

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 Johann Heinrich von Thünen-Institut und vom Max-Rubner-Institut

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 Sr-90 und Cs-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 2007 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) oberhalb 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 2007 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. Derzeit werden von der CTBTO die technischen Bedingungen festgelegt, denen die Edelgasmesssysteme des IMS genügen müssen. Um diese sogenannten Zertifizierungsbedingungen zu definieren, wurden Anfang 2007 auf der Station Schauinsland - als einer von vier IMS Stationen - umfangreiche Tests durch die CTBTO durchgeführt. Die Tests haben ergeben, dass das SPALAX System den vorgeschlagenen Zertifizierungsbedingungen im Wesentlichen genügt. An der Weiterentwicklung des Systems wird derzeit von den Herstellern gearbeitet. Wie schon in den Vorjahren wurde neben einem permanenten Untergrund der Xe-133-Aktivitätskonzentration von ca. 1 mBq/m³ auch einige kurzzeitige Erhöhungen nachgewiesen. In einigen wenigen Proben wurden ausserdem geringe Konzentrationen der Isotope Xe-131m, Xe-133m und Xe-135 nachgewiesen. 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 von der Station Schauinsland erhobenen Daten.

Zehn Jahre nach der Unterzeichnung 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 allerdings zum Zeitpunkt der Explosion in der Region aber noch nicht installiert. Eine Station im Norden Kanadas war jedoch in der Lage, eine geringe Menge Xe-133 zu detektieren, die mit dem Ereignis auf Grund konsistenter meteorologischer Ausbreitungsrechnungen in Zusammenhang gebracht werden kann. Nach der Ankündigung des Tests wurden zusätzlich Messungen von einem schwedisch-südkoreanischen Team auf der koreanischen Halbinsel mit einem mobilen System durchgeführt und von einem Team aus den USA wurden Luftproben, die bei Flügen über dem japanischen Meer genommen wurden, gemessen. Die Messungen geben klare Hinweise auf den nuklearen Charakter der Explosion, die gemessenen Isotopenverhältnisse legen die Vermutung nahe, dass es sich dabei um einen auf Spaltung von ²³⁹Pu basierenden Sprengsatz gehandelt hat. Dieses Ereignis zeigt, dass das geplante und zurzeit 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.

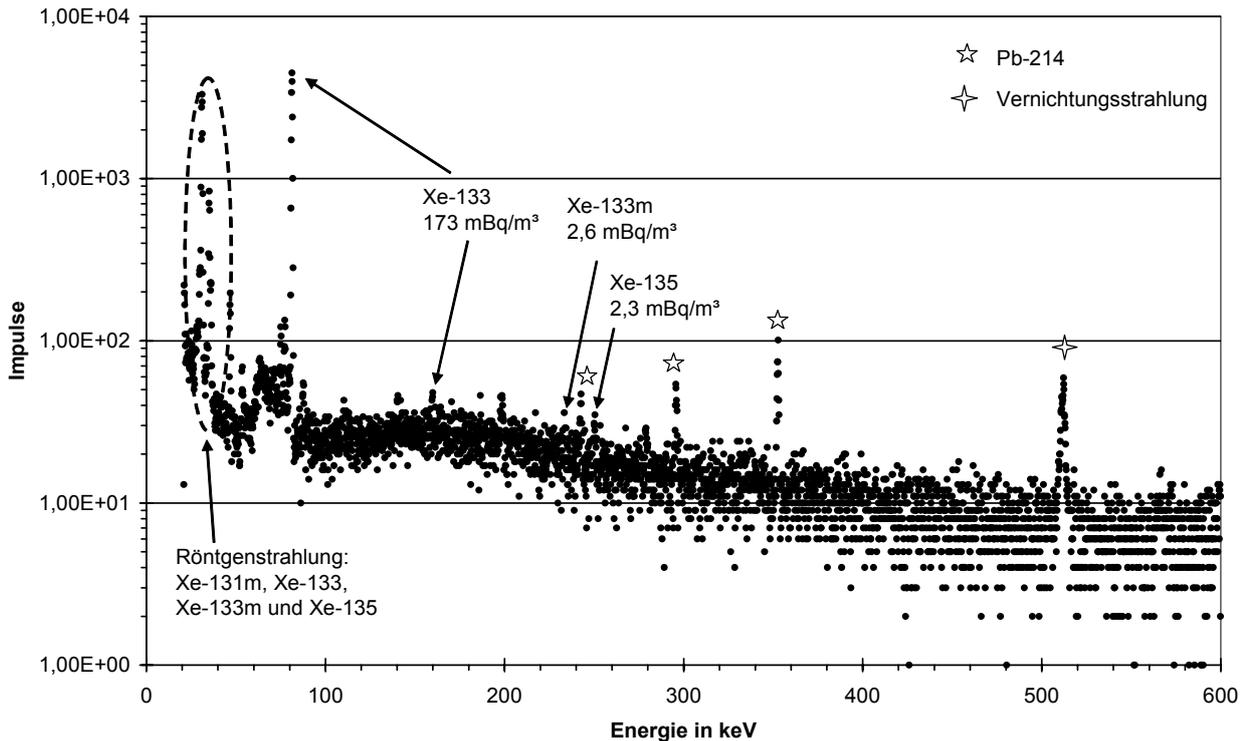


Abbildung 1.1-1 Gammaspektrum einer Tagesprobe des Edelgasmesssystems SPALAX an der Messtation Schauinsland mit mehreren Xenonisotopen
(Gamma-ray-spectrum of a daily sample containing several Xenon isotopes analysed with the noble gas measuring system SPALAX at Schauinsland measuring station)

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

Im Jahr 2007 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 Aktivitätsgehalt untersucht werden, wird eine bundesweite Überwachung der Konzentration radioaktiver Nuklide in Lebensmitteln sichergestellt.

Die Messwerte der Aktivitätskonzentration von Cs-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. 0,26 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 (K-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 Cs-137-Aktivitäten von bis zu 40, in Einzelfällen bis zu mehreren hundert, 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 Cs-137 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 21 Messungen an Wildschweinen bei 700 Bq/kg, die Werte reichen bis 8.600 Bq/kg. Für Rehe liegt der Mittelwert von 26 Messungen bei 41 Bq/kg mit einem Höchstwert von 620 Bq/kg (vgl. „Tabelle 2.4.7-8 Wild, Inland und Einfuhr“ auf Seite 199).

Auch in Baden-Württemberg überschreiten die maximal gemessenen Werte für Wildschweinfleisch den Grenzwert von 600 Bq/kg. Der Mittelwert liegt bei 245 Bq/kg (257 Messungen), der Maximalwert bei 8.450 Bq/kg. 2007 wurde in Baden-Württemberg auch bei Rehfleisch in einem Fall mit 930 Bq/kg der Höchstwert überschritten. In Niedersachsen wurde ein Mittelwert von 50 Bq/kg und ein Maximalwert von 250 Bq/kg bei Wildschweinfleisch gemessen.

Cs-137 wird von Wild über das Futter aufgenommen. Bei Schwarzwild spielen Hirschtrüffel 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).

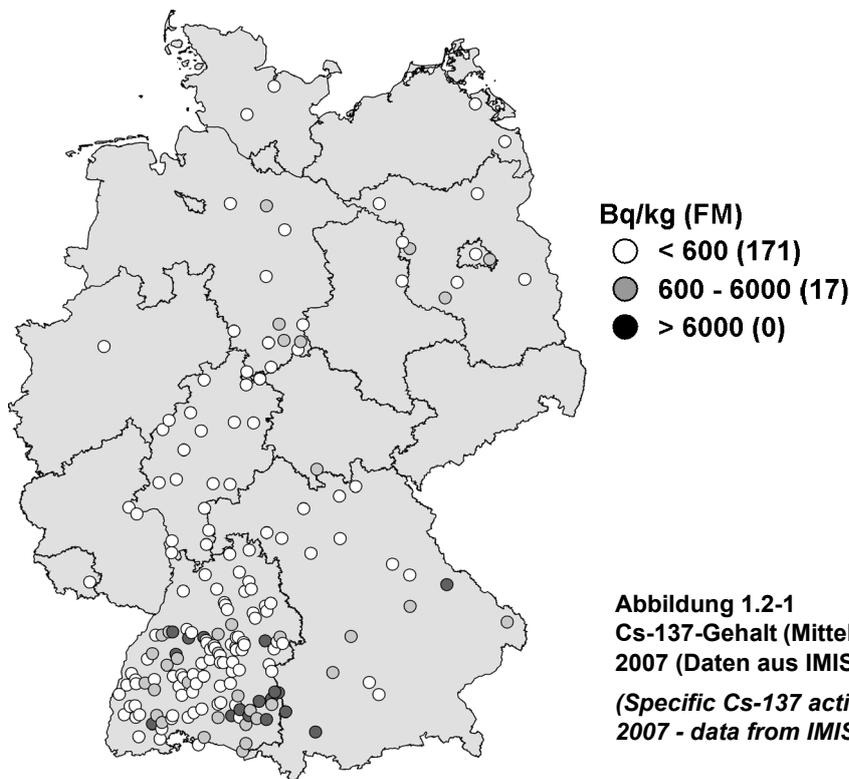


Abbildung 1.2-1
Cs-137-Gehalt (Mittelwerte) von Wildschweinen im Jahr 2007 (Daten aus IMIS, Anzahl der Werte in Klammern)
(Specific Cs-137 activity (means) in wild boar - year 2007 - data from IMIS, number of values in brackets)

1.3 Kerntechnische Anlagen (Nuclear facilities)

Allgemeine Angaben

In der Bundesrepublik Deutschland existierten im Jahr 2007 folgende kerntechnische Anlagen:

- 17 in Betrieb befindliche Atomkraftwerke (Tabelle 1.3-1) mit einer elektrischen Bruttoleistung von insgesamt 21.457 MW, einer Gesamtstromerzeugung von 141 TWh und einem Anteil von 22% an der Gesamt-Brutto-Stromerzeugung und von rund 27% an der Stromerzeugung der öffentlichen Versorgung im Jahr 2007. Die Kernkraftwerke Kahl, MZFR Karlsruhe, Rheinsberg, Gundremmingen A, AVR Jülich, Lingen, KNK Karlsruhe, Würgassen, Greifswald, Hamm-Uentrop, Mülheim-Kärlich, Stade und Obrigheim haben den Betrieb beendet.
- 4 Forschungsreaktoren (Tabelle 1.3-2) mit einer thermischen Leistung von insgesamt 35 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 wurden abgerissen und bereits im Laufe des Jahres 2006 aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen, die Berichterstattung wurde eingestellt.
- 17 Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente: Transportbehälterlager im Zwischenlager Nord (ZLN) Rubenow (Nasslager), Transportbehälterlager Ahaus (TBL-A), AVR-Behälterlager im Forschungszentrum Jülich, Transportbehälterlager Gorleben (TBL-G), Standort-Zwischenlager in den Kernkraftwerken Biblis, Brokdorf, Brunsbüttel, Grafenrheinfeld, Grohnde, Gundremmingen, Isar, Krümmel, Lingen, Neckarwestheim, Philippsburg, Unterweser und Obrigheim (Nasslager).
- Das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) nimmt seit dem 25.09.1998 keine radioaktiven Abfälle zur Endlagerung mehr an (Tabelle 1.3-3).
- Daten zum Forschungsbergwerk Asse sind in Tabelle 1.3-4 (Angaben der Betreiber) dargestellt.

Die bilanzierten Jahreswerte der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser der Atomkraftwerke, der Forschungszentren Karlsruhe, Jülich, Rossendorf, Geesthacht, Berlin, Garching, sowie der Kernbrennstoff verarbeitenden Betriebe, der Forschungsreaktoren, des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben und des Forschungsbergwerks Asse für das Jahr 2007 sind in den Kapiteln 2.1.5 und 2.2.4 getrennt nach Fortluft und Abwasser angegeben. In den Ableitungen der Forschungszentren sind die Emissionen der dort betriebenen Leistungs- und Forschungsreaktoren enthalten. Aus den für 2007 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 2007 in Grenznähe bis zu einer Entfernung von 30 km zur deutschen Grenze die in Tabelle 1.3-5 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 Atomkraftwerke 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 2007* (MWa)	Beginn / Ende des nuklearen Betriebes	Vorfluter
Kahl	VAK	SWR	16	0	1960/1985	Main
Karlsruhe	MZFR	D ₂ O-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	1.225	0	1974	Rhein
Biblis B	KWB B	DWR	1.300	107	1976	Rhein
Neckarwestheim 1	GKN 1	DWR	840	592	1976	Neckar
Brunsbüttel	KKB	SWR	806	297	1976	Elbe
Isar 1	KKI 1	SWR	912	804	1977	Isar
Unterweser	KKU	DWR	1.410	1.088	1978	Weser
Philippsburg 1	KKP 1	SWR	926	831	1979	Rhein
Grafenrheinfeld	KKG	DWR	1.345	1.244	1981	Main
Krömmel	KKK	SWR	1.402	649	1983	Elbe
Hamm-Uentrop	THTR-300	HTR	307	0	1983/1988	Lippe
Gundremmingen B	KRB-II-B	SWR	1.344	1.262	1984	Donau
Grohnde	KWG	DWR	1.430	1.308	1984	Weser
Gundremmingen C	KRB-II-C	SWR	1.344	1.182	1984	Donau
Philippsburg 2	KKP 2	DWR	1.458	1.344	1984	Rhein
Mülheim-Kärlich	KMK	DWR	1.302	0	1986/1988	Rhein
Brokdorf	KBR	DWR	1.440	1.371	1986	Elbe
Isar 2	KKI 2	DWR	1.475	1.371	1988	Isar
Emsland	KKE	DWR	1.400	1.324	1988	Ems
Neckarwestheim 2	GKN 2	DWR	1.400	1.269	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 3/2008

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, Forschungs-neutronenquelle Heinz-Maier-Leibnitz	FRM I	4	1957/2000
		FRM II	20	2004
Rosendorf	Forschungszentrum Dresden-Rosendorf, Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rosendorf (VKTA)	RFR	10	1957/1991
Geesthacht	GKSS-Forschungszentrum	FRG 1	5	1958
		FRG 2	15	1963/1993
Karlsruhe	Forschungszentrum Karlsruhe	FR 2	44	1961/1981
Jülich	Forschungszentrum Jülich	FRJ 1	10	1962/1985
		FRJ 2	23	1962/2006
Mainz	Johannes Gutenberg-Universität	FRMZ	0,1	1965
Braunschweig	Physikalisch-Technische Bundesanstalt	FMRB	1	1967/1995
Neuherberg	Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (bisher GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit)	FRN	1	1972/1982
Hannover	Medizinische Hochschule	FRH	0,25	1973/1996
Berlin	Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (bisher Hahn-Meitner-Institut Berlin, HMI)	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 waste in the Federal Republic of Germany*)

Standort	Betreiber	Bezeichnung	Beginn des Betriebes	Inventar (Stand 31.12.2007)	Inventar (Stand 31.12.2006)
Morsleben	Bundesamt für Strahlenschutz	ERAM	1971	36.915 m ³ / 3,8 E14 Bq	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 1,14 E14 Bq (Vorjahr: 1,18 E14 Bq)

Tabelle 1.3-4 Forschungsbergwerk Asse
(*Asse research mine*)

Standort	Betreiber	Bezeichnung	Beginn des Betriebes	Inventar (Stand 31.12.2007)	Inventar (Stand 31.12.2006)
Remlingen	Helmholtz Zentrum München (bis 2007 GSF)	Schachtanlage Asse	1967	2,6 E15 Bq	2,7 E15 Bq

Tabelle 1.3-5 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 2007 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 2007 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 Jahre) sowie die Schilddrüsendosis für Kleinkinder. Tabelle 1.3.1-1 zeigt als größten berechneten 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 größte berechnete Wert der Schilddrüsendosis für Kleinkinder ergibt sich mit 9 μSv (1% des Dosisgrenzwertes) ebenfalls beim Kernkraftwerk Philippsburg. Diese maximalen Werte haben sich gegenüber dem Vorjahr nicht geändert.

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 Verzehr- 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 für Erwachsene 1 μSv und für Kleinkinder 1,7 μSv am Standort des Kernkraftwerkes Emsland. Dies entspricht etwa 0,3 bzw. 0,6% des Dosisgrenzwertes.

Entsprechend dem Entwurf der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 Strahlenschutzverordnung wurde die Strahlenexposition am Unterlauf der Flüsse näher betrachtet, wobei jeweils sämtliche als Emittenten in Frage kommende kerntechnische Anlagen berücksichtigt wurden. Für das Mündungsgebiet des Neckar wurde eine effektive Jahresdosis von etwa 0,9 μSv für Erwachsene und 1,5 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 und an der Donau bei 0,3 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 Berlin. Die Tabelle weist für die effektive Dosis im Jahr 2007 als höchsten Wert 8,6 μSv (rund 3% des Grenzwertes) für Erwachsene und 15 μSv (5% des Grenzwertes) für Kleinkinder beim Forschungszentrum Jülich auf. Der höchste Wert der Schilddrüsendosis für Kleinkinder ergibt sich mit 15 μSv (unter 2% des Grenzwertes) ebenfalls beim Forschungszentrum Jülich.

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 2007 wurde mit 1,6 μSv der höchste Wert der effektiven Jahresdosis für Erwachsene beim Forschungszentrum Jülich berechnet.

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

Kerntechnische Anlagen	Oberer Wert ^a					
	der effektiven Dosis				der Schilddrüsensdosis	
	für Erwachsene in µSv		für Kleinkinder in µSv		für Kleinkinder in µSv	
	2007	2006	2007	2006	2007	2006
VAK Kahl	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
KKR Rheinsberg ^b	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
KWL Lingen	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
KWO Obrigheim	0,8	0,7	1	1	1	1
KKS Stade	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
KWW Würgassen	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2
KGR Greifswald ^b	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
KWB Biblis A, B	0,7	0,7	1	1	1	1
GKN Neckarwestheim 1, 2	1	1	2	2	1	2
KKB Brunsbüttel	1	2	2	3	1	3
KKI Isar 1, 2	3	3	5	4	6	5
KKU Unterweser	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
KKP Philippsburg 1, 2	5	5	8	8	9	9
KKG Grafenrheinfeld	0,1	0,2	0,2	0,4	0,2	0,4
KKK Krümmel	0,8	2	1	3	2	3
KRB Gundremmingen A, B, C	2	4	4	6	4	6
KWG Grohnde	0,3	0,4	0,6	0,7	0,5	0,6
THTR-300 Hamm-Uentrop	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
KMK Mülheim-Kärlich	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
KBR Brokdorf	0,4	0,5	0,7	0,8	0,6	0,8
KKE Emsland	0,2	0,2	0,3	0,4	0,3	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 in der Umgebung von Atomkraftwerken durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser in Mikrosievert
(Radiation exposures in the surroundings of nuclear power plants due to the discharge of radioactive substances with waste water)

Kerntechnische Anlagen	Oberer Wert der effektiven Dosis für Erwachsene in µSv		Oberer Wert der effektiven Dosis für Kleinkinder in µSv	
VAK Kahl	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
KRB Gundremmingen A, B und C	0,4	0,3	0,3	0,3
KWO Obrigheim	< 0,1	0,1	0,1	0,1
KKS Stade	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
KWW Würgassen	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1
KWB Biblis A und B	< 0,1	0,2	0,2	0,4
GKN Neckarwestheim 1 und 2	0,6	0,7	1,1	1,2
KKB Brunsbüttel	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
KKI Isar 1 und 2	0,3	0,2	0,4	0,4
KKU Unterweser	0,1	0,1	0,2	0,1
KKP Philippsburg 1 und 2	< 0,1	0,1	0,2	0,2
KKG Grafenrheinfeld	0,3	0,3	0,6	0,5
KKK Krümmel	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
KWG Grohnde	0,3	0,2	0,5	0,4

Kerntechnische Anlagen	Oberer Wert der effektiven Dosis für Erwachsene in µSv		Oberer Wert der effektiven Dosis für Kleinkinder in µSv	
KMK Mülheim-Kärlich	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
KBR Brokdorf	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1
KKE Emsland	1,0	1,0	1,7	1,7
KKR Rheinsberg *	0,2	0,1	0,3	0,1
KGR Greifswald *	< 0,1	< 0,1	< 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 in der Umgebung von Forschungszentren durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft
(Radiation exposures in the surroundings of research centres due to the discharge of radioactive substances with exhaust air)

Forschungseinrichtung	Oberer Wert					
	der effektiven Dosis in µSv				der Schilddrüsen-dosis in µSv	
	für Erwachsene		für Kleinkinder		für Kleinkinder	
	2007	2006	2007	2006	2007	2006
Forschungszentrum Karlsruhe (einschl. Wiederaufarbeitungsanlage) *	1,6	2,4	2,0	3,5	2,2	3,6
Forschungszentrum Jülich (einschl. Versuchsreaktor AVR) *	8,6	1,6	15	2,3	15	1,8
Forschungszentrum Rossendorf (FSR) Gesamtstandort *	0,4	0,4	0,6	0,8	0,5	0,6
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht *	0,1	0,1	0,3	0,2	0,3	0,3
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (bisher Hahn-Meitner-Institut Berlin, HMI), (einschl. Zentralstelle für radioaktive Abfälle)*	0,4	11	0,6	19	0,6	18
Garching, FRM I und FRM II	0,2	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3

* Entnommen aus den Jahresberichten 2007 der Forschungszentren Karlsruhe, Jülich, Rossendorf, Geesthacht und Berlin

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

Forschungseinrichtung	Oberer Wert	
	der effektiven Dosis für Erwachsene in µSv	
	2007	2006
Forschungszentrum Karlsruhe (einschl. Wiederaufarbeitungsanlage)	<0,1	<0,1
Forschungszentrum Jülich (einschließl. Versuchsreaktor AVR)	1,6	<2
Forschungszentrum Rossendorf	1,4	5
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht	0,1	<1

* Entnommen den Jahresberichten 2007 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.

Die Hanauer Betriebe sind im Laufe des Jahres 2006 aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen worden, die Berichterstattung über diese Anlagen wurde eingestellt.

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 µSv/Jahr.

Tabelle 1.3.1-5 Strahlenexposition 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 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	
	2007	2006	2007	2006	2007	2006
ANF GmbH (Lingen)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
URENCO D (Gronau)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Tabelle 1.3.1-6 Strahlenexposition 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 due to the discharge of radioactive substances with waste water*)

Betrieb	Oberer Wert der effektiven Dosis für Erwachsene und Kleinkinder in μSv	
	2007	2006
	ANF GmbH (Lingen)	<0,1
URENCO D (Gronau)	<0,1	<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 2007 0,14 μSv , für Kleinkinder (Altersgruppe 1 bis 2 Jahre) 0,38 μSv und für mit Muttermilch ernährte Säuglinge 0,98 μSv ; dies sind ca. 0,05%, 0,1% bzw. 0,3% des Grenzwertes nach der Strahlenschutzverordnung. Die Dosis des kritischen Organs (rotes Knochenmark) errechnete sich zu 0,29 μSv für Erwachsene, 1,0 μSv für Kleinkinder (Altersgruppe 1 - 2 Jahre) und 3,02 μSv für mit Muttermilch ernährte Säuglinge (ca. 0,1%, 0,3% bzw. 1,0% des Grenzwertes). Aus den Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser wurden 2007 obere Werte der effektiven Dosis unterhalb von 0,1 μSv für Erwachsene und Kleinkinder berechnet.

Tabelle 1.3.1-7 Strahlenexposition in der Umgebung des Endlagers Morsleben durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abluft und dem Abwasser
(*Radiation exposure in the surroundings of the Morsleben final repository 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 *		2007	2006
	2007	2006	2007	2006		
Erwachsene	0,14	0,14	0,29	0,31	< 0,1	< 0,1
Kleinkinder (Altersgruppe 1 bis 2 Jahre)	0,38	0,41	1,00	1,14	< 0,1	< 0,1
mit Muttermilch ernährte Säuglinge	0,98	1,12	3,02	3,51	< 0,1	< 0,1

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

Die Strahlenexposition in Folge der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abluft und mit dem Abwasser aus der Schachanlage Asse ist in Tabelle 1.3.1-8 aufgeführt. In den Jahren 2006 und 2007 wurden keine radioaktiven Stoffe mit dem Abwasser abgegeben. Die potenzielle Strahlenexposition in der Umgebung der Schachanlage Asse resultiert somit ausschließlich aus Ableitungen über den Luftpfad. Der durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abluft ermittelte obere Wert der effektiven Dosis betrug 2007 für Erwachsene 5,8 μSv , für Kleinkinder (Altersgruppe 1 bis 2 Jahre) 8,7 μSv und für Säuglinge 10,1 μSv . Dies sind ca. 1,9 / 2,9 bzw. 3,4 % des Grenzwertes nach Strahlenschutzverordnung. Die Dosis für das kritische Organ (rotes Knochenmark für Säuglinge 1a und Kleinkinder im Alter von 1-2 Jahren; Knochenoberfläche für Erwachsene) wurde mit 36 μSv für Erwachsene, 14,3 μSv für Kleinkinder (Altersgruppe 1-2 Jahre) und 19,9 μSv für Säuglinge ermittelt (ca. 2,0 / 4,8 bzw. 6,6 % des Grenzwertes).

Die angegebenen Messwerte zur Schachanlage Asse beruhen auf Betreiberangaben, da die Schachanlage keine kerntechnische Anlage gemäß AtG ist. Es erfolgt eine stichprobenartige Kontrolle der Messwerte durch das BfS.

Tabelle 1.3.1-8 Strahlenexposition in der Umgebung der Schachtanlage Asse durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abluft und dem Abwasser
(Radiation exposure in the surroundings of the Asse mine due to the discharge of radioactive substances with exhaust air and waste water)

	Abluft *				Abwasser	
	Oberer Wert in μSv				Oberer Wert in μSv	
	der effektiven Dosis		der Organdosis **		der effektiven Dosis	
	2007	2006	2007	2006	2007	2006
Erwachsene	5,8	5,5	4,7	31	‡	‡
Kleinkinder (Altersgruppe 1 bis 2 Jahre)	8,7	8,1	14,3	13	‡	‡
Säuglinge (≤ 1 Jahr)	10,1	9,4	19,9	18	‡	‡

* Berechnet nach dem Entwurf der AVV zu § 47 StrlSchV (Stand 2001)

** Knochenoberfläche für Erwachsene, rotes Knochenmark für Säuglingen und Kleinkinder

‡ Da aus dem Forschungsbergwerk Asse betriebsmäßig keine Flüssigkeiten abgegeben werden, beschränkt sich die Emissionsüberwachung auf die Überwachung der Abluft. Diese wird regelmäßig auf ihren Gehalt an radioaktiven Stoffen untersucht

Bewertung

Die für 2007 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 2007 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. Weitere Informationen zu den Radioaktivitätsmessnetzen von BfS und DWD sind in Teil A Kapitel 2.1 des Berichts enthalten.

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 Helmholtz Zentrum München 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 2007, 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 Cs-137, auf.

Als über 17 Messstationen des DWD errechneter arithmetischer Mittelwert der langlebigen Gesamt- β -Aktivitätskonzentration der Luft resultierte für das Jahr 2007 ein Wert von 0,5 mBq/m³ (2006: 0,7 mBq/m³). Der Wert liegt innerhalb des Schwankungsbereichs der Aktivitätskonzentrationen der natürlichen Radionuklide in der Luft.

Edelgase

Die am BfS durchgeführten Messungen des radioaktiven Xenons ergaben keine auffälligen Ergebnisse. Die Messwerte der Aktivitätskonzentrationen von Xe-133 an den sieben 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 Kr-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 Freisetzungsrate von Kr-85 größer war als seine durch die Halbwertszeit von 10,76 Jahren bestimmte Zerfallsrate. In den letzten Jahren war jedoch die Freisetzung von Kr-85 durch Wiederaufbereitungsanlagen nicht mehr ansteigend, wie in den Jahren zuvor, sondern weitgehend konstant. Der Medianwert für den Probenentnahmepunkt 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 wurde. Bei kontinuierlichem Betrieb wird die Kapazität dieser Anlage 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.

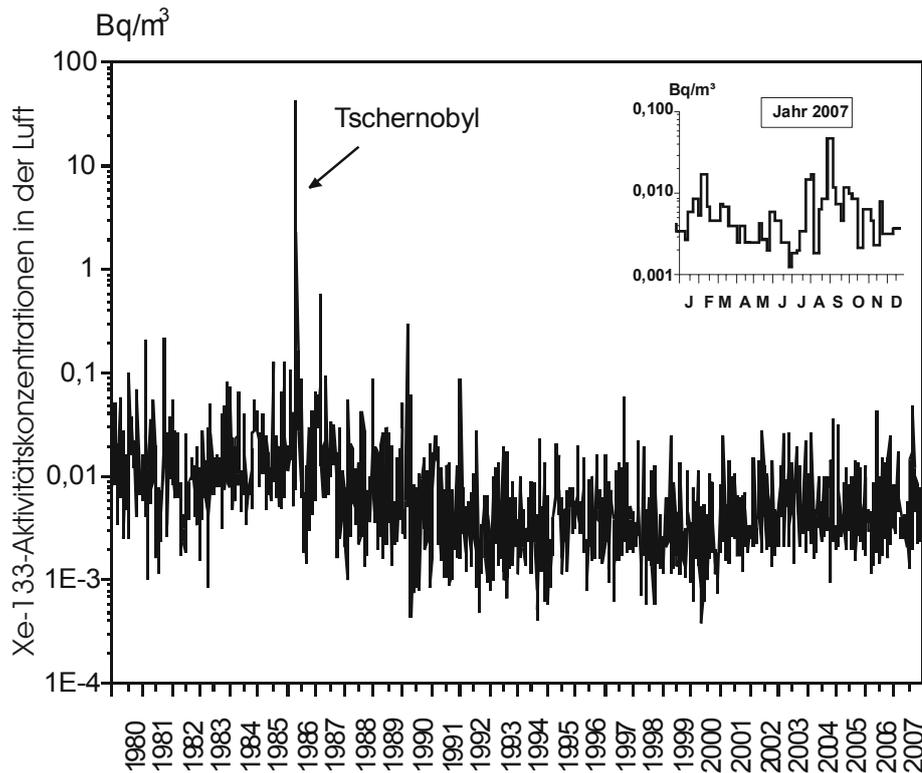


Abbildung 2.1.1-1 Xe-133-Aktivitätskonzentration in der bodennahen Luft am Probenentnahmeort Freiburg
(Xe-133-activity concentration in air close to ground level at the sampling location in Freiburg)

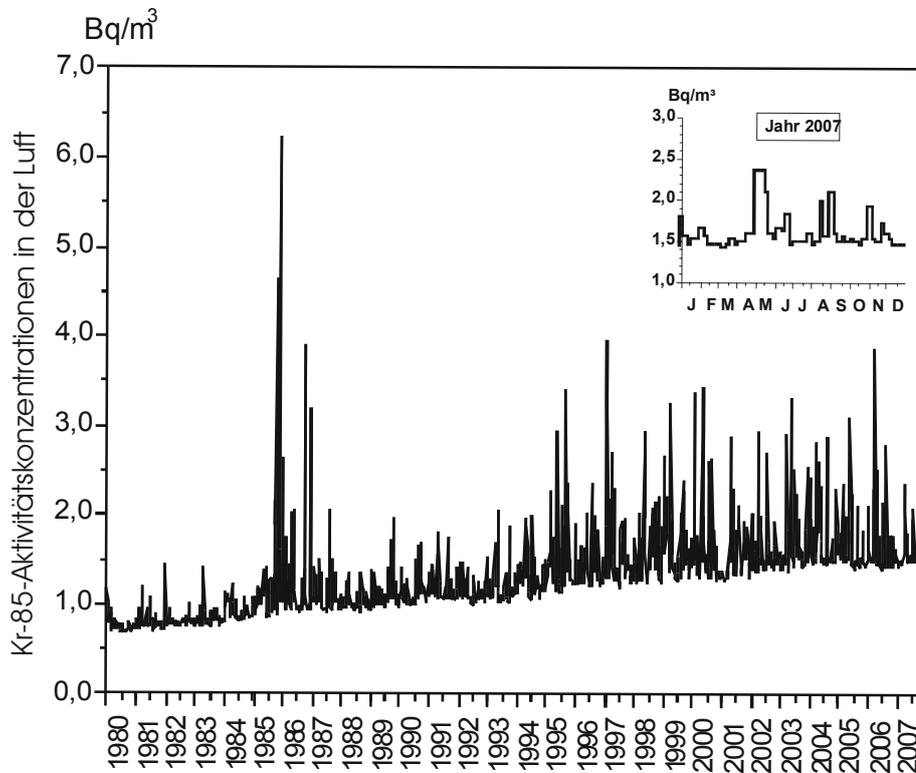


Abbildung 2.1.1-2 Aktivitätskonzentrationen von Kr-85 in der bodennahen Luft am Probenentnahmeort Freiburg
(Activity concentrations of Kr-85 in air close to ground level at the sampling location Freiburg)

Gammaskpektrometrie

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 Helmholtz Zentrums München, des BfS (Schauinsland) und der PTB (Braunschweig) enthalten. Berichtet werden hier die jeweiligen Monatsmittelwerte und die daraus errechneten 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 0,2 und 1,5 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ Luft und das kosmogene Be-7 mit Werten zwischen 1,7 und 5,2 mBq/m^3 Luft nachweisen, das heißt im üblichen Schwankungsbereich. An allen Messstationen zeigten sich in den Monaten April, Mai und Juni deutlich höhere Werte für die Aktivitätskonzentration des Be-7 als in den übrigen Monaten. Dies 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 Helmholtz Zentrums München zeigen ähnliche Aktivitätskonzentrationen wie im vorangegangenen Jahr. Die Aktivitätskonzentration für Cs-137 lag im Jahresmittel bei 0,93 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ Luft (s. Tabelle 2.1.1-1b). Bedingt durch die regional stark unterschiedliche Deposition nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl werden im Mittel in Bayern immer noch etwas höhere Aktivitätskonzentrationen von Cs-137 als im übrigen Deutschland beobachtet.

