frankreich	610	0,4
Wacholderbeeren	Bosnien-Herzegowina	300	0,6
Majoran, gerebelt	Ägypten	800	0,3
Pfeffer, schwarz, ganz	Brasilien	440	0,8
Fenchel	Bulgarien	510	NWG: 0,2
Bitterkleeblätter	Polen	790	320
Grüner Tee	China	510	0,2
Melissenblätter	Serbien	820	0,7

¹⁾ KBA: kontrolliert biologischer Anbau

Tabelle 2.5-2 Cs-137- und K-40-Konzentrationen in verschiedenen Arzneimittelpflanzen bzw. Ausgangsstoffen für Arzneimittel aus der IMIS-Datenbank für 2006, mit Angabe des jeweiligen Herkunftslandes
(Cs-137 and K-40 concentrations in different medicinal plants and products for pharmaceuticals from the IMIS data base in the year 2006, and indication of their country of origin)

Artikel	Ursprungsland	K-40 (Bq/kg TM)	Cs-137 (Bq/kg TM)
Pfefferminzblätter	Bulgarien	750	2,0
Kamillenblüten	Ägypten	850	NWG: 0,2
Hagebuttenschalen	Chile	610	NWG: 0,2
Brennnesselblätter	Polen	490	31
Hibiskusblüten	Thailand	700	1,3
Wacholderbeeren	Kroatien	280	NWG: 0,2
Fenchel	Ungarn	760	NWG: 0,2
Salbei	Albanien	580	1,7
Baldrian	Polen	370	1,6
Sennesblätter	Indien	220	NWG: 0,2
Süßholzwurzel	China	250	NWG: 0,2

2.6 Abwasser und Klärschlamm (Waste water and sludge)

Allgemeine Aspekte der Radioaktivitätsüberwachung von Abwasser und Klärschlamm sind in Teil A - II - 2.6 dargestellt. Dem Bericht für das Jahr 2006 liegen die Messergebnisse aus 92 Abwasserreinigungsanlagen zu Grunde. Die Messwerte für Abwässer beziehen sich auf gereinigte kommunale Abwässer (Klarwässer) aus den Abläufen der Kläranlagen und die Messwerte für Klärschlämme auf konditionierte oder stabilisierte Schlämme in der Form, in der sie die Kläranlagen verlassen, z. B. auf teilentwässerte Schlämme oder Faulschlämme.

In Tabelle 2.6-1 sind die ausgewerteten Daten zusammengefasst. Angegeben werden jeweils die Anzahl der untersuchten Proben, die Anzahl der untersuchten Proben mit Werten unterhalb der Nachweisgrenze, Minimal- und Maximalwerte, arithmetische Mittel- und zusätzlich die Medianwerte der Gehalte an K-40, Co-60, Cs-137, I-131, Sr-90 und den Uranisotopen.

K-40 und die Uranisotope U-234, U-235 und U-238 sind natürliche Bestandteile des Bodens und damit geogenen Ursprungs. Die Gehalte in Abwasser und Klärschlamm variieren in Abhängigkeit der regionalen geologischen Gegebenheiten in weiten Grenzen. Die Messwerte im Jahr 2006 lagen im üblichen Bereich, z. B. im Klärschlamm für K-40 bis 750 Bq/kg TM (Vorjahr bis 2400 Bq/kg TM) und für U-234 und U-238 bis 170 bzw. 110 Bq/kg TM (Vorjahr 230 bzw. 190 Bq/kg TM).

Das hauptsächlich in der Nuklearmedizin eingesetzte Radionuklid I-131 wurde nur in einem Teil der Abwasser- und Klärschlammproben nachgewiesen (Medianwert für Klärschlamm: 37 Bq/kg TM; Maximalwert: 1700 Bq/kg TM, Vorjahr 43 bzw. 3100 Bq/kg TM), in Einzelfällen auch das sehr kurzlebige Technetium-99m (Maximalwert Abwasser: 28 Bq/l, Maximalwert Klärschlamm: 400 Bq/kg TM) sowie Tl-201 (Maximalwert: 45 Bq/kg TM) und In-111 (Maximalwert: 51 Bq/kg TM). Im Klärschlamm einer Hamburger Kläranlage wurden die Plutoniumisotope Pu-238 und Pu-(239+240), die bei Kernwaffenversuchen in den 50er und 60er Jahren freigesetzt worden sind, in Spuren von 0,0008 bzw. 0,02 Bq/kg TM nachgewiesen.

Von den infolge des Kernkraftwerkunfalls in Tschernobyl 1986 in die Umwelt gelangten Spalt- und Aktivierungsprodukten sind für Abwässer und Klärschlämme nur noch Cs-137 und Sr-90 von Bedeutung, wobei die Kontaminationen teilweise und bei letzterem Nuklid sogar hauptsächlich durch den Fallout aus der Zeit der atmosphärischen Kernwaffenversuche von 1945 bis etwa 1975 bedingt sind. Das kurzlebige Cäsiumisotop Cs-134 ist praktisch nicht mehr nachzuweisen. Das Verhältnis der spezifischen Aktivitäten von Cs-134 zu Cs-137, das unmittelbar nach dem Unfall 0,5 : 1 betrug, hat sich rechnerisch auf Grund des unterschiedlich schnellen radioaktiven Zerfalls dieser beiden Isotope (Halbwertszeiten: 2 bzw. 30 Jahre) bis Mitte des Jahres 2006, d. h. im Laufe von 20 Jahren auf etwa 0,00095 : 1 verschoben (Vorjahr 0,0013 : 1). Die im Vergleich zu der Zeit vor dem Kernkraftwerkunfall in Tschernobyl z. T. noch immer erhöhten Cs-137-Kontaminationen der Klärschlämme dürften vorwiegend auf mit dem Niederschlagswasser in die Kläranlagen eingeschwemmte kontaminierte Bodenpartikel zurückzuführen sein.

Die Aktivitätskonzentrationen von Cs-137 im Abwasser lagen zu 96% unterhalb der bei den Messungen erreichten Nachweisgrenzen. Als Mindestnachweisgrenze dieser Radionuklide im Abwasser werden im Messprogramm für den Normalbetrieb (Routinemessprogramm) 0,1 Bq/l gefordert. Die für Cs-137 ermittelten Messwerte lagen im Jahr 2006 zwischen 0,0014 und 0,01 Bq/l, bei einem Median von < 0,032 Bq/l (2005: zwischen 0,0012 und 0,20 Bq/l).

In den spezifischen Aktivitäten der Klärschlämme stellt man auf Grund regional unterschiedlichen Eintrags radioaktiver Stoffe nach dem Kernkraftwerksunfall in Tschernobyl deutliche Unterschiede fest. Als Folge starker Niederschläge Anfang Mai 1986 treten die höchsten Kontaminationswerte etwa östlich bzw. südlich der Linie Radolfzell-Eichstätt-Regensburg-Zwiesel auf. In Tabelle 2.6-1 werden daher die Daten der süddeutschen Länder ergänzt durch Angaben, bei denen jeweils zwischen den gering und den höher kontaminierten Landesteilen unterschieden wird, z. B. Nord-Bayern und Süd-Bayern. Die höchsten Kontaminationen in Süddeutschland (Jahresmittelwerte) zeigten im Jahr 2006 – wie seit bereits mehr als eineinhalb Jahrzehnten - die Klärschlämme aus der Kläranlage Tannheim (Baden-Württemberg) mit 71 Bq/kg TM für Cs-137. Seit 1998 ergaben sich als Jahresmittelwerte für Cs-137 im Klärschlamm dieser Kläranlage folgende mittlere spezifische Aktivitäten 170, 180, 140, 140, 110, 110, 98, 86 und 71 Bq/kg TM.