An der Station Schauinsland des BfS lag der Jahresmittelwert der Aktivitätskonzentration von Cs-137 bei 0,4 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ Luft (vgl. Abbildung 2.1.1-4, Tabelle 2.1.1-1d). Dieser Wert entspricht im Rahmen der üblichen Schwankungen den Werten der vergangenen Jahre. Kurzfristige Erhöhungen der Aktivitätskonzentration von Cs-137 in der Luft treten einzeln, 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 mit Werten zwischen 2 und 10 mBq/m^3 innerhalb des für diese Station üblichen Rahmens. Auf Grund der Lage der Station (1.200 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
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
2007 *	3641	0,4	9,1	0,40	309
Januar	2431	0,2	5	0,15	103
Februar	2239	0,2	5	0,50	235
März	3647	0,4	11	0,83	320
April	5171	0,6	14	0,85	337
Mai	4505	0,6	10	0,34	249
Juni	5283	0,8	8	0,23	372
Juli	3997	0,5	11	0,12	220
August	3439	0,4	13	0,20	285
September	3783	0,3	7	0,19	270
Oktober	3714	0,3	8	0,68	625
November	2455	0,2	6	0,29	285
Dezember	3104	0,2	10	0,46	364

* Jahresmittelwerte: aus den Monatsmittelwerten berechnet

b) Messungen des Helmholtz Zentrum München, Institut für Strahlenschutz, München-Neuherberg
 Probenentnahmestelle: München-Neuherberg

Zeitraum	Aktivitätskonzentration in $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$				
	Be-7	Na-22	Cs-134	Cs-137	Pb-210
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
2007 *	3010	< 0,32	k. A.	0,93	357
Januar	2550	< 0,17	k. A.	0,84	201
Februar	2450	0,23	k. A.	1,40	333
März	2880	0,31	k. A.	1,06	297
April	4610	0,44	k. A.	1,24	373
Mai	4510	0,48	k. A.	0,96	358
Juni	4180	0,51	k. A.	0,47	342
Juli	4890	0,55	k. A.	0,45	347
August	4470	0,43	k. A.	0,56	465
September	3860	< 0,22	k. A.	0,71	426
Oktober	2550	< 0,23	k. A.	1,13	614
November	1190	< 0,13	k. A.	0,94	217
Dezember	1550	< 0,12	k. A.	1,39	317

< Messwert kleiner Nachweisgrenze

* Jahresmittelwerte: aus den Monatsmittelwerten berechnet und gerundet

c) Messungen des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach/Main
 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
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
2007 *	3021	< 3,3	3684	0,3	3312	0,6	3711	< 2,9
Januar	2380	< 3,1	2390	0,2	2170	0,2	2670	< 2,6
Februar	2070	< 4,4	2240	0,3	2470	0,9	2710	< 3,0
März	3590	< 4,6	3050	0,4	3040	1,5	3660	< 2,5
April	3960	< 5,7	4780	0,6	4250	1,1	5810	< 4,0
Mai	2460	< 3,6	5130	0,3	4280	0,4	4830	< 2,8
Juni	5150	< 5,8	4910	0,2	4860	0,4	4250	< 2,9
Juli	3070	< 3,4	4600	< 0,1	3850	0,3	3740	< 3,1
August	2900	< 1,9	3790	< 0,6	3420	0,3	3140	< 3,1
Sept.	2590	< 1,8	4040	< 0,2	3650	0,4	3790	< 3,1
Oktober	3040	< 2,4	3500	0,4	3260	0,6	3410	< 2,7
November	1940	< 1,7	2590	0,6	1740	0,4	3190	< 2,6
Dezember	3100	< 1,6	3190	1,0	2750	0,6	3330	< 2,3

< 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
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
2007 *	4960	0,40
Januar	3330	0,29
Februar	4480	0,26
März	3700	0,38
April	7680	0,91
Mai	5870	0,66
Juni	5730	0,30
Juli	5580	0,33
August	4650	0,32
September	5140	0,27
Oktober	4880	0,57
November	3670	0,27
Dezember	4780	0,25

< 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
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
2007 *	1590	9,3	1550	6,6
Januar	1570	3,9	1230	4,5
Februar	1550	9,6	1540	9,4
März	1470	20,1	1470	10,0
April	1510	3,3	1520	3,8
Mai	1900	2,7	1810	4,0
Juni	1660	3,8	1650	4,6
Juli	1490	22,0	1470	2,0
August	1620	9,6	1640	11,3
September	1690	17,9	1680	16,7
Oktober	1490	8,3	1470	5,1
November	1640	7,3	1580	5,6
Dezember	1500	3,0	1510	2,0

* Jahresmittelwerte: aus den Monatsmittelwerten berechnet und gerundet

Der im Herbst 2006 auf dem Dach der BfS-Dienststelle in Freiburg installierte Hochvolumensammler (Luftdurchsatz: ca. $750 \text{ m}^3/\text{h}$, bezogen auf Standardbedingungen), wurde im Laufe des letzten Jahres in den Routinebetrieb überführt. Die ermittelten Daten ermöglichen einen direkten Vergleich der Aktivitätskonzentrationen auf dem Schauinsland mit denen im ca. 1.000 m tiefer gelegenen Freiburg. So sind am Probenentnahmeort Freiburg lokale Einflüsse stärker ausgeprägt. Vereinzelt wurden hier z. B. Spuren von I-131 im Luftstaub gemessen, die in den parallel auf dem Schauinsland genommenen Proben nicht nachgewiesen werden konnten. Als mögliche Quellen kommen Kliniken und Müllverbrennungsanlagen im südlichen Oberrheintal in Betracht.

Auch in Braunschweig liegen die meisten Messergebnisse im Bereich der Werte, die in den vorangegangenen Jahren beobachtet wurden (vgl. auch Abbildung 2.1.1-5). In der Abbildung ist in den Wochen 12 bis 18 der für diese Jahreszeit übliche Anstieg der Aktivitätskonzentration des K-40 durch Pollenflug und der des Cs-137 in Folge einer Ostwind-Wetterlage erkennbar. Das Aktivitätsverhältnis $A(\text{Cs } 137)/A(\text{K-40})$ steigt durch den Eintrag von Bodestaub aus Osteuropa an, der stärker mit Cs-137 aus dem Tschernobyl-Unfall kontaminiert ist als der Boden in Norddeutschland (z. B. in der 43. Woche). Im weiteren Verlauf des Jahresganges fällt der Jahreshöchstwert der Aktivitätskonzentration des K-40 in der 31. Woche auf. Im Sommer 2007 wurde ein Autobahnteilstück in ca. 1 km Entfernung zur PTB saniert, wobei in dieser Woche extrem viel Staub von der Baustelle in den Sammler gelangte, so dass sehr viel Kalium in der Probe enthalten war.

Die Erläuterungen in Abbildung 2.1.1-5 enthalten Hinweise auf sehr geringe Spuren von Mn-54, Co-60 und Zn-65, die bei trockenen Ostwind-Wetterlagen beobachtet wurden. Die Quelle dieser künstlichen Radionuklide ist unbekannt, da die Trajektorien keine eindeutige Zuordnung zu einem Emittenten erlauben. Im Einzelnen wurden folgende Aktivitätskonzentrationen gemessen:

Woche 25: $a(\text{Co-60}) = (0,043 \pm 0,005) \mu\text{Bq}/\text{m}^3$, Nachweisgrenze: $0,037 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$

Woche 43: $a(\text{Mn-54}) = (0,053 \pm 0,007) \mu\text{Bq}/\text{m}^3$, Nachweisgrenze: $0,024 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$.

Darüber hinaus wurden Spuren von Co-60 und Zn-65 im Bereich der jeweiligen Nachweisgrenzen identifiziert.

Radiochemie

Im Labor des DWD in Offenbach wurden Luftfilter der Messstationen Berlin, München, Offenbach und Schleswig zur Bestimmung von Sr-90, Uran-, Plutonium- und Americium-Nuklide in Monatsproben radiochemisch analysiert. Für das aerosolgebundene U-234 wie auch für U-238 wurden Aktivitätskonzentrationen zwischen $0,07$ und $0,45 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ermittelt. Diese Messwerte lagen im Bereich der natürlichen Schwankungen. Erhöhte Werte für Cs-137 wurden begleitet von gleichfalls erhöhten Werten für U-234 und U-238 (Abb. 2.1.1-6). Damit lässt sich die These für Resuspension als Quelle der Einträge erhärten. Für Pu-(239+240) wurden keine Werte oberhalb der Nachweisgrenze gemessen, die Nachweisgrenzen lagen zwischen $0,001$ und $0,015 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Die Aktivitätskonzentration des Sr-90 wurde mit Werten zwischen $0,01$ und $0,16 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ Luft bestimmt. Die Nachweisgrenzen lagen zwischen $0,01$ und $0,07 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Gleiche Nachweisgrenzen resultieren auch für Am-241. Gemäß den Vorgaben des Routinemessprogramms werden für die Alphastrahler in der Luft Nachweisgrenzen von $0,1 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ und für Sr-90 $1 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ gefordert. Diese wurden eingehalten.

Die Messreihen der PTB zeigen die Messergebnisse von Plutonium-Nuklide (vgl. Abbildung 2.1.1-7) und Uran-Nuklide (vgl. Abbildung 2.1.1-8) in den Monatsproben 2007. Der Verlauf der Aktivitätskonzentrationen von Pu-(239+240) und U-238 liegt im üblichen Schwankungsbereich, der tendenziell im Sommer etwas höhere Aktivitätskonzentrationen als im Winter aufweist. Durch die Umstellung von Quartalsproben auf Monatsproben Ende 2006 ergeben sich für 2007 z. T. merklich höhere Messunsicherheiten bei der Bestimmung der Aktivitätskonzentrationen $a(\text{Pu-238})$ zwischen 11% und 70%. In regenreichen Monaten erreicht $a(\text{Pu-238})$ die Nachweisgrenze, die erstmalig im Dezember 2007 unterschritten wurde. Das Aktivitätsverhältnis $A(\text{Pu-238})/A(\text{Pu-(239+240)})$ lag 2007 mit Werten zwischen 9% und 42% im üblichen Schwankungsbereich. Seit 1990 wurden schon mehrfach Aktivitätsverhältnisse von bis zu 0,45 im Luftstaub gemessenen. In allen Fällen blieb jedoch die Herkunft des quasi „zusätzlichen“ Pu-238 unbekannt [1, 2].

Nach AVV-IMIS bestimmt die PTB seit Januar 2007 die Aktivitätskonzentration der in der Luft enthaltenen Uran-Nuklide. Die Abbildung 2.1.1-8 zeigt auch das Aktivitätsverhältnis $A(\text{U-235})/A(\text{U-238})$, das im Berichtszeitraum im Rahmen der Messunsicherheiten immer im Bereich des zu erwartenden natürlichen Verhältnisses lag. Die Aktivitätskonzentrationen $a(\text{U-234})$ und $a(\text{U-238})$ lagen zwischen $0,1 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ und $0,5 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$, was gut mit den vom DWD in Berlin gemessenen Ergebnissen übereinstimmt. Die Aktivitätskonzentrationen $a(\text{U-235})$ liegen mit Messwerten zwischen $0,004 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ und $0,024 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ebenfalls im Bereich der in Berlin gemessenen Ergebnisse.

Die Bestimmung des Sr-90 erfolgt seit Januar 2007 ebenfalls an Monatsproben anstatt wie vorher an Quartalsproben. Die Aktivitätskonzentration $a(\text{Sr-90})$ lag im Berichtsjahr zwischen $0,02 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ und $0,08 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Wie bei der Bestimmung von $a(\text{Pu-238})$ hat die verkürzte Sammelzeit auch hier einen Einfluss auf die Messunsicherheiten, die im Bereich von 10% bis 55% liegen, und die Nachweisgrenzen.

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

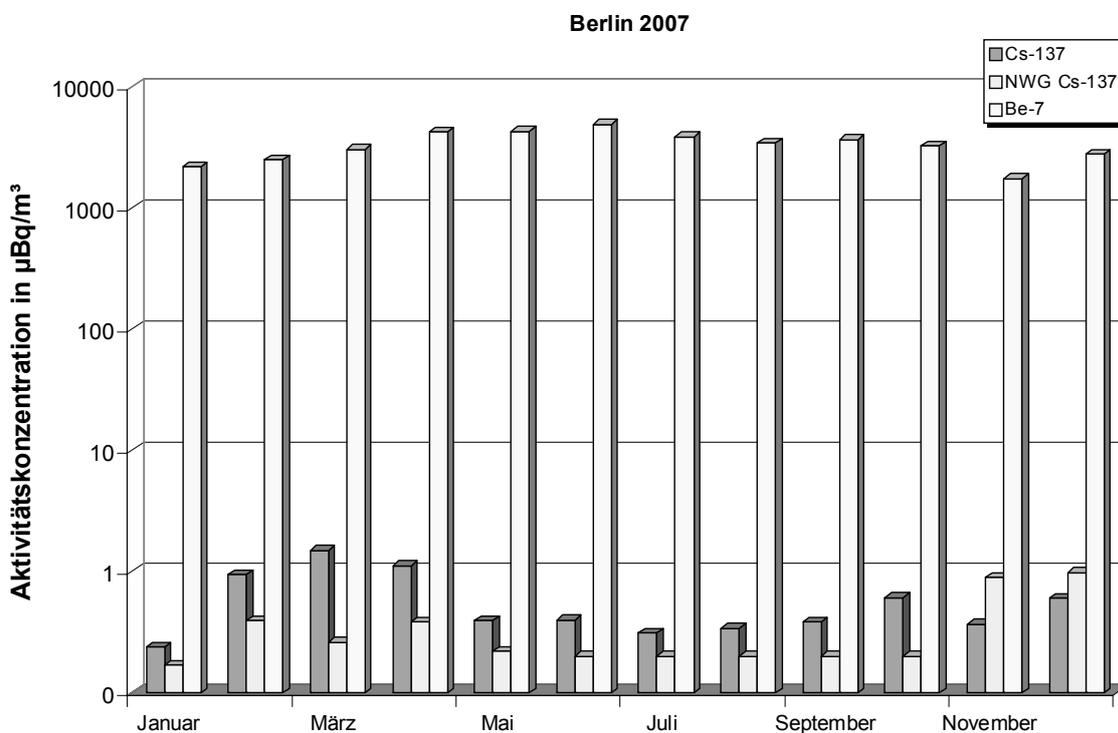
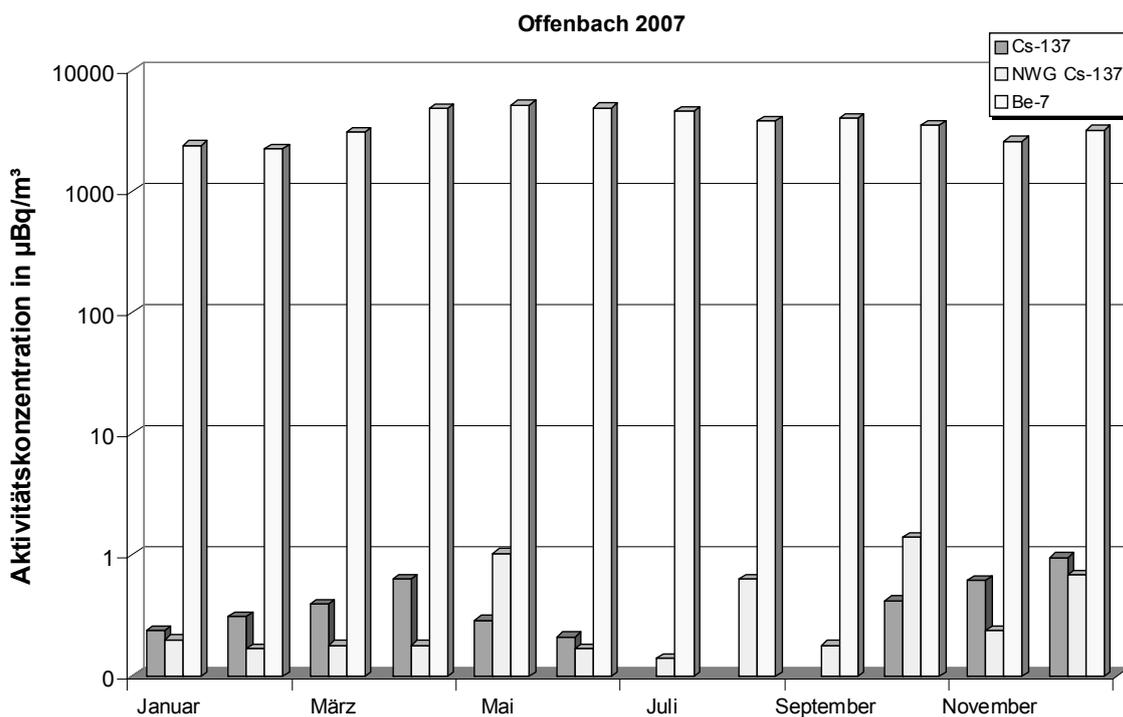


Abbildung 2.1.1-3 Aktivitätskonzentrationen von Cs-137 und Be-7 in der bodennahen Luft im Jahr 2007 - DWD-Stationen Berlin und Offenbach
(Activity concentration of Cs-137 and Be-7 in air close to ground level in 2007 at the DWD stations in Berlin and Offenbach)

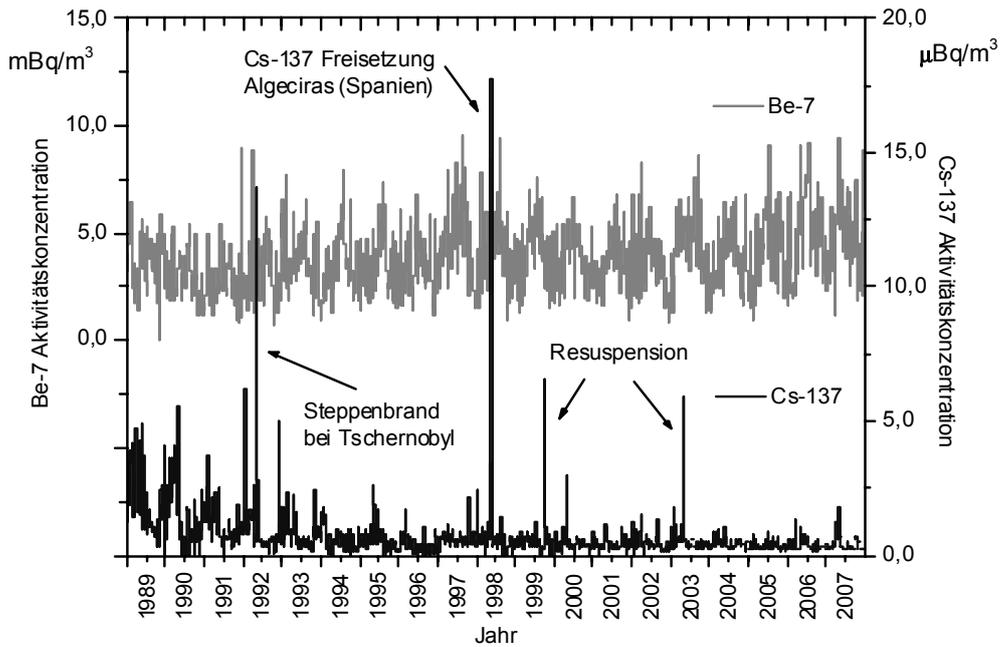


Abbildung 2.1.1-4: Aktivitätskonzentration von Cs-137 und Be-7 in der bodennahen Luft am Probenentnahmestort Schauinsland
(Activity concentration of Cs-137 and Be-7 in air close to ground level at Schauinsland measuring station)

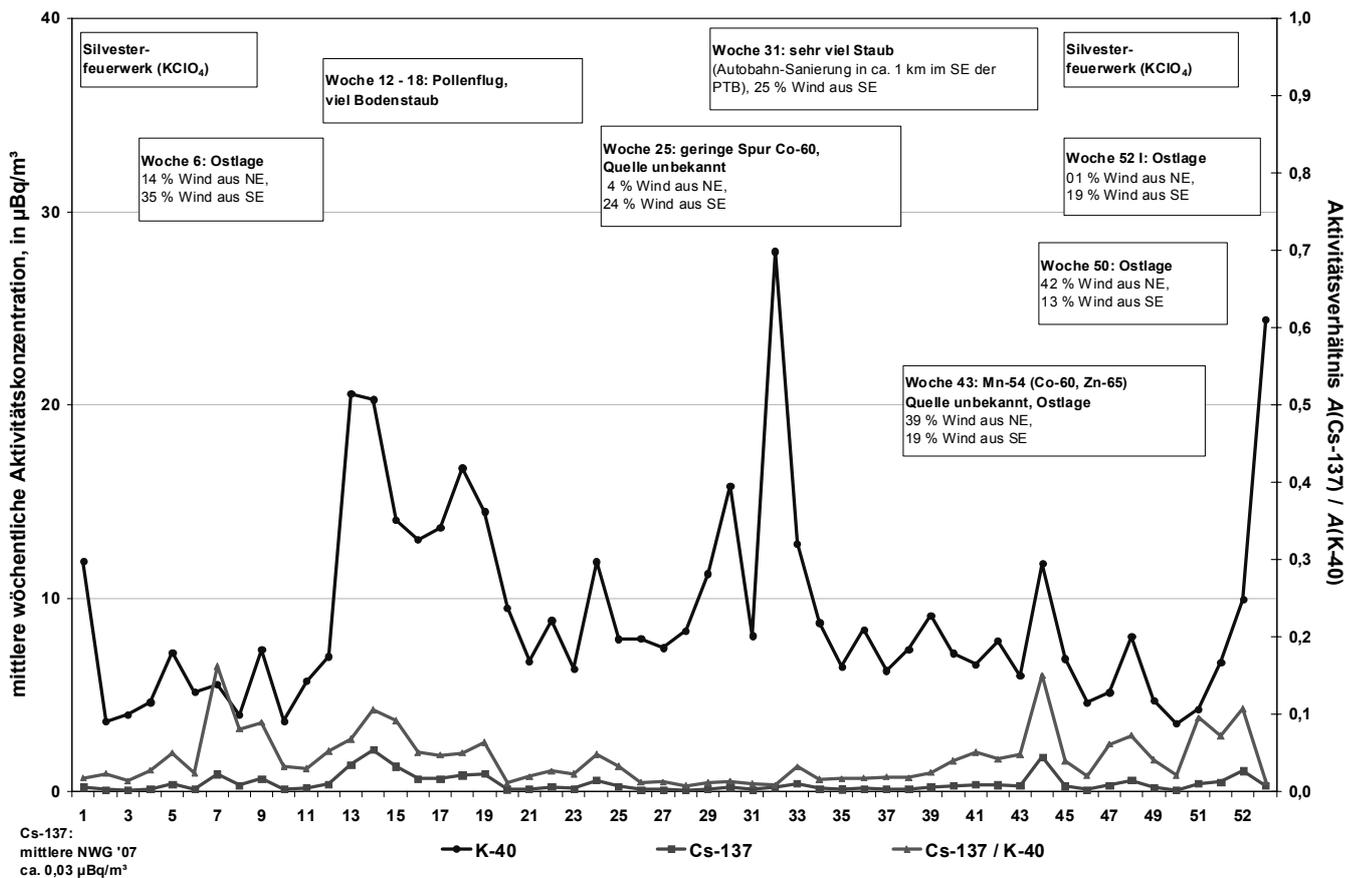


Abbildung 2.1.1-5: Aktivitätskonzentrationen und Aktivitätsverhältnis von K-40 und Cs-137 in der bodennahen Luft 2007 am Probenentnahmestort Braunschweig
(Activity concentrations and activity ratio of K-40 and Cs-137 in ground-level air at the sampling site Braunschweig in 2007)

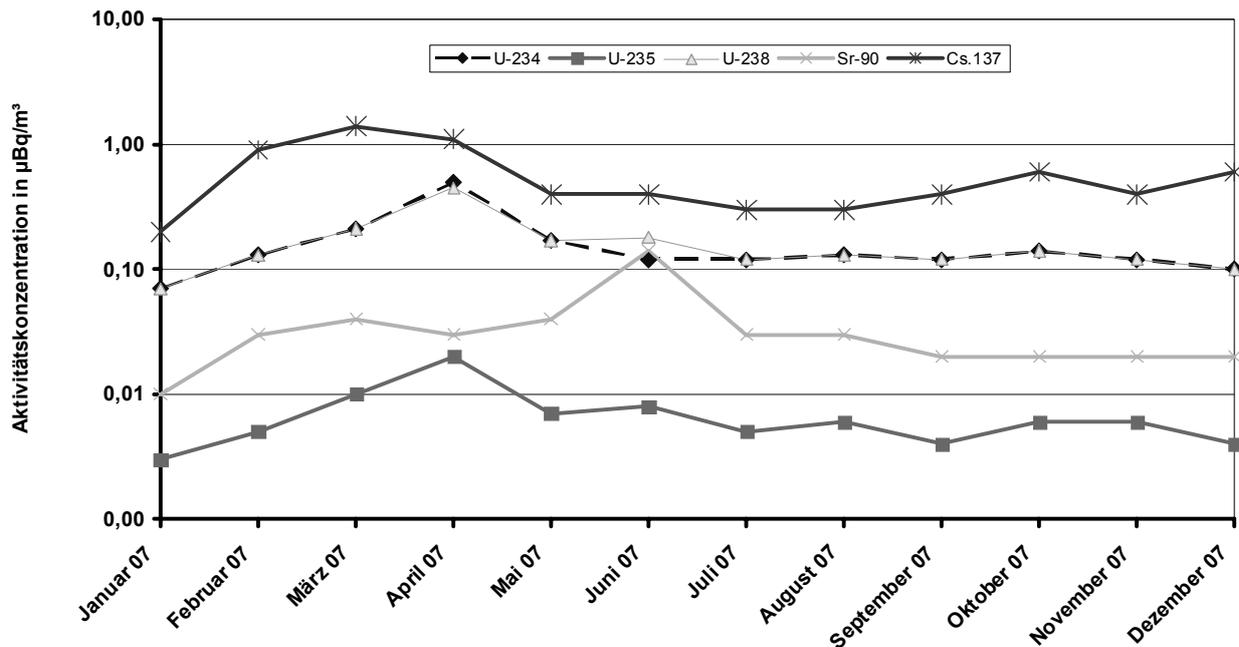


Abbildung 2.1.1-6 Aktivitätskonzentrationen in der bodennahen Luft für das Jahr 2007 am Probenentnahmeort Berlin
 (Activity concentrations and activity ratio in ground-level air at the sampling site Berlin from 2007)

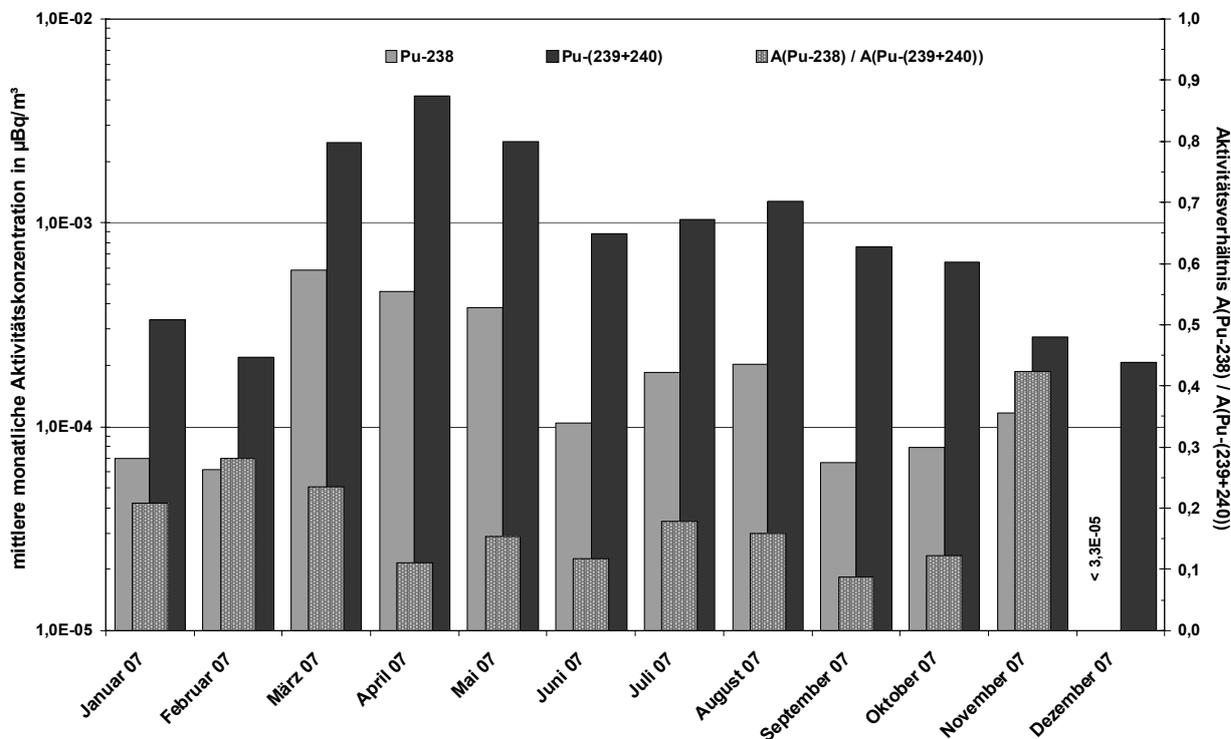


Abbildung 2.1.1-7 Aktivitätskonzentrationen und Aktivitätsverhältnis von Plutonium-Nuklide in der bodennahen Luft für das Jahr 2007 am Probenentnahmeort Braunschweig
 (Activity concentrations and activity ratio of plutonium nuclides in ground-level air at the sampling site Braunschweig from 2007)

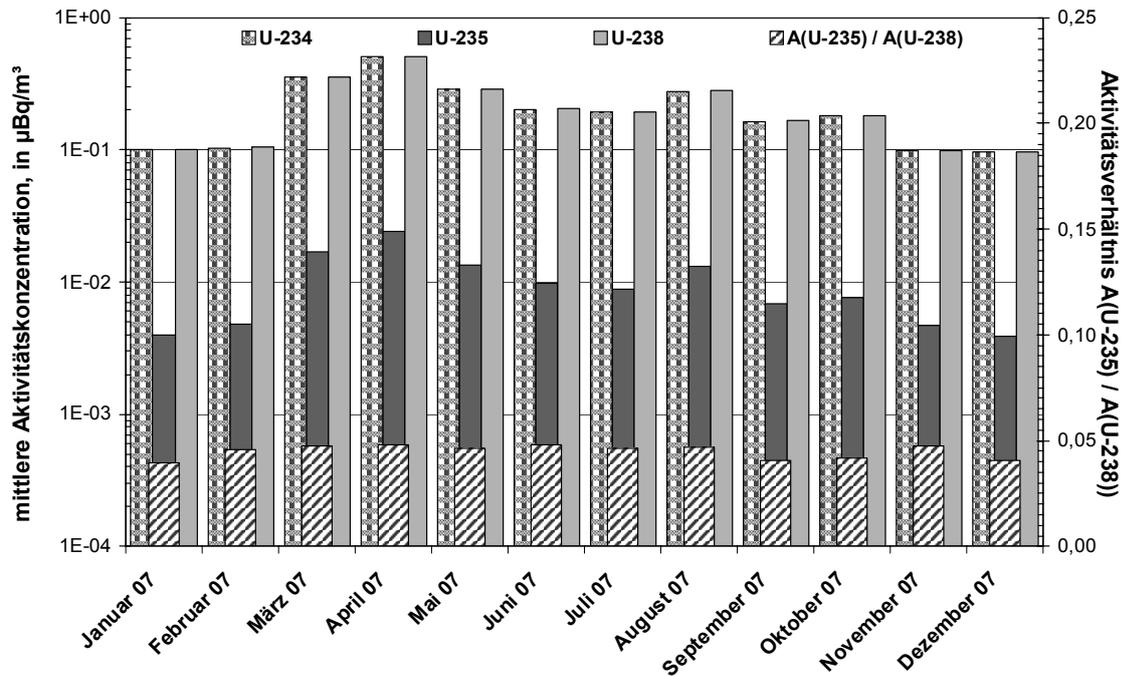


Abbildung 2.1.1-8 Aktivitätskonzentrationen und Aktivitätsverhältnis von Uran-Nuklide in der bodennahen Luft für das Jahr 2007 am Probenentnahmeort Braunschweig
(Activity concentrations and activity ratio of uranium nuclides in ground-level air at the sampling site Braunschweig from 2007)

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

Gesamt- β -Aktivität

Zur Fortsetzung der langjährigen Messreihe wurde die Gesamt- β -Aktivität im Niederschlag (Gesamtdosition) ermittelt. Der stationsspezifische Jahreswert der Deposition errechnet sich aus der Summe der Tagesproben. Für das Jahr 2007 resultiert ein über alle Mess- und Sammelstationen des DWD arithmetisch gemittelter Jahreswert für die Deposition von $56 \text{ Bq}/\text{m}^2$ (2006: $54 \text{ Bq}/\text{m}^2$).

Der Messwert liegt im Schwankungsbereich der Messunsicherheiten, somit ist keine Veränderung zum Vorjahr nachweisbar. 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 2007 in Bq/m^2 . Die stationsspezifischen Depositionen im Berichtsjahr als Jahressummenwerte in Bq/m^2 zeigt Abbildung 2.1.2-2. Hier heben sich besonders die niederschlagsreichen Bergstationen hervor.

Gammaspektrometrie

Monatssammelproben von 40 Messstationen wurden γ -spektrometrisch analysiert. Die Nachweisgrenzen für die Aktivitätskonzentration von Cs-137 lagen zwischen $0,2$ bis $20 \text{ mBq}/\text{l}$ 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 2007 ähnlich denen im Jahr 2006. 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 $0,01 \text{ Bq}/\text{m}^2$ und $0,16 \text{ Bq}/\text{m}^2$. Für das kosmogene Be-7 wurden Messwerte zwischen $0,3$ und $237 \text{ Bq}/\text{m}^2$ (Offenbach) bzw. zwischen 1 und $67 \text{ Bq}/\text{m}^2$ (Berlin) anhand von Monatsproben ermittelt. Mit höherer Niederschlagsmenge steigt auch die Deposition von Be-7.

Die im Jahr 2006 wieder aufgenommenen γ -spektrometrischen Messungen des Helmholtz Zentrums München zur Bestimmung der am Boden deponierten Aktivität wurde 2007 fortgesetzt. Die Monatsmittelwerte am Probenentnahmeort 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 Niederschlagsmenge für Sr-90 ca. 0,05 bis 0,7 mBq/l, für Pu-(239+240)-Werte von 0,01 bis 0,7 mBq/l, für Am-241 von 0,01 bis 0,3 mBq/l und für Tritium ca. 0,4 Bq/l. Natürlich vorkommendes, aerosolgebundenes U-234 und U-238 wurde aus der Luft ausgewaschen und im Niederschlag mit Werten von 0,03 mBq/l (166 Liter Niederschlag) bis 2,5 mBq/l (3,4 Liter Niederschlag) nachgewiesen. In den Monaten mit erhöhten Aktivitätskonzentrationen in der Luft muss auch mit entsprechend höheren Werten im Niederschlag gerechnet werden. Die geforderten Nachweisgrenzen für Sr-90 mit 1 mBq/l und für Pu-(239+240) mit 0,02 mBq/l wurden meist eingehalten, sie sind bei einer mittleren Niederschlagsmenge von 70 Liter/m² und Monat erreichbar. Hingegen fiel im April 2007 nur wenig Niederschlag, so dass die Nachweisgrenze wegen zu geringer Probenmenge nicht einzuhalten war.