Der zeitliche Verlauf der Jahresmittelwerte für die Cs-137-Gehalte der Klärschlämme aller Bundesländer in den letzten acht Jahren ist in Abbildung 2.6-1 dargestellt. Die in der Vergangenheit deutlich sichtbare Tendenz einer kontinuierlichen Abnahme der Kontamination der Klärschlämme ist nur noch in wenigen Fällen zu beobachten, z. B. in Sachsen-Anhalt und Berlin. Dies gilt auch teilweise für höher kontaminierte Gebiete. Im Zeitraum von 1988 bis 2006 wurden im südlichen Bayern anfangs noch stark abnehmende Jahresmittelwerte ermittelt, die sich über ein nahezu konstantes Niveau in den Jahren 1999 bis 2002 weiterhin verringern: 970, 520, 330, 220, 140, 130, 108, 89, 75, 68, 63, 43, 38, 37, 44, 30, 25, 24 und 24 Bq/kg TM. Nach einem sehr drastischen Anstieg des Jahresmittelwertes in Bremen im Jahr 2003 zeigt sich auch in diesem Bundesland wieder eine Tendenz zur Abnahme der Cs-137-Gehalte (vergl. Abbildung 2.6-1). Der extrem starke Anstieg des Jahresmittelwerts für Rheinland-Pfalz wird verursacht durch ungewöhnlich hohe Kontaminationen dreier Klärschlammproben aus der Kläranlage Trier. Dieser Schlamm wird in einem Trockenbeet entwässert und kann als Folge unregelmäßiger Ausräumung u. U. sehr große Inhomogenitäten aufweisen. Bei dem inzwischen erreichten sehr niedrigen Niveau der spezifischen Aktivität der Klärschlämme sind die zu beobachtenden Schwankungen im Wesentlichen durch die natürliche Streuung der Messwerte bedingt.

Zur radiologischen Beurteilung der Klärschlammkontamination ist vorrangig die landwirtschaftliche Nutzung der Klärschlämme zu betrachten. Wird z. B. Klärschlamm mit einer spezifischen Aktivität von etwa 71 Bq/kg TM (Jahresmittelwert der Kläranlage Tannheim) in einer Menge von 0,5 kg auf einer Fläche von einem Quadratmeter innerhalb von drei Jahren (gemäß Klärschlammverordnung) ausgebracht, entspricht dies einer mittleren jährlichen Aktivitätszufuhr von unter 12 Bq Cs-137. Dies bedeutet bei einer für das Einzugsgebiet einer entsprechenden Kläranlage typischen Flächenbelastung von zurzeit ca. 20 000 Bq/m² Cs-137 eine jährliche Aktivitätszufuhr in den Boden von weniger als 0,1%. Hierbei ist aber anzumerken, dass eine solche Aufstockung des Cs-137-Inventars durch den radioaktiven Zerfall von 2,3% pro Jahr des bereits im Boden befindlichen Inventars in der Höhe um ein Vielfaches kompensiert wird.

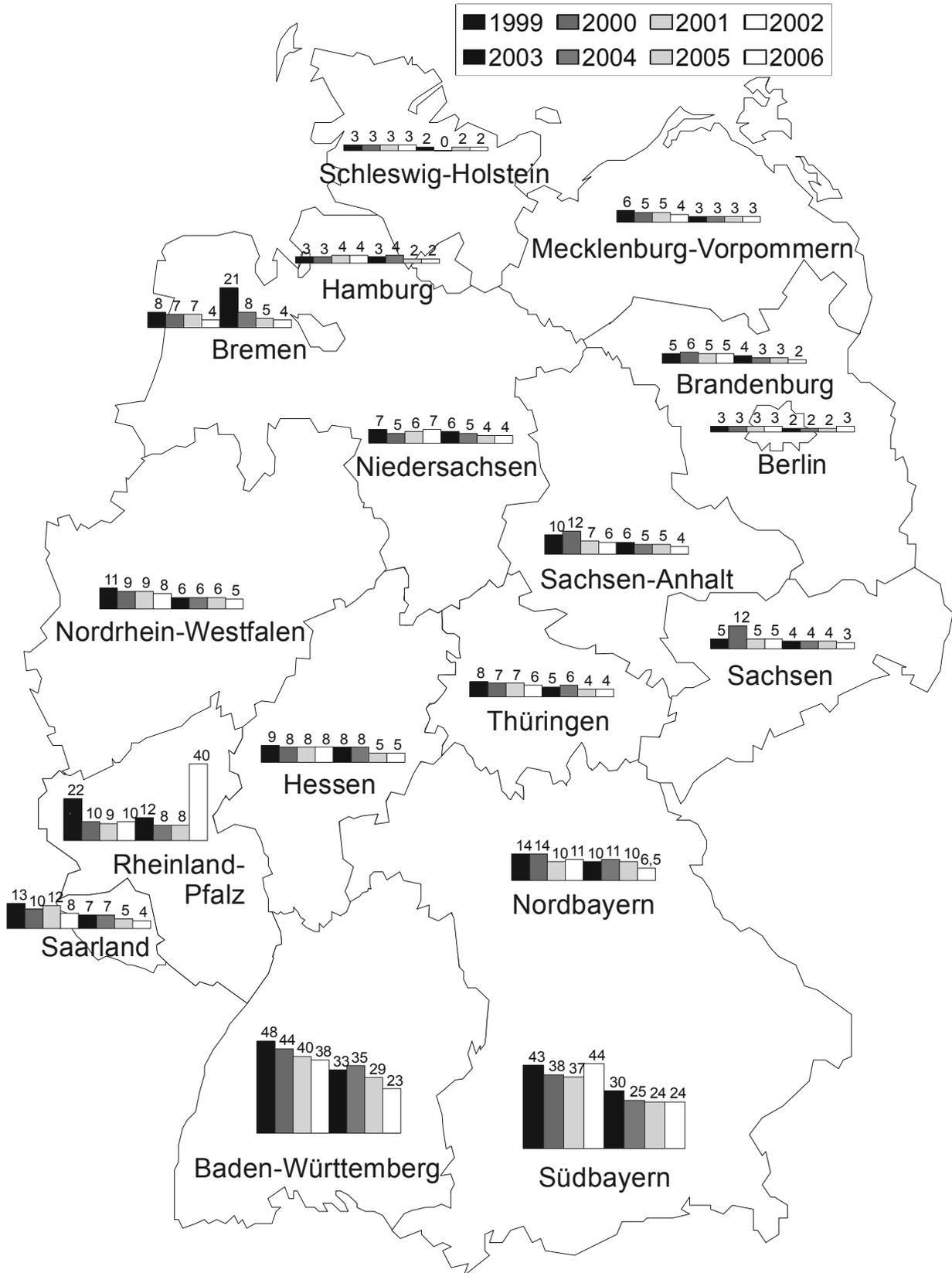


Abbildung 2.6-1 Cs-137 im Klärschlamm in Bq/kg TM (Jahresmittelwerte in den Bundesländern)
 (Cs-137 in sewage sludge in Bq/kg dry weight, annual mean values in the Federal Länder)

Tabelle 2.6-1 Allgemeine Überwachung von Abwasser und Klärschlamm im Jahr 2006 - Minimal-, Maximal- und Mittelwerte

(General surveillance of waste water and sewage sludge in the year 2006 - minimum, maximum, and mean values)

Land	Nuklid	Anzahl		Minimalwert ¹	Maximalwert ¹	Mittel-/ Einzelwert ¹	Median
		Gesamt	<NWG				
Abwasser aus Kläranlagen, Ablauf (Bq/l)							
Schleswig-Holstein	K-40	20	20	0,07	1,1	0,39	<0,73
	Co-60	20	20				<0,086
	I-131	10	0				0,29
	Cs-137	20	20				<0,098
	Sr-90	4	4				<0,05
	U-234	4	4				<0,1
	U-235	4	4				<0,1
	U-238	4	4				<0,1
Hamburg	K-40	4	3	2,4	2,4	0,27	<1,6
	Co-60	4	4	0,14	0,38		<0,059
	I-131	4	0				0,29
	Cs-137	4	4				<0,057
	Sr-90	4	0				0,00066
	U-234	4	3				<0,00014
	U-235	4	4				<0,000078
	U-238	4	3				<0,00019
0,00019	0,00019	0,00013	<0,00014				
Niedersachsen	K-40	48	11	0,36	1,2	0,15	0,66
	Co-60	48	48	0,024	0,75		<0,025
	I-131	48	16				0,082
	Cs-137	48	48				<0,02
	Sr-90	6	0				0,0084
	U-234	4	2				0,0029
	U-235	4	4				<0,00062
	U-238	4	2				0,0024
0,0024	0,0034	<0,0024					
Bremen	K-40	8	2	1	2,4	0,31	1,4
	Co-60	8	8	0,13	0,56		<0,056
	I-131	8	1				0,23
	Cs-137	8	8				<0,063
	Sr-90	4	4				<0,013
	U-234	4	1				0,005
	U-235	4	4				<0,00078
	U-238	4	0				0,0014
0,0014	0,0035	0,0027	0,003				
Nordrhein-Westfalen	K-40	40	31	0,53	5,1	0,0065	<1,1
	Co-60	40	40	0,05	0,58		<0,05
	I-131	40	20				0,13
	Cs-137	40	40				<0,05
	Sr-90	4	2				0,15
	U-234	4	1				0,0063
	U-235	4	4				<0,0021
	U-238	4	3				0,0054
0,0054	0,0054	<0,0049					
Hessen	K-40	20	16	0,64	0,83	0,018	<1,3
	Co-60	20	20	0,006	0,027		<0,048
	I-131	15	15				<0,21
	Cs-137	20	20				<0,052
	Sr-90	4	4				<0,1
	U-234	4	0				0,011
	U-235	4	4				<0,005
	U-238	4	1				0,008
0,008	0,018	0,012	0,008				

Land	Nuklid	Anzahl		Minimalwert ¹	Maximalwert ¹	Mittel-/Einzelwert ¹	Median
		Gesamt	<NWG				
Abwasser aus Kläranlagen, Ablauf (Bq/l)							
Rheinland-Pfalz	K-40	20	9	0,67	2,6	1,4	<0,85
	Co-60	20	20				<0,026
	I-131	20	6	0,029	0,43	0,13	0,068
	Cs-137	20	20				<0,029
	Sr-90	4	0	0,0018	0,0026	0,0023	0,0024
	U-234	4	0	0,0045	0,047	0,023	0,019
	U-235	4	4				<0,0021
	U-238	4	0	0,0054	0,049	0,024	0,02
Baden-Württemberg	K-40	39	9	0,22	3,5	1,2	<0,78
	Co-60	39	39				<0,031
	I-131	39	24	0,023	0,51		<0,05
	Cs-137	39	39				<0,026
	Sr-90	4	1	0,0012	0,0015	0,0013	0,0014
	U-234	4	0	0,00061	0,0046	0,0033	0,0041
	U-235	4	4				<0,00062
	U-238	4	0	0,00061	0,0049	0,0029	0,003
Bayern	K-40	37	35	1,1	1,4		<1,2
	Co-60	37	37				<0,089
	I-131	6	0	0,16	0,72	0,42	0,43
	Cs-137	37	37				<0,097
	Sr-90	4	0	0,011	0,023	0,018	0,018
	U-234	4	0	0,0026	0,012	0,0075	0,0078
	U-235	4	3	0,00058	0,00058		<0,0007
	U-238	4	0	0,0026	0,013	0,008	0,0084
Saarland	K-40	6	0	0,46	1,2	0,82	0,85
	Co-60	6	6				<0,0099
	I-131	2	0	0,012	0,26	0,019	0,019
	Cs-137	6	6				<0,011
	Sr-90	2	0	0,004	0,0051	0,0046	0,0046
	U-234	2	0	0,002	0,0042	0,0031	0,0031
	U-235	2	2				<0,0002
	U-238	2	0	0,0014	0,0028	0,0021	0,0021
Berlin	K-40	4	0	0,078	0,91	0,82	0,8
	Co-60	4	4				<0,0011
	I-131	4	4				<0,024
	Cs-137	4	1	0,0019	0,0025	0,0022	0,002
	Sr-90	3	0	0,0027	0,0054	0,0039	0,0037
	U-234	3	0	0,0025	0,0057	0,0042	0,0045
	U-235	3	1	0,00016	0,00053	0,00035	0,00016
	U-238	3	0	0,0017	0,0035	0,0028	0,0033
Brandenburg	K-40	32	0	0,6	1,3	0,92	0,91
	Co-60	32	32				<0,006
	I-131	32	12	0,06	0,81	0,22	0,075
	Cs-137	32	20	0,0014	0,01		<0,0064
	Sr-90	11	0	0,002	0,0091	0,0035	0,003
	U-234	11	4	0,0007	0,002	0,0012	0,0008
	U-235	11	11				<0,00026
	U-238	11	5	0,0003	0,0017	0,00087	0,0004
Mecklenburg-Vorpommern	K-40	20	0	0,32	1,1	0,66	0,65
	Co-60	20	20			0,12	<0,012
	I-131	15	0	0,023	0,39		0,08
	Cs-137	20	20			0,0069	<0,01
	Sr-90	4	1	0,0044	0,012	0,0081	0,0044
	U-234	4	2	0,0063	0,0099		<0,0082
	U-235	4	4				<0,0055
	U-238	4	4				<0,0011

Land	Nuklid	Anzahl		Minimalwert ¹	Maximalwert ¹	Mittel-/Einzelwert ¹	Median
		Gesamt	<NWG				
Abwasser aus Kläranlagen, Ablauf (Bq/l)							
Sachsen	K-40	20	8	0,63	1,7	0,95	0,79
	Co-60	20	20				<0,072
	I-131	20	10	0,044	0,27		0,13
	Cs-137	20	20				<0,063
	Sr-90	4	4				<0,015
	U-234	4	0	0,0026	0,016	0,0072	0,0052
	U-235	4	4				<0,0018
	U-238	4	0	0,0028	0,013	0,0061	0,042
Sachsen-Anhalt	K-40	20	0	0,49	1,3	0,81	0,69
	Co-60	20	20				<0,0098
	I-131	20	5	0,013	0,58	0,16	0,053
	Cs-137	20	20				<0,0099
	Sr-90	3	3				<0,01
	U-234	3	0	0,003	0,051	0,032	0,043
	U-235	3	0	0,0014	0,0025	0,002	0,0021
	U-238	4	0	0,025	0,26	0,091	0,04
Thüringen	K-40	20	20				<2,1
	Co-60	20	20				<0,084
	I-131	3	0	0,088	0,29	0,16	0,11
	Cs-137	20	20				<0,09
	Sr-90	4	4				<0,0032
	U-234	4	0	0,0071	0,023	0,015	0,015
	U-235	4	4				<0,00073
	U-238	4	0	0,0044	0,012	0,0077	0,0072
Bundesrepublik Deutschland	K-40	358	164	0,22	5,1	0,96	<0,91
	Co-60	358	358				<0,035
	I-131	286	118	0,012	1,1	0,19	<0,095
	Cs-137	358	343	0,0014	0,01		<0,032
	Sr-90	69	27	0,00047	0,18	0,013	<0,0056
	U-234	67	17	0,00019	0,051	0,0091	0,005
	U-235	67	61	0,00016	0,0025		<0,00076
	U-238	68	22	0,00019	0,26	0,014	0,0039
Klärschlamm (Bq/kg TM)							
Schleswig-Holstein	K-40	20	0	18	230	67	62
	Co-60	20	20				<0,69
	I-131	20	0	4,5	57	26	22
	Cs-137	20	2	1,1	5,6	2,4	1,7
	Sr-90	4	0	2,3	4,1	3,1	3,1
	U-234	4	0	11	16	13	13
	U-235	4	4				<5
	U-238	4	0	9,5	14	12	12
Hamburg	K-40	8	0	100	420	260	250
	Co-60	8	8				<1,5
	I-131	8	0	11	260	79	61
	Cs-137	8	3	1,3	4,1	2,3	<2,8
	Sr-90	4	1	1	1,5	1,2	1,1
	U-234	4	0	11	16	13	12
	U-235	4	0	0,47	0,69	0,57	0,56
	U-238	4	0	9,7	14	11	11
Niedersachsen	K-40	40	0	37	750	210	120
	Co-60	40	40				<0,44
	I-131	40	0	6,9	1.700	170	70
	Cs-137	40	2	0,42	9,3	3,6	3,3
	Sr-90	4	0	2,1	7,8	3,8	2,6
	U-234	4	0	9,7	40	25	25
	U-235	4	1	0,44	1,5	1,1	1,3
	U-238	4	0	9,7	31	21	22