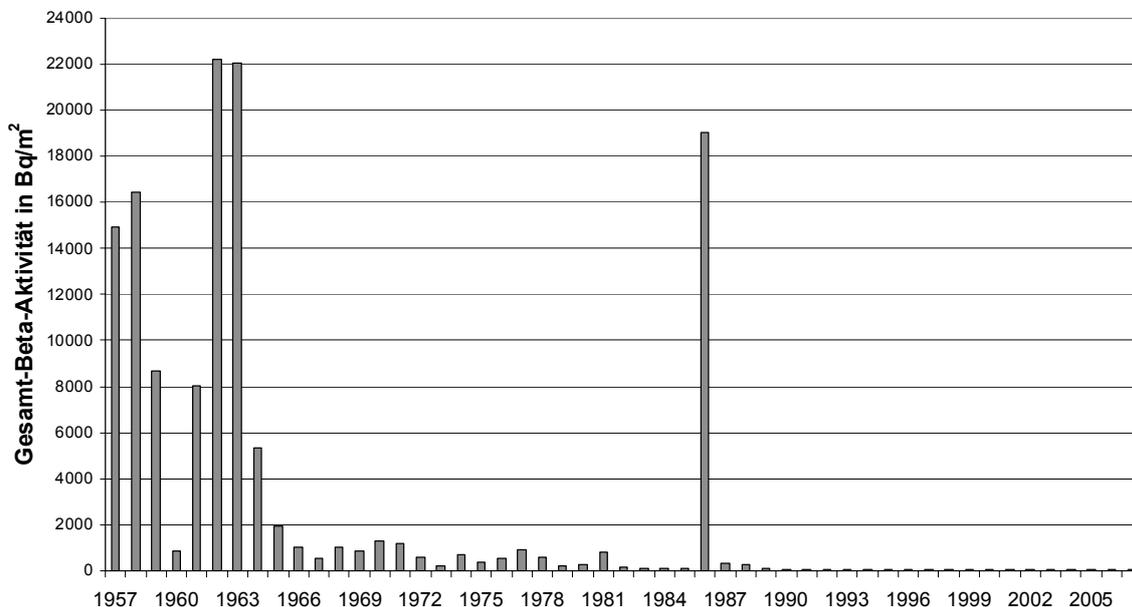


Abbildung 2.1.2-1 Langlebige Gesamt-β-Aktivität im Niederschlag – Jahresmittelwerte der Jahressummen an den DWD-Messstationen von 1957 bis 2007
(Long-lived total β activity in precipitation – Annual mean value for the total annual levels determined at the DWD measuring stations, 1957 - 2007)

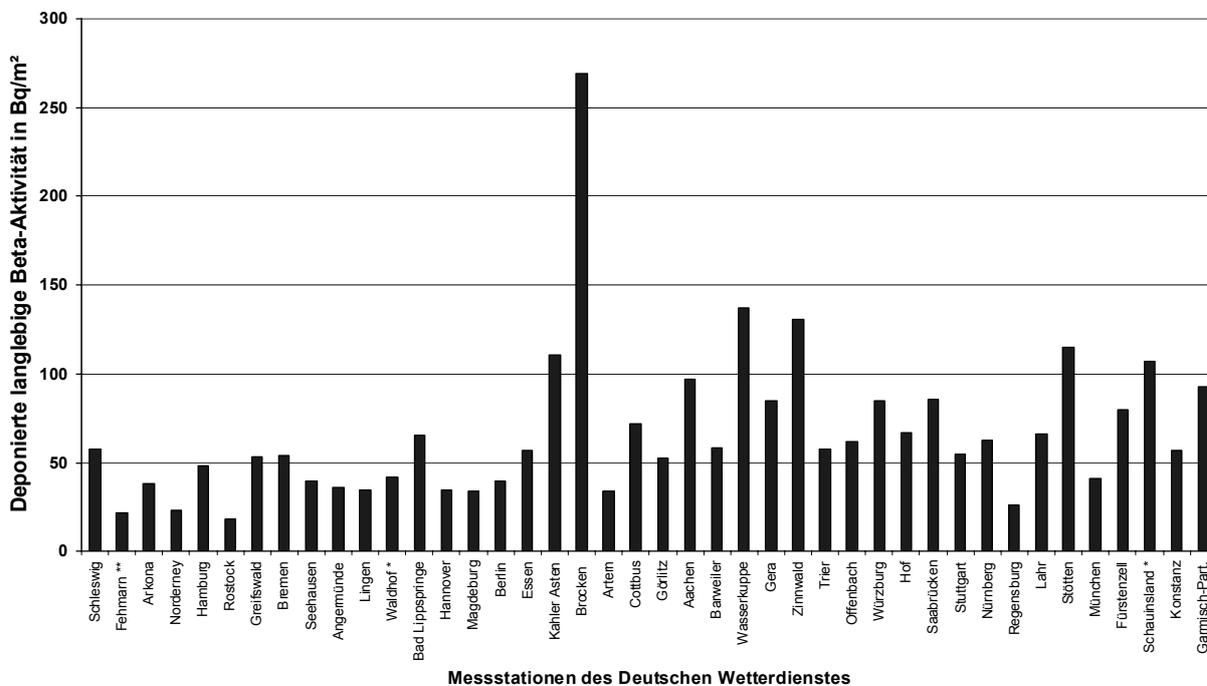


Abbildung 2.1.2-2 Dem Erdboden durch Niederschläge im Jahr 2007 zugeführte langlebige Gesamt-β-Aktivität – stationsspezifische Jahressummen
(Deposition of additional long-lived total β activity due to precipitation - station specific annual total values in the year 2007)

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

a) Messungen des Deutschen Wetterdienstes

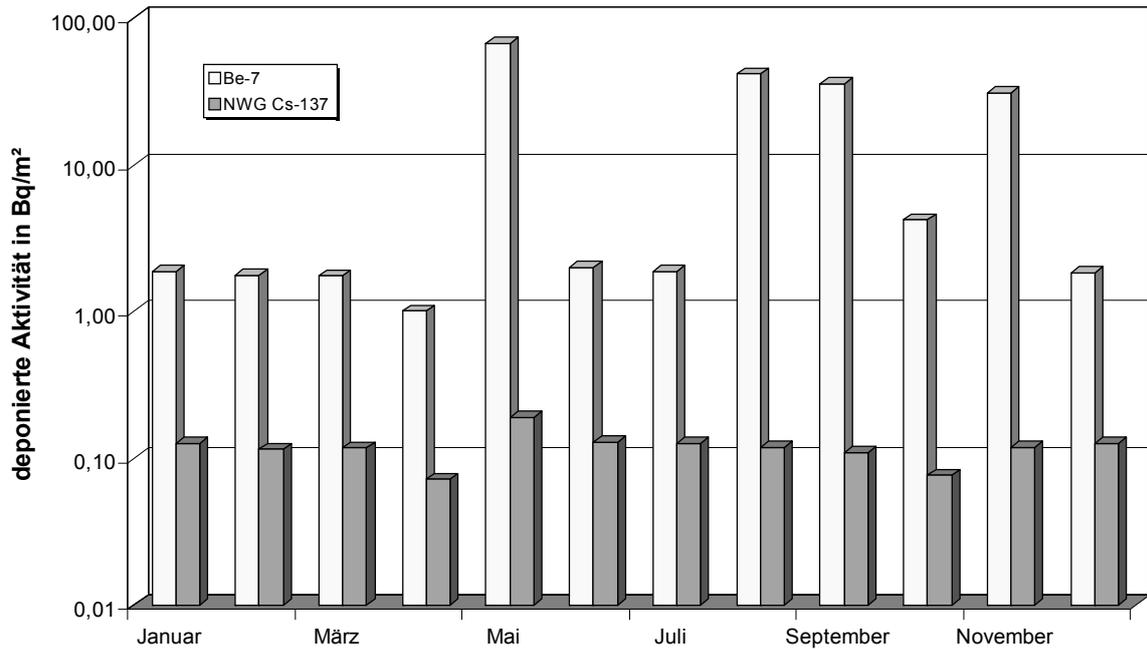
Zeitraum	Offenbach am Main			Berlin		
	l/m ²	Deposition in Bq/m ²		l/m ²	Deposition in Bq/m ²	
		Be-7	Cs-137		Be-7	Cs-137
1997	436,2	580	< 0,53	526,2	628	< 1,25
1998	636,5	813	< 0,61	623,5	766	< 1,50
1999	645,3	832	< 0,60	449,2	408	< 1,30
2000	736,2	828	< 0,55	590,3	449	< 1,48
2001	826,1	725	< 0,84	596,2	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
2007	677,3	458	< 0,57	846,5	191,95	< 1,45
Januar	34,6	0,3	< 0,02	106,4	1,9	< 0,13
Februar	60,9	0,6	< 0,03	55,1	1,8	< 0,12
März	47,2	47,1	< 0,05	61,8	1,75	< 0,12
April	1,0	0,6	< 0,04	2,1	1,0	< 0,07
Mai	97,8	0,7	< 0,06	146,2	67,5	< 0,19
Juni	134,0	237	< 0,06	114,5	2,0	< 0,13
Juli	34,6	0,3	< 0,02	106,4	1,9	< 0,13
August	71,7	91,6	< 0,07	87,5	41,7	< 0,12
September	60,8	0,4	< 0,03	79,2	35,7	< 0,11
Oktober	8,2	0,5	< 0,03	5,2	4,2	< 0,08
November	60,4	65,4	< 0,07	55,7	30,7	< 0,12
Dezember	26,1	1,3	< 0,09	26,4	1,8	< 0,13

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	1.251	< 0,96	1.049,1	820	< 1,14
1999	833,1	1.005	< 1,01	908,0	766	< 1,05
2000	946,3	1.028	< 1,06	736,3	619	< 1,08
2001	950,8	935	< 1,24	874,9	515	< 1,22
2002	945,0	1.019	< 1,08	1.083,3	771	0,81 - < 2,06
2003	467,6	286	< 0,68	377,4	304	< 0,64
2004	888,8	1.013	< 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
2007	950,1	735	< 0,9	1.004,7	319	< 0,99
Januar	92,4	1,7	< 0,09	174,8	1,3	< 0,09
Februar	76	1,1	< 0,07	71,9	83,5	< 0,09
März	64,1	105	< 0,07	57,6	1,1	< 0,09
April	0,1	10,2	< 0,09	3,4	1,1	< 0,09
Mai	86,8	116	< 0,07	70,2	57,8	< 0,07
Juni	106	278	< 0,08	128,4	1,3	< 0,08
Juli	92,4	1,7	< 0,09	174,8	1,3	< 0,09
August	126	121	< 0,07	61,1	1,0	< 0,07
September	94,7	1,5	< 0,08	96,8	78,6	< 0,08
Oktober	58,1	1,1	< 0,07	29,3	42,9	< 0,08
November	84,1	97,1	< 0,06	65,1	1,1	< 0,08
Dezember	69,4	0,8	< 0,06	71,3	47,7	< 0,08

< Messwert kleiner Nachweisgrenze

Deposition Berlin Jahr 2007



Deposition Offenbach Jahr 2007

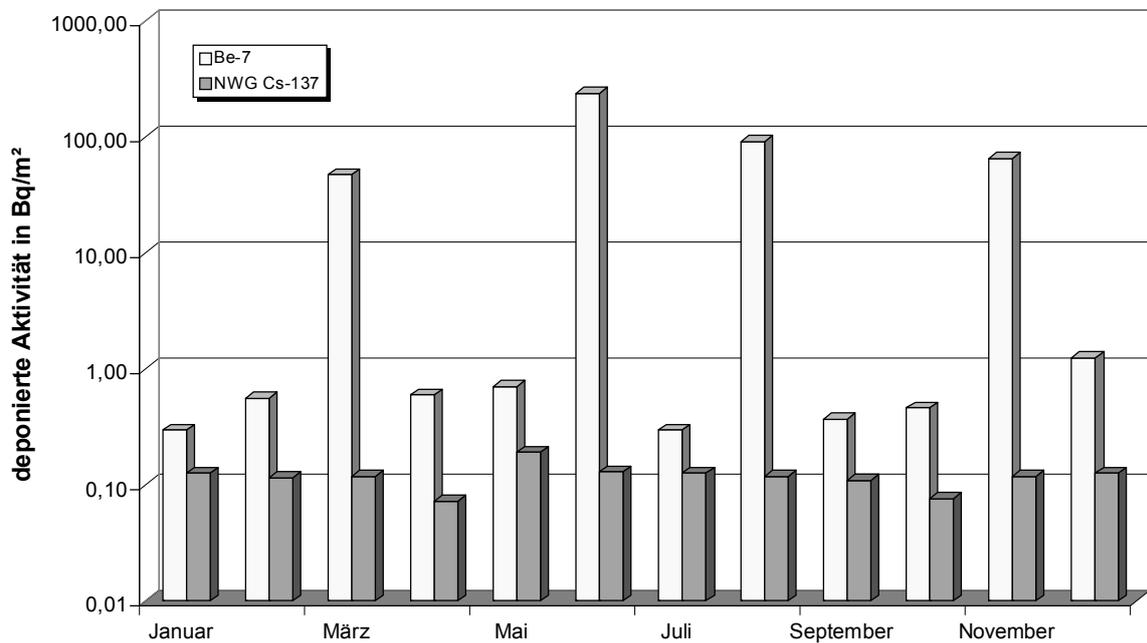


Abbildung 2.1.2-3 Deposition von Radionukliden mit dem Niederschlag im Jahr 2007
 DWD-Stationen Berlin und Offenbach
 (Deposition of radionuclides with precipitation in the year 2007 -
 DWD stations in Berlin and Offenbach)

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

Messungen des Helmholtz Zentrum München,
Probenentnahmestelle: München-Neuherberg

Zeitraum	München-Neuherberg		
	I/m ²	Deposition in Bq/m ²	
		Be-7	Cs-137
2006	1.109,1	2.022	1,11
2007	k. A.	2.330,5	0,811
Januar	k. A.	116,8	0,069
Februar	k. A.	108,6	0,016
März	k. A.	58,0	0,033
April	k. A.	61,4	0,226
Mai	k. A.	340,4	0,254
Juni	k. A.	275,8	0,050
Juli	k. A.	474,7	0,061
August	k. A.	299,0	0,034
September	k. A.	343,9	0,022
Oktober	k. A.	57,6	0,014
November	k. A.	118,6	0,016
Dezember	k. A.	75,7	0,016

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 nahezu 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. 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. Abbildung 2.1.3-1 gibt einen Überblick über die geographische Verteilung der externen Strahlenexposition bei einem angenommenen Aufenthalt von täglich 5 Stunden im Freien.

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 in der Kartendarstellung praktisch nicht erkennbar. Mit Hilfe der im Ereignisfall durchzuführenden 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. Seit 2006 läuft eine umfangreiche, mehrjährige Modernisierung der Messdatenaufnahme, -verarbeitung und Datenfernübertragung im ODL-Messnetz. 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. Im Berichtsjahr wurden im Messnetz ca. 300 Messstellen umgerüstet. Die Integration einer kleinen Anzahl von autarken Sonden ohne Strom- und festem Telekommunikationsanschluss in den operationellen Betrieb des ODL-Messnetzes konnte in 2007 fortgesetzt werden.

Gemäß BMU-Erlass wird seit dem zweiten Halbjahr 2007 die Messstellendichte im ODL-Messnetz reduziert. Die mit den Ländern abgestimmte Abbaumaßnahme von Messstellen ist zeitlich bis 2010 gestaffelt und sieht einen Abbau von insgesamt ca. 450 Messstellen vor. Durch die Ausdünnung des ODL-Messnetzes, wird sich die Anzahl von ODL-Messstellen auf ca. 1.700 reduzieren.

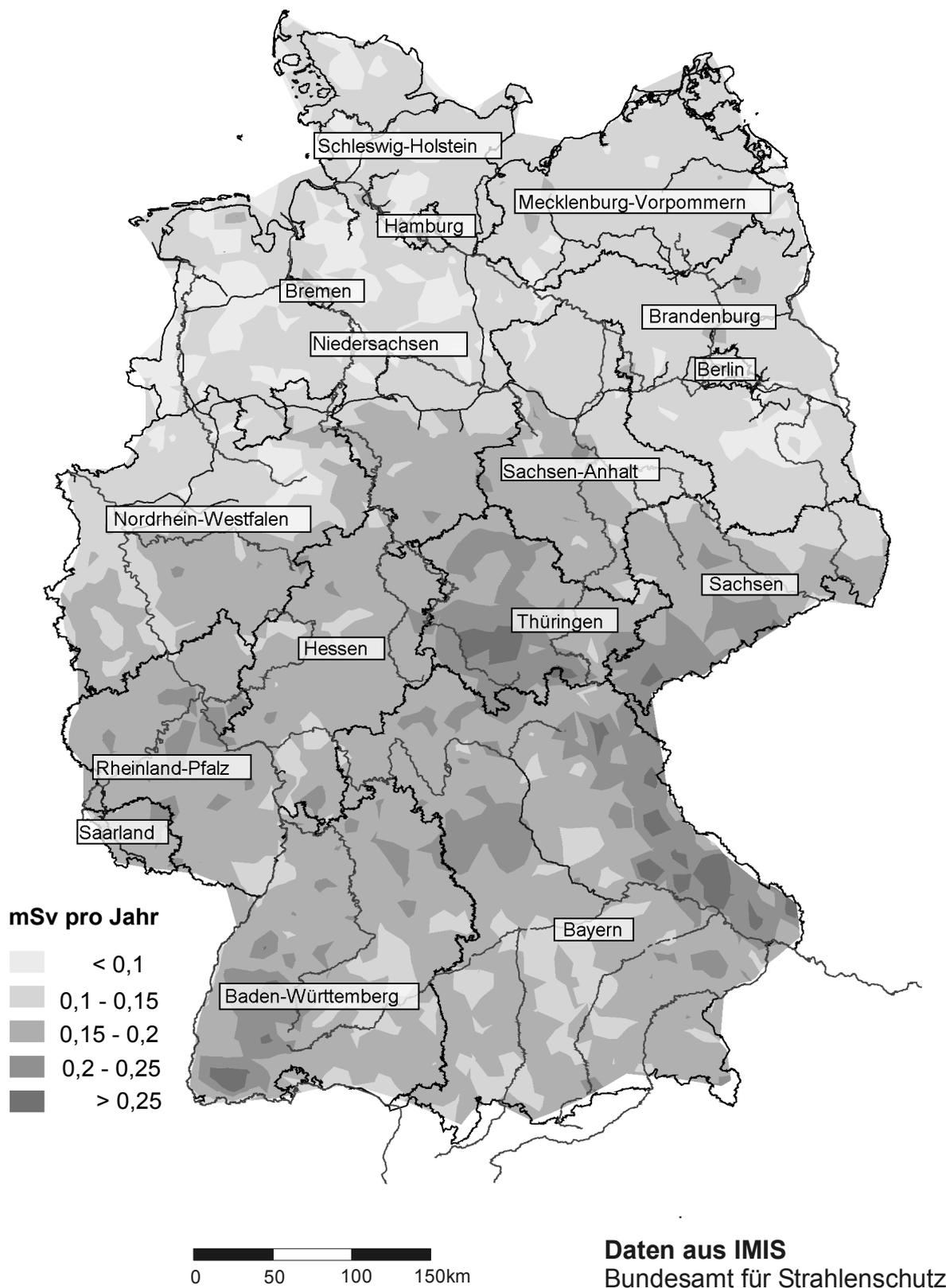


Abbildung 2.1.3-1 Externe Strahlenexposition im Jahr 2007 in Deutschland bei täglich 5 Stunden Aufenthalt im Freien
(External Radiation Exposure 2007, spending 5 hours per day outdoors)

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 aerosolpartikelgebundenen Radionukliden gammaspektrometrisch zu ermitteln. Die geforderten Nachweisgrenzen liegen für I-131 bei 5 mBq/m^3 und bei den aerosolpartikelgebundenen 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 4. Quartal $1,1 \text{ mBq/m}^3$ gemessen. Die messbare Aktivitätskonzentration ist auf eine nuklearmedizinische Anwendung zurückzuführen. Der ermittelte Wert liegt allerdings deutlich unterhalb der geforderten Nachweisgrenze von 5 mBq/m^3 .

Die Aktivitätskonzentrationen der aerosolpartikelgebundenen Radionuklide lagen 2007, wie im Vorjahr, an allen Messstellen unterhalb der jeweils erreichten Nachweisgrenzen und sind in Tabelle 2.1.4-2 für das Bezugsnuklid Co-60 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.

Zum Einen können stark differierende Eigennulleffekte der Messgeräte oder die Überschätzung der kosmischen Komponente des Strahlungsfeldes hierfür der Grund sein oder zum Anderen baurartbedingte Einschränkungen der axialen oder radialen Empfindlichkeit des Messgerätes.

Im Falle des KKW Neckarwestheim zeigt der Austausch von Szintillationssonden durch Proportionalzählrohre im Jahre 2005 einen um einen Faktor von ca. 2 höheren Ortsdosisleistungswert.

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. Als Nachweisgrenze für die Konzentrationsmessung bezogen auf Co-60 werden $0,05 \text{ Bq/l}$ 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. Es liegen keine Messwerte oberhalb der Nachweisgrenzen vor. In Tabelle 2.1.4-4 sind die Nachweisgrenzen, bezogen auf Co-60, zusammengefasst. Höhere Messwerte erklären sich häufig aus der Resuspension von bereits deponierten schwebstoffgebundenen Radionukliden, deren Verfrachtung mit dem Wind und der anschließenden Deposition.

Tabelle 2.1.4-1 Jahresmittelwerte der Aktivitätskonzentrationen des gasförmigen I-131
(Annual mean values for activity concentrations of gaseous I-131)

(in mBq/m^3 Messwerte der Betreiber)

Probenahmestelle	N	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
		I-131 (mBq/m^3)						
BER Berlin	2	< 0,31	< 0,32	[< 0,22] ⁶	< 0,33	[< 0,32] ⁹	< 0,26	[< 0,40] ⁹
KKB Brunsbüttel	2	< 0,2	< 0,15	[< 0,21] ³	< 0,32	[< 0,29] ⁹	< 0,3	< 0,31
KBR Brokdorf	2	< 0,43	< 0,40	[< 0,35] ³	< 0,39	[< 0,36] ⁹	< 0,39	< 0,50
KKK Krümmel	3	< 0,36	< 0,39	[< 0,38] ³	< 0,37	[< 0,39] ⁹	< 0,36	< 0,35
GKSS Geesthacht	1	< 0,45	< 0,43	[< 0,24] ³	< 0,24	[< 0,24] ⁹	< 0,24	< 0,23
KKS Stade	1	-	-	[< 0,45] ⁶	[< 0,41] ⁹	[< 0,28] ⁹	*	*
KKU Unterweser	2	[< 2,00] ^{6,d}	< 2,0	< 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	< 0,80
KKE Emsland	2	[< 0,31] ⁹	< 0,32	< 0,32	< 0,3	< 0,32	< 0,33	< 0,30
KWW Würgassen	3	*	*	*	*	*	*	*
FZ Jülich	3	0,72**	0,68**	1,2**	< 2,0	0,36**	0,47**	0,11**
THTR Hamm-Uentrop	2	*	*	*	*	*	*	*
KWB Biblis	2	[< 0,76] ⁹	-	[< 0,74] ⁹	[< 0,56] ⁶	[< 0,7] ³	< 0,66	< 0,80
KKP Philippsburg	4	< 0,64	[< 0,53] ⁹	< 0,53	< 0,49	< 0,49	< 0,5	< 0,49
KWO Obrigheim	3	< 0,86	< 0,82	< 0,64	< 0,37	< 0,34	< 0,18	< 0,16

Probenahmestelle	N	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
		I-131 (mBq/m ³)						
GKN Neckarwestheim	2	< 0,59	[< 0,61] ⁹	< 0,6	< 0,65	< 0,73	< 0,68	< 0,66
FZ Karlsruhe		*	*	*	*	*	-	-
KKI Isar	3	-	-	-	-	-	[< 0,29] ⁹	< 0,30
KKG Grafenrheinfeld	3	-	-	-	-	-	[< 0,5] ⁹	< 0,52
KRB Gundremmingen II	3	-	-	-	-	-	[< 0,27] ⁹	< 0,33
KGR Greifswald	2	[< 0,76]*	*	*	*	*	*	*
VKTA Rossendorf	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	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
		Co-60 (mBq/m ³)						
BER Berlin	2	< 0,02	< 0,02	[< 0,02] ³	< 0,02	[< 0,02] ⁹	< 0,02	[< 0,25] ⁹
KKB Brunsbüttel	2	< 0,06	< 0,06	[< 0,06] ³	< 0,06	[< 0,05] ⁹	< 0,05	< 0,05
KBR Brokdorf	2	< 0,19	< 0,19	[< 0,16] ³	< 0,18	[< 0,17] ⁹	< 0,18	< 0,18
KKK Krümmel	3	< 0,07	< 0,07	[< 0,07] ³	< 0,07	[< 0,06] ⁹	< 0,06	< 0,06
GKSS Geesthacht	1	< 0,18	< 0,14	[< 0,03] ³	< 0,06	[< 0,06] ⁹	< 0,05	< 0,04
KKS Stade	1	-	-	[< 0,28] ⁶	[< 0,18] ⁹	[< 0,15] ⁹	< 0,26	< 0,31
KKU Unterweser	2	[< 0,40] ^{6,d}	< 0,40	< 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	< 0,11
KKE Emsland	2	[< 0,18] ⁹	< 0,18	< 0,17	< 0,18	< 0,18	< 0,21	< 0,18
KWW Würgassen	2	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
FZ Jülich	3	< 0,40	< 0,40	[< 0,40] ³	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,40
THTR Hamm-Uentrop	2	< 0,05	-	-	-	-	-	-
KWB Biblis	3	[< 0,21] ⁹	-	[< 0,22] ⁹	[< 0,17] ⁶	[< 0,18] ³	< 0,2	< 0,22
KKP Philippsburg	4	< 0,04	[< 0,04] ⁹	< 0,04	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
KWO Obrigheim	3	< 0,08	< 0,08	< 0,07	< 0,05	< 0,05	< 0,06	< 0,05
GKN Neckarwestheim	2	< 0,14	[< 0,14] ⁹	< 0,14	< 0,14	< 0,15	< 0,13	< 0,13
FZ Karlsruhe	3	< 0,01	[< 0,01] ⁹	[< 0,01] ⁹	[< 0,01] ⁶	< 0,008	< 0,008	< 0,007
KKI Isar	3	-	-	-	-	-	[< 0,21] ⁹	< 0,22
KKG Grafenrheinfeld	3	-	-	-	-	-	[< 0,062] ⁹	< 0,064
KRB Gundremmingen II	3	-	-	-	-	-	[< 0,14] ⁶	< 0,18
KGR Greifswald	2	[< 0,37]*	< 0,37	[< 0,03] ⁹	< 0,002	< 0,002	[< 0,002] ⁹	< 0,28
VKTA Rossendorf	3	[< 0,02] ⁹	< 0,02	< 0,02	< 0,002	[< 0,002] ⁶	< 0,002	< 0,016
KKR Rheinsberg	2	< 0,09	< 0,10	< 0,10	< 0,09	< 0,08	< 0,08	< 0,09
KMK Mülheim-Kärlich	2	0,15	< 0,20	< 0,20	< 0,15	[< 0,2] ⁶	< 0,14	< 0,12

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	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
γ-Ortsdosisleistung in nSv/h								
BER Berlin	2	71	71	[70] ⁶	72	72	72	73
KKB Brunsbüttel	2	85	[83] ⁶	a	84	82	84	82
KBR Brokdorf	2	60	[60] ³	a	59	60	59	58
KKK Krümmel	3	56	[59] ⁶	a	59	57	58	61
GKSS Geesthacht	1	84	84	92 ^b	[82] ⁶	84	85	86
KKS Stade	1		[77] ⁹	[60] ⁶ y	[59] ⁹ y	87 ^{MT}	97	99
KKU Unterweser	2	[90] ⁶	90	89	93	94	98	101
KWG Grohnde	3	[88] ⁹	84	86	85	83	86	80
KKE Emsland	2	[65] ⁹	65	65	74	75	75	75
KWW Würgassen	3	*	*	*	*	*	*	*
FZ Jülich	12	59	58	57	56	62 ^{MT}	79	83
THTR Hamm-Uentrop	2	88	87	86	85	85	86	88
KWB Biblis	3	[90] ⁹	a	[93] ⁹	94	[95] ³	96	103
KKP Philippsburg	4	100	[98] ⁹	[100] ⁹	103	106	105	99
KWO Obrigheim	2	70	82 ^{MT}	105	103	101	102	115
GKN Neckarwestheim	2	56	[55] ⁹	[55] ⁹	53	119 ^{MT}	119	113
FZ Karlsruhe	6	82	[81] ⁹	[80] ³	[81] ⁶	83	83	83
KKI Isar ^c	3	a	a	a	a	a	99	97
KKG Grafenrheinfeld ^c	3	a	a	a	a	a	104	105
KRB Gundremmingen II ^c	3	a	a	a	a	a	65	64
KGR Greifswald	20	77	81	80	81	81	84 ^j	83 ^j
VKTA Rossendorf	3	[109] ⁹	112	[111] ⁶	112	111	[115] ⁹	[112] ⁶ k
KKR Rheinsberg	4	99	98	98	94 ^z	87 ^z	84	90 ^z
KMK Mülheim-Kärlich	2	114	113	117	119	[125] ⁶ MT	127	125 ^{MT}

- N Zahl der Messstationen
 y Ersatzwert Sonde NLÖ unweit abgebauter Sonde
 [] unvollständige Messreihe (i: Anzahl der Monate)
 MT Austausch des Messsystems
 z Anzahl der Messstationen auf 2 reduziert (Bedingungen des Restbetriebes)
 j Anzahl der Messstationen auf 6 reduziert, gemäß überarbeitetem Umgebungsübewachungsprogramm
- a Daten liegen nicht vor
 * Messungen eingestellt
 b zeitweise Messung mit ungeeichtem Leihgerät
 c teilweise Überwachung durch unabhängige Sachverständige

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	2004 (Bq/l)	2004 (Bq/m ²)	2005 (Bq/l)	2005 (Bq/m ²)	2006 (Bq/l)	2006 (Bq/m ²)	2007 (Bq/l)	2007 (Bq/m ²)
BER Berlin	1		< 0,11		[< 0,43] ⁹		[< 0,28] ⁹		[< 0,35] ⁹
KKB Brunsbüttel	2		< 0,9		[< 0,81] ⁹		< 1,3		< 0,8
KBR Brokdorf	2		< 1,7		[< 1,3] ⁹		< 1,5		< 1,6
KKK Krümmel	4		< 0,37		[< 0,37] ⁹		< 0,44		< 0,75
GKSS Geesthacht	2		< 1,7		[< 1,7] ⁹		< 1,5		< 2,1
KKS Stade	2		[< 2,7] ⁹		[< 2,2] ⁹		< 1,7		< 2,4
KKU Unterweser	2	< 0,05	+	< 0,05	+		< 0,8		< 1,4
KWG Grohnde	2	< 0,04	+	< 0,04	+		< 2,0		< 3,6
KKE Emsland	2	< 0,03	+	< 0,03	+		< 0,68		< 0,74
KWW Würgassen	2	< 0,007	+	< 0,006	+	< 0,05	+	< 0,006	+
FZ Jülich	1	< 0,05	-	< 0,05	-	< 0,05	0,3(**)	< 0,05	+
THTR Hamm-Uentrop	*		*		*		*		*

Probenahmestelle	Aktivität in Bq/m ² oder in Bq/l								
	N	2004 (Bq/l)	2004 (Bq/m ²)	2005 (Bq/l)	2005 (Bq/m ²)	2006 (Bq/l)	2006 (Bq/m ²)	2007 (Bq/l)	2007 (Bq/m ²)
KWB Biblis	2		[< 0,68] ⁶		[< 0,74] ³		< 1,1		< 1,2
KKP Philippsburg	4		< 1,2		< 1,2		< 1,4		< 1,5
KWO Obrigheim	2		< 1,6		< 1,3		< 1,4		< 3,6
GKN Neckarwestheim	2	< 0,04	+	< 0,04	+	0,04	+		< 2,0
FZ Karlsruhe	3		[< 1,2] ⁶		< 2,7		< 2,8		< 2,6
KKI Isar	-		-		-		[< 2,7] ⁹		< 2,8
KKG Grafenrheinfeld	-		-		-		[< 0,52] ⁹		< 0,51
KRB Gundremmingen II	-		-		-		[< 3,3] ⁶		< 3,0
KGR Greifswald	2		< 2,3		< 1,9		< 1,8		< 2,5
VKTA Rossendorf	2		< 0,47		[< 0,63] ⁶		[< 0,38] ⁹		< 0,46
KKR Rheinsberg	2		< 0,26		< 0,20		< 0,19		< 0,18
KMK Mülheim-Kärlich	2		< 0,83		[< 0,5] ⁶		< 0,52		< 0,59

- keine Messwerte

d zeitweiser Defekt bei Probenahme/Messung

* Messungen eingestellt

** Cs-137

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

N Zahl der Messstationen

+nur Konzentrationsangaben

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 2007 sind in Tabelle 2.1.5-1 für die Nuklidgruppen radioaktive Edelgase und an Schwebstoffen gebundene Radionuklide (früher „Aerosole“, Halbwertszeit > 8 Tage), sowie für die Radionuklide I-131, C-14 (C-14-Dioxid-Anteil) und Tritium aufgeführt. Die Jahresableitungen von MZFR, 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 Einzelnuclidmessungen ermittelte Zusammensetzung der 2007 abgeleiteten Edelgase ist aus Tabelle 2.1.5-2 zu ersehen. Tabelle 2.1.5-3 enthält die Zusammensetzung der schwebstoffgebundenen Radionuklide einschließlich der beta-Strahler Sr-89 und -90 sowie der alpha-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 Atomkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland. Die Summe der Jahresableitungen radioaktiver Edelgase war 2007 mit $2,2 \cdot 10^{13}$ Becquerel größer gegenüber 2006 mit $1,7 \cdot 10^{13}$, die Summe der Jahresableitungen von Schwebstoffen war mit $8,7 \cdot 10^7$ kleiner im Vergleich zum Vorjahr mit $1,3 \cdot 10^8$ Becquerel. Die Gesamtableitung an I-131 lag 2007 mit $1,9 \cdot 10^8$ Becquerel unter dem Vorjahreswert von $2,3 \cdot 10^8$ Becquerel. Diese jährlichen Schwankungen sind abhängig von den Betriebsbedingungen der Atomkraftwerke.

In Tabelle 2.1.5-5 sind die Angaben über die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus den Forschungszentren Karlsruhe, Jülich, Rossendorf, Geesthacht, Berlin und Garching im Jahr 2007 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.

Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus dem Forschungsbergwerk Asse 2 ist in Tabelle 2.1.5-8 für H-3, C-14, an Schwebstoffen gebundene Radionuklide und Radonfolgeprodukte zusammengestellt.

Bei den Kernbrennstoff verarbeitenden Betrieben werden die mit der Fortluft emittierten an Schwebstoffen gebundene alpha-strahlenden Radionuklide ermittelt (Tabelle 2.1.5-9). Die 2007abgeleitete alpha-Aktivität der Anlagen in Lingen und Gronau beträgt $3,7 \cdot 10^4$ Becquerel. Die für das Jahr 2007 ermittelten Werte für die Aktivitätsableitung 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 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 der 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.

Ableitungen von Anlagen mit beendetem Betrieb werden bis zum Ablauf der atomrechtlichen Genehmigung berichtet. Die deutlich kleineren Ableitungswerte werden vom restlichen radioaktiven 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 aber vernachlässigbar ist. Die gesamte abgeleitete Aktivität von C-14 über die Fortluft im Jahr 2007 beträgt an den in Tabelle 2.1.5-1 aufgeführten Standorten etwa $4,8 \cdot 10^{12}$ Bq.

Tabelle 2.1.5-1 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Atomkraftwerken im Jahr 2007
(Discharges of radioactive substances with exhaust air from nuclear power plants in the year 2007)

Atomkraftwerk	Edelgase	Schwebstoffe ^{a)}	I-131	C-14-Dioxid	Tritium
	Aktivitätsableitung in Bq				
VAK Kahl ^{b)}	-	5,1 E03	-	-	-
KKR Rheinsberg ^{c)}	-	7,8 E05	-	-	-
KRB Gundremmingen A ^{d)}	-	9,7 E03	-	-	1,0 E09
KWL Lingen ^{d)}	-	3,6 E01	-	1,5 E08	8,6 E07
KWO Obrigheim ^{h)}	1,8 E10	1,2 E07	nn	7,6 E09	7,0 E10
KKS Stade ^{g)}	nn	2,8 E04	nn	9,3 E08	1,9 E11
KWW Würgassen ^{e)}	-	2,5 E06	-	2,2 E09	1,6 E10
KGR Greifswald ^{c)}	-	6,5 E06	-	-	-
KWB Biblis A	nn	2,9 E05	nn	3,8 E10	7,2 E11
KWB Biblis B	3,2 E10	6,1 E04	nn	7,4 E10	4,5 E11
GKN Neckarwestheim 1	4,6 E11	6,3 E04	nn	9,0 E09	2,0 E11
KKB Brunsbüttel	1,2 E12	4,0 E07	8,8 E05	2,2 E11	5,7 E10
KKI Isar 1	2,6 E12	nn	3,2 E07	3,4 E11	1,5 E11
KKU Unterweser	3,2 E12	3,1 E05	nn	2,1 E10	2,7 E11
KKP Philippsburg 1	1,2 E12	9,9 E06	6,8 E07	4,9 E11	3,0 E10
KKG Grafenrheinfeld	2,0 E11	8,6 E05	nn	2,5 E10	2,2 E11
KKK Krümmel	3,4 E12	1,3 E07	6,6 E07	1,9 E11	2,8 E10
KRB Gundremmingen B und C	7,3 E12	4,0 E05	1,8 E07	8,6 E11	8,9 E11
KWG Grohnde	1,0 E12	nn	2,5 E06	5,2 E10	4,3 E11
THTR Hamm-Uentrop ^{f)}	-	nn	-	nn	1,5 E08
KKP Philippsburg 2	5,4 E11	4,5 E05	nn	4,6 E10	4,2 E11
KMK Mülheim-Kärlich ^{f)}	nn	nn	nn	2,3 E09	1,8 E09
KBR Brokdorf	2,6 E11	nn	nn	9,9 E10	8,4 E10
KKI Isar 2	3,3 E11	nn	nn	1,7 E11	4,1 E11
KKE Emsland	1,7 E11	nn	nn	1,1 E11	1,3 E12
GKN Neckarwestheim 2	3,8 E11	4,1 E04	nn	1,3 E11	6,0 E11

a) Halbwertszeit > 8 Tage, ohne I-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

- Messung / Angabe nicht erforderlich

nn nicht nachgewiesen (Aktivitätsableitung unter Nachweisgrenze)

Tabelle 2.1.5-2 Ableitung radioaktiver Edelgase mit der Fortluft aus Atomkraftwerken im Jahr 2007
(Discharges of radioactive noble gases with exhaust air from nuclear power plants in the year 2007)

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

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

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

- Messung / Angabe nicht erforderlich
 nn nicht nachgewiesen (Aktivitätsableitung unter Nachweisgrenze)

Tabelle 2.1.5-3 Ableitung radioaktiver Schwebstoffe mit der Fortluft aus Atomkraftwerken im Jahr 2007 in Becquerel (I-131: Tabelle 2.1.5-1)
(Discharges of radioactive aerosols with exhaust air from nuclear power plants in the year 2007 expressed in becquerel - I-131: Table 2.1.5-1)

Radio-nuklid	Kahl	Rheinsberg	Gundrem-mingen A	Lingen	Obrigheim	Würgas-sen	Stade	Greifs-wald	Biblis A
	Aktivitätsableitung in Bq								
Cr-51	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Mn-54	nn	nn	nn	nn	8,5 E04	nn	nn	nn	nn
Fe-59	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Co-57	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Co-58	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Co-60	2,0 E03	1,7 E05	nn	nn	1,2 E07	1,6 E06	nn	6,3 E06	nn
Zn-65	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Sr-89	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Sr-90	nn	nn	nn	nn	nn	9,8 E04	nn	nn	nn
Zr-95	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Nb-95	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Ru -103	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Ru-106	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Ag -110m	nn	nn	nn	nn	4,0 E04	nn	nn	nn	nn
Sn-113	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Sb-124	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Sb-125	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Te-123m	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	2,9 E05
Cs-134	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Cs-137	3,0 E03	2,4 E05	9,7 E03	3,6 E01	3,4 E04	8,3 E05	2,8 E04	1,9 E05	nn
Ba-140	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
La-140	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Ce-141	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Ce-144	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Eu-152	nn	2,3 E05	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Eu-154	nn	8,3 E04	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Eu-155	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Pu-238/ Am-241	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Pu-(239 +240)	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Pu-241	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Cm -242	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Cm-244	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn

- Messung / Angabe nicht erforderlich
 nn nicht nachgewiesen (Aktivitätsableitung unter Nachweisgrenze)

Radio-nuklid	Biblis B	Neckar-westheim 1	Brunsbüttel	Isar 1	Unter-weser	Philipps-burg 1	Grafen-rheinfeld	Krümmel	Gundrem-mingen B, C
	Aktivitätsableitung in Bq								
Cr-51	nn	nn	1,9 E06	nn	nn	1,4 E06	nn	4,4 E05	nn
Mn-54	nn	nn	1,1 E07	nn	nn	2,2 E05	nn	2,4 E06	2,8 E05
Fe-59	nn	nn	1,4 E06	nn	nn	nn	nn	nn	1,2 E05
Co-57	nn	1,1 E04	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Co-58	nn	nn	1,4 E06	nn	nn	4,0 E05	2,9E04	8,1 E05	nn
Co-60	nn	5,2 E04	9,8 E06	nn	3,1E05	1,5 E06	6,0E05	6,0 E06	nn
Zn-65	nn	nn	1,1 E07	nn	nn	1,7 E06	nn	1,0 E06	nn
Sr-89	nn	nn	1,3 E05	nn	nn	6,5 E05	nn	1,4 E06	nn
Sr-90	nn	nn	nn	nn	nn	5,1 E04	nn	4,4 E04	nn

Radio-nuklid	Biblis B	Neckar-westheim 1	Brunsbüttel	Isar 1	Unter-weser	Philipps-burg 1	Grafen-rheinfeld	Krümmel	Gundrem-mingen B, C
Aktivitätsableitung in Bq									
Zr-95	nn	nn	2,6 E05	nn	nn	nn	1,3E05	9,9 E04	nn
Nb-95	nn	nn	5,4 E05	nn	nn	nn	1,0E05	1,5 E05	nn
Ru -103	nn	nn	nn	nn	nn	5,5 E03	nn	nn	nn
Ru-106	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Ag -110m	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Sn-113	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Sb-124	nn	nn	2,6 E05	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Sb-125	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Te-123m	6,1 E04	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Cs-134	nn	nn	4,2 E03	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Cs-137	nn	nn	2,0 E06	nn	nn	7,6 E04	nn	1,4 E05	nn
Ba-140	nn	nn	nn	nn	nn	2,4 E06	nn	4,0 E05	nn
La-140	nn	nn	1,9 E04	nn	nn	1,6 E06	nn	1,6 E05	nn
Ce-141	nn	nn	nn	nn	nn	2,3 E04	nn	nn	nn
Ce-144	nn	nn	nn	nn	nn	3,2 E04	nn	nn	nn
Eu-152	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Eu-154	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Eu-155	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Pu -238 / Am-241	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Pu-(239+240)	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Pu-241	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Cm -242	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Cm-244	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn

- Messung / Angabe nicht erforderlich
 nn nicht nachgewiesen (Aktivitätsableitung unter Nachweisgrenze)

Radio-nuklid	Grohnde	Hamm-Uen-trop	Philippsburg 2	Mülheim-Kärlich	Brokdorf	Isar 2	Emsland	Neckar-westheim 2
Aktivitätsableitung in Bq								
Cr-51	nn	nn	7,0 E04	nn	nn	nn	nn	nn
Mn-54	nn	nn	2,1 E04	nn	nn	nn	nn	nn
Fe-59	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Co-57	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Co-58	nn	nn	1,7 E04	nn	nn	nn	nn	nn
Co-60	nn	nn	2,5 E05	nn	nn	nn	nn	4,1 E04
Zn-65	nn	nn	6,9 E03	nn	nn	nn	nn	nn
Sr-89	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Sr-90	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Zr-95	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Nb-95	nn	nn	3,1 E04	nn	nn	nn	nn	nn
Ru -103	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Ru-106	nn	nn	2,6 E04	nn	nn	nn	nn	nn
Ag -110m	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Sn-113	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Sb-124	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Sb-125	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Te-123m	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Cs-134	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Cs-137	nn	nn	2,5 E04	nn	nn	nn	nn	nn
Ba-140	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn

Radio-nuklid	Grohnde	Hamm-Uen-trop	Philippsburg 2	Mülheim-Kärlich	Brokdorf	Isar 2	Emsland	Neckar-westheim 2
	Aktivitätsableitung in Bq							
La-140	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Ce-141	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Ce-144	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Eu-152	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Eu-154	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Eu-155	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Pu -238 / Am-241	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Pu-(239+240)	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Pu-241	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Cm -242	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Cm-244	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn

- Messung / Angabe nicht erforderlich
 nn nicht nachgewiesen (Aktivitätsableitung unter Nachweisgrenze)

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 1997 bis 2007
(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 1997 to 2007)

Jahr	Aktivitätsableitung in Bq			Bruttostromerzeugung in MWa
	Edelgase	I-131	Schwebstoffe	
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*
2007	2,2 E13	1,9 E08	8,7 E07	16.043*

* Quelle: Atomwirtschaft

Tabelle 2.1.5-5 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Forschungszentren im Jahr 2007
(Discharges of radioactive substances with exhaust air from research centres in the year 2007)

Forschungszentrum	Aktivitätsableitung in Bq					
	Edelgase	Schwebstoffe a	I-131	I-129	C-14	Tritium
Forschungszentrum Karlsruhe (einschließlich Wiederaufarbeitungsanlage)	5,3 E11	1,0 E07 b	1,8 E06	6,3 E05	2,8 E10	2,9 E12
Forschungszentrum Jülich (einschließlich Versuchsreaktor AVR)	3,0 E10	2,0 E08	1,1 E07	-	2,3 E11	2,8 E12
Forschungszentrum Rossendorf	9,4 E09	1,5 E06	nn	nn	5,9 E08	5,0 E10
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht	9,0 E11	6,1 E04	8,2 E04	-	4,6 E08	7,9 E10

Forschungszentrum	Aktivitätsableitung in Bq					
	Edelgase	Schwebstoffe a	I-131	I-129	C-14	Tritium
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (bisher Hahn-Meitner-Institut Berlin, HMI), (einschließlich Zentralstelle für radioaktive Abfälle)	6,6 E11	1,3 E04	1,2 E06	-	1,4 E10	7,6 E10
Garching, FRM I	-	nn	nn	-	8,0 E05	1,6 E09
Garching, FRM II	2,4 E11	nn	nn	-	2,5 E09	2,4 E11

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

b davon Alphastrahler: 1,21 E05 Bq

- Messung / Angabe nicht erforderlich

nn nicht nachgewiesen (Aktivitätsableitung unter Nachweisgrenze)

Tabelle 2.1.5-6 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Forschungsreaktoren im Jahr 2007
(Discharges of radioactive substances with exhaust air from research reactors in the year 2007)

Forschungsreaktor	Edelgase	Schwebstoffe	I-131	C-14	Tritium
	Aktivitätsableitung in Bq				
Mainz	1,3 E11	nn	nn	-	3,4 E06

- Messung / Angabe nicht erforderlich nn nicht nachgewiesen (Aktivitätsableitung unter Nachweisgrenze)

Die Jahresableitungen der Forschungsreaktoren FRJ1, FRJ2, RFR, FRG1, FRG2 und BER II sind in den Ableitungen der Forschungszentren Karlsruhe, Jülich, Rossendorf, Geesthacht und Berlin enthalten (Tabelle 2.1.5-5). Der Forschungsreaktor Heidelberg wurde im Dezember 2006 aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen.

Tabelle 2.1.5-7 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus dem Endlager Morsleben
(Discharges of radioactive substances with exhaust air from the Morsleben final disposal facility)

Nuklid	Aktivitätsableitung in Bq	
	2007	2006
Tritium	2,1 E10	1,2 E10
C-14	8,9 E08	7,5 E08
langlebige Aerosole	9,6 E05	8,6 E05
Radon-Folgeprodukte	4,4 E09	3,2 E09

Tabelle 2.1.5-8 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus der Schachtanlage Asse
(Discharges of radioactive substances with exhaust air from the Asse mine)

Nuklid	Aktivitätsableitung in Bq	
	2007	2006
Tritium	3,8 E10	4,1 E10
C-14	8,0 E08	7,0 E08
Pb-210	1,0 E06	0,9 E06
Rn-222 (Gas)	9,4 E10	9,2 E10
Radon-Folgeprodukte	4,7 E10	4,6 E10

Die angegebenen Messwerte beruhen auf Betreiberangaben, da die Schachtanlage Asse keine kerntechnische Anlage gemäß AtG ist. Es erfolgt eine stichprobenartige Kontrolle der Messwerte durch das BfS.

Tabelle 2.1.5-9 Ableitung radioaktiver Stoffe (alpha-Aktivität) mit der Fortluft aus Kernbrennstoff verarbeitenden Betrieben im Jahr 2007
(Discharges of radioactive substances - alpha-activity) with exhaust air from processing facilities for nuclear fuels in the year 2007)

Betrieb	Aktivitätsableitung in Bq	
	2007	2006
ANF GmbH (Lingen)	< 1,4 E04	< 1,5 E04
URENCO D (Gronau)	2,3 E04	3,2 E04

2.2 Meerwasser und Binnengewässer (Seawater and inland water)

2.2.1 Meerwasser, Schwebstoff, Sediment (Seawater, suspended matter, 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.

Meerwasser in der Nordsee

Die Probennahme zur Überwachung der Deutschen Bucht bzw. Nordsee erfolgte 2007 auf zwei Fahrten im März und Oktober. Zusätzlich wurden an den Positionen der früheren Feuerschiffe Borkumriff und Elbe 1 in der Deutschen Bucht Proben möglichst monatlich entnommen.

Auf Grund technischer Probleme liegen einige Ergebnisse für Cs-137 und Sr-90 zum Redaktionsschluss noch nicht vor. Die Zeitreihen der Aktivitätskonzentration von Cs-137 und Sr-90 an den beiden Stationen seit 1961 bzw. 1980 (Abbildung 2.2.1-1 und 2.2.1-2) 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 sehr gering über den Kontaminationswerten des Oberflächenwassers des Atlantiks. Diese sind 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. $0,2 \text{ Bq/m}^3$).

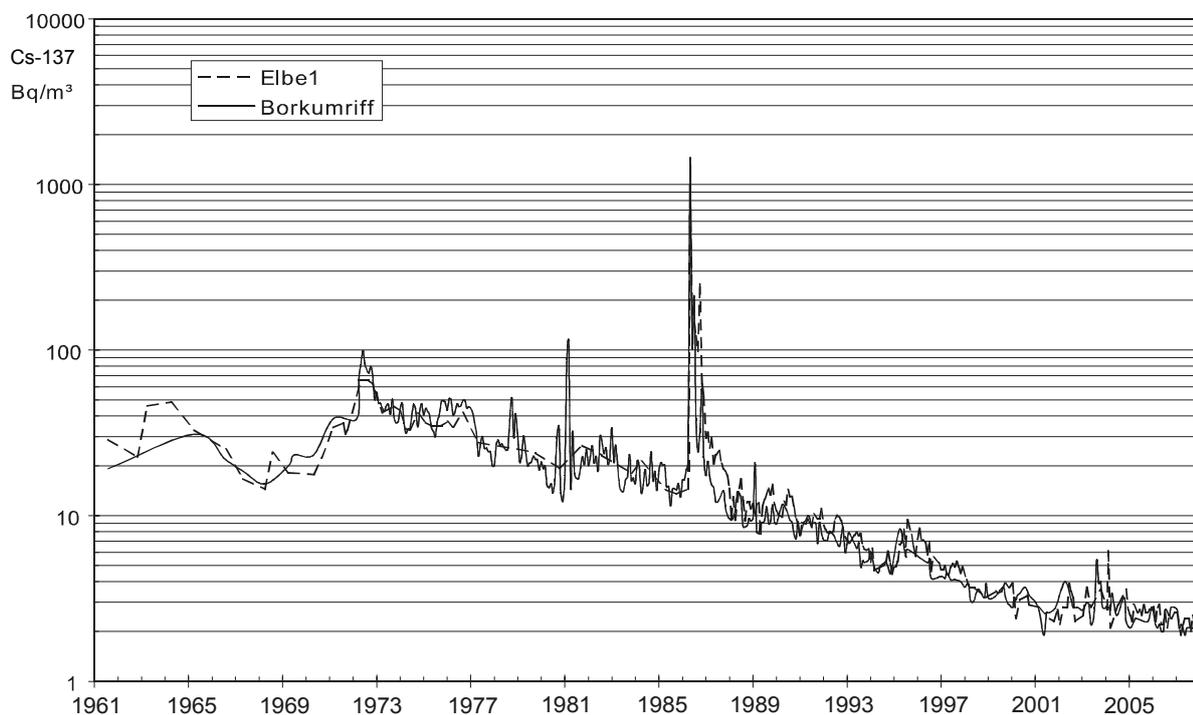


Abbildung 2.2.1-1 Der zeitliche Verlauf der Aktivitätskonzentration von Cs-137 (Bq/m^3) an zwei Positionen in der Deutschen Bucht seit 1961
(Temporal trend of the activity concentration of Cs-137 (Bq/m^3) at two positions in the German Bight since 1961)

In der Abbildungen 2.2.1-3 wird die Verteilung der Aktivitätskonzentration von Cs-137 an der Wasseroberfläche in der Deutschen Bucht im März 2007 dargestellt. Die Konzentrationen überstreichen einen Bereich von $1,8 \text{ Bq/m}^3$ an der Elbemündung bis zu $3,6 \text{ Bq/m}^3$, 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 ($0,9 \text{ Bq/m}^3$, siehe Jahresbericht 2006) zeigen, ist der Beitrag aus dem Elbwasserabfluss vernachlässigbar. Dies gilt nicht für Sr-90, wie in Abbildung 2.2.1-4 gut zu erkennen ist. Hier werden die höchsten Werte mit $3,0$ bzw. $4,0 \text{ Bq/m}^3$ in der Elbe gefunden. Die geringen Einträge an Cs-137 aus der Elbe sind darauf zurückzuführen, dass Cs-137 im Vergleich zu Sr-90 an Tonmineralen der Böden stärker adsorbiert wird und deshalb über die Flüsse geringer eingetragen wird als Sr-90. Die Quelle des Sr-90 ist der Kernwaffenfallout.

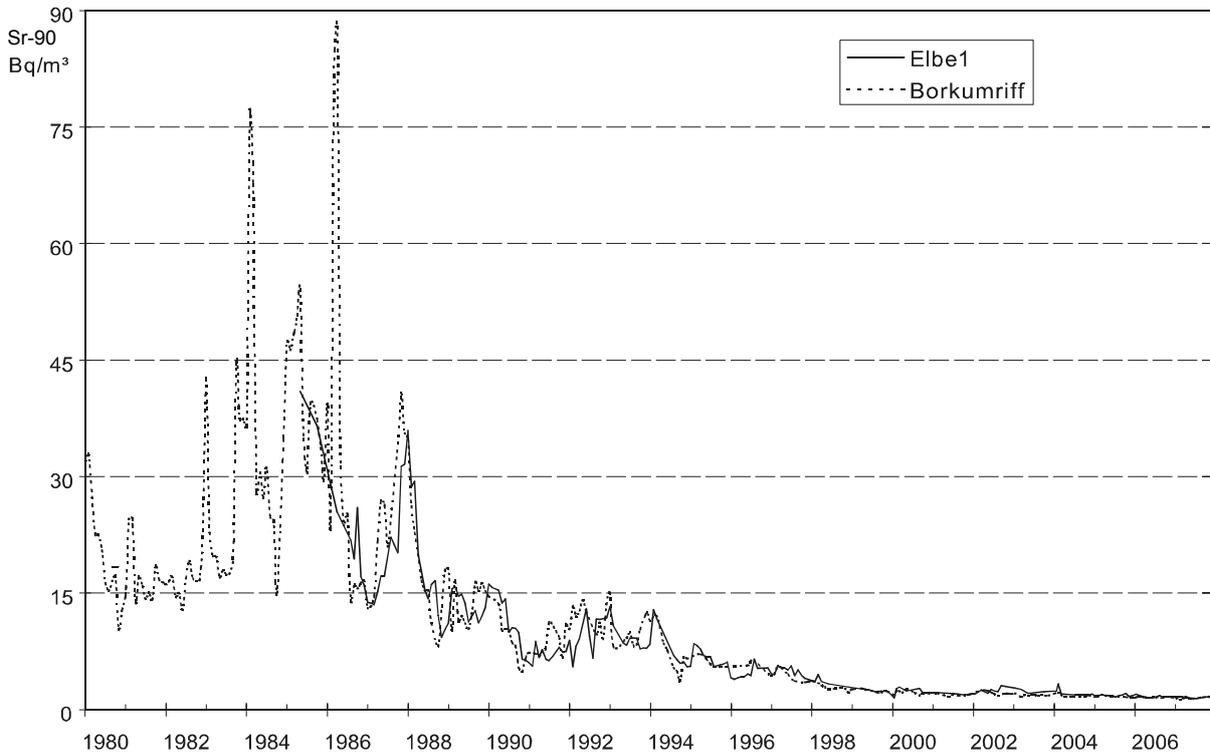


Abbildung 2.2.1-2 Der zeitliche Verlauf der Aktivitätskonzentration von Sr-90 (Bq/m^3) an zwei Positionen in der Deutschen Bucht seit 1980

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

Die Verteilung von Pu-(239+240) im Wasser der Deutschen Bucht im Oktober 2007 zeigt die Abbildung 2.2.1-5. Der Messwertebereich erstreckt sich von $4,8$ bis $47,1 \text{ mBq/m}^3$. Auffallend sind dabei die relativ hohen Messwerte in der Elbe und ihrem Ästuar und in der äußeren Deutschen Bucht. Die Aktivitätsverhältnisse Pu-238/Pu-(239+240), wie sie in Abbildung 2.2.1-6 dargestellt sind, erlauben die Schlussfolgerung, dass die Herkunft des Plutoniums für das gesamte Untersuchungsgebiet nicht im weltweiten Fallout aus den Kernwaffenversuchen zu suchen ist. Als Aktivitätsverhältnis des Fallouts wäre ein Wert von ca. $0,04$ zu erwarten, die gefundenen Verhältnisse von $0,18$ bis $0,47$ sind charakteristisch für Ableitungen von z. B. den europäischen Wiederaufarbeitungsanlagen Sellafield und La Hague. Die in Abbildung 2.2.1-7 dargestellte Verteilung von Am-241 in der Deutschen Bucht zeigt einen Messwertebereich zwischen $2,8$ und $52,2 \text{ mBq/m}^3$. Die erhöhten Messwerte sind auch für das Am-241 zurzeit nicht erklärbar. Dabei ist zu betonen, dass alle hier gefundenen Messwerte der Transurane weit entfernt davon sind, eine Gesundheitsgefährdung für Mensch oder Umwelt darzustellen.

Weitere Untersuchungen zur Klärung der Herkunft der Transurane in der Elbe laufen in Zusammenarbeit zwischen dem BSH und der BfG.

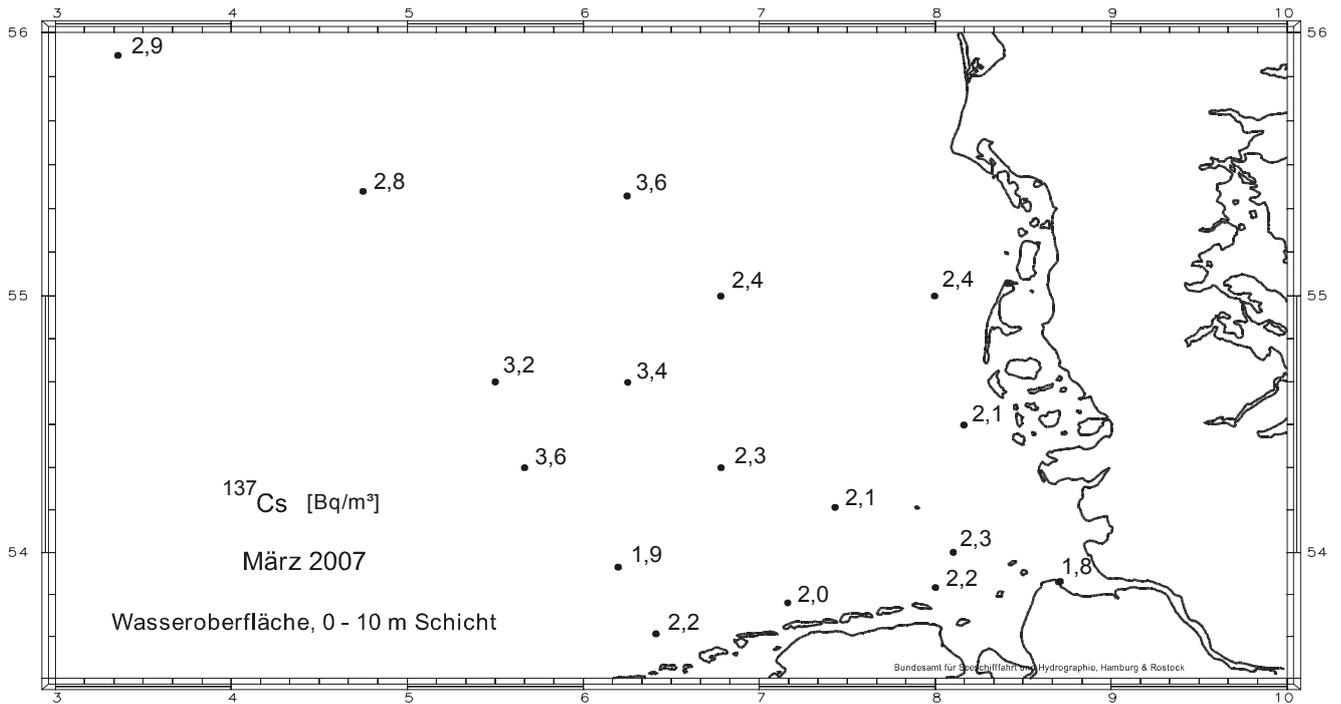


Abbildung 2.2.1-3 Die Verteilung von Cs-137 (Bq/m³) im Wasser der Deutschen Bucht im März 2007
(Distribution of Cs-137 (Bq/m³) in seawater of the German Bight in March 2007)

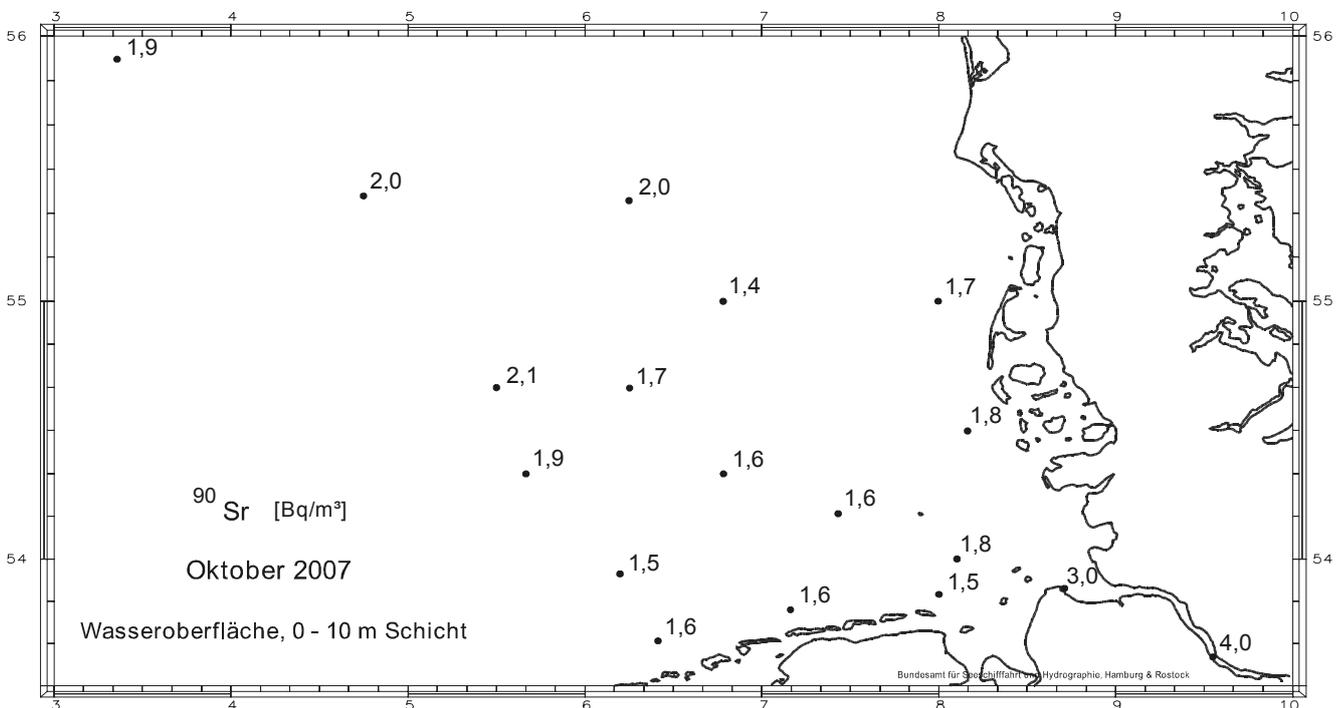


Abbildung 2.2.1-4 Die Verteilung der Aktivitätskonzentration von Sr-90 (Bq/m³) im Wasser der Deutschen Bucht im Oktober 2007.
(Distribution of the activity concentration of Sr-90 (Bq/m³) in seawater of the German Bight in October 2007)

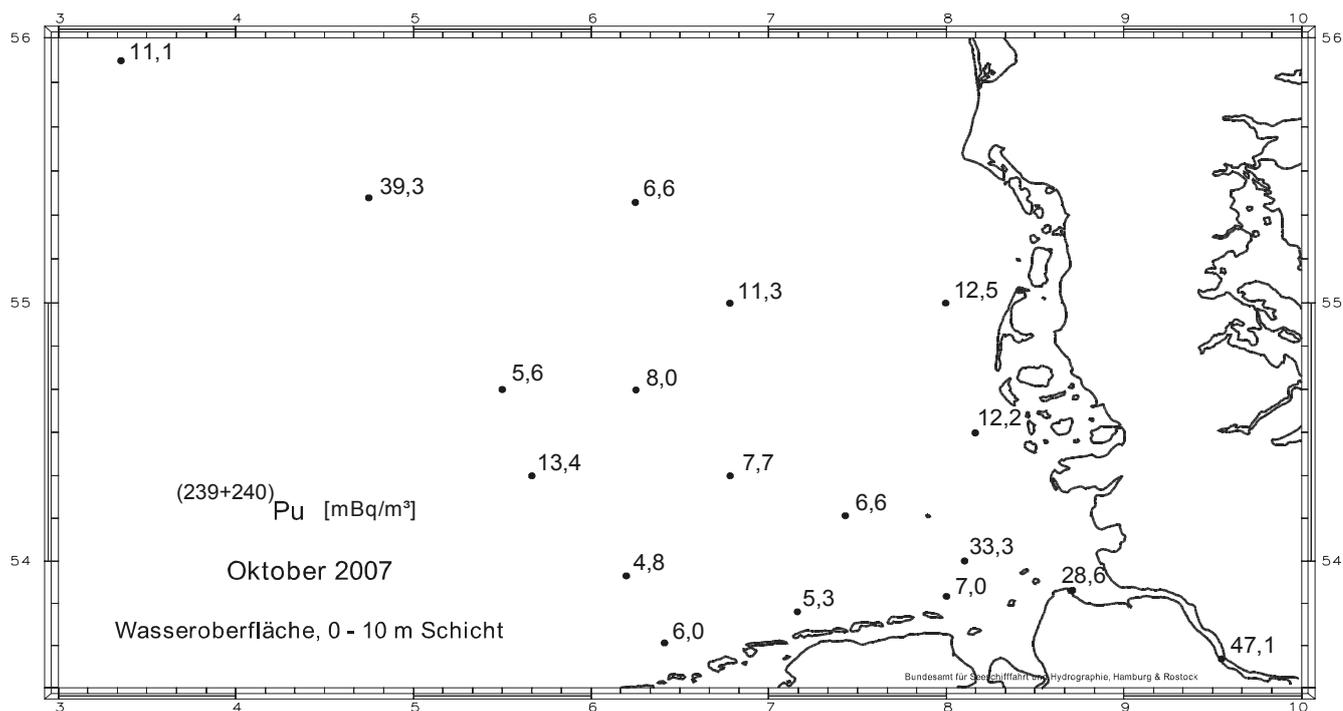


Abbildung 2.2.1-5 Die Verteilung der Aktivitätskonzentration von Pu-(239+240) (mBq/m³) im Wasser der Deutschen Bucht im Oktober 2007
(Distribution of the activity concentration of Pu-(239+240) (mBq/m³) in seawater of the German Bight in October 2007)