Land	Nuklid	Anzahl		Minimalwert ¹	Maximalwert ¹	Mittel-/ Einzelwert ¹	Median
		Gesamt	<NWG				
Klärschlamm (Bq/kg TM)							
Bremen	K-40	8	0	140	540	380	400
	Co-60	8	8				<2,9
	I-131	8	1	3,6	170	99	100
	Cs-137	8	2	1,8	5,9	4,2	5,2
	Sr-90	4	0	0,75	1,4	0,97	0,89
	U-234	4	0	9,8	14	12	12
	U-235	4	4				<0,68
	U-238	4	0	8,9	12	10	10
Nordrhein-Westfalen	K-40	40	0	64	400	180	140
	Co-60	40	40				<0,25
	I-131	40	2	0,43	380	65	<3
	Cs-137	40	2	1,9	15	4,6	3,6
	Sr-90	4	0	2	18	12	14
	U-234	4	0	31	38	35	37
	U-235	4	0	0,9	1,7	1,4	1,5
	U-238	4	0	26	31	29	29
Hessen	K-40	20	0	90	280	150	150
	Co-60	20	20				<0,95
	I-131	19	3	5,1	140	50	31
	Cs-137	20	4	1,1	13	5,2	3,7
	Sr-90	4	1	0,44	1,7	1,1	1,3
	U-234	4	0	29	160	88	83
	U-235	4	0	1,1	5,2	2,9	2,7
	U-238	4	0	21	100	58	56
Rheinland-Pfalz	K-40	20	0	89	370	100	180
	Co-60	20	20				<0,51
	I-131	20	5	0,89	180	52	12
	Cs-137	20	3	1,3	340	40	5,3
	Sr-90	4	0	1,4	8,1	4,5	4,2
	U-234	4	0	38	53	46	46
	U-235	4	0	1,1	1,3	1,2	1,3
	U-238	4	0	29	34	32	32
Baden-Württemberg	K-40	39	0	64	470	200	170
	Co-60	39	39				<0,92
	I-131	39	9	2,1	700	110	48
	Cs-137	39	0	1,9	82	23	10
	Sr-90	4	0	0,63	1,5	1	1
	U-234	4	0	20	46	35	37
	U-235	4	0	0,7	1,9	1,4	1,4
	U-238	4	0	14	42	29	30
Baden-Württemberg (West ²)	Co-60	28	28				<0,79
	Cs-137	28	0	1,9	73	12	8,3
	Sr-90	2	0	0,63	0,65	0,64	0,64
Baden-Württemberg (Ost ³)	Co-60	11	11				<0,93
	Cs-137	11	0	16	82	52	56
	Sr-90	2	0	1,4	1,5	1,5	1,5
Bayern	K-40	39	0	61	560	250	230
	Co-60	39	39				<1,3
	I-131	35	0	9,3	1.600	99	35
	Cs-137	39	0	3,2	87	15	9,8
	Sr-90	4	2	8,8	15	12	12
	U-234	4	0	30	71	49	48
	U-235	8	0	1,1	9,8	5,6	5,7
	U-238	4	0	30	58	44	44
Bayern (Nord ²)	Co-60	19	19				<1,3
	Cs-137	19	0	3,2	13	6,5	6,6
	Sr-90	2	0	13	15	14	14

Land	Nuklid	Anzahl		Minimalwert ¹	Maximalwert ¹	Mittel-/Einzelwert ¹	Median
		Gesamt	<NWG				
Klärschlamm (Bq/kg TM)							
Bayern (Süd ³)	Co-60	20	20				<1,3
	Cs-137	20	0	5,7	87	24	19
	Sr-90	2	0	8,8	12	10	10
Saarland	K-40	8	0	170	300	210	190
	Co-60	8	8				<0,42
	I-131	8	0	1,8	140	45	20
	Cs-137	8	0	1,7	7	4,3	3,9
	Sr-90	4	0	1,6	3,9	2,7	2,6
	U-234	4	0	36	47	43	45
	U-235	4	0	1,4	1,7	1,5	1,4
	U-238	4	0	27	33	31	32
Berlin	K-40	4	0	62	92	84	90
	Co-60	4	4				<0,74
	I-131	4	0	33	190	110	100
	Cs-137	4	1	1,6	3,9	2,5	1,9
	Sr-90	2	0	1,4	2,4	1,9	1,9
	U-234	2	0	7	16	11	11
	U-235	2	0	0,32	0,55	0,43	0,43
	U-238	2	0	6,6	14	10	10
Brandenburg	K-40	32	0	48	14	96	100
	Co-60	32	32				<0,22
	I-131	32	1	1	400	90	54
	Cs-137	32	0	1	5,9	2,1	1,8
	Sr-90	10	0	1,6	3,1	2,3	2
	U-234	10	0	14	38	19	18
	U-235	10	0	0,6	2	0,92	0,8
	U-238	10	0	10	33	17	16
Mecklenburg-Vorpommern	K-40	20	0	59	200	110	110
	Co-60	20	20				<0,31
	I-131	20	0	5,1	160	65	61
	Cs-137	20	0	0,3	5,8	2,5	2,3
	Sr-90	4	1	2,7	4,5	3,5	3,4
	U-234	4	0	12	24	17	15
	U-235	4	1	0,45	0,94	0,73	0,87
	U-238	4	0	13	23	17	15
Sachsen	K-40	20	0	75	220	150	140
	Co-60	20	20				<0,57
	Cs-137	20	0	0,8	9,8	3,3	2,5
	Sr-90	4	1	0,88	4	2,3	2
	U-234	4	0	29	95	61	59
	U-235	4	2	3,2	3,6		3,2
	U-238	4	0	24	83	51	49
	Sachsen-Anhalt	K-40	20	0	110	370	190
Co-60		20	20				<0,19
I-131		20	0	0,63	220	53	43
Cs-137		20	0	2,1	105	4,2	3,7
Sr-90		4	3	1,2	1,2		<5
U-234		4	0	74	110	89	88
U-235		13	0	1,7	5,9	3,4	3,1
U-238		17	0	17	110	62	60

Land	Nuklid	Anzahl		Minimalwert ¹	Maximalwert ¹	Mittel-/Einzelwert ¹	Median
		Gesamt	<NWG				
Klärschlamm (Bq/kg TM)							
Thüringen	K-40	20	0	120	280	230	240
	Co-60	20	20				<0,44
	I-131	16	0	1,1	82	29	24
	Cs-137	20	0	2	6,5	4,1	4,4
	Sr-90	4	0	1,1	2	1,4	1,3
	U-234	4	0	40	170	95	84
	U-235	4	0	1,3	3,4	2,4	2,9
	U-238	20	0	23	96	59	63
Bundesrepublik Deutschland	K-40	358	0	18	750	180	150
	Co-60	358	358				<0,53
	I-131	329	21	0,43	1.700	85	37
	Cs-137	358	19	0,3	340	9	3,8
	Sr-90	68	6	0,44	18	3,6	2
	U-234	68	0	7	170	40	30
	U-235	82	12	0,32	9,8	2,3	1,5
	U-238	97	0	6,6	110	39	31
Bundesrepublik Deutschland (Nord ²)	Co-60	327	327				<0,47
	Cs-137	327	19	0,3	340	6,5	3,4
	Sr-90	64	6	0,44	18	3,4	2
Bundesrepublik Deutschland (Süd ³)	Co-60	31	31				<1,1
	Cs-137	31	0	5,7	87	34	24
	Sr-90	4	0	1,4	12	5,8	5,2

1) Liegen mehr als 50% der gemessenen Werte unterhalb der Nachweisgrenze, werden nur der Minimalwert und der Maximalwert angegeben. Der arithmetische Mittelwert wurde aus den Messwerten ohne Berücksichtigung der Nachweisgrenzen errechnet

2) Nördlich bzw. westlich der Linie Radolfzell-Eichstätt-Regensburg-Zwiesel

3) Östlich bzw. südlich der Linie Radolfzell-Eichstätt-Regensburg-Zwiesel

2.7 Reststoffe und Abfälle (Residues and waste)

Allgemeine Aspekte der Radioaktivitätsüberwachung von Reststoffen und Abfällen sind in Teil A - II - 2.7 zusammengefasst. Von den amtlichen Messstellen der Bundesländer wurden im Jahr 2006 der Leitstelle Messwerte zu den Umweltmedien Sickerwasser und oberflächennahes Grundwasser von Hausmülldeponien, von Asche, Schlacke, festen und flüssigen Rückständen aus den Rauchgasreinigungsanlagen von Verbrennungsanlagen für Klärschlamm und Hausmüll sowie für in den Handel gelangenden Kompost aus Kompostierungsanlagen mitgeteilt.