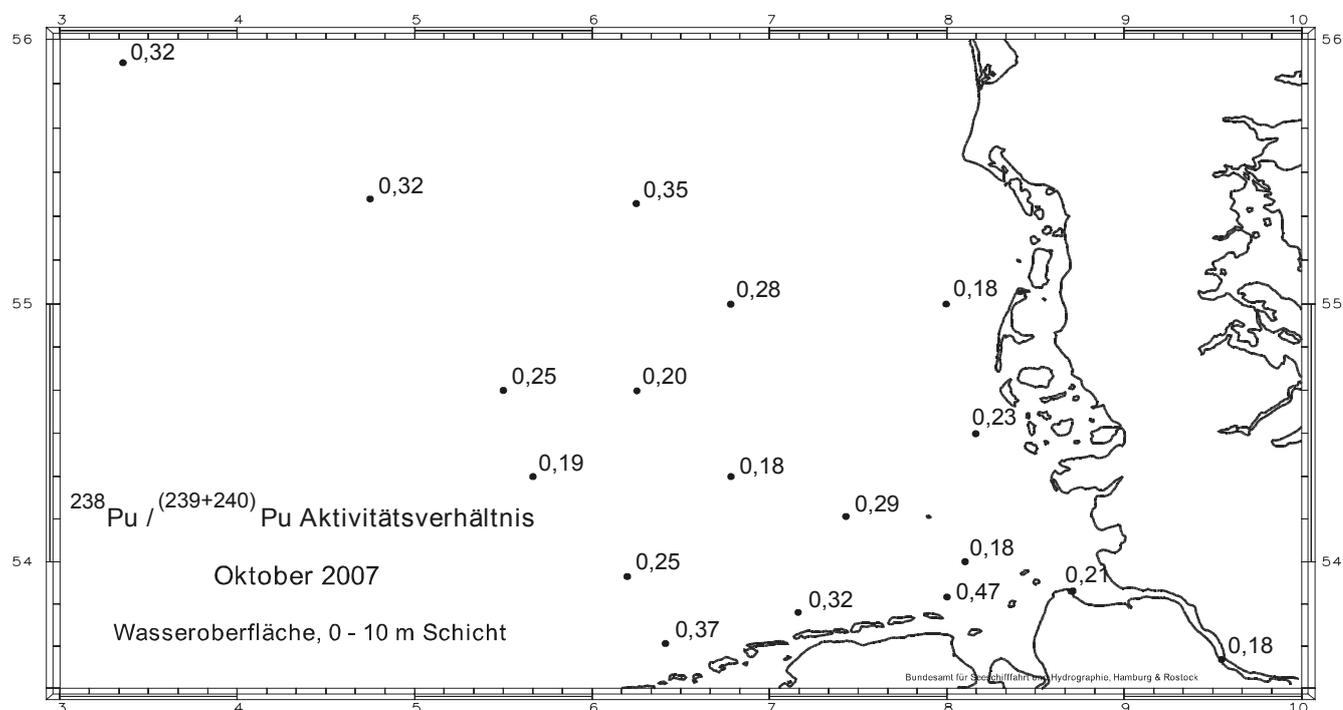


Abbildung 2.2.1-6 Die Verteilung des Aktivitätsverhältnisses Pu-238/Pu(239+240) im Wasser der Deutschen Bucht im Oktober 2007
(Distribution of the activity ratio Pu-238/Pu-(239+240) in seawater of the German Bight in October 2007)

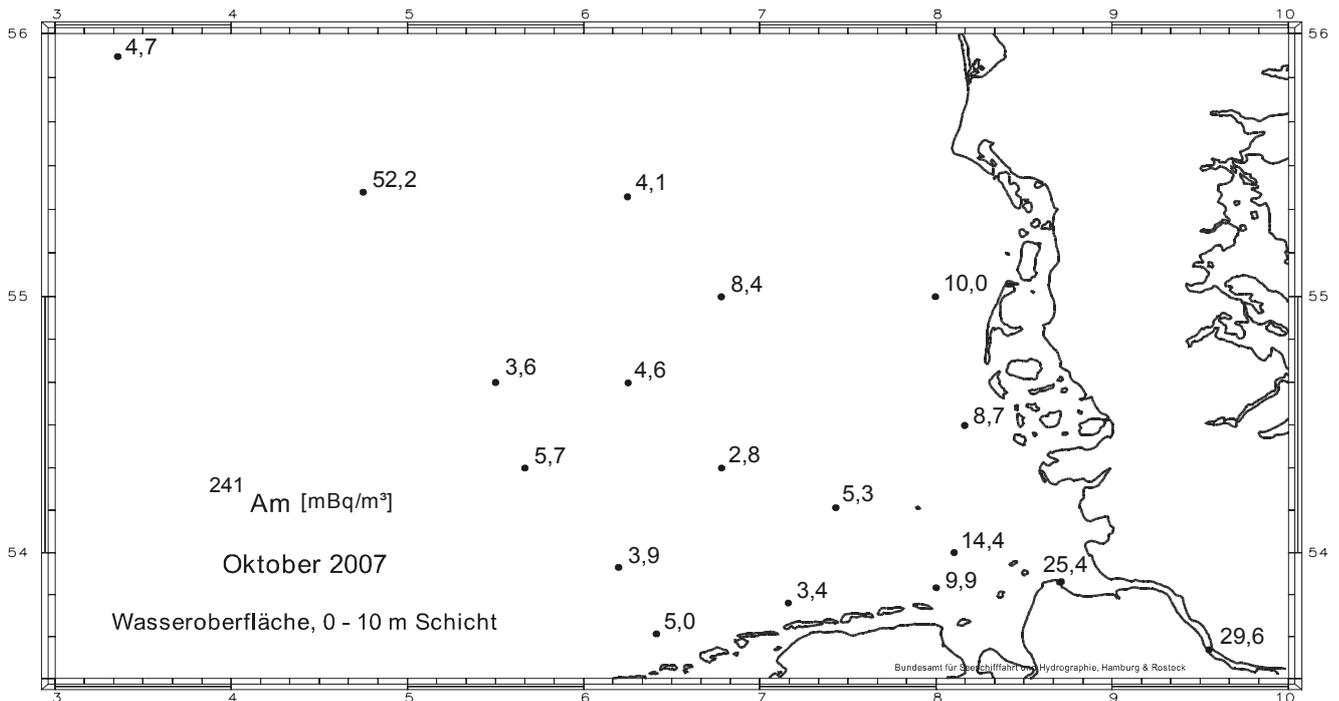


Abbildung 2.2.1-7 Die Verteilung der Aktivitätskonzentration von Am-241 (mBq/m^3) im Wasser der Deutschen Bucht im Oktober 2007

(Distribution of the activity concentration of Am-241 (mBq/m^3) in seawater of the German Bight in October 2007)

Meerwasser der Ostsee

Die Ostsee erfuhr nach dem Unfall von Tschernobyl einen hohen Eintrag von Fallout. Der Schwerpunkt des Eintrages lag in der südlichen Bottensee, dem Finnischen Meerbusen und - in geringerem Maße - in der Lübecker Bucht. Auf Grund des nur geringen Wasseraustausches mit der Nordsee dauert es Jahrzehnte bis Schadstoffe aus der Ostsee entfernt werden. Dies ist seit über 20 Jahren auch für das 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 wieder. Im Oberflächenwasser befinden sich die höheren Konzentrationen aus dem Tschernobylfallout, im Tiefenwasser finden wir durchweg niedrigere Konzentrationen bei höherem Salzgehalt.

Abbildung 2.2.1-8 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 2.2.1-9) und Darßener Schwelle (Kadetrinne, Abbildung 2.2.1-11) stärker ausgeprägt als in ruhigen Buchten wie z. B. der Neustädter Bucht (2.2.1-10). Den gleichmäßigsten Verlauf zeigt die Cs-137-Konzentration an der Position Arkonasee (2.2.1-12), da sie nicht so stark durch Ein- und Ausströme der Beltsee beeinflusst ist.

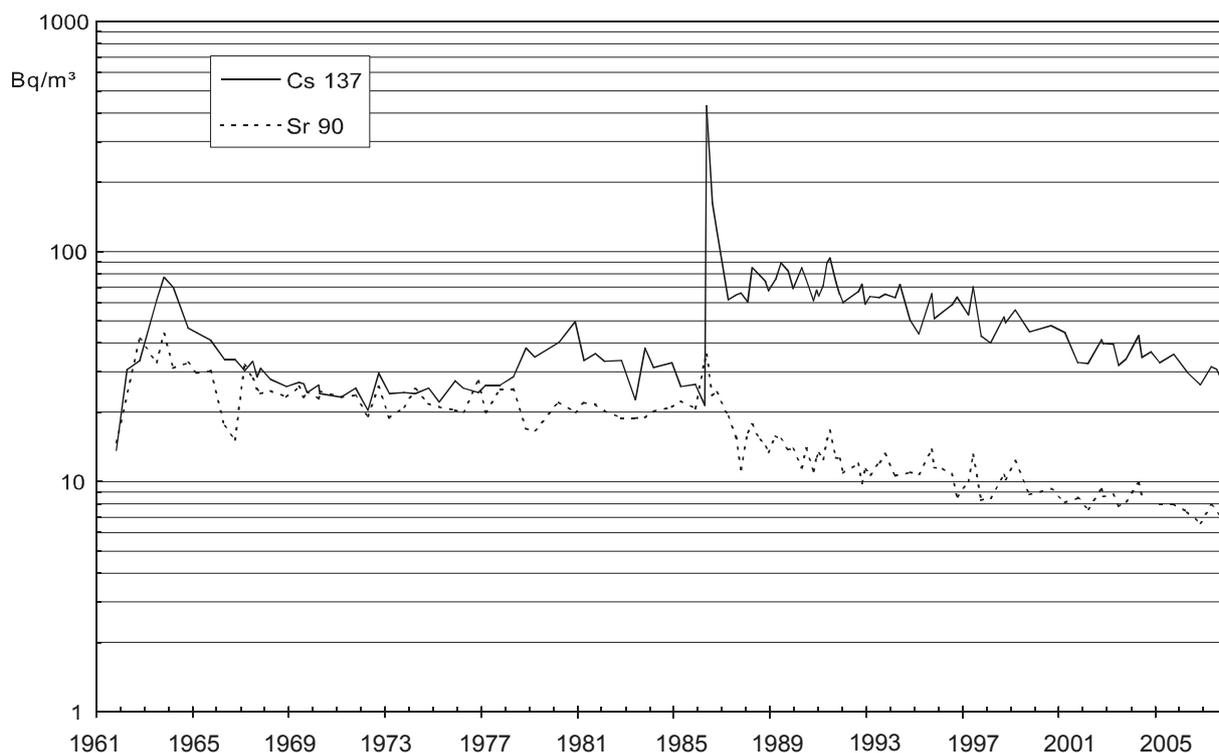


Abbildung 2.2.1-8 Der zeitliche Verlauf der Cs-137- und Sr-90 -Aktivitätskonzentrationen (Bq/m^3) an der Position „Schleimündung“ ($54^{\circ}40'N$, $010^{\circ}05'O$) seit 1961
(Temporal trend of the activity concentration of Cs-137 and Sr-90 (Bq/m^3) at the position „Schleimündung“ ($54^{\circ}40'N$, $010^{\circ}05'E$) since 1961)

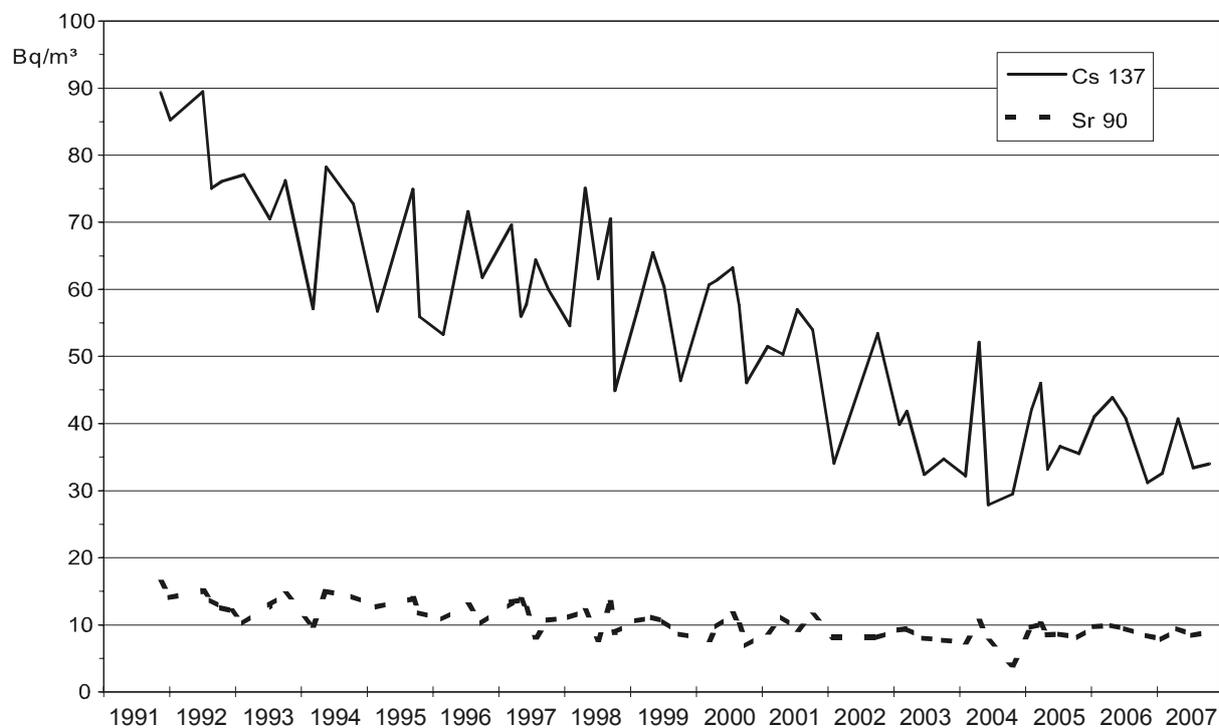


Abbildung 2.2.1-9 Der zeitliche Verlauf der Cs-137- und Sr-90-Aktivitätskonzentrationen (Bq/m^3) an der Position „Fehmarnbelt“ ($54^{\circ}36'N$, $011^{\circ}13'O$) seit 1991
(Temporal trend of the activity concentration of Cs-137 and Sr-90 (Bq/m^3) at the position „Fehmarnbelt“ ($54^{\circ}36'N$, $011^{\circ}13'E$) since 1991)

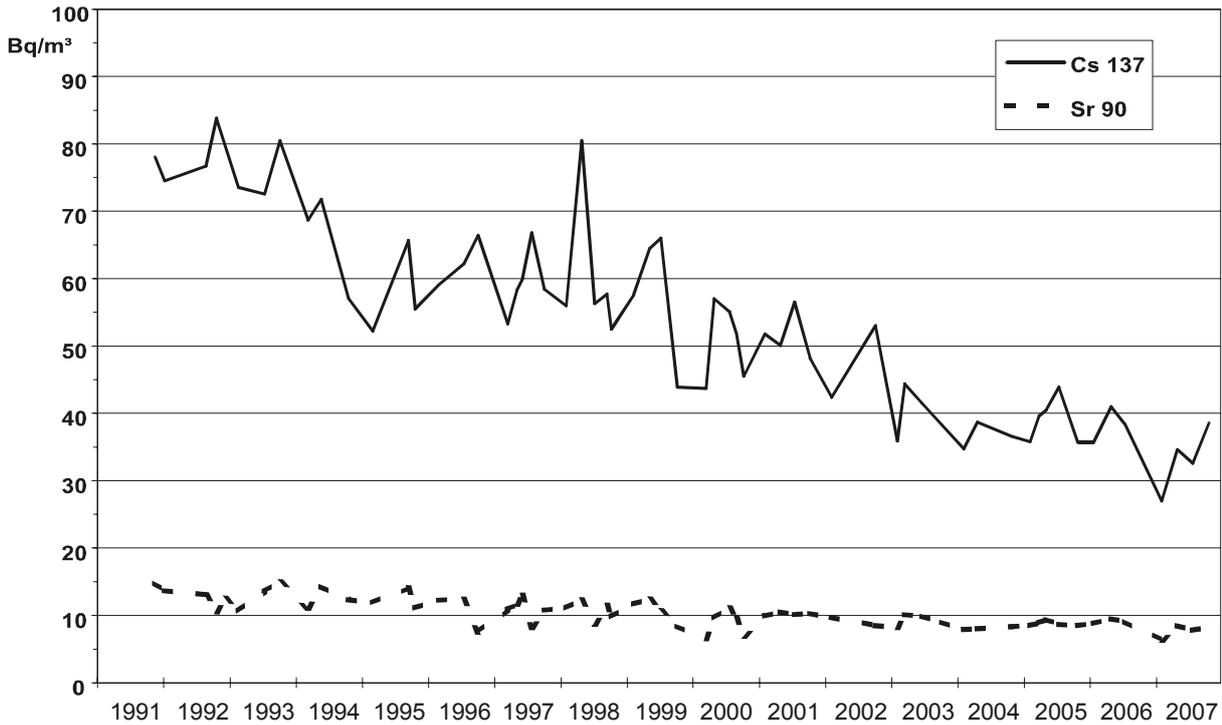


Abbildung 2.2.1-10 Der zeitliche Verlauf der Cs-137 und Sr-90-Aktivitätskonzentrationen (Bq/m^3) an der Position „Neustädter Bucht“ ($54^\circ 03' \text{N}$, $010^\circ 51' \text{O}$) seit 1991
(Temporal trend of the activity concentration of Cs-137 and Sr-90 (Bq/m^3) at the position „Neustädter Bucht“ ($54^\circ 03' \text{N}$, $010^\circ 51' \text{E}$) since 1991)

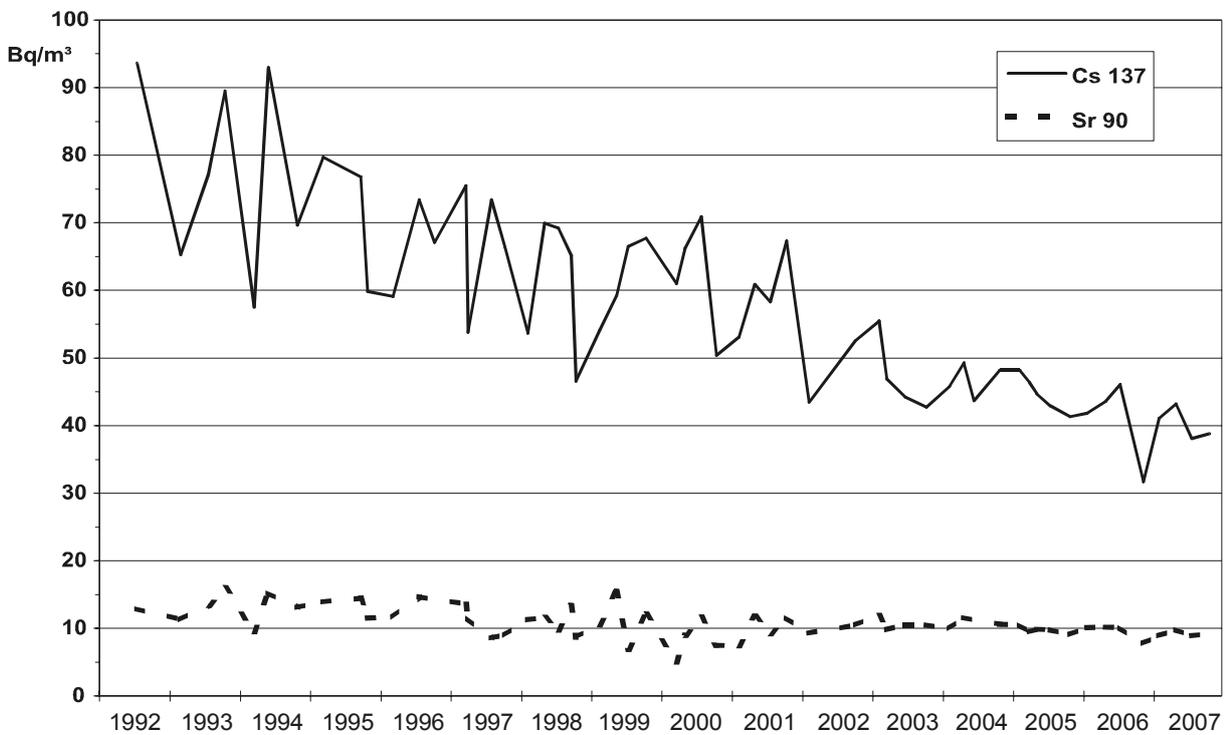


Abbildung 2.2.1-11 Der zeitliche Verlauf der Cs-137- und Sr-90-Aktivitätskonzentrationen (Bq/m^3) an der Position „Darßer Schwelle“ ($54^\circ 36,3' \text{N}$, $012^\circ 19,9' \text{O}$) seit 1992
(Temporal trend of the activity concentration of Cs-137 and Sr-90 (Bq/m^3) at the position „Darßer Schwelle“ ($54^\circ 36,3' \text{N}$, $012^\circ 19,9' \text{E}$) since 1992)

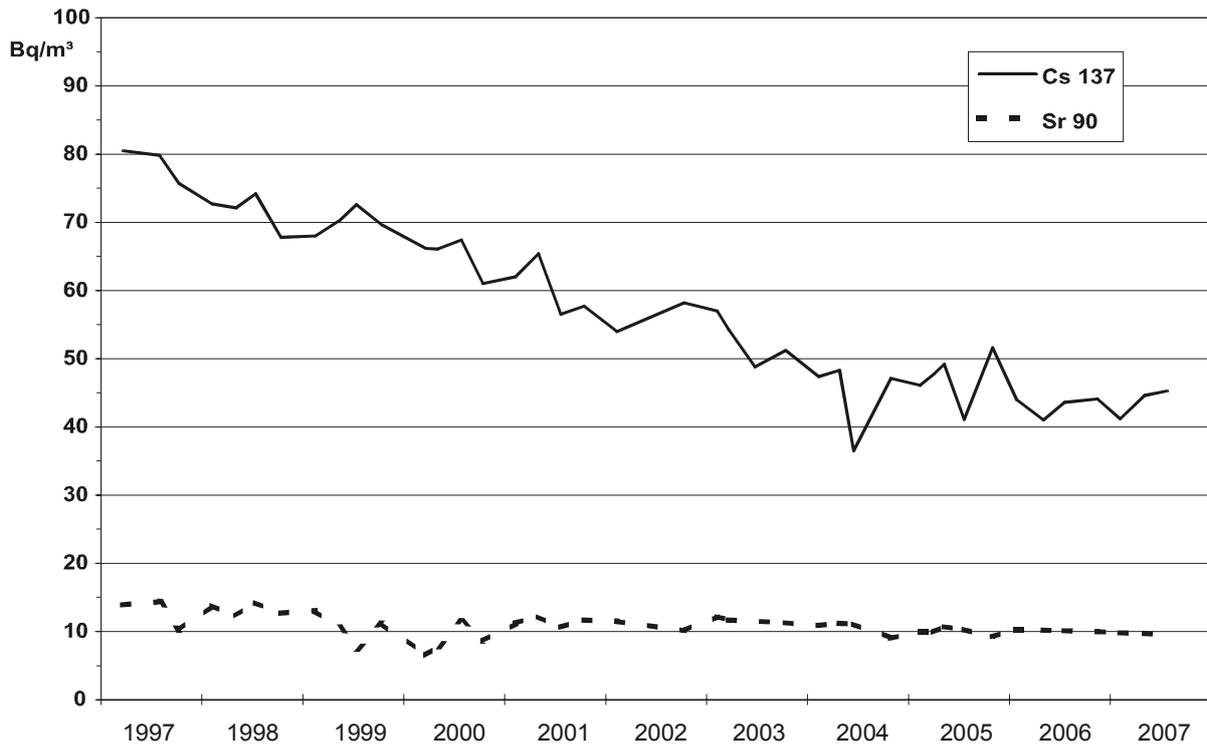


Abbildung 2.2.1-12 Der zeitliche Verlauf der Cs-137- und Sr-90 -Aktivitätskonzentrationen Bq/m³ an der Position „Arkonasee“ (54°51,6'N, 013°16,6'O) seit 1997

(Temporal trend of the activity concentration of Cs-137 and Sr-90 Bq/m³ at the position „Arkonasee“ (54°51,6'N, 013°16,6'E) since 1997)

Die Aktivitätskonzentration von Cs-137 liegt an der Wasseroberfläche der westlichen Ostsee zwischen etwa 27 Bq/m³ im westlichen und 42 Bq/m³ im östlichen Teil des überwachten Gebietes im Juni 2007 (Abbildung 2.2.1-13). Die Konzentrationen nehmen in west-östlicher Richtung 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 mindestens 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, wie in den Vorjahren, die Proben im Bereich des Fehmarnbells den größten Unterschied in der Cs-137-Konzentration zwischen Oberflächen- und Bodenwasser auf. Östlich der Darßener Schwelle kann die Cs-137 Konzentration im gesamten Wasserkörper als homogen betrachtet werden.

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 2.2.1-14 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, 2007) 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.

Die räumliche Verteilung der Aktivitätskonzentration von Sr-90 (Bq/m³) im Oberflächenwasser auf einigen ausgewählten Stationen im Untersuchungsgebiet im Juni 2007 ist in Abbildung 2.2.1-15 dargestellt. Die Verteilung von Sr-90 ist sehr homogen, weil sie vom globalen Fallout und nicht vom Tschernobyl-Unfall bestimmt wird. Gleiches gilt für die Verteilung der Aktivitätskonzentration von Tritium im Oberflächenwasser, welche abschließend in Abbildung 2.2.1-16 dargestellt ist. Im Vergleich zum Vorjahr lässt sich keine signifikante Veränderung feststellen.

Es ist festzuhalten, das während der über 20-jährigen Laufzeit der internationalen Radioaktivitäts - Überwachungsprogramme (HELCOM) keinerlei Messwerte im Wasser der Ostsee gefunden wurden, die auf Einleitungen der nuklearen Anlagen der Ostseeanrainerstaaten zurückzuführen wären.

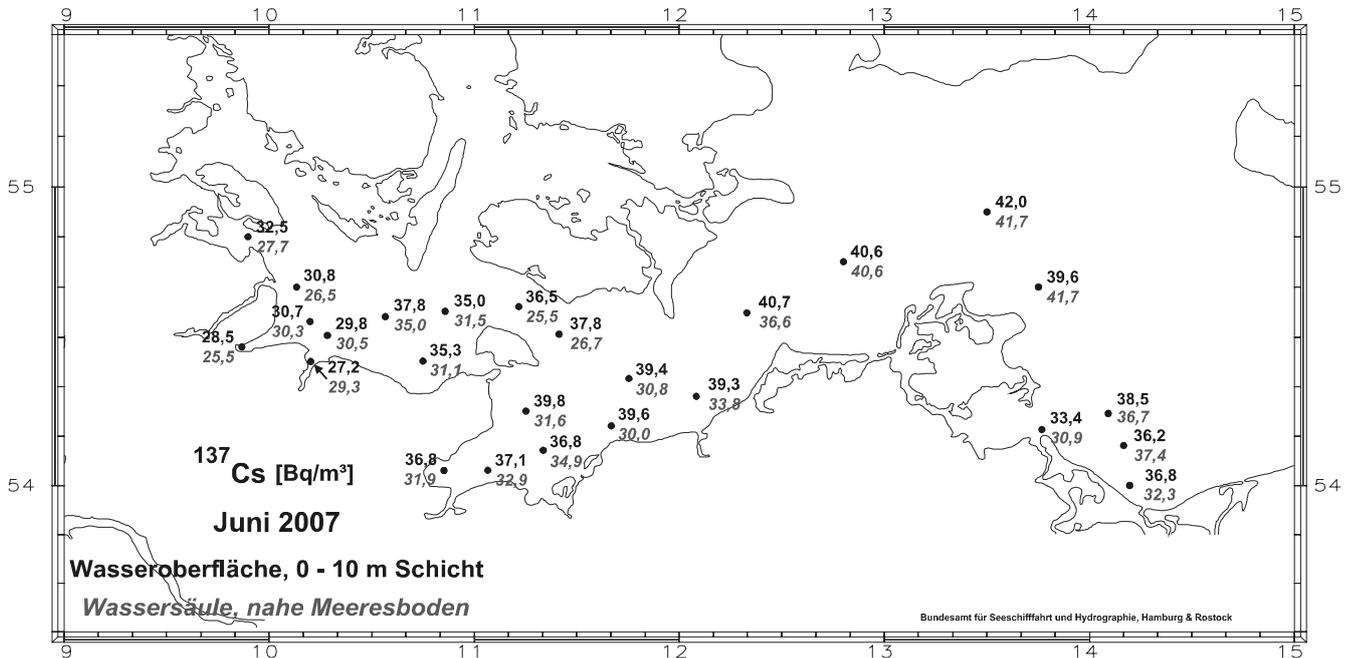


Abbildung 2.2.1-13 Verteilung der Aktivitätskonzentration von Cs-137 (Bq/m³) im Oberflächen- und Bodenwasser der westlichen Ostsee im Juni 2007
(Spatial distribution of the activity concentration of Cs-137 (Bq/m³) in surface and bottom sea water of the western Baltic Sea in June 2007)

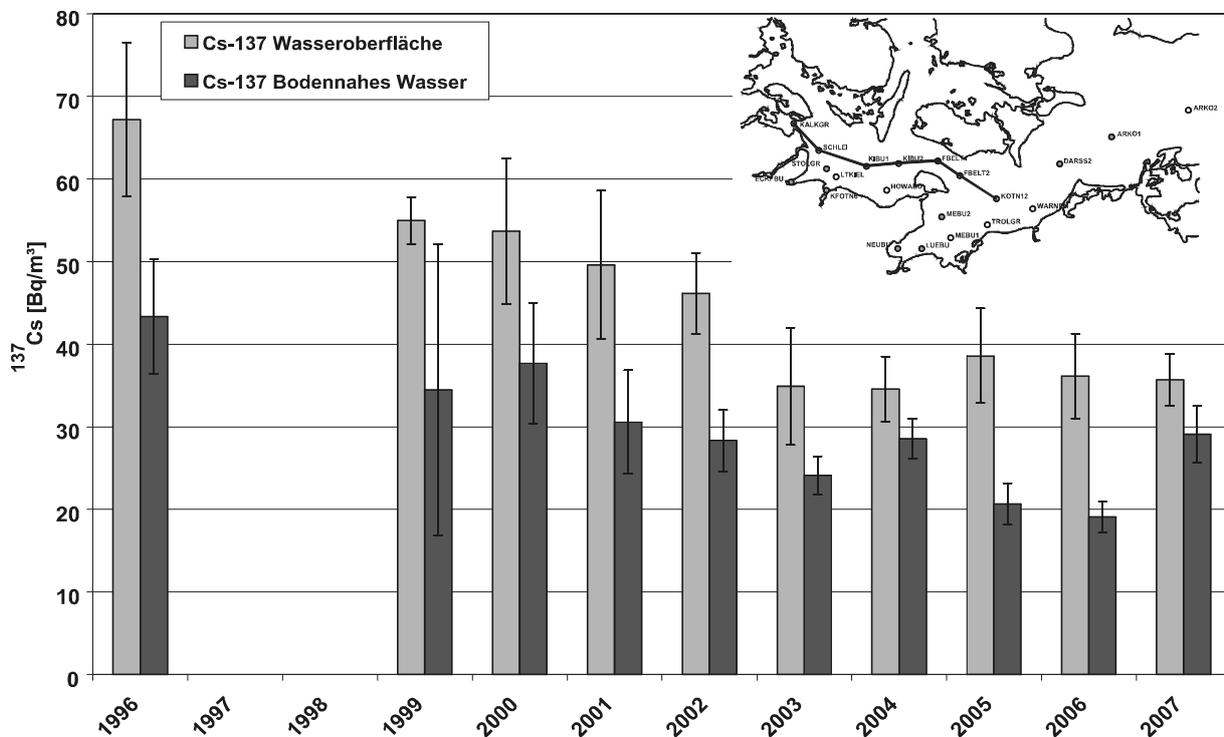


Abbildung 2.2.1-14 Zeitreihe der Mittelwerte der Cs-137-Aktivitätskonzentrationen an 7 Indikatorstationen in der westlichen Ostsee
(Timeseries of mean values of Cs-137-activity concentrations from 7 indicator stations in the western Baltic Sea)

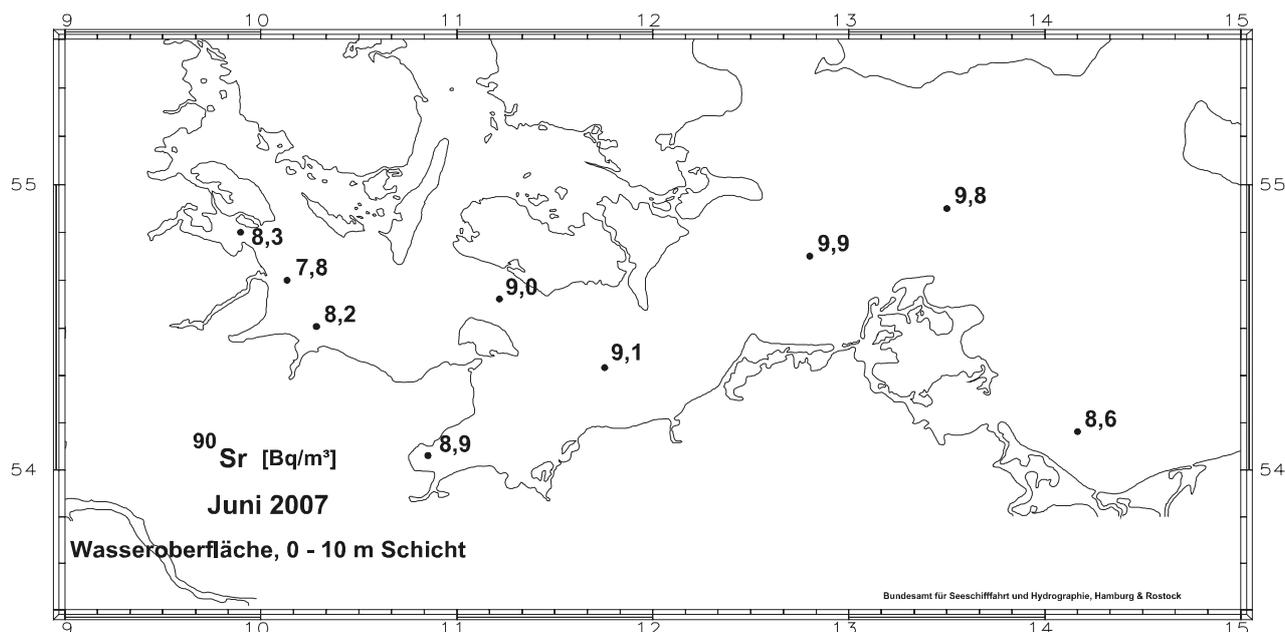


Abbildung 2.2.1-15 Verteilung der Aktivitätskonzentration von Sr-90 (Bq/m³) im Oberflächenwasser der westlichen Ostsee im Juni 2007
(Spatial distribution of the activity concentration of Sr-90 (Bq/m³) in surface sea water of the western Baltic Sea in June 2007)

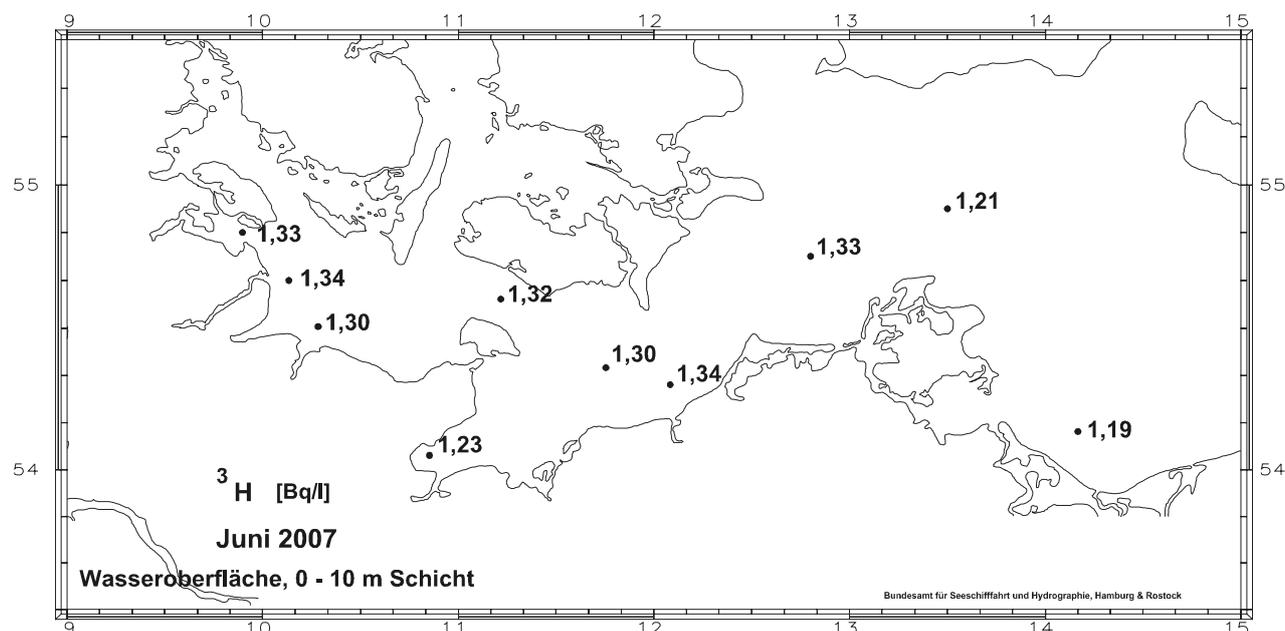


Abbildung 2.2.1-16 Verteilung der Aktivitätskonzentration von H-3 (Bq/l) im Oberflächenwasser der westlichen Ostsee im Juni 2007
(Spatial distribution of the activity concentration of tritium (Bq/l) in surface sea water of the western Baltic Sea in June 2007)

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 2.2.1-17 ist das Inventar in kBq/m² einiger ausgewählter Sedimentstationen der westlichen Ostsee bis in 16 cm Tiefe dargestellt. Die höchsten Werte mit bis zu 4,7 kBq/m² (Eckernförder Bucht) sind in den wasseraustauscharmen Buchten zu finden. Es zeigt sich, dass auch 20 Jahre nach dem Tschernobyl-Unfall noch beachtliche Depositionen gefunden werden können. Dabei wurden spezifische Aktivitäten von bis zu 142 Bq/kg Trockenmasse festgestellt. Die Inventare hängen stark von der Feinkörnigkeit der Sedimente ab. Da-

bei sind die in diesem Teil der Ostsee gefundenen Inventare an Cs-137 wesentlich geringer als z. B. im Finnischen oder Bottnischen Meerbusen, jedoch höher als in fast allen Gebieten des Weltmeeres mit Ausnahme der Irischen See.