In Tabelle 2.7-1 sind die ausgewerteten Daten zusammengefasst. Angegeben werden jeweils die Anzahl der untersuchten Proben, die Anzahl der untersuchten Proben mit Werten unterhalb der Nachweisgrenze, Minimal- und Maximalwerte, arithmetische Mittel- und zusätzlich die Medianwerte der Gehalte an Cs-137, I-131, K-40 und Tritium. Bei der Auswertung von Cs-137 wurde zwischen Probenentnahmeorten nördlich und südlich der Linie Radolfzell - Eichstätt - Regensburg - Zwiesel unterschieden, da diese etwa die Grenze zwischen den durch den Unfall von Tschernobyl höher belasteten Gebieten in Bayern und im südöstlichen Baden-Württemberg und den weniger belasteten Gebieten in der übrigen Bundesrepublik bildet. Da eine regionale Abhängigkeit für die sonstigen aufgeführten Radionuklide nicht besteht, wurden die Messwerte aus allen Ländern zusammengefasst ausgewertet.

Das Verhältnis der spezifischen Aktivitäten von Cs-134 zu Cs-137, das unmittelbar nach dem Unfall in Tschernobyl im Jahre 1986 etwa 0,5 : 1 betrug, hat bis zum Jahr 2006 auf Grund der unterschiedlichen Halbwertszeiten dieser beiden Nuklide auf einen Wert von etwa 0,00095 : 1 (2005: 0,0013 : 1) abgenommen. Deshalb ist in den Proben kein Cs-134 mehr nachzuweisen.

Im **Sickerwasser bzw. oberflächennahen Grundwasser von Hausmülldeponien** sind bei den höchsten Werten für Cs-137 kaum noch Unterschiede zwischen Nord- und Südbayern zu bemerken. Die Maximalwerte liegen bei 0,58 Bq/l bzw. 0,57 Bq/l (2005: 1,4 Bq/l bzw. 0,86 Bq/l), der Median aller Werte beträgt 0,063 Bq/l (2005: <0,067 Bq/l).

Bei dem natürlich vorkommenden Nuklid K-40 liegt die Konzentration im Bereich von 0,047 Bq/l bis 58 Bq/l, der Median bei 13 Bq/l (2005: 0,090 bis 90 Bq/l, Median: 13 Bq/l). Tritium wurde in 75% der untersuchten Proben mit Werten zwischen 3,1 und 440 Bq/l (2005: 5,7 bis 1500 Bq/l) gefunden.

Bei den **Reststoffen und Abfällen der Verbrennungsanlagen** ergibt sich folgendes Bild:

Der Maximalwert der spezifischen Aktivität von Cs-137 in **Flugasche/Filterstaub** liegt in den Gebieten südlich/östlich der Linie Radolfzell - Eichstätt - Regensburg - Zwiesel bei 270 Bq/kg TM (2005: 280 Bq/kg TM), für das Gebiet der übrigen Bundesrepublik liegt er bei 140 Bq/kg TM (2005: 150 Bq/kg TM).

Die spezifische Aktivität des natürlich vorkommenden Nuklids K-40 liegt im Bereich von 270 Bq/kg TM bis 3.200 Bq/kg TM, der Median bei 1300 Bq/kg TM (2005: 270 bis 3.000 Bq/kg TM, Median: 1.400 Bq/kg TM). In zahlreichen Proben konnte das in der Nuklearmedizin angewandte Nuklid I-131 mit Werten von 0,67 Bq/kg TM bis 320 Bq/kg TM (2005: 0,42 bis 49 Bq/kg TM) nachgewiesen werden.

Für **Rohschlacke mit und ohne Filterstaub** beträgt der Maximalwert der spezifischen Aktivität von Cs-137 16 Bq/kg TM (2005: 14 Bq/kg TM). Die gemessenen Werte südlich/östlich der Linie Radolfzell - Eichstätt - Regensburg - Zwiesel liegt bei 2,9 bis 10 Bq/kg TM (2005: 9,2 Bq/kg TM),

Für K-40 wurden Messwerte von 130 Bq/kg TM bis 1.500 Bq/kg TM (2005: 120 bis 3.800 Bq/kg TM) angegeben, für I-131 wurden Werte von 0,63 Bq/kg TM bis 45 Bq/kg TM (2005: 0,32 bis 12 Bq/kg TM) mitgeteilt.

Bei den **festen Rückständen aus Rauchgasreinigungsanlagen** liegt der Median des Cs-137-Gehaltes für die Gebiete südlich/östlich der Linie Radolfzell-Eichstätt-Regensburg-Zwiesel bei 0,91 Bq/kg TM (2005: 1,7 Bq/kg TM). Für die Länder nördlich dieser Linie wurde ein Median von 2,3 Bq/kg TM (2005: 1,9 Bq/kg TM) berechnet.

Die K-40-Messwerte liegen im Bereich von 1,0 Bq/kg TM bis 2100 Bq/kg TM (2005: 3,4 bis 1.700 Bq/kg TM) mit einem Median von 120 Bq/kg TM (2005: 120 Bq/kg TM). Für I-131 wurden Messwerte von 0,30 Bq/kg TM bis 16.000 Bq/kg TM (2005: 0,16 bis 3.200 Bq/kg TM) ermittelt.

Bei den **flüssigen Rückständen aus Rauchgasreinigungsanlagen** (Abwasser) liegt der ermittelte Wert für Cs-137 in den höher belasteten Gebieten unterhalb der gefundenen Nachweisgrenze (2005: alle Werte kleiner Nachweisgrenze), für das Gebiet der Bundesrepublik wurde ein Median von <0,092 Bq/l (2005: <0,089 Bq/l) berechnet.

I-131 wurde in 27 Proben mit Werten zwischen 0,026 Bq/l und 37.000 Bq/l (2005: 0,22 und 5200 Bq/l) angegeben, der Median liegt bei 1,8 Bq/l (2005: 15 Bq/l). Dabei stammen die Proben mit den höchsten I-131-Werten aus dem Ablauf der Schwermetallfällung bei nasser Rauchgaswäsche.

Die Beprobung des **Kompostes** ergab für die spezifische Aktivität des Cs-137 südlich/östlich der Linie Radolfzell - Eichstätt - Regensburg - Zwiesel Werte von 23 Bq/kg TM bis 53 Bq/kg TM (2005: 21 bis 46 Bq/kg TM) mit einem Median von 28 Bq/kg TM (2005: 35 Bq/kg TM). In den Gebieten nördlich davon liegen die ermittelten Werte zwischen 2,0 Bq/kg TM und 25 Bq/kg TM (2005: 2,2 bis 31 Bq/kg TM), der Median liegt bei 6,5 Bq/kg TM (2005: 7,5 Bq/kg TM).

Die spezifische Aktivität des natürlich vorkommenden Nuklids K-40 liegt im Bereich von 130 Bq/kg TM bis 860 Bq/kg TM, der Median bei 480 Bq/kg TM (2005: 150 bis 920 Bq/kg TM, Median: 540 Bq/kg TM).