Die Bestimmung künstlicher Radionuklide lässt sich auch zur Altersbestimmung von Sedimentkernen nutzen. In Abbildung 2.2.1-18 sind die Profile der spezifische Aktivitäten von Cs-137 und Pu-(239+240) in einem Kern aus der Kieler Förde im Jahr 2007 dargestellt. Klar erkennbar ist ein Cs-137-Maximum in der Schicht 6 bis 8 cm und ein Pu-(239+240)-Maximum in der Schicht 14 bis 16 cm. Legt man die Ereignisse des Tschernobyl-Unfalls 1986 und den Höhepunkt der atmosphärischen Kernwaffenversuche Anfang der 60er Jahre als jeweilige Quelle zu Grunde, ergeben sich für beide Parameter übereinstimmend Sedimentationsraten von 3,3 - 3,4 mm pro Jahr für diese Station.

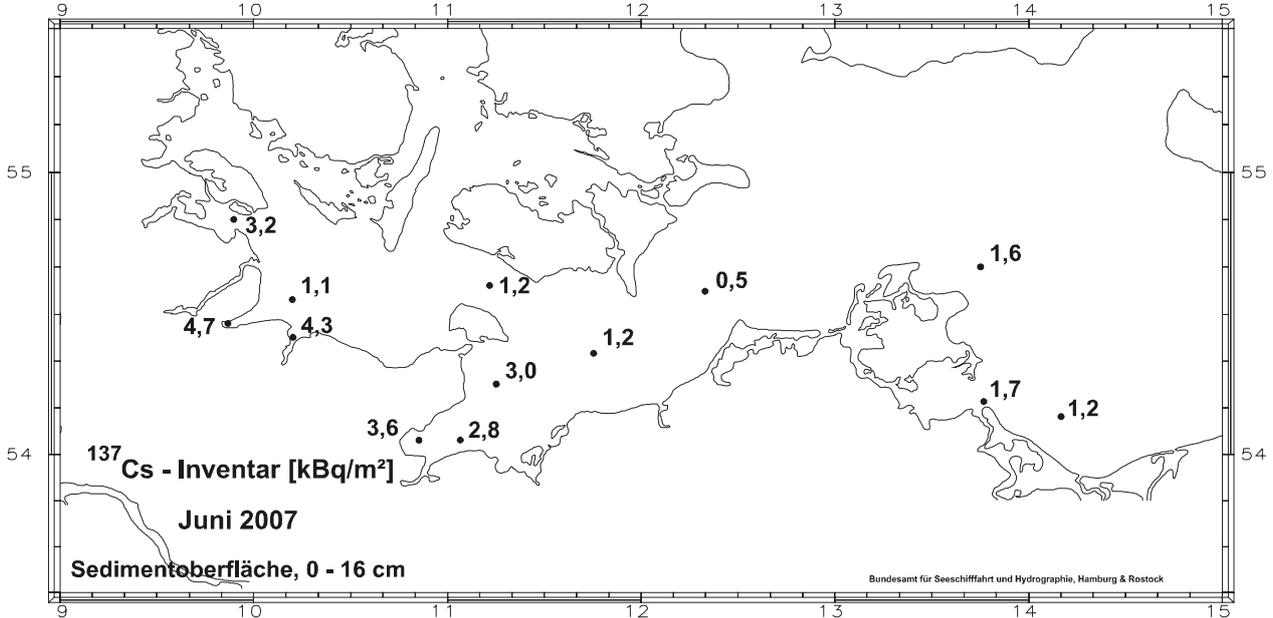


Abbildung 2.2.1-17 Cs-137 Inventar (kBq/m^2) in Sedimentkernen der westlichen Ostsee im Juni 2007. Das Inventar wird bis 16 cm Sedimenttiefe erfasst
(Cs-137 Inventory (kBq/m^2) in sediment cores of the western Baltic Sea in June 2007. The inventory is calculated down to 16 cm depth)

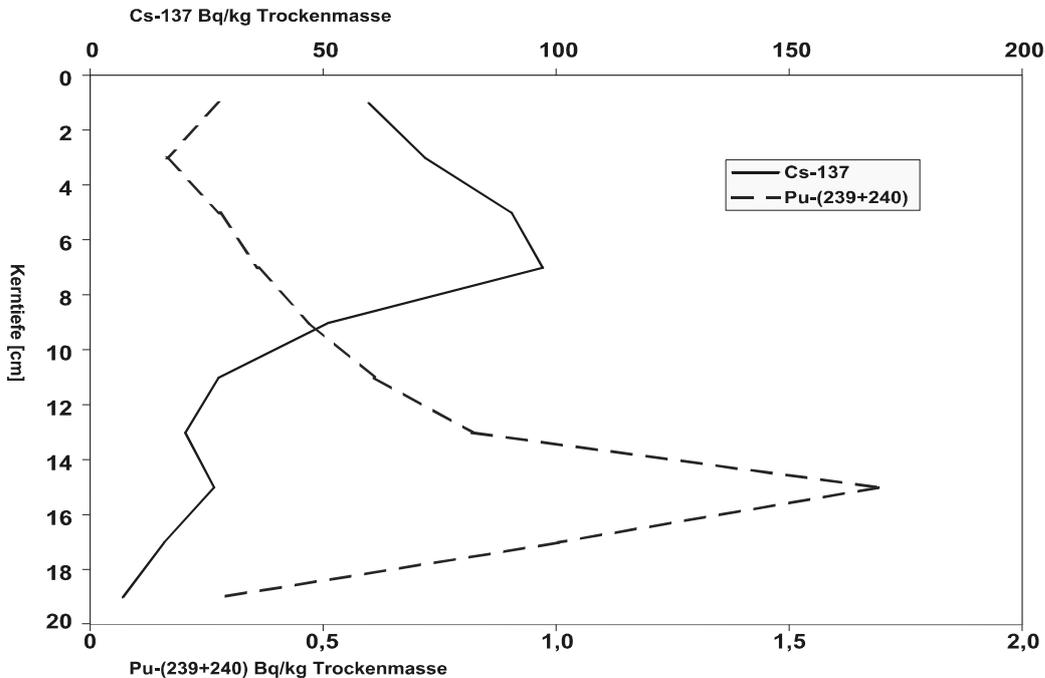


Abbildung 2.2.1-18 Profile der spezifische Aktivitäten von Cs-137 (Bq/kg TM) und Pu-(239+240) (Bq/kg TM) in einem Sedimentkern aus der Kieler Förde im Juni 2007
(Profiles of specific activity of Cs-137 (Bq/kg DW) and Pu-(239+240) (Bq/kg DW) in a sediment core from Kieler Förde in June 2007)

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 2007 berichtet.

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

Einen Überblick über die zu den insgesamt erhaltenen Ergebnissen 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 161 Gewässern - davon 84 Fließgewässer und 77 Seen bzw. Talsperren - mit insgesamt ca. 17.300 Messwerten ausgewertet. Für repräsentative Entnahmestellen wurden Jahresmittelwerte der Aktivitätskonzentrationen bzw. spezifischen Aktivitäten 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, so wurden auch die Werte der Nachweisgrenzen in die Mittelwertbildung einbezogen. Damit stellen diese Mittelwerte obere Grenzen dar, die die tatsächlichen mittleren Aktivitätsgehalte 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 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 2007 erhaltenen Messergebnisse ergibt für den radiologischen Gütezustand der Binnengewässer folgendes Bild:

Oberflächenwasserproben wiesen H-3-Konzentrationen 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 höchstens 23 Bq/l (Mosel). Die mittleren Konzentrationen von Sr-90 und 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. I-131 trat sporadisch auf mit Einzelkonzentrationen bis 0,03 Bq/l. Die Bestimmungen von Alpha-Strahlern ergaben für 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 0,0002 und 0,08 Bq/l. Pu-238 wurde vereinzelt bis 0,0007 Bq/l bestimmt und Pu-(239+240) wurde nicht nachgewiesen.

In **Schwebstoffproben** lagen die mittleren spezifischen Aktivitäten von Cs-137 vorwiegend unter 100 - meist unter 50 Bq/kg TM. Höhere Werte für Cs-137 wurden wiederum von einzelnen Seen berichtet: z. B. Steinhuder Meer (Niedersachsen) mit 295 und Starnberger See (Bayern) mit 188 Bq/kg TM im Jahresmittel. Co-58 und Co-60 konnten in Mosel und Rhein nachgewiesen werden, wobei die Werte unter 5 Bq/kg TM lagen und damit unter der geforderten Nachweisgrenze des RMP. Für I-131 wurden Einzelwerte bis 30 Bq/kg TM gemessen (Mosel).

In **Sedimentproben** betragen die mittleren spezifischen Aktivitäten von Cs-137 meist bis 100 Bq/kg TM. In einzelnen Seen traten auch hier noch höhere mittlere Gehalte an Cs-137 auf: z. B. Schollener See (Sachsen-Anhalt) 258 und Schaalsee (Schleswig-Holstein) 160 Bq/kg TM. Co-58 und Co-60 - in Elbe, Jadebusen, Main und Mosel gemessen - lagen im Mittel deutlich unter der Nachweisgrenze des RMP von 5 Bq/kg TM.

Aus radiologischer Sicht ist der Gütezustand der Binnengewässer in 2007 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 Radionuklidgehalte - wie bei anderen Schadstoffen auch - mit der Korngrößenverteilung (siehe auch Teil A). Zu beachten ist außerdem, dass Radionuklide aus kerntechnischen Anlagen und von 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 μ Sv/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 μ Sv/a. Allein der von dem natürlichen Radionuklid K-40 für einen mittleren Gehalt von 0,4 Bq/l zu erwartende Dosisbeitrag liegt mit ca. 0,87 bzw. 4,2 μ Sv/a deutlich darüber.

Insbesondere Cs-137 war auch 2007 in Sedimenten noch deutlich nachweisbar. Würde ein Sediment mit einem Cs-137-Gehalt von 100 Bq/kg TM 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. 11 µSv/a abgeschätzt werden. Im Vergleich hierzu liegt der Dosisbeitrag der natürlichen Radionuklide K-40, Th nat und U nat bei typischen Gehalten von 500, 40 und 40 Bq/kg TM für diesen Expositionspfad mit insgesamt ca. 28 µSv/a wesentlich höher.

Tabelle 2.2.2-1 Übersicht über die für 2007 insgesamt ausgewerteten Messwerte von Wasser-, Schwebstoff- und Sedimentmessungen nach StrVG und REI mit den jeweiligen maximalen Messwerten und den zugehörigen Gewässern und Bezugszeiten
(*Overview of all measuring results for surface water, suspended matter, and sediment evaluated in 2007, in accordance with the StrVG and REI, along with the respective maximal measured values and the corresponding water sources and reference times*)

Kompartiment	Nuklid	Anzahl der Werte	Maximalwert	Gewässer	Ort / KT-Anlage	Datum / Zeitraum	Überwachungsprogramm
Oberflächenwasser (Bq/l)	Gα-Aktivität	191	0,461	Ems, km 24,64	Terborg	November	StrVG
	Gβ-Aktivität	112	6,4	Salzbach	Endlager Morsleben	Februar	REI
	H-3	1.767	7940	Ems	KKE Emsland, Auslaufbauwerk	IV. Quartal	REI
	Co-60	1.716	0,024	Rhein	KMK Müheim-Kärlich, Auslaufbauwerk	II. Quartal	REI
	Sr-90	318	0,030	Weser, km 204,4	Minden	15.3.	StrVG
	I-131	483	0,072	Weschnitz	KWB Biblis	25.4.	REI
	Cs-137	1.627	0,076	Arendsee	Arendsee	1.8.	StrVG
	Pu-238	129	0,0011	Elbe	GNS Gorleben	I. Halbjahr	REI
	Pu-(239+240)	129	0,00019	Kalter Bach	FS Rossendorf	I. Quartal	REI
	Sonstige	5.605					
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Co-58	67	1,53	Mosel, km 229,87	Palzem	September	StrVG
	Co-60	548	4,95	Mosel, km 229,87	Palzem	Juni	StrVG
	I-131	209	30,3	Mosel, km 196,0	Trier	Oktober	StrVG
	Cs-137	548	470	Steinhuder Meer	Wunstorf	IV. Quartal	StrVG
	Sonstige	2.804					
Sediment (Bq/kg TM)	Gα-Aktivität	4	560	Hirschkanal	FZ Karlsruhe	IV. Quartal	REI
	Gβ-Aktivität	4	1900	Hirschkanal	FZ Karlsruhe	IV. Quartal	REI
	Co-58	94	0,72	Rhein	KKP Philippsburg	II. Quartal	REI
	Co-60	1.107	42	Hauptentwässerungskanal	FZ Jülich	2.5.	REI
	Cs-137	1.107	285	Tegernsee	Gmund	24.9.	StrVG
	Pu-238	6	0,23	Elbe	GNS Gorleben	4.6.	REI
	Pu-(239 + 240)	6	0,21	Elbe	GNS Gorleben	4.6.	REI
	Am-241	23	12,3	Hirschkanal	FZ Karlsruhe	2.4.	REI
	Sonstige	5.810					

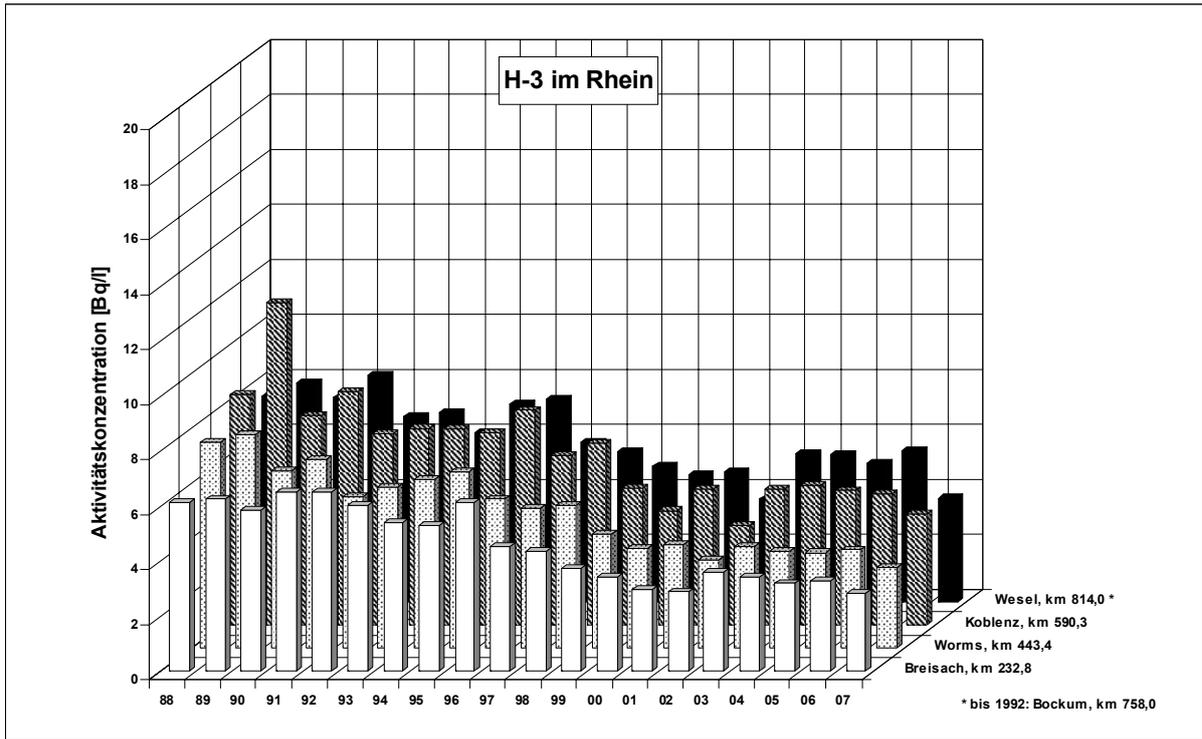


Abbildung 2.2.2-1 Tritiumgehalte (Bq/l) in Oberflächenwasser aus dem Rhein (Jahresmittelwerte)
 (Contents of tritium (Bq/l) in surface water from the Rhine - annual mean values)

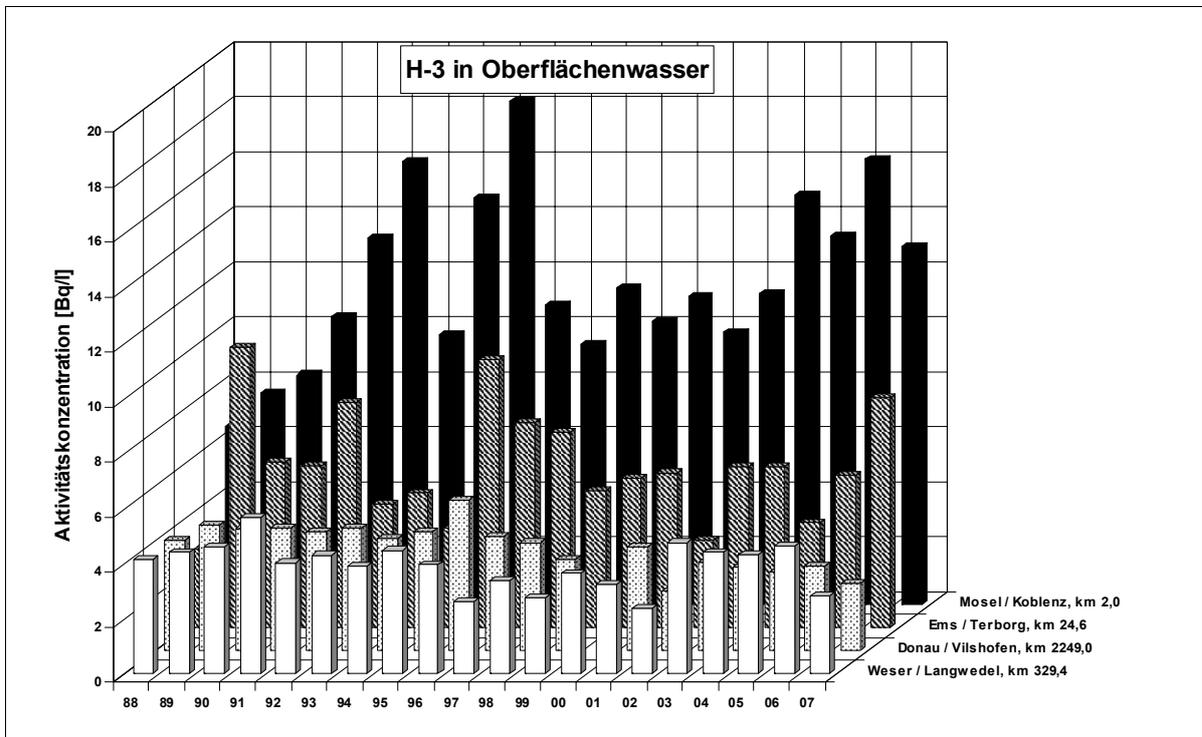


Abbildung 2.2.2-2 Tritiumgehalte (Bq/l) in Oberflächenwasser ausgewählter Binnengewässer
 (Jahresmittelwerte)
 (Contents of tritium (Bq/l) in surface water from selected inland waters - annual mean values)

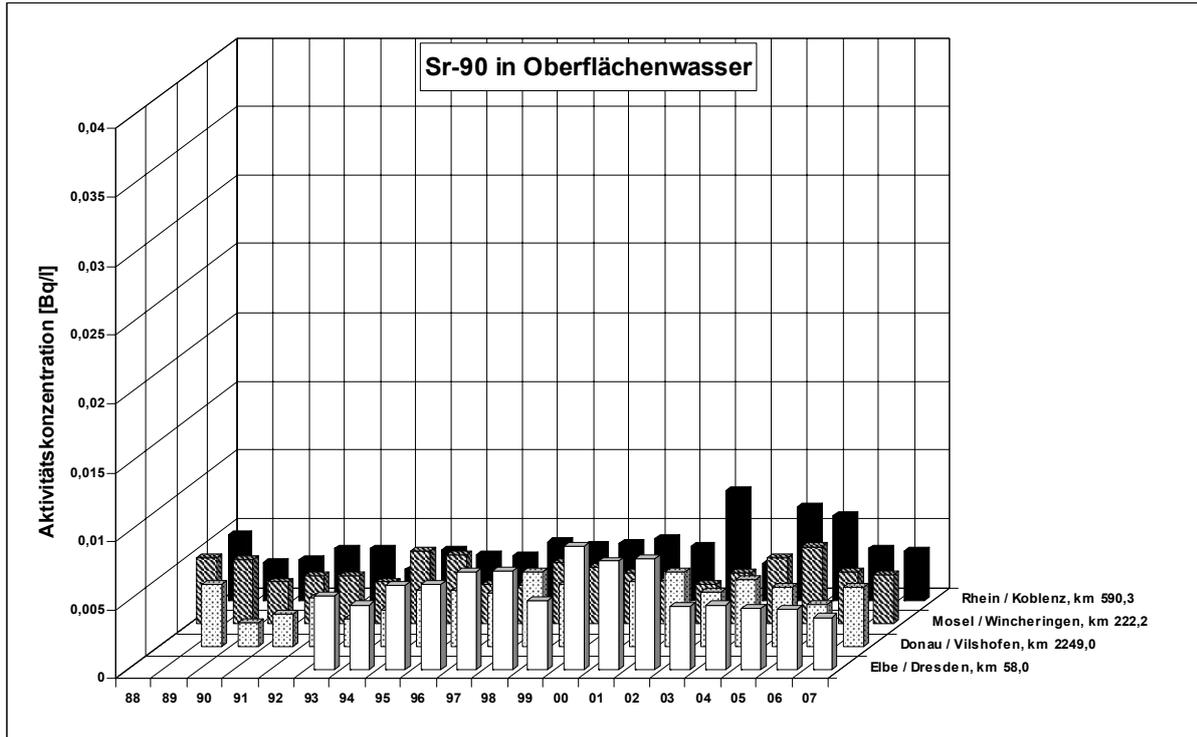


Abbildung 2.2.2-3 Aktivitätskonzentrationen (Bq/l) von Sr-90 in Oberflächenwasser ausgewählter Binnengewässer (Jahresmittelwerte)

(Sr-90 activity concentrations (Bq/l) in surface water from selected inland waters - annual mean values)

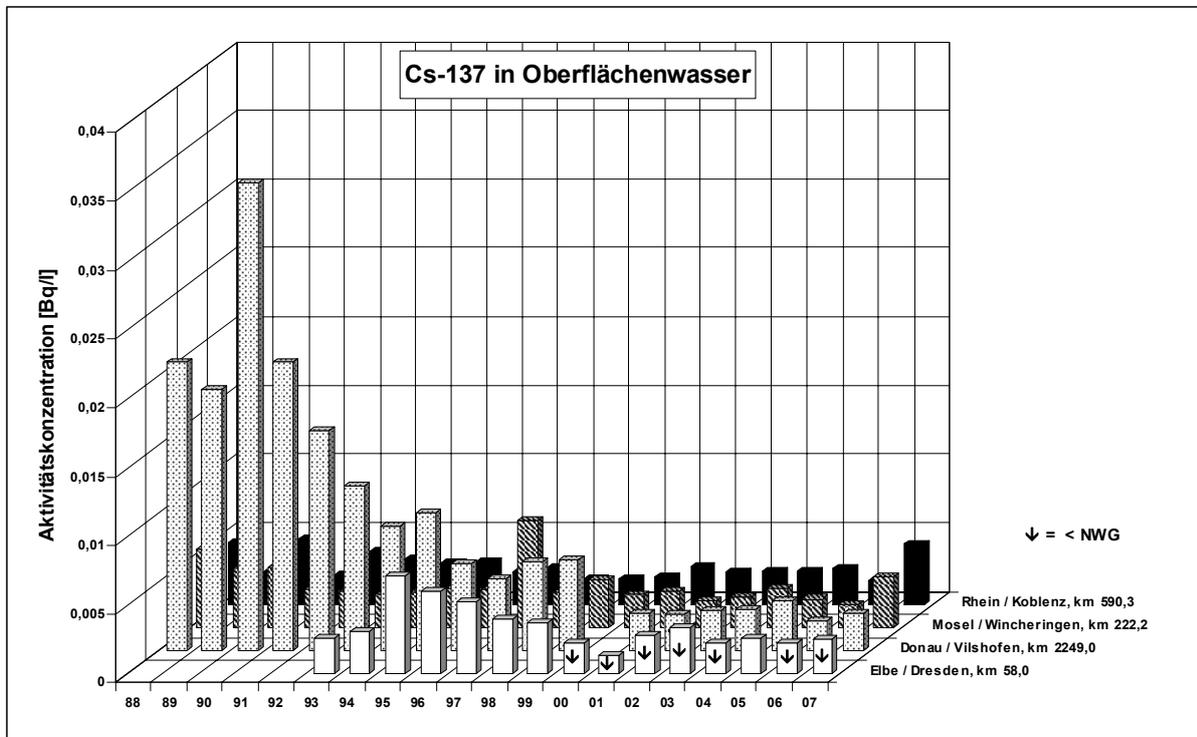


Abbildung 2.2.2-4 Aktivitätskonzentrationen (Bq/l) von Cs-137 in Oberflächenwasser ausgewählter Binnengewässer (Jahresmittelwerte)

(Cs-137 activity concentrations (Bq/l) in surface water from selected inland waters - annual mean values)

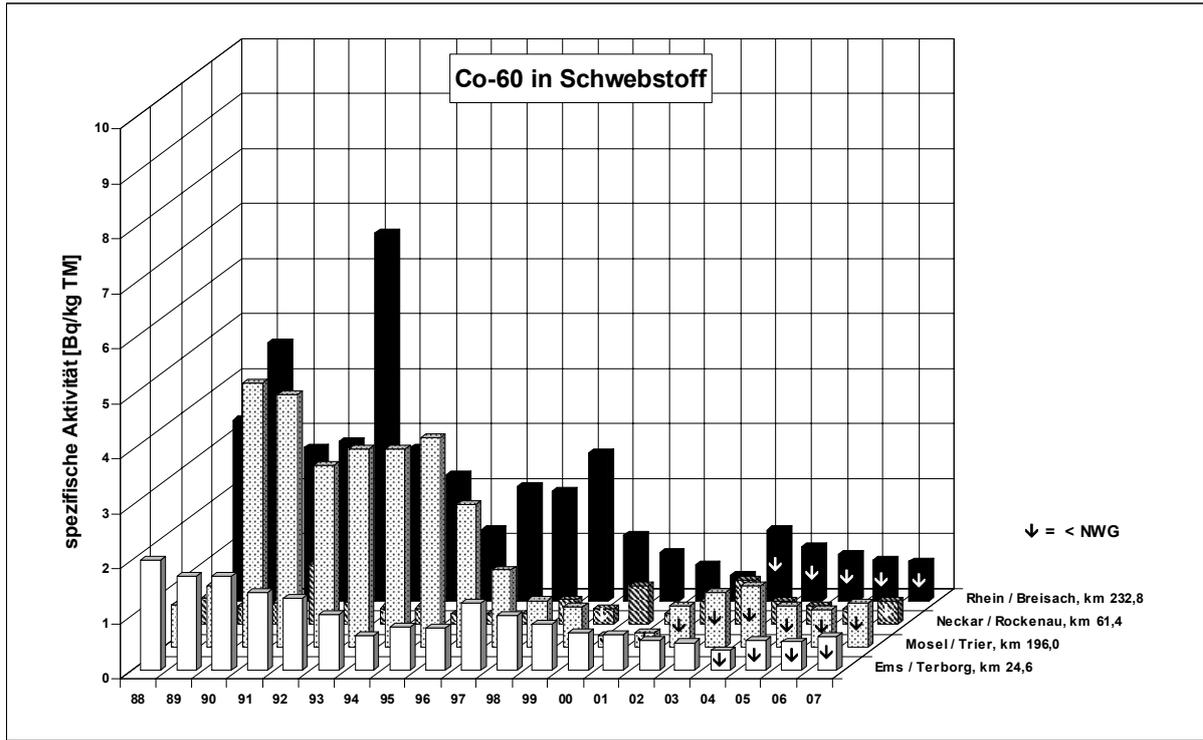


Abbildung 2.2.2-5 Spezifische Aktivitäten (Bq/kg TM) von Co-60 in Schwebstoffproben ausgewählter Binnengewässer (Jahresmittelwerte)
 (Co-60 specific activities for samples of suspended matter in Bq/kg TM from selected inland waters - annual mean values)