Zur radiologischen Beurteilung des Kompostes aus Kompostierungsanlagen ist anzumerken, dass dieser im Gegensatz zur landwirtschaftlichen Nutzung des Klärschlammes vorzugsweise im Gartenbaubereich (Gärtnereien, Baumschulen, Parkanlagen usw.) verwendet wird. Die spezifische Cs-137-Aktivität des Kompostes liegt in der gleichen Größenordnung wie die von Boden, der durch den Reaktorunfall von Tschernobyl kontaminiert und danach spatentief umgegraben wurde. Bei einer Aufbringung von Kompost auf Gartenflächen wird bei Verwendung üblicher Kompostmengen die Kontamination nur geringfügig erhöht. Wegen des niedrigen Wurzeltransfers von Cäsium ist die resultierende zusätzliche Cs-Aktivität in gärtnerischen Produkten für die Strahlenexposition der Bevölkerung ohne Bedeutung.

Zusammenfassend ist für Reststoffe und Abfälle festzustellen, dass der Gehalt an Cs-137 oft noch durch den Fallout nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl bestimmt wird, was durch die höheren Werte im südlichen Gebiet der Bundesrepublik Deutschland gegenüber den anderen Gebieten zum Ausdruck kommt.

Tabelle 2.7-1 Überwachung von Reststoffen und Abfällen im Jahr 2006
(Monitoring of residues and wastes in the year 2006)

Land	Nuklid	Anzahl gesamt	Anzahl <NWG	Minimal- wert ^{a)}	Maximal- wert ^{a)}	Mittel- werte ^{a)}	Median
Sickerwasser (Bq/l)							
Nördlich *)	Cs-137	101	61	0,003	0,58		<0,061
Südlich *)	Cs-137	7	0	0,095	0,57	0,3	0,19
Alle Länder	K-40	108	12	0,047	58	17	13
	H-3	108	27	3,1	440	52	19
Filterstaub (Bq/kg TM)							
Nördlich *)	Cs-137	57	1	0,7	140	26	19
Südlich *)	Cs-137	3	0	210	270	230	220
Alle Länder	K-40	59	0	270	3.200	1.300	1.300
	I-131	40	19	0,67	320	29	<1,1
Schlacke (Bq/kg TM)							
Nördlich *)	Cs-137	57	2	0,10	16	2,8	1,7
Südlich *)	Cs-137	3	0	2,9	10	7,4	9,4
Alle Länder	K-40	60	0	130	1.500	340	280
	I-131	41	29	0,63	45		<0,62
Feste Rückstände der Rauchgasreinigung (Bq/kg TM)							
Nördlich *)	Cs-137	49	17	0,12	68	9,6	2,3
Südlich *)	Cs-137	3	0	0,22	1,6	0,92	0,91
Alle Länder	K-40	52	5	1,0	2.100	330	110
	I-131	46	3	0,30	16.000	720	14
Flüssige Rückstände der Rauchgasreinigung (Bq/l)							
Nördlich *)	Cs-137	33	26	0,036	0,66		<0,096
Südlich *)	Cs-137	3	3				<0,078
Alle Länder	K-40	36	13	0,69	45	8,6	2,5
	I-131	32	5	0,026	37.000	1.700	2,9
Kompost (Bq/kg TM)							
Nördlich *)	Cs-137	52	0	2,0	25	7,7	6,5
Südlich *)	Cs-137	4	0	23	53	33	28
Alle Länder	K-40	56	0	130	860	470	480

*) Nördlich/westlich und südlich/östlich der Linie Radolfzell-Eichstätt-Regensburg-Zwiesel

a) Liegen mehr als 50% der gemessenen Werte unterhalb der Nachweisgrenze, werden nur der Minimalwert und der Maximalwert angegeben. Der arithmetische Mittelwert wurde aus den Messwerten ohne Berücksichtigung der Nachweisgrenzen errechnet

2.8 Inkorporationsüberwachung der Bevölkerung (Monitoring of incorporation among the population)

Nach dem Unfall im Kernkraftwerk Tschernobyl im April 1986 wurden ab Mitte 1986 monatlich Ganzkörpermessungen an Referenzgruppen zur Bestimmung der Cs-137- und Cs-134-Aktivität durchgeführt, wobei ab dem Jahr 1998 kein Cs-134 mehr nachgewiesen werden konnte. Die Jahres- und Monatsmittelwerte für die einzelnen Referenzgruppen sind in den Tabellen 2.8-1 und 2.8-2 zusammengefasst und in den Abbildungen 2.8-1 bis 2.8-4 dargestellt. Unter „Jahresmittelwert“ wird hier der Mittelwert über die Monate, in denen Messwerte vorliegen, verstanden. Dargestellt sind die Ergebnisse der Ganzkörpermessstelle der Leitstelle Inkorporationsüberwachung des BfS am Standort Neuherberg für die Referenzgruppe München sowie der Messstelle am Forschungszentrum Karlsruhe. Die übrigen Messstellen verfolgen nicht mehr regelmäßig ihre Referenzgruppen. Ein Trend für den Gehalt an Radiocäsium im Körper kann nicht mehr angegeben werden, da fast alle Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze liegen.

In den Abbildungen 2.8-5 und 2.8-6 sind die bisher vorliegenden Ergebnisse von Referenzgruppenmessungen an verschiedenen Orten in Deutschland, getrennt für Frauen und Männer, zusammengefasst dargestellt. Es ist die bis zu einem bestimmten Zeitpunkt erreichte kumulierte Dosis aus inkorporiertem Radiocäsium angegeben. Dieser Dosiswert ergibt sich aus der fortlaufenden Summierung der monatlichen effektiven Dosen. Für Männer aus dem Raum München z. B. beträgt diese kumulierte Dosis für die 20 Jahre seit dem Unfall in Tschernobyl etwa 0,2 mSv.

**Tabelle 2.8-1 Jahres- und Monatsmittelwerte für den Raum München
(Annual and monthly mean values in the Munich area)**

Messstelle: Bundesamt für Strahlenschutz
Leitstelle Inkorporationsüberwachung des BfS

Jahr Monat	Frauen			Männer		
	Zahl der Personen	Spezifische Aktivität in Bq/kg		Zahl der Personen	Spezifische Aktivität in Bq/kg	
		K 40	Cs 137		K 40	Cs 137
1994	267	46	1,18	310	55	1,39
1995	248	46	1,04	277	54	1,28
1996	282	47	0,93	289	56	1,06
1997	304	44	0,72	332	54	0,85
1998	316	45	0,61	265	52	0,67
1999	290	56	<1,4	255	61	<1,2
2000	265	58	<1,6	242	63	<1,2
2001	362	57	<1,4	236	62	<1,1
2002	367	57	<1,3	245	62	<1,1
2003	419	57	<1,3	274	63	<1,1
2004	398	56	<1,4	278	62	<1,1
2005	444	55	<1,3	299	61	<1,1
2006	456	55	1,4	314	61	1,1
Monatsmittelwerte für 2006						
Januar	44	56	< 1,4	30	60	< 1,1
Februar	39	55	< 1,4	25	60	< 1,2
März	40	55	< 1,4	25	60	< 1,1
April	33	54	< 1,3	27	63	< 1,2
Mai	39	54	< 1,3	30	60	< 1,1
Juni	30	55	< 1,3	24	60	< 1,1
Juli	39	54	< 1,3	26	61	< 1,1
August	29	57	< 1,4	24	62	< 1,1
September	37	56	< 1,3	24	60	< 1,1
Oktober	41	57	< 1,4	25	61	< 1,1
November	44	57	< 1,4	29	62	< 1,1
Dezember	41	55	< 1,4	25	61	< 1,1

Tabelle 2.8-2 Jahres- und Monatsmittelwerte für den Raum Karlsruhe
(Annual and monthly mean values in the Karlsruhe area)