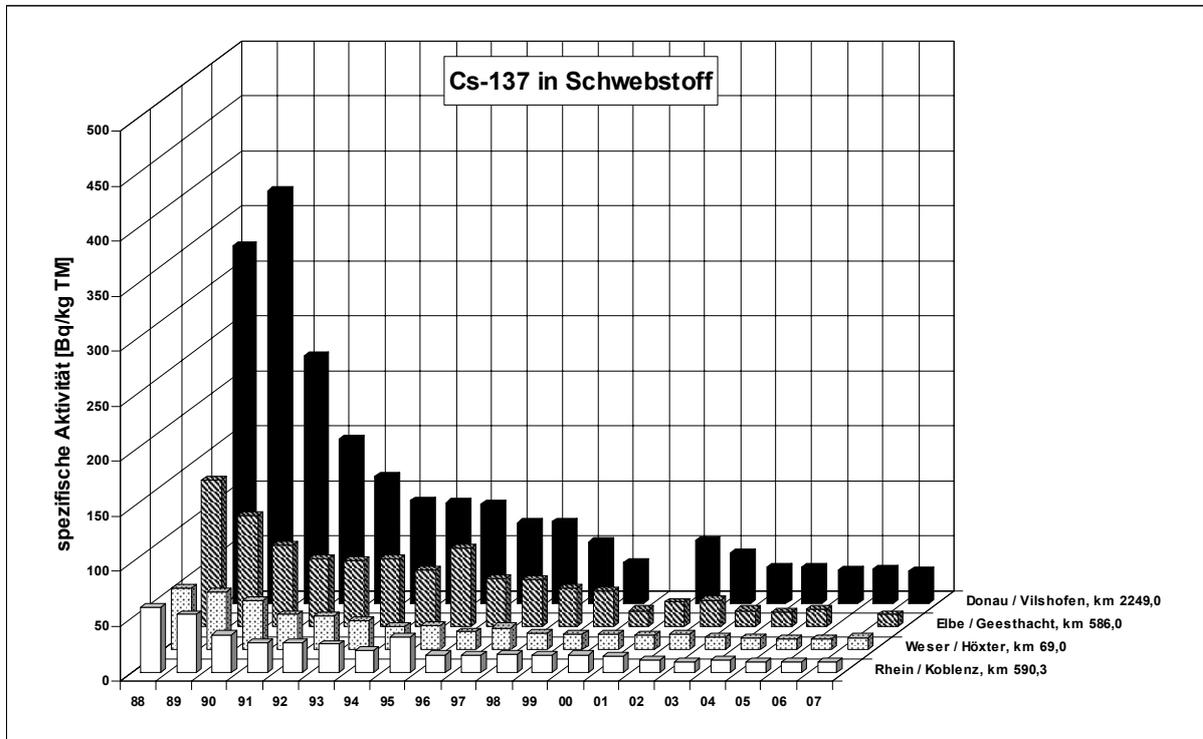


Abbildung 2.2.2-6 Spezifische Aktivitäten (Bq/kg TM) von Cs-137 in Schwebstoffproben ausgewählter Binnengewässer (Jahresmittelwerte)
 (Cs-137 specific activities for samples of suspended matter in Bq/kg TM from selected inland waters - annual mean values)

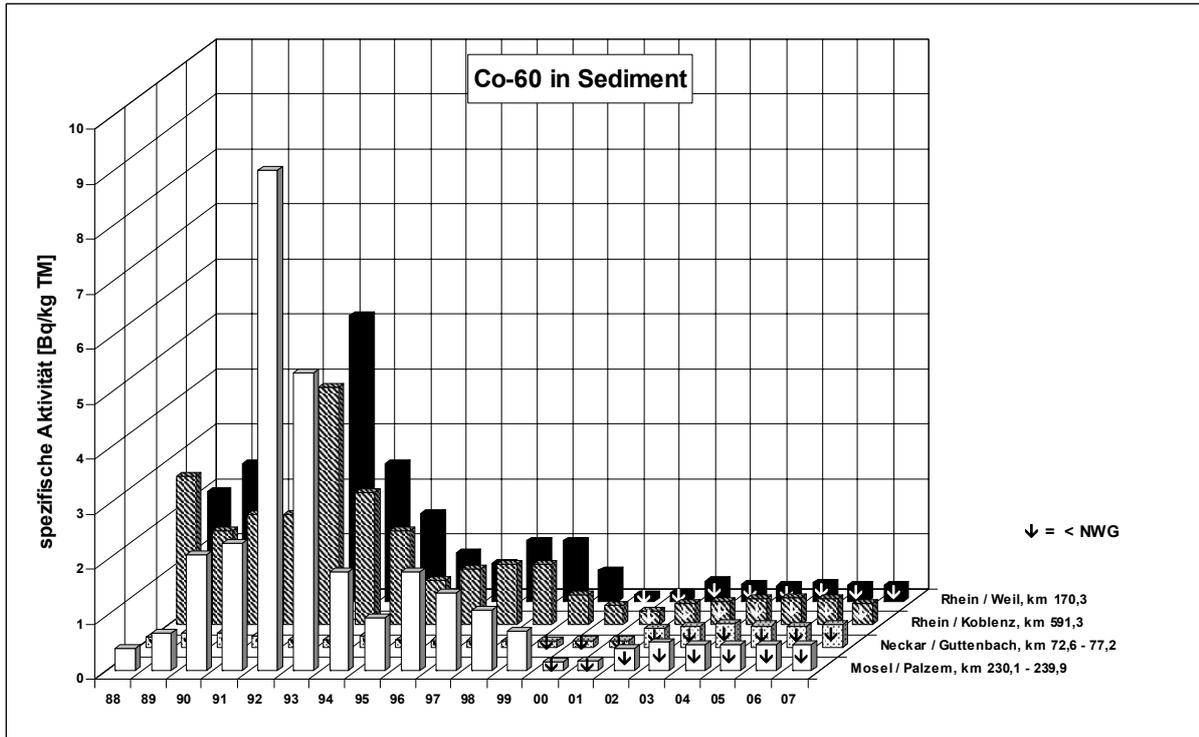


Abbildung 2.2.2-7 Spezifische Aktivitäten (Bq/kg TM) von Co-60 in Sedimentproben ausgewählter Binnengewässer (Jahresmittelwerte)
 (Co-60 specific activities for sediment samples in Bq/kg TM from selected inland waters - annual mean values)

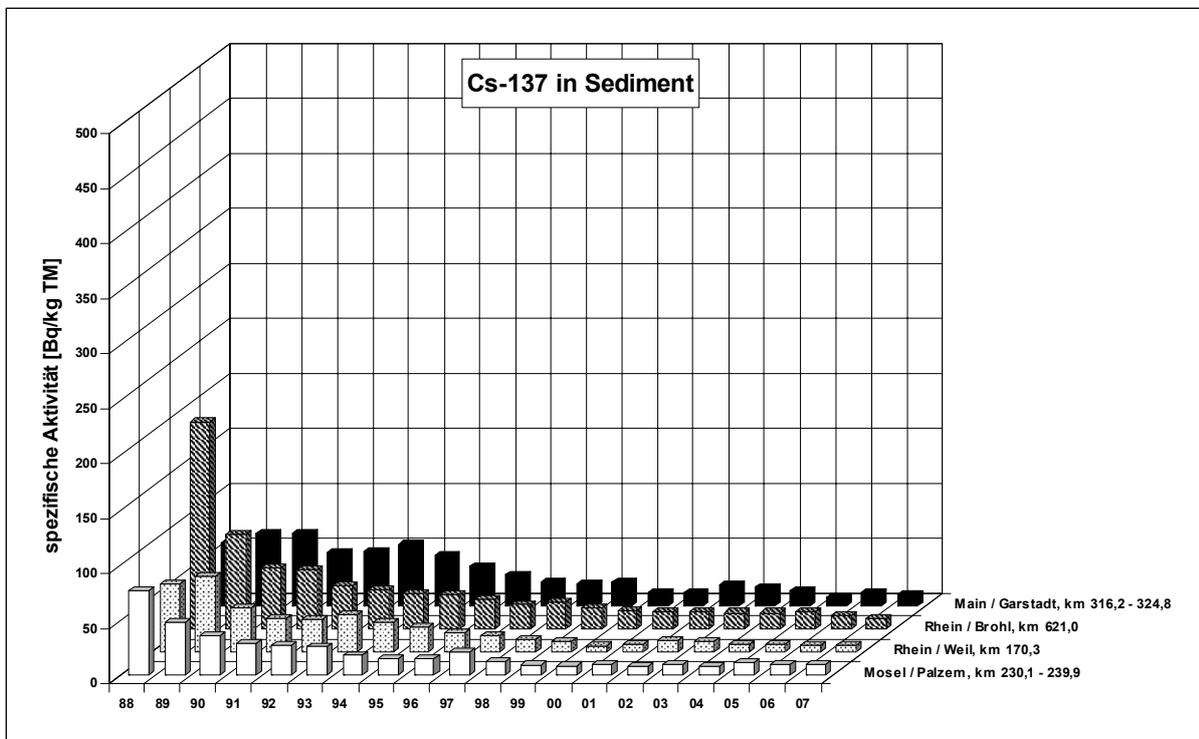


Abbildung 2.2.2-8 Spezifische Aktivitäten (Bq/kg TM) von Cs-137 in Sedimentproben ausgewählter Binnengewässer (Jahresmittelwerte)
 (Cs-137 specific activities for sediment samples in Bq/kg TM (from selected inland waters) annual mean values)

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 2007		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
			N	<NWG	Einzelwerte 2007		Jahresmittelwerte	
					min. Wert	max. Wert	2007	2006
RHEIN								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Weil, km 172,97	5	0	1,39	2,46	1,85	2,05
		Koblenz, km 590,3	12	0	1,76	7,12	4,04	4,74
		Wesel, km 814,0	12	0	2,00	6,03	3,77	5,49
	Sr-90	Weil, km 172,97	2	0	0,0035	0,0050	0,0043	0,0045
		Koblenz, km 590,3	4	0	0,0019	0,0046	0,0036	0,0038
		Wesel, km 814,0	4	0	0,0033	0,0035	0,0034	0,0034
	Cs-137	Weil, km 172,97	3	0	0,0039	0,0048	0,0042	nn
		Koblenz, km 590,3	11	5	<0,0012	0,0068	0,0044	0,0017
		Wesel, km 814,0	12	6	<0,0017	<0,0038	<0,0024	<0,0020
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Co-58	Koblenz, km 590,3	-	-	-	-	-	0,53
	Co-60	Weil, km 172,97	5	5	<0,88	<14	nn	2,54
		Koblenz, km 590,3	12	9	<0,31	<0,75	<0,44	<0,49
	Cs-137	Wesel, km 814,0	12	12	<0,63	<9,35	nn	nn
		Weil, km 172,97	5	1	5,83	<13,8	8,6	11,7
		Koblenz, km 590,3	12	0	8,44	13,1	10,1	9,5
	I-131	Wesel, km 814,0	12	0	7,69	52,0	13,6	12,0
		Koblenz, km 590,3	10	0	3,76	15,0	8,2	9,3
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Weil, km 170,3	10	10	<0,19	<0,41	nn	<0,31
		Worms, km 444,50-446,60	12	12	<0,18	<0,43	nn	nn
		Koblenz, km 591,3	3	3	<0,37	<0,39	nn	nn
		Düsseldorf, km 740,3-748,9	12	12	<0,24	<0,71	nn	<0,47
	Cs-137	Weil, km 170,3	10	0	3,93	8,94	6,12	5,98
		Worms, km 444,50-446,60	12	4	<0,19	10,2	3,4	4,0
		Koblenz, km 591,3	3	0	9,65	11,2	10,6	9,69
		Düsseldorf, km 740,3-748,9	12	0	1,64	14,5	8,0	9,2
NECKAR								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Lauffen, km 125,2	12	0	5,13	53,3	17,2	19,8
		Rockenau, km 61,4	12	0	4,92	24,9	8,9	11,8
	Sr-90	Lauffen, km 125,2	4	0	0,0029	0,0055	0,0043	0,0055
		Rockenau, km 61,4	4	1	<0,0015	0,0055	0,0048	0,0039
	Cs-137	Lauffen, km 125,2	12	9	<0,0011	<0,0047	<0,0028	<0,0031
Rockenau, km 61,4		12	5	<0,0011	0,0059	0,0029	<0,0021	
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Obertürkheim, km 189,5	4	0	8,78	10,4	9,7	8,8
		Rockenau, km 61,4	4	0	4,65	6,48	5,40	5,05
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Lauffen, km 125,2-130,1	11	0	5,38	10,5	7,6	12,0
		Neckarzimmern, km 85,8-86,2	6	0	7,12	9,27	8,42	6,94
		Guttenbach, km 72,0-77,2	13	0	0,63	17,2	7,0	5,80
MAIN								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Wipfeld, km 316,1	9	0	1,20	38,5	10,3	16
		Eddersheim, km 15,3	12	0	1,22	7,86	3,33	4,4
	Sr-90	Wipfeld, km 316,1	2	1	<0,0015	0,0031	<0,0023	0,0038
		Eddersheim, km 15,3	4	0	0,0021	0,0073	0,0039	0,0041
	Cs-137	Wipfeld, km 316,1	8	2	<0,0015	0,0065	0,0035	<0,0030
Eddersheim, km 15,3		12	4	<0,0016	0,0048	0,0032	<0,0019	
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Hallstadt, km 388,3	4	0	19,0	30,1	22,9	22,8
		Garstadt, km 323,7	4	0	11,2	18,4	15,2	16,9
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Hallstadt, km 388,2	4	0	4,26	10,8	7,0	8,1
		Garstadt, km 316,2-324,8	8	0	3,43	20,1	11,5	12,9

GEWÄSSER Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmeort, Flusskilometer	Anzahl 2007		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
			N	<NWG	Einzelwerte 2007		Jahresmittelwerte	
					min. Wert	max. Wert	2007	2006
MOSEL								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Wincheringen, km 222,2	12	0	5,87	44,4	23,2	28,1
		Koblenz, km 2,0	12	0	5,32	20,0	13,0	16,2
	Sr-90	Wincheringen, km 222,2	3	0	0,0027	0,0047	0,0036	0,0038
		Koblenz, km 2,0	4	1	<0,0015	0,0046	0,0041	0,0049
	Cs-137	Wincheringen, km 222,2	11	0	0,0019	0,0066	0,0037	<0,0017
Koblenz, km 2,0		12	1	0,0013	0,0041	0,0023	0,0018	
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Co-58	Perl, km 241,96	3	0	0,79	1,08	0,91	1,22
		Co-60	Perl, km 241,96	12	8	<0,40	1,45	<0,68
	Cs-137	Trier, km 196,3	11	11	<0,29	<1,81	nn	nn
		Perl, km 241,96	12	0	9,60	17,5	12,8	12,8
	I-131	Trier, km 196,3	11	0	9,09	22,9	12,6	12,3
		Perl, km 241,96	10	1	<2,83	15,6	9,6	17,7
		Trier, km 196,3	9	2	<5,44	30,3	14,2	17,9
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Perl, km 239,7-242,0	7	7	<0,42	<0,61	nn	nn
		Trier, km 184,1-196,1	8	8	<0,26	<0,74	nn	nn
		Koblenz/Güls km 4,05	3	3	<0,36	<0,61	nn	nn
	Cs-137	Perl, km 239,7-242,0	7	0	9,70	18,8	14,1	14,0
		Trier, km 184,1-196,1	8	0	6,60	12,0	10,1	11,0
		Koblenz/Güls, km 4,05	3	0	10,3	13,6	12,0	11,1
SAAR								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Kanzem, km 5,0	11	0	0,83	1,43	1,16	1,29
	Sr-90		3	0	0,0016	0,0037	0,0025	0,0030
		Cs-137		11	5	<0,0017	0,0039	0,0030
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Kanzem, km 5,0	11	0	13,0	20,4	15,7	15,3
	I-131		-	-	-	-	-	< 13,2
DONAU								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Ulm-Wiblingen 2590,8	4	4	<8,0	<8,0	nn	nn
		Regensburg, km 2381,3	12	0	1,13	2,47	1,51	1,79
		Vilshofen, km 2249,0	12	0	1,85	3,15	2,46	3,06
	Sr-90	Regensburg, km 2381,3	4	0	0,0031	0,0047	0,0037	0,0047
		Vilshofen, km 2249,0	4	1	<0,0015	0,0049	0,0043	0,0031
	Cs-137	Ulm-Wiblingen 2590,8	4	4	<0,0043	<0,0094	nn	nn
Regensburg, km 2381,3		12	4	<0,0011	0,0067	0,0036	<0,0022	
Vilshofen, km 2249,0		12	5	0,0015	<0,0046	0,0027	0,0022	
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Ulm-Wiblingen 2590,8	4	0	101	143	119	134
		Regensburg, km 2381,3	4	0	37,3	53,7	44,7	44,6
		Vilshofen, km 2249,0	12	0	20,1	34,5	30,1	32,2
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Ulm-Wiblingen 2590,8	4	0	89,5	114	103	64,5
		Regensburg, km 2379,1-2381,4	4	0	14,6	99,2	52,5	27,3
		Straubing, km 2326,7	4	0	45,4	51,3	47,8	40,8
		Grünau, km 2205,5	2	0	14,9	18,0	16,5	18,3
ISAR								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Pullach, km 162,0	4	4	<5,2	<5,2	nn	nn
		Platting, km 9,1	4	4	<5,2	<5,2	nn	<6,0
	Cs-137	Pullach, km 162,0	4	4	<0,0050	<0,0093	nn	nn
		Platting, km 9,1	4	4	<0,0041	<0,0062	nn	nn
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Pullach, km 162,0	4	0	11,4	31,2	23,7	20,4
		Platting, km 9,1	4	0	37,1	63,1	49,6	48,3
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Pullach, km 162,0	5	0	22,0	32,0	27,0	33,3
		Platting, km 9,1	4	0	4,04	23,8	14,0	5,03

GEWÄSSER Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmeort, Flusskilometer	Anzahl 2007		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
			N	<NWG	Einzelwerte 2007		Jahresmittelwerte	
					min. Wert	max. Wert	2007	2006
EMS								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Geeste, km 106,3	7	0	1,77	35,7	12,9	5,9
		Terborg, km 24,64	10	0	1,71	15,4	8,3	5,5
	Co-60	Terborg, km 24,64	9	8	<0,0010	<0,0031	<0,0016	<0,0015
		Sr-90	Geeste, km 106,3	1	0	0,0070	0,0070	0,0070
	Cs-137	Terborg, km 24,64	3	0	0,0031	0,0060	0,0048	0,0049
		Geeste, km 106,3	7	4	<0,0015	0,0101	<0,0034	<0,0023
		Terborg, km 24,64	9	0	0,0020	0,039	0,011	0,0056
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Co-60	Geeste, km 106,3	-	-	-	-	-	nn
		Terborg, km 24,64	4	4	<0,22	<0,51	nn	<0,51
	Cs-137	Geeste, km 106,3	3	0	19,9	23,3	21,6	12,5
		Terborg, km 24,64	4	0	2,80	3,91	3,21	4,54
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Herbrum, km 212,75	2	0	5,11	6,16	5,64	-
WESER / UNTERWESER / JADEBUSEN								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Rinteln, km 163,2	12	0	2,03	8,95	5,02	7,8
		Langwedel, km 329,4	12	0	1,36	4,41	2,84	4,62
		Blexen, km 430,00	10	0	2,30	6,88	3,72	5,74
	Sr-90	Rinteln, km 163,2	4	0	0,0013	0,0043	0,0026	0,0049
		Langwedel, km 329,4	4	0	0,0029	0,0138	0,0063	0,0025
		Blexen, km 430,0	3	0	0,0016	0,0029	0,0024	0,0043
	Cs-137	Rinteln, km 163,2	12	3	0,0018	0,0062	0,0038	0,0029
		Langwedel, km 329,4	11	5	<0,0014	0,0045	0,0035	0,0024
		Blexen, km 430,0	10	3	<0,0019	0,0077	0,0049	0,0050
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Rinteln, km 163,2	4	0	8,91	11,2	9,9	10,2
		Langwedel, km 329,4	12	0	3,83	14,4	9,9	12,4
		Wilhelmshaven/Jadebusen	-	-	-	-	-	4,28
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Wilhelmshaven/Vorhafen	3	2	<0,25	<0,79	<0,57	0,93
	Cs-137	Minden, km 204,40	3	0	5,13	24,7	12,9	31,0
		Bremen, km 373,97	2	0	8,10	8,96	8,53	11,7
		Wilhelmshaven/Vorhafen	3	0	1,41	5,93	3,91	5,37
ELBE								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Dresden, km 58,0	12	0	2,17	5,59	4,03	4,15
		Tangermünde, km 389,10	12	0	1,79	3,83	2,70	3,08
		Geesthacht, km 586,0	-	-	-	-	-	3,18
		HH (Bunthaus), km 609,8	4	0	1,72	2,88	2,51	2,51
	Sr-90	Cuxhaven, km 724,5	8	0	2,93	4,24	3,56	4,09
		Dresden, km 58,0	4	0	0,0033	0,0044	0,0038	0,0044
		Tangermünde, km 389,10	3	0	0,0018	0,0050	0,0035	0,0054
		HH (Bunthaus), km 609,8	4	0	0,0031	0,0038	0,0034	0,0035
	Cs-137	Cuxhaven, km 724,5	2	0	0,0039	0,0040	0,0040	0,0096
		Dresden, km 58,0	12	8	<0,0017	0,0048	<0,0025	<0,0022
		Tangermünde, km 389,10	11	4	<0,0026	0,0074	0,0053	<0,0045
		Geesthacht, km 586,0	-	-	-	-	-	<0,0061
		HH (Bunthaus), km 609,8	4	2	<0,0019	0,0029	<0,0023	0,0042
		Cuxhaven, km 724,5	8	6	0,0028	<0,0036	<0,0032	<0,0035
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Dresden, km 58,0	12	0	18,5	29,2	22,5	21,4
		Geesthacht, km 586,0	3	0	9,37	14,0	11,0	-
		HH (Bunthaus), km 609,8	4	0	10,1	20,6	14,3	16,0
		Cuxhaven, km 726,3	2	1	0,23	<0,51	<0,37	0,23
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Dresden, km 58,0	5	0	21,1	27,1	24,5	18,9
		Arneburg, km 403,5	4	0	12,1	41,1	21,7	34,8
		HH (Bunthaus), km 609,8	4	0	21,7	32,5	25,7	24,3
		Cuxhaven, km 726,3	4	0	2,07	5,04	3,50	-

GEWÄSSER Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmeort, Flusskilometer	Anzahl 2007		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
			N	<NWG	Einzelwerte 2007		Jahresmittelwerte	
					min. Wert	max. Wert	2007	2006
ODER								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Eisenhüttenstadt, km 553,20	10	0	0,86	1,32	1,10	1,28
		Schwedt, km 690,55	12	0	0,91	1,15	1,02	1,14
	Sr-90	Eisenhüttenstadt, km 553,20	3	0	0,0047	0,0057	0,0053	0,0040
		Schwedt, km 690,55	4	0	0,0037	0,0134	0,0070	0,0048
	Cs-137	Eisenhüttenstadt, km 553,20	9	2	0,0018	0,0067	0,0036	<0,0023
Schwedt, km 690,55		12	2	<0,0014	0,0107	0,0045	<0,0023	
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Eisenhüttenstadt, km 553,20	4	0	19,2	24,8	20,9	18,9
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Hohensaaten, km 667,5	3	0	16,8	90,6	42,0	20,3
SPREE								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Berlin-Sophienwerder, km 0,60	4	4	<2,18	<2,32	nn	nn
		Berlin-Schöneweide, km 27,2	12	0	0,69	1,64	0,94	1,11
	Sr-90	Berlin-Schöneweide, km 27,2	4	0	0,0025	0,0041	0,0033	0,0046
		Berlin-Sophienwerder, km 0,60	4	1	0,0008	0,0020	0,0014	0,0017
	Cs-137	Berlin-Schöneweide, km 27,2	12	6	<0,0012	0,0083	<0,0032	<0,0020
Cs-137		Berlin-Schöneweide, km 27,2	10	0	2,23	30,1	19,5	29,8
	Schwebstoffe (Bq/kg TM)	Berlin, km 9,20 (Einmündung Landwehrkanal)	4	0	2,15	6,86	4,23	7,7
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Berlin-Schöneweide, km 27,2	-	-	-	-	-	-
		Berlin, km 9,20 (Einmündung Landwehrkanal)	4	0	10,4	30,2	23,3	22,7
HAVEL								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Zehdenick, km 15,1	12	0	0,78	1,27	1,01	1,17
	Sr-90	Zehdenick, km 15,1	4	0	0,0035	0,0042	0,0038	0,0042
			Cs-137	12	1	<0,0015	0,0086	0,0059
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Zehdenick, km 15,1	4	0	46,8	62,4	55,1	61,8
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Zehdenick, km 15,1	4	0	29,0	37,7	33,4	32,2
SAALE								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Halle/Planena, km 104,5	8	0	0,92	1,38	1,13	1,27
		Camburg, km 187,0	4	4	<3,4	<3,9	nn	nn
	Sr-90	Halle/Planena, km 104,5	3	0	0,0030	0,0036	0,0032	0,0034
		Camburg, km 187,0	4	0	0,0041	0,0058	0,0052	0,0056
	Cs-137	Halle/Planena, km 104,5	6	5	<0,0011	<0,0030	<0,0019	<0,0021
Camburg, km 187,0		4	4	<0,019	<0,021	nn	nn	
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Halle/Planena, km 104,5	4	0	10,7	12,1	11,3	10,8
		Camburg, km 187,0	4	0	18,0	36,4	31,5	29,4
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Halle/Planena, km 105,5	3	0	9,64	10,9	10,2	12,3
		Dorndorf-Steudnitz, km 192,0	4	0	14,8	20,4	18,5	17,2
PEENE								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Anklam, km 96,1	12	0	0,86	1,23	0,97	1,12
	Sr-90	Anklam, km 96,1	4	0	0,0017	0,0096	0,0049	0,0029
			Cs-137	12	4	<0,0018	0,0093	0,0037
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Anklam, km 96,1	4	0	17,6	52,8	32,5	30,6
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Anklam, km 96,1	4	0	25,2	41,2	31,8	27,9
TRAVE / UNTERTRAVE								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Travemünde, km 26,9	10	0	1,16	1,59	1,40	1,49
	Sr-90	Travemünde, km 26,9	3	0	0,0038	0,0041	0,0040	0,0062
			Cs-137	10	2	<0,0022	0,0178	0,0098

GEWÄSSER Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmeort, Flusskilometer	Anzahl 2007		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
					Einzelwerte 2007		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	min. Wert	max. Wert	2007	2006
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Travemünde, km 26,9	2	0	40,2	44,3	42,3	23,3
NORD-OSTSEE-KANAL								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Kiel-Holtenau, Einmündung Nord-Ostsee-Kanal	12	0	1,27	1,78	1,46	1,50
	Sr-90		4	0	0,0017	0,0061	0,0039	0,0036
	Cs-137		12	1	<0,004	0,0277	0,014	0,0084
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Kiel-Holtenau, Einmündung Nord-Ostsee-Kanal	4	0	27,8	58,1	38,6	32,2

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 2007		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
					Einzelwerte 2007		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	min. Wert	max. Wert	2007	2006
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	<0,0034	<0,0069	nn	nn
		Nonnenhorn	4	4	<0,0063	<0,0077	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Nonnenhorn	4	1	<0,83	4,00	3,17	4,48
BAYERN / Chiemsee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Seeon-Seebruck	4	4	<5,2	<5,2	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,0031	0,0067	0,0048	0,0060
	Cs-137		4	4	<0,0059	<0,0106	nn	nn
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Seeon-Seebruck	4	0	35,1	64,7	50,3	47,5
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Seeon-Seebruck	3	0	6,26	22,4	14,8	14,7
Starnberger See								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Starnberg	4	4	<5,2	<5,2	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,078	0,0127	0,0094	0,0124
	Cs-137		4	4	<0,0042	<0,0098	nn	nn
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Starnberg	4	0	145	260	188	226
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Starnberg	4	0	79,6	103	94	19,3
BERLIN / Müggelsee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	PE-Stelle 41035	4	4	<2,18	<2,36	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,0027	0,0034	0,0031	0,0036
	Cs-137		4	1	<0,0017	0,0031	0,0023	0,0018
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	PE-Stelle 41035	4	0	0,98	2,51	1,61	2,01
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	PE-Stelle 41035	4	0	40,9	51,5	45,7	24,5
Stößensee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Siemenswerder	4	4	<2,18	<2,36	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,0030	0,0035	0,0033	0,0037
	Cs-137		4	4	<0,0014	<0,0023	nn	0,0028

LAND / Gewässer Kompartiment	Nuklid	Proben- entnahmeort	Anzahl 2007		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
			N	<NWG	Einzelwerte 2007		Jahresmittelwerte	
					min. Wert	max. Wert	2007	2006
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Siemenswerder	4	0	1,86	12,0	4,9	6,0
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Siemenswerder	4	0	74,2	150	111	93
BRANDENBURG / Stechlinsee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Neuglobsow	4	4	<5,51	<6,38	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,013	0,020	0,016	0,017
	Cs-137		4	0	0,006	0,009	0,008	0,0070
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Neuglobsow	4	0	7,50	13,0	10,5	9,1
Neuendorfer See								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Alt-Schadow	4	4	<7,4	<8,4	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,004	0,005	0,005	0,0045
	Cs-137		4	4	<0,0059	0,021	nn	<0,005
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Alt-Schadow	3	0	20	25	23	24,3
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Alt-Schadow	4	0	0,69	1,0	0,9	0,9
HESSEN / Marbach-Talsperre								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Erbach	4	4	<5,44	<7,00	nn	nn
	Sr-90		4	2	<0,009	0,014	<0,011	nn
	Cs-137		4	4	<0,004	<0,006	nn	nn
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Erbach	4	0	15,9	20,8	18,3	19,3
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Erbach	4	0	8,63	15,2	11,7	15,9
MECKLENBURG-VORPOMMERN / Borgwallsee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Lüssow	4	4	<4,28	<4,85	nn	nn
	Cs-137		4	2	0,0022	<0,0074	<0,0047	<0,0054
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Lüssow	3	0	4,11	19,6	9,3	5,15
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Lüssow	4	0	2,39	15,0	8,1	5,08
Schweriner See								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Schwerin	4	4	<4,44	<4,73	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,0022	0,0054	0,0041	0,0050
	Cs-137		4	1	0,0043	0,0064	0,0053	0,0073
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Schwerin	4	0	46,0	120	78	72,6
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Schwerin	4	0	44,6	64,8	54,2	61,7
NIEDERSACHSEN / Sösetalsperre								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Osterode am Harz	4	2	1,2	<1,6	<1,5	1,2
	Sr-90		4	0	0,0014	0,0028	0,0022	0,0023
	Cs-137		4	4	<0,0008	<0,0012	nn	nn
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Osterode am Harz	4	0	24	59	42	46
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Osterode am Harz	4	0	44	61	52	50
Steinhuder Meer								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Wunstorf	4	0	1,1	1,6	1,4	<1,6
	Cs-137		4	0	0,0062	0,011	0,008	0,006
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Wunstorf	3	0	220	470	295	320

LAND / Gewässer Kompartiment	Nuklid	Proben- entnahmeort	Anzahl 2007		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
			N	<NWG	Einzelwerte 2007		Jahresmittelwerte	
					min. Wert	max. Wert	2007	2006
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Wunstorf	4	0	70	220	183	168
NORDRHEIN-WESTFALEN / Möhne-Stausee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Möhnesee	4	1	<3,00	5,66	4,80	nn
	Sr-90		1	0	0,025	0,025	0,025	0,0031
	Cs-137		4	4	<0,0023	<0,0037	nn	nn
Dreilägerbach-Talsperre								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Roetgen	4	4	<10	<10	nn	nn
	Cs-137		4	4	<0,0017	<0,0042	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Roetgen	4	0	5,2	6,6	5,7	7,1
RHEINLAND-PFALZ / Laacher See								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Maria Laach	4	4	<1,8	<3,1	nn	<2,7
	Cs-137		4	0	0,031	0,033	0,032	0,033
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Maria Laach	4	0	85	130	107	103
SACHSEN / Talsperre Pöhl								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Thoßfell	4	4	<3,0	<5,3	nn	nn
	Cs-137		4	4	<0,0055	<0,0067	nn	nn
Schwefstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Thoßfell	4	0	55,3	59,2	56,4	-
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Thoßfell	4	0	11,9	34,8	22,1	34,3
SACHSEN-ANHALT / Arendsee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Arendsee	3	3	<5,0	<5,0	nn	nn
	Cs-137		4	0	0,055	0,076	0,067	0,073
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Arendsee	4	0	4,64	36,2	15,8	27,6
Schollener See								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Schollene	4	4	<5,0	<5,0	nn	nn
	Cs-137		4	1	<0,0105	0,0314	0,0240	0,0298
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Schollene	4	0	245	266	258	232
SCHLESWIG-HOLSTEIN / Schaalsee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Seedorf	4	4	<10	<10	nn	nn
	Sr-90		4	3	<0,010	0,010	<0,010	0,012
	Cs-137		4	4	<0,006	<0,013	nn	0,009
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Seedorf	4	0	149	175	160	178
Wittensee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Gr. Wittensee	4	4	<10	<10	nn	nn
	Cs-137		4	4	<0,006	<0,042	nn	<0,009
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Gr. Wittensee	4	0	15,8	23,8	18,4	12,5
THÜRINGEN / Talsperre Schmalwasser								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Tambach- Dietharz	-	-	-	-	-	nn
	Cs-137		-	-	-	-	-	nn
Talsperre Deesbach								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Deesbach	3	3	<3,5	<4,0	nn	
	Cs-137		3	3	<0,018	<0,019	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*)

Dieses Kapitel enthält die Auswertung der Ergebnisse der Immissionsüberwachung des aquatischen Nahbereichs kerntechnischer Anlagen gemäß der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) aus dem Jahr 2007. In die Auswertung wurden insgesamt ca. 7.100 Einzelwerte von Messungen an Wasser- und Sedimentproben einbezogen; sie erfolgte wie im vorigen Kapitel beschrieben. Die Auswertungen für repräsentative Entnahmestellen sind in Tabelle 2.2.3-1 aufgeführt.

Die Auswirkungen kerntechnischer Anlagen waren in Oberflächenwasserproben aus dem Nahbereich der jeweiligen Standorte in Einzelfällen nachweisbar. Erhöhte Tritium-Konzentrationen (H-3) wurden in Proben gemessen, die direkt an Auslaufbauwerken genommen wurden: Die Werte betragen hier im Mittel bis zu 4.700 Bq/l in der 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 Aktivitätskonzentrationen 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. Dies gilt insbesondere für Sr-90 und Cs-137 als Folge des Kernwaffen-Fallouts und des Reaktorunfalls in Tschernobyl, sowie auch für I-131, das auf nuklearmedizinische Anwendungen zurückgeführt wurde. Einzelne Bestimmungen von Pu-238 und Pu-(239+240) ließen wegen der niedrigen Werte von unter ca. 0,001 Bq/l signifikante Auswirkungen der jeweiligen Anlagen im Vorfluter nicht erkennen. Andere Transurane wurden in Oberflächenwasser nicht nachgewiesen.