Messstelle: Forschungszentrum Karlsruhe

Jahr Monat	Frauen			Männer		
	Zahl der Personen	Spezifische Aktivität in Bq/kg		Zahl der Personen	Spezifische Aktivität in Bq/kg	
		K 40	Cs 137		K 40	Cs 137
1994	112	49	<0,20	102	52	<0,32
1995	106	49	0,19	98	54	0,32
1996 a)	36	49	<0,21	38	57	<0,22
1997	112	51	0,22	112	61	0,21
1998	114	51	<0,21	118	63	<0,24
1999	110	51,5	<0,23	115	61	<0,27
2000	109	51	<0,16	106	60	<0,27
2001	94	52	<0,20	101	61	<0,31
2002	86	50	0,22	86	60	0,31
2003	56	52	0,20	54	59	0,31
2004	62	53	0,24	56	61	0,32
2005	41	52	0,16	35	57	0,26
2006	19	41	0,17	18	44	0,21
Monatsmittelwerte für 2006						
Januar	1	52	0,28	3	56	0,31
Februar	2	49	0,12	0	-	-
März	1	50	0,21	1	67	0,68
April	3	51	0,11	3	59	0,07
Mai	0	-	-	1	57	0,00
Juni	1	47	0,12	2	58	0,53
Juli	0	-	-	4	61	0,26
August	3	49	0,18	2	62	0,30
September	1	49	0,16	1	57	0,27
Oktober	1	49	0,43	0	-	-
November	2	48	0,13	1	55	0,07
Dezember	4	47	0,04	0	-	-

a) Mai 1996 keine Messungen

- Messwertermittlung nicht möglich

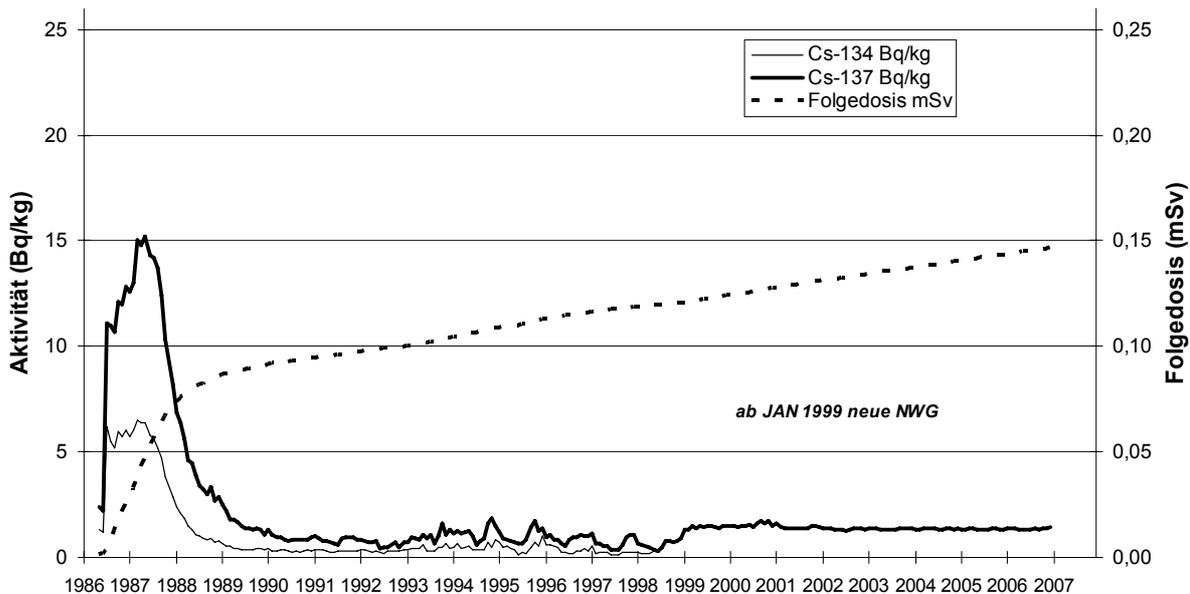


Abbildung 2.8-1 Inkorporiertes Radiocäsium und resultierende Strahlenexposition
Referenzgruppe: BfS-München, Frauen
*(Incorporated radiocesium and resulting radiation exposure
Reference group: BfS Munic, women)*

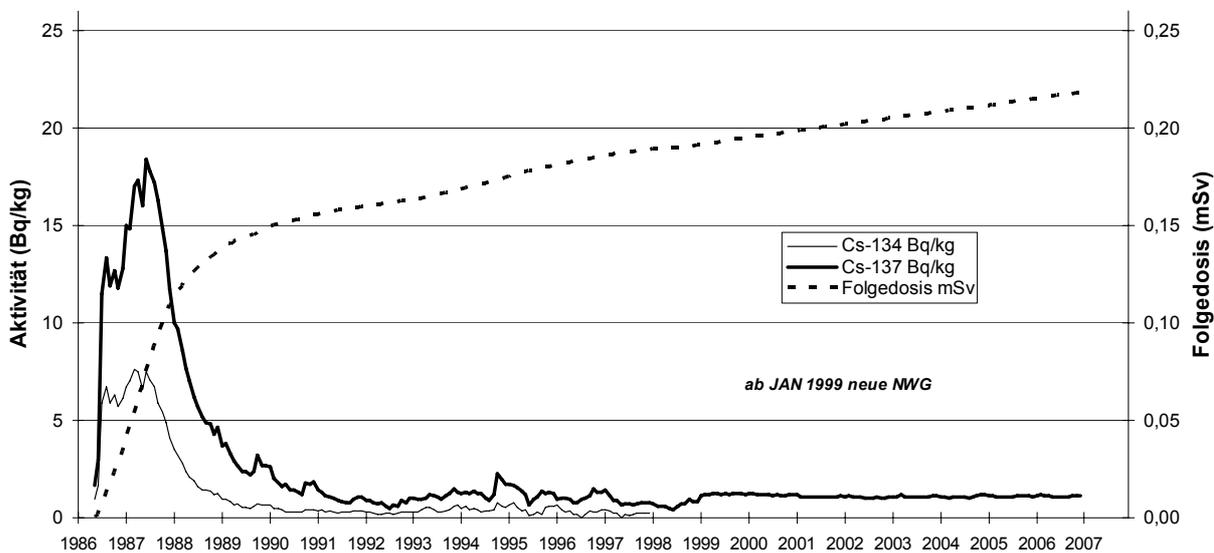


Abbildung 2.8-2 Inkorporiertes Radiocäsium und resultierende Strahlenexposition
Referenzgruppe: BfS-München, Männer
*(Incorporated radiocesium and resulting radiation exposure
Reference group: BfS Munic, men)*

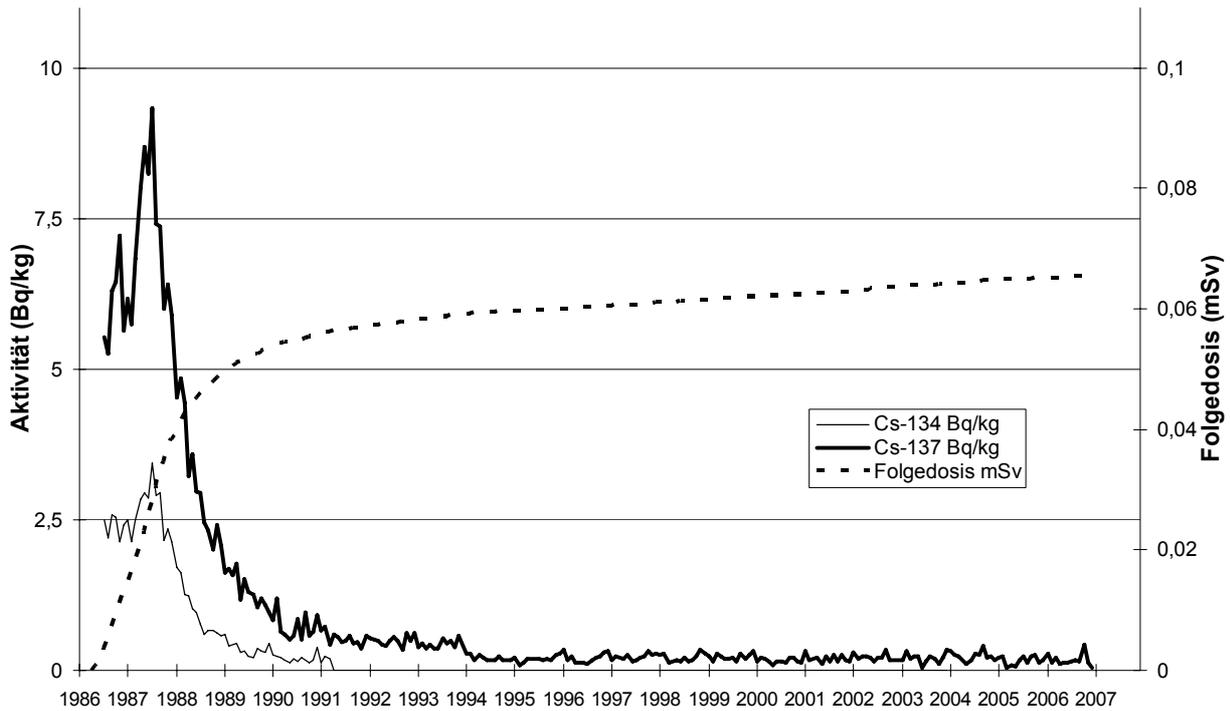


Abbildung 2.8-3 Inkorporiertes Radiocäsium und resultierende Strahlenexposition
 Referenzgruppe: Karlsruhe, Frauen
*(Incorporated radiocesium and resulting radiation exposure
 Reference group: Karlsruhe, women)*

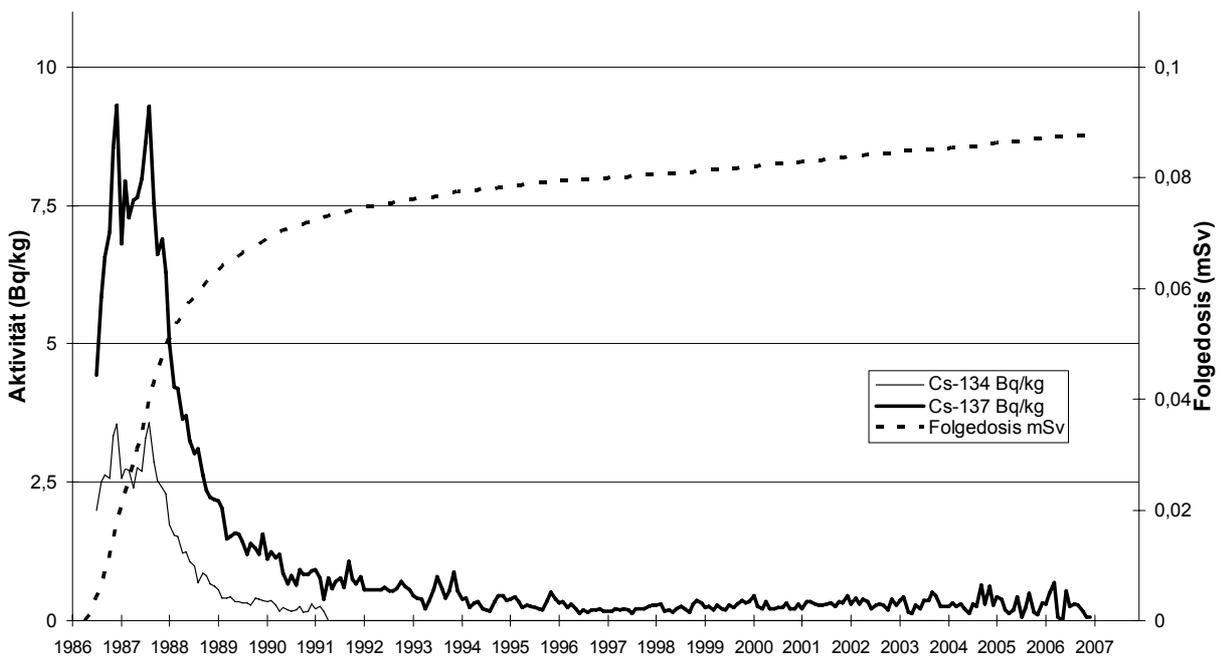


Abbildung 2.8-4 Inkorporiertes Radiocäsium und resultierende Strahlenexposition
 Referenzgruppe: Karlsruhe, Männer
*(Incorporated radiocesium and resulting radiation exposure
 Reference group: Karlsruhe, men)*

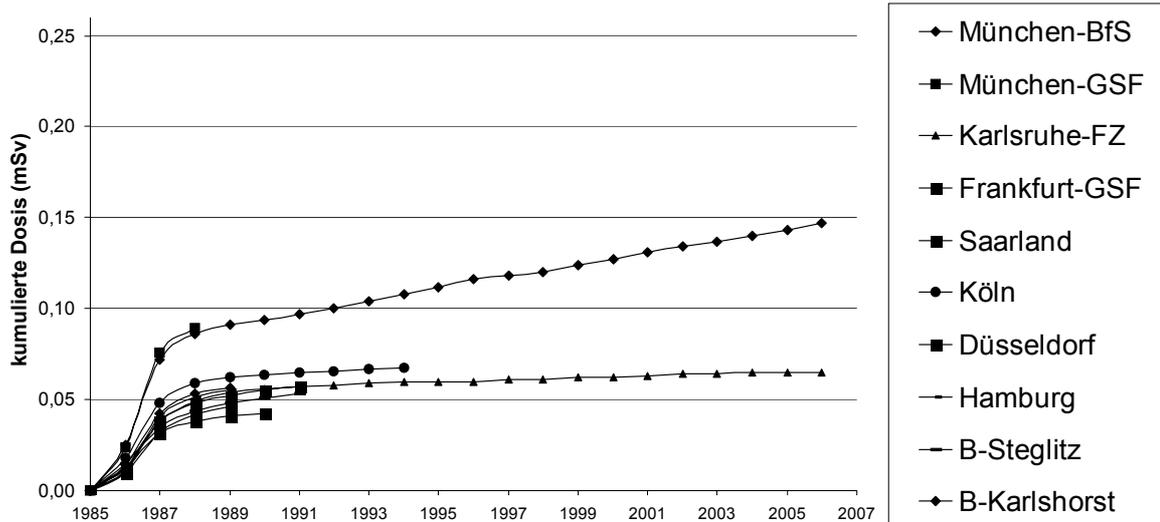


Abbildung 2.8-5 Strahlenexposition aus inkorporiertem Radiocäsium
Vergleich der Referenzgruppen: Frauen
(Radiation exposure from incorporated radiocesium
Comparison of reference groups: women)

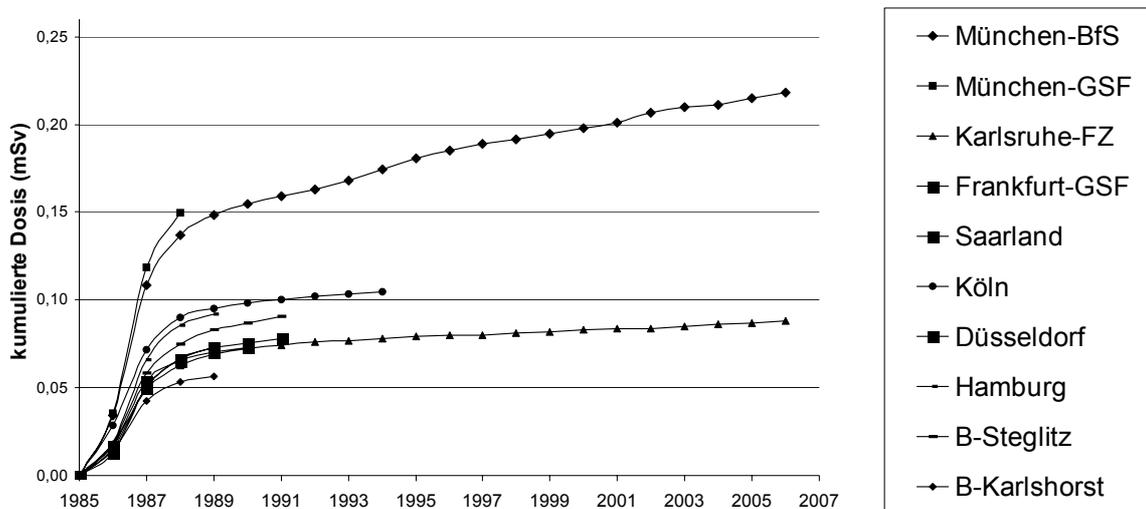


Abbildung 2.8-6 Strahlenexposition aus inkorporiertem Radiocäsium
Vergleich der Referenzgruppen: Männer
(Radiation exposure from incorporated radiocesium
Comparison of reference groups: men)