In Sedimentproben – und vereinzelt Schwebstoffproben - aus dem Nahbereich kerntechnischer Anlagen lagen die mittleren spezifischen Aktivitäten der anlagentypischen 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 24 Bq/kg TM in der Weser (KKW Würgassen) und 35 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 mittlere Werte der Gesamt-Alpha-Aktivität ($G\alpha$) mit 478 und für Am-241 mit 5,6 Bq/kg TM im Mittel gemessen. Pu-238 und Pu-(239+240) lagen bei wenigen durchgeführten Bestimmungen unter 0,3 Bq/kg TM. Auch in Sedimenten wurden andere Transurane 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-Konzentrationen traten z. B. als Folge von Ableitungen aus dem französischen KKW Cattenom in Proben aus der Mosel auf mit Jahresmittelwerten bis ca. 29 Bq/l. Unter der Annahme, dass Oberflächenwasser dieses Flussabschnittes unaufbereitet als Trinkwasser genutzt würde, ergibt sich auf dem „Trinkwasser-Pfad“ für Erwachsene (> 17 a; 700 l/a Konsum) von H-3 eine effektive Dosis zu ca. 0,4 μ Sv/a. Für Kleinkinder (\leq 1 a; 340 l/a Konsum) beträgt der entsprechende Wert 0,6 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 24 Bq/kg TM konnten an Sedimentproben aus der Weser (KKW Würgassen) gemessen werden. Für den Fall, dass derartige 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. 7,5 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 2007		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
			N	<NWG	Einzelwerte 2007		Jahresmittelwerte	
					min. Wert	max. Wert	2007	2006
RHEIN / KKW Beznau und KKW Leibstadt (Schweiz)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Aare-Einmündung	4	4	<8,0	<8,0	nn	nn
		vor KKW Leibstadt	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	<0,0054	<0,0089	nn	nn
		vor KKW Leibstadt	4	4	<0,0185	<0,0255	nn	nn
		nach KKW Leibstadt	4	4	<0,0153	<0,0333	nn	nn
	Cs-137	vor Aare-Einmündung	4	4	<0,0055	<0,0078	nn	nn
		vor KKW Leibstadt	4	4	<0,0184	<0,0263	nn	nn
nach KKW Leibstadt		4	4	<0,0156	<0,0344	nn	nn	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Aare-Einmündung	3	3	<0,249	<0,457	nn	nn
		vor KKW Leibstadt	3	3	<0,338	<0,524	nn	<0,379
		nach KKW Leibstadt	3	2	0,239	<0,697	<0,482	nn
	Cs-137	vor Aare-Einmündung	3	0	3,98	4,21	4,11	4,98
		vor KKW Leibstadt	3	0	4,09	6,79	5,42	6,14
		nach KKW Leibstadt	3	0	3,60	6,44	4,77	4,06
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	<0,0159	<0,0305	nn	nn
		Neuf Brisach	12	12	<0,0103	<0,0348	nn	nn
	Cs-137	Weil	12	12	<0,0125	<0,0235	nn	nn
		Neuf Brisach	12	12	<0,0105	<0,0305	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Neuenburg/Grissheim km 206,5	3	3	<0,328	<0,414	nn	nn
		Breisach, km 232,0	3	3	<0,440	<0,656	nn	<0,35
	Cs-137	Neuenburg/Grissheim km 206,5	3	0	1,23	3,36	2,11	2,86
		Breisach, km 232,0	3	0	3,04	4,78	3,88	3,86
RHEIN / HIRSCHKANAL / Forschungszentrum Karlsruhe								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	Gα	Hirschkanal	52	34	0,010	<0,046	<0,029	0,020
	Gβ	Hirschkanal	52	8	0,051	0,167	0,089	0,076
	H-3	Hirschkanal	62	35	2,13	<8,0	<4,0	<5,6
	Co-60	Hirschkanal	4	4	<0,0088	<0,0202	nn	nn
	Cs-137	Hirschkanal	4	4	<0,0093	<0,0167	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Gα	Hirschkanal	4	0	359	560	478	520
	Gβ	Hirschkanal	4	0	1420	1900	1750	1250
	Co-60	Hirschkanal	8	8	<0,305	<3,27	nn	<1,89
	Cs-137	Hirschkanal	8	0	21,6	192	123	230
	Am-241	Hirschkanal	7	1	0,891	12,3	5,6	19,3
RHEIN / KKP Philippsburg								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	14	10	3,2	<8,0	<6,8	<7,1
		Auslaufbauwerke I u. II	28	9	4,4	134	23	32
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	7	7	<0,0016	<0,032	nn	nn
		Auslaufbauwerke I u. II	14	14	<0,0016	<0,033	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	7	7	<0,0014	<0,032	nn	nn
Auslaufbauwerke I u. II	14	14	<0,0012	<0,033	nn	nn		
Sediment (Bq/kg TM)	Co-58	vor Auslaufbauwerk	-	-	-	-	-	<0,58
		Auslaufbauwerk	1	0	0,716	0,716	0,716	0,97
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	3	3	<0,546	<0,819	nn	<0,64
		Auslaufbauwerk	3	0	0,819	2,47	1,43	1,99
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	0	12,0	15,3	13,2	12,2
Auslaufbauwerk	3	0	9,99	13,3	11,6	11,2		
RHEIN / KWB Biblis								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	2	4,40	<9,46	6,31	<9,1
		Auslaufbauwerke A u. B	16	0	10,5	340	113	54
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,020	<0,033	nn	nn
		Auslaufbauwerke A u. B	16	16	<0,022	<0,036	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,018	<0,033	nn	nn
Auslaufbauwerke A u. B	16	16	<0,022	<0,038	nn	nn		

GEWÄSSER/ KT-Anlage Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmestelle	Anzahl 2007		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
					Einzelwerte 2007		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	min. Wert	max. Wert	2007	2006
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	2	2	<0,46	<0,56	nn	
		nach Auslaufbauwerk	3	2	<0,35	<0,66	<0,46	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	2	0	9,80	10,3	10,1	
		nach Auslaufbauwerk	3	0	17,0	39,0	24,7	30
RHEIN / KMK Mühlheim-Kärlich (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	4	<5,8	9,9	<6,9	<7,9
		Auslaufbauwerk	8	4	3,2	7,5	<5,7	<8,2
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,012	<0,024	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	7	<0,012	0,024	<0,017	<0,018
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,011	<0,020	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,011	<0,022	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	2	2	<0,54	<0,64	nn	nn
		Auslaufbauwerk	2	0	1,1	1,4	1,3	2,5
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	2	0	13	14	14	13
		Auslaufbauwerk	2	0	5,4	6,8	6,1	7,4
NECKAR / GKN Neckarwestheim								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	12	5	3,2	8,5	5,2	<6,5
		Auslaufbauwerk	12	0	4,8	131	66	101
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	12	12	<0,0066	<0,047	nn	nn
		Auslaufbauwerk	12	12	<0,0184	<0,046	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	12	12	<0,0067	<0,064	nn	nn
		Auslaufbauwerk	12	12	<0,0166	<0,062	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	2	2	<0,578	<0,793	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	4	4	<0,324	<0,571	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	2	0	6,49	6,68	6,59	7,58
		nach Auslaufbauwerk	4	0	2,22	10,8	6,6	5,33
NECKAR / KWO Obrigheim (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	6	<7,1	<10	<9	14,8
		Auslaufbauwerk	8	1	<7,47	270	85	21,0
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0056	<0,021	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	4	0,0038	<0,022	<0,011	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0053	<0,021	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,0049	<0,020	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	2	2	<0,366	<0,607	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	4	2	<0,591	1,26	<0,90	<0,92
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	2	0	0,654	0,874	0,764	0,93
		nach Auslaufbauwerk	4	0	1,50	13,2	7,5	7,0
MAIN / KKG Grafenrheinfeld								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	8	<5,0	<10	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	0	32	400	143	126
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,033	<0,047	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,031	<0,046	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,038	<0,062	nn	nn
		Auslaufbauwerk	4	4	<0,037	<0,057	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	4	4	<1,94	<2,14	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	4	4	<1,98	<2,54	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	0	18,4	30,6	25,7	26
		nach Auslaufbauwerk	4	0	26,3	32,6	28,6	27
MAIN / GUSTAVSEE / Versuchsatomkraftwerk Kahl (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	-	-	-	-	-	<5,3
		Auslauf	-	-	-	-	-	<4,7
	Co-60	Gustavsee/Kahl a. Main	2	2	<1,4	<1,9	nn	-
		vor Auslaufbauwerk	-	-	-	-	-	nn
	Cs-137	Auslauf	-	-	-	-	-	nn
		Gustavsee/Kahl a. Main	4	4	<0,014	<0,046	nn	-
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	-	-	-	-	-	nn
		Auslauf	-	-	-	-	-	nn
	Gustavsee/Kahl a. Main	4	4	<0,012	<0,063	nn	-	

GEWÄSSER/ KT-Anlage Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmestelle	Anzahl 2007		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
			N	<NWG	Einzelwerte 2007		Jahresmittelwerte	
					min. Wert	max. Wert	2007	2006
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	-	-	-	-	-	nn
		nach Auslaufbauwerk	-	-	-	-	-	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	-	-	-	-	-	8,41
		nach Auslaufbauwerk	-	-	-	-	-	6,27
MAIN / KINZIG / DOPPELBIERGRABEN / Nuklearbetriebe Hanau-Wolfgang (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser(Bq/l)			a					
Sediment (Bq/kg GR) (GR= Glührück- stand)			a					
MOSEL / KKW Cattenom								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Palzem, km 230	10	0	10	50	29	a
	Co-60		10	10	<0,012	<0,029	nn	a
	Cs-137		10	10	<0,012	<0,029	nn	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Palzem, km 230	1	0	0,60	0,60	0,60	a
	Cs-137		1	0	12	12	12	a
DONAU / KRB Gundremmingen								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	8	<2,69	<7,77	nn	nn
		Auslaufbauwerk I	8	0	101	235	176	164
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0026	<0,047	nn	nn
		Auslaufbauwerk I	8	4	0,0054	<0,047	<0,025	<0,028
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0025	<0,063	nn	nn
	Auslaufbauwerk I	8	6	<0,0029	<0,062	<0,029	nn	
Sediment (Bq/kg)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,197	<0,247	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	4	0	1,04	4,71	2,22	3,0
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	0	69,1	94,7	85,1	88
		nach Auslaufbauwerk	4	0	36,2	51,6	45,8	43
ISAR / KKI Isar 1 und 2								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	8	<2,78	<9,8	nn	nn
		Auslaufbauwerk	16	7	<2,78	451	281	230
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0030	<0,043	nn	nn
		Auslaufbauwerk	16	16	<0,0025	<0,044	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,0051	<0,0061	nn	nn
	Auslaufbauwerk	8	8	<0,0042	<0,0069	nn	nn	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,148	<0,217	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	4	4	<0,141	<0,232	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	0	47,2	60,8	53,2	51
		nach Auslaufbauwerk	4	0	33,9	50,3	43,0	43
ISAR / FRM II Forschungsneutronenquelle München								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	nach FRM II, km 130,3	9	3	<3,58	49,5	27,0	nn
	C-14		8	7	<0,10	<10,0	<4,2	nn
	Co-60		8	8	<0,0023	<0,049	nn	nn
	Cs-137		4	4	<0,0018	<0,050	nn	nn
	U-235		2	2	<0,069	<0,070	nn	nn
	Pu-238		2	2	<0,010	<0,017	nn	nn
	Am-241		2	2	<0,0091	<0,0092	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	nach FRM II, km 124,6	4	4	<0,11	<0,30	nn	nn
	Cs-137		4	0	15,6	42,2	29,9	33
	U-235		1	0	1,06	1,06	1,06	1,3
	Pu-238		1	1	<0,09	<0,09	nn	nn
	Am-241		1	1	<0,13	<0,13	nn	nn
EMS / KKE Emsland								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	5	1,3	<7,0	<4,3	<5
		Auslaufbauwerk	8	0	2200	7940	4670	2660
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0039	<0,044	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,0068	<0,039	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,0034	<0,012	nn	nn
	Auslaufbauwerk	4	3	0,0040	<0,0084	<0,0064	nn	

GEWÄSSER/ KT-Anlage Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmestelle	Anzahl 2007		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
			N	<NWG	Einzelwerte 2007		Jahresmittelwerte	
					min. Wert	max. Wert	2007	2006
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 84,7	4	4	<0,19	<0,32	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 106,3	4	4	<0,44	<0,69	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 84,7	4	0	13	16	14	26
		nach Auslaufbauwerk, km 106,3	3	0	26	40	34	39
WESER / KWW Würgassen (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	8	<10	<10	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	8	<10	<10	nn	<11
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0027	<0,05	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,0021	<0,05	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Herstelle, km 47,2	2	2	<1,3	<1,9	nn	nn
		Auslaufbauwerk	2	0	14	34	24	18
		Wehrden, km 60,2	2	2	<1,3	<3,3	nn	nn
	Cs-137	Herstelle, km 47,2	2	0	7,6	18	13	19
		Auslaufbauwerk	2	0	29	38	34	34
		Wehrden, km 60,2	2	0	7,0	14	11	14
WESER / KWG Grohnde								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	1	1,0	8,92	4,4	8
		Auslaufbauwerk	8	0	36	110	59	61
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0057	<0,046	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,0048	<0,041	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,0043	<0,0089	nn	nn
		Auslaufbauwerk	4	4	<0,0038	<0,0087	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Grohnde, km 122	4	4	<0,40	<0,68	nn	nn
		Hameln, km 135	4	4	<0,33	<0,60	nn	nn
	Cs-137	Grohnde, km 122	4	0	11	16	14	14
		Hameln, km 135	4	0	9,1	15	12	15
UNTERWESER / KKK Unterweser								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	4	2,8	<10	<6	6
		Auslaufbauwerk	8	1	6,9	66	34	18
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0067	<0,050	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,0047	<0,050	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,0056	<0,0062	nn	nn
		Auslaufbauwerk	4	4	<0,0042	<0,0097	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 44,1	4	2	0,45	0,77	<0,57	0,58
		nach Auslaufbauwerk, km 60,0	4	2	<0,33	0,40	0,36	0,44
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 44,1	4	0	8,8	10	9	11
		nach Auslaufbauwerk, km 60,0	4	0	3,7	6,2	4,9	6,0
RUR / Forschungszentrum Jülich								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Selhausen	8	8	<10	<10	nn	<10
		Jülich-Süd	8	8	<10	<10	nn	<10
	Co-60	Selhausen	8	8	<0,05	<0,05	nn	nn
		Jülich-Süd	8	8	<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	<2,6	<2,6	nn	nn
		Jülich-Süd	2	2	<2,5	<2,5	nn	nn
	Cs-137	Selhausen	2	0	22	25	24	20
		Jülich-Süd	2	0	18	19	19	18
GOORBACH / Urananreicherungsanlage Gronau								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	Gα	Retentionsanlage	8	6	<0,06	<0,247	<0,12	<0,08
		Goorbach, unterhalb der Straßenkreuzung	4	1	<0,06	0,08	0,07	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Retentionsanlage	2	2	<1,0	<2,0	nn	nn
		Dinkel, nach Kläranlage Gronau	2	2	<1,2	<1,2	nn	nn
	Cs-137	Retentionsanlage	2	0	6,6	29	18	30
		Dinkel, nach Kläranlage Gronau	2	0	15	18	17	30
	U-238	Dinkel, nach Kläranlage Gronau	2	0	15	33	24	-

GEWÄSSER/ KT-Anlage Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmestelle	Anzahl 2007		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
			N	<NWG	Einzelwerte 2007		Jahresmittelwerte	
					min. Wert	max. Wert	2007	2006
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	<1,9	nn	nn
		Ahauser Aa	4	4	<1,1	<1,6	nn	nn
	Cs-137	Einleitung Moorbach	4	0	13	28	20	22
		Ahauser Aa	4	0	17	34	28	35
ELBE / Forschungszentrum Geesthacht								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk, km 578,6	8	8	<5,7	<10	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 579,6	8	8	<5,7	<10	nn	nn
	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 578,6	8	8	<0,014	<0,030	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 579,6	8	8	<0,014	<0,030	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 578,6	8	8	<0,014	<0,036	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 579,6	8	8	<0,016	<0,045	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 578,6	6	6	<0,29	<1,6	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 579,6	6	6	<0,30	<2,2	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 578,6	6	5	0,37	<2,3	<1,0	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 579,6	6	6	<0,33	<2,2	nn	<0,87
ELBE / KKK Krümmel								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	16	16	<5,7	<6,5	nn	nn
		Auslaufbauwerk	16	16	<5,0	<6,5	nn	<6,4
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	24	24	<0,0092	<0,023	nn	nn
		Auslaufbauwerk	24	24	<0,0067	<0,024	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	24	24	<0,012	<0,025	nn	nn
		Auslaufbauwerk	24	24	<0,0077	<0,026	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,12	<1,1	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	8	8	<0,084	<1,1	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	8	2	0,60	1,5	1,1	1,0
		nach Auslaufbauwerk	8	2	0,35	<1,1	0,6	<0,9
ELBE / KBR Brokdorf								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	16	13	<4,44	11,6	<5,4	<5,0
		Auslaufbauwerk	16	0	8,25	39,7	24,9	21,6
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	16	16	<0,0116	<0,042	nn	nn
		Auslaufbauwerk	16	16	<0,0101	<0,035	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	16	16	<0,0112	<0,046	nn	nn
		Auslaufbauwerk	16	16	<0,0116	<0,043	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,84	<1,7	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	4	4	<0,68	<1,1	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	1	<0,96	4,9	2,8	<2,1
		nach Auslaufbauwerk	4	4	<0,69	<1,1	nn	<1,0
ELBE / KKS Stade (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk, km 628,9	16	0	1,44	3,88	2,47	2,5
		Auslaufbauwerk	8	0	15	960	316	96
	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 628,9	16	16	<0,0010	<0,016	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,0055	<0,021	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 628,9	16	6	0,0016	<0,012	0,003	0,0026
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,0049	<0,022	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 654	4	4	<0,28	<0,57	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 660	4	4	<0,27	<0,50	nn	<0,39
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 654	4	0	5,8	10	7,8	6,8
		nach Auslaufbauwerk, km 660	4	0	3,4	8,4	5,6	5,2

GEWÄSSER/ KT-Anlage Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmestelle	Anzahl 2007		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
			N	<NWG	Einzelwerte 2007		Jahresmittelwerte	
					min. Wert	max. Wert	2007	2006
ELBE / KKB Brunsbüttel								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	24	24	<4,81	<5,9	nn	nn
		Auslaufbauwerk	24	21	<4,81	15	<6	<6,0
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	24	24	<0,0080	<0,027	nn	nn
		Auslaufbauwerk	24	24	<0,0095	<0,024	nn	nn
	Sr-90	vor Auslaufbauwerk	12	0	0,0034	0,0048	0,0038	0,0044
		Auslaufbauwerk	12	0	0,0032	0,0062	0,0040	0,0043
Cs-137	vor Auslaufbauwerk	24	22	0,0074	<0,032	<0,017	<0,016	
	Auslaufbauwerk	24	22	0,0078	<0,027	<0,017	<0,017	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	4	4	<1,2	<4,1	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	4	4	<0,75	<1,4	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	0	1,7	6,2	3,7	3,3
		nach Auslaufbauwerk	4	1	<0,77	4,4	2,6	2,2
ELBE / TBL / PKA Gorleben								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Schnackenburg, km 474,6	8	4	2,0	<5,51	<3,7	3,0
		Dömitz, km 504,4	8	3	1,0	<4,85	2,7	2,5
	Co-60	Schnackenburg, km 474,6	8	8	<0,0006	<0,0129	nn	nn
		Dömitz, km 504,4	8	8	<0,0006	<0,0078	nn	nn
	Cs-137	Schnackenburg, km 474,6	12	6	0,0003	<0,0108	<0,0029	<0,0030
		Dömitz, km 504,4	12	5	0,0003	<0,0069	0,0006	<0,0031
	Pu-238	Schnackenburg, km 474,6	2	1	<0,0005	0,0011	<0,0008	nn
		Dömitz, km 504,4	2	1	<0,0005	0,0009	<0,0007	nn
Pu-(239 +240)	Schnackenburg, km 474,6	2	2	<0,0005	<0,0005	nn	nn	
	Dömitz, km 504,4	2	2	<0,0004	<0,0005	nn	nn	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Schnackenburg, km 474,6	4	4	<0,32	<0,35	nn	nn
		Dömitz, km 504,4	4	4	<0,15	<0,44	nn	nn
	Cs-137	Schnackenburg, km 474,6	4	0	9,0	22	16	16
		Dömitz, km 504,4	4	0	1,1	14	5	18
	Pu-238	Schnackenburg, km 474,6	2	1	<0,10	0,23	<0,17	nn
		Dömitz, km 504,4	2	0	0,13	0,15	0,14	nn
Pu-(239 +240)	Schnackenburg, km 474,6	2	0	0,14	0,21	0,18	nn	
	Dömitz, km 504,4	2	1	<0,095	0,16	<0,13	nn	
ELBE / KALTER BACH / WESENITZ / Forschungszentrum Rossendorf								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Kalter Bach	24	12	<5,0	16	<9	18,6
		Wesenitz, Dittersbach	2	2	<3,7	<4,9	nn	nn
	Co-60	Kalter Bach	24	15	0,0016	<0,021	<0,009	0,004
		Wesenitz, Dittersbach	2	2	<0,0065	<0,0066	nn	nn
	Cs-137	Kalter Bach	24	14	<0,0014	<0,021	<0,009	0,007
		Wesenitz	2	2	<0,0053	<0,0057	nn	-
Pu-238 Pu-(239 +240)	Kalter Bach	4	4	<0,00001	<0,00006	nn	<0,00005	
	Kalter Bach	4	2	<0,00001	0,00019	<0,00009	<0,00011	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Kalter Bach	3	0	0,43	0,67	0,53	0,71
		Wesenitz	2	2	<0,36	<0,44	nn	nn
		Elbe unterhalb d. Wesenitz	2	2	<0,27	<0,29	nn	nn
	Cs-137	Kalter Bach	3	0	5,7	5,9	5,8	7,8
		Wesenitz	2	0	3,5	8,3	5,9	2,2
		Elbe unterhalb d. Wesenitz	2	0	1,2	1,5	1,4	1,5
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	<0,005	<0,007	nn	nn
		nach Salzbach	4	4	<0,005	<0,008	nn	nn
	Cs-137	vor Salzbach	4	4	<0,005	<0,006	nn	nn
		nach Salzbach	4	4	<0,005	<0,007	nn	nn
Gß	vor Salzbach	12	0	0,37	0,48	0,41	0,42	
	nach Salzbach	12	0	0,36	0,51	0,45	0,49	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Belsdorf	1	1	<0,24	<0,24	nn	nn
		Schwanefeld	1	1	<0,25	<0,25	nn	nn
	Cs-137	Belsdorf	1	0	5,4	5,4	5,4	4,8
		Schwanefeld	1	0	6,2	6,2	6,2	2,7

GEWÄSSER/ KT-Anlage Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmestelle	Anzahl 2007		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
			N	<NWG	Einzelwerte 2007		Jahresmittelwerte	
					min. Wert	max. Wert	2007	2006
HAVEL / KKR Rheinsberg (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	50 m vor Auslauf	5	5	<4,99	<9,2	nn	nn
		50 m nach Auslauf	5	5	<4,99	<9,2	nn	nn
	Co-60	50 m vor Auslauf	16	16	<0,0018	<0,016	nn	nn
		50 m nach Auslauf	16	16	<0,0020	<0,016	nn	nn
	Cs-137	50 m vor Auslauf	16	6	0,0020	<0,015	0,008	0,007
50 m nach Auslauf		16	4	0,0030	<0,016	0,006	0,0062	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	50 m vor Auslauf	2	2	<0,118	<0,15	nn	nn
		50 m nach Auslauf	2	2	<0,145	<0,149	nn	nn
	Cs-137	50 m vor Auslauf	2	0	14	17	16	16
		50 m nach Auslauf	2	0	2,9	5,2	4,1	3,6
GREIFSWALDER BODDEN / KGR Greifswald (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslauf	16	16	<4,47	<5,0	nn	<4,8
		nach Auslauf (Hafenbecken)	16	16	<4,47	<5,0	nn	<4,8
	Co-60	vor Auslauf	16	16	<0,0044	<0,049	nn	nn
		nach Auslauf (Hafenbecken)	16	16	<0,0049	<0,050	nn	nn
	Cs-137	vor Auslauf	16	12	0,0148	<0,055	<0,036	<0,040
nach Auslauf (Hafenbecken)		16	10	0,0209	0,052	<0,036	<0,044	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslauf	2	2	<0,195	<0,223	nn	nn
		nach Auslauf (Hafenbecken)	2	2	<0,188	<0,249	nn	nn
	Cs-137	vor Auslauf	2	0	3,73	5,91	4,82	8,0
		nach Auslauf (Hafenbecken)	2	0	0,986	3,45	2,22	7,4

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 2007 mit dem Abwasser abgegebenen radioaktiven Stoffe zusammengestellt. Im Jahr 2007 wurden aus dem Kontrollbereich des ERAM insgesamt 2,2 m³ Abwasser abgegeben (Vorjahr: 5,2 m³).

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 1,0 GBq bzw. 1,5 GBq. Die Tritiumabgaben lagen für die Druckwasserreaktoren bei 200 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 2007 (Summenwerte, Tritium und Alphastrahler)*
(Discharges of radioactive substances with waste water from nuclear power plants in Germany in the year 2007 - summation values, tritium and alpha sources)

Radionuklid Atomkraftwerk	Spalt und Aktivierungs- produkte (außer Tritium)	Tritium	α -Strahler
Siedewasserreaktoren			
VAK Kahl ¹	nn	nn	nn
KWL Lingen ¹	1,4 E07	4,2 E08	2,2 E04
KWW Würgassen ¹	1,8 E07	7,5 E10	1,6 E05
KKB Brunsbüttel	3,9 E08	3,8 E11	nn
KKI Isar 1	4,8 E07	4,5 E11	nn
KKP Philippsburg 1	1,2 E08	3,1 E11	nn
KKK Krümmel	6,4 E06	4,8 E11	nn
KRB Gundremmingen	9,0 E08	4,0 E12	nn
Druckwasserreaktoren			
KWO Obrigheim ²	2,9 E08	3,2 E11	1,8 E05
KKS Stade ¹	1,2 E07	6,8 E12	1,6 E04
KWB Biblis Block A	6,7 E07	5,5 E12	nn
KWB Biblis Block B	6,8 E07	9,0 E12	nn
GKN Neckarwestheim 1	1,1 E05	9,5 E12	nn
KKU Unterweser	1,5 E08	1,5 E13	nn
KKG Grafenrheinfeld	9,9 E07	1,9 E13	nn
KWG Grohnde	4,6 E06	2,4 E13	nn
KKP Philippsburg 2	1,2 E08	1,4 E13	nn
KMK Mülheim-Kärlich ¹	6,0 E06	2,9 E08	nn
KBR Brokdorf	1,1 E06	2,3 E13	nn
KKI Isar 2	1,0 E07	2,2 E13	nn
KKE Emsland	nn	3,1 E13	nn
GKN Neckarwestheim 2	6,1 E05	2,1 E13	nn
KGR Greifswald Block 1 bis 5 ¹	1,8 E08	2,1 E09	2,5 E05
KKR Rheinsberg ¹	3,7 E06	6,0 E05	2,5 E05

1 Anlage stillgelegt

2 Abgeschaltet, noch keine Stilllegungsgenehmigung erteilt

nn nicht nachgewiesen (Aktivitätsableitung unterhalb Nachweisgrenze)

* Druckfehlerkorrektur Oktober 2009

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

Forschungszentrum	Spalt- und Aktivierungsprodukte (außer Tritium)		Tritium		α-Strahler	
	2007	2006	2007	2006	2007	2006
	Aktivität in Bq					
Karlsruhe (einschließlich Wiederaufbereitungsanlage)	1,1 E07	2,0 E07	1,2 E11	1,6 E12	3,4 E06	1,3 E06
Jülich	1,3 E08	8,2 E07	5,6 E11	6,6 E11	nn	nn
GKSS Geesthacht	2,7 E07	2,3 E07	2,1 E09	3,6 E08	2,8 E04	2,6 E04
Helmholtz-Zentrum Berlin	2,8 E05	1,3 E05	2,0 E09	5,1 E08	nn	nn
FRM I Garching	4,1 E05	nn	1,8 E06	nn	nn	nn
FRM II Garching	3,3 E07	5,8 E07	4,3 E10	2,6 E09	nn	nn
Rosendorf	8,3 E05	4,4 E06	1,3 E08	1,8 E09	8,1 E04	1,5 E05

nn nicht nachgewiesen (Aktivitätsableitung unterhalb Nachweisgrenze)

Tabelle 2.2.4-3 Ableitungen radioaktiver Stoffe (Alpha-Aktivität) mit dem Abwasser aus Kernbrennstoff verarbeitenden Betrieben im Jahr 2007
(Discharges of radioactive substances - alpha activity - with waste water from nuclear fuel production plants in the year 2007)

Betrieb	α-Strahler
	Aktivität in Bq
ANF GmbH (Lingen)	nn
URENCO (Gronau)	1,0 E03

nn nicht nachgewiesen (Aktivitätsableitung unterhalb Nachweisgrenze)

Tabelle 2.2.4-4 Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus dem Endlager Morsleben
(Discharges of radioactive substances with waste water from the final repository Morsleben)

Radionuklid	Aktivität in Bq	
	2007	2006
Tritium	7,8 E03	4,0 E05
Nuklidgemisch (außer Tritium)	3,5 E02	8,4 E02

Da aus dem Forschungsbergwerk Asse betriebsmäßig keine Flüssigkeiten abgegeben werden, beschränkt sich die Emissionsüberwachung auf die Überwachung der Abluft. Diese wird regelmäßig auf ihren Gehalt an radioaktiven Stoffen untersucht.

2.3 Böden (Soil)

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

Die Wanderung der Radionuklide Cs-137 und Sr-90 in den Boden hinein erfolgt nur sehr langsam. Da beide Radionuklide eine lange Halbwertszeit aufweisen, verändert sich ihre spezifische Aktivität im Boden gegenwärtig von Jahr zu Jahr nur geringfügig. Gelegentliche stärkere Schwankungen der Messwerte an einem Ort, wie sie in den nachfolgenden Tabellen für Boden und Bewuchs ausgewiesen sind, gehen auf Probennahmeprobleme zurück. Die Kontamination des Bodens mit Cs-137 war wie auch in den Vorjahren im Jahr 2007 durch die Deposition nach dem Tschernobylunfall geprägt, während das Sr-90 zum überwiegenden Teil noch aus der Zeit der oberirdischen Kernwaffenversuche stammt.

In Tabelle 2.3.1-1 sind Messwerte für als Weiden oder Wiesen genutzte Böden 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 der Vegetationsperiode 2007 wurden verschiedene Pflanzenproben gammaspektrometrisch gemessen. Im Vordergrund standen dabei Proben solcher Pflanzen, die als Futtermittel dienen, insbesondere Weide- und Wiesenbewuchs. Die Kontamination pflanzlichen Materials ist gegenüber dem Vorjahr wieder etwas zurückgegangen, was vor allem auf Verdünnungs- und Bindungseffekte im Boden zurückzuführen ist.

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	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
	2007	0 - 10	9	31,7	69,2	6	1,5	2,5
Bayern	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
	2007	0 - 10	20	101,1	389,6	17	5,5	14,7
Berlin	2005	0 - 10	4	14,8	21,0	1	2,0	-
	2006	0 - 10	4	9,1	18,1	1	0,7	-
	2007	0 - 10	4	9,8	16,6	1	0,7	-
Brandenburg	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
	2007	0 - 10	9	18,6	52,0	4	2,4	4,0
Bremen	2005	0 - 10	1	23,5	-	1	1,2	-
	2006	0 - 10	1	5,5	-	1	0,5	-
	2007	0 - 10	2	15,4	29,1	-	-	-
Hamburg	2005	0 - 10	1	10,1	-	-	-	-
	2006	0 - 10	1	8,9	-	-	-	-
	2007	0 - 10	1	3,8	-	-	-	-

Bundesland	Jahr	Entnahmetiefe (cm)	Aktivität in Bq/kg TM					
			Cs-137			Sr-90		
			N	Mittelwert	max. Wert	N	Mittelwert	max. Wert
Hessen	2005	0 - 10	2	23,1	28,9	-		
	2006	0 - 10	2	13,7	15,2	-		
	2007	0 - 10	2	22,8	28,6	-		
Mecklenburg-Vorpommern	2005	0 - 10	8	20,0	83,1	4	0,7	0,8
	2006	0 - 10	9	16,8	60,1	4	0,7	1,2
	2007	0 - 10	10	11,5	31,0	3	0,9	1,8
Niedersachsen	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
	2007	0 - 10	14	24,4	51,3	9	1,9	3,3
Nordrhein-Westfalen	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
	2007	0 - 10	14	12,6	26,1	4	2,3	6,9
Rheinland-Pfalz	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
	2007	0 - 10	7	16,3	20,2	3	0,8	1,1
Saarland	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
	2007	0 - 10	4	25,0	40,8	2	1,8	1,8
Sachsen	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
	2007	0 - 10	8	12,1	39,3	5	1,0	2,1
Sachsen-Anhalt	2005	0 - 10	1	15,4	-	a		
	2006	0 - 10	1	36,6	-	a		
	2007	0 - 10	a			a		
Schleswig-Holstein	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
	2007	0 - 10	8	14,6	22,9	6	1,2	1,5
Thüringen	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
	2007	0 - 10	7	23,6	32,8	3	1,5	2,0

a Messwerte lagen nicht vor

* Der Sr 90 Wert ist nicht repräsentativ für die Gesamtauswertung in diesem Bereich
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	2005	0 - 30	11	25,1	78,5	a		
	2006	0 - 30	8	26,4	96,0	1	3,5	-
	2007	0 - 30	8	23,9	73,3	-		
Bayern	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
	2007	0 - 30	30	30,5	199,3	3	6,5	12,9
Berlin	2005	0 - 30	2	7,7	9,2	1	1,3	-
	2006	0 - 30	2	6,9	7,9	1	0,7	-
	2007	0 - 30	2	7,0	8,3	1	1,2	-
Brandenburg	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
	2007	0 - 30	9	10,8	27,0	3	0,5	0,6
Bremen	2005	0 - 30	2	7,4	10,6	1	0,7	-
	2006	0 - 30	2	5,0	8,2	1	1,1	-
	2007	0 - 30	3	13,4	26,0	2	0,9	0,9
Hamburg	2005	0 - 30	1	7,6	-	1	0,9	-
	2006	0 - 30	1	7,1	-	1	0,9	-
	2007	0 - 30	1	6,0	-	1	0,8	-
Hessen	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
	2007	0 - 30	6	9,5	15,4	2	0,7	0,8
Mecklenburg-Vorpommern	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
	2007	0 - 30	7	9,0	19,2	2	1,0	1,7
Niedersachsen	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
	2007	0 - (25/30)	28	9,8	18,7	9	1,0	1,4
Nordrhein-Westfalen	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
	2007	0 - 30	12	9,8	19,1	5	1,3	3,2
Rheinland-Pfalz	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
	2007	0 - (25/30)	8	7,4	16,2	2	0,6	0,8
Saarland	2005	0 - 30	1	10,2	-	a		
	2006	0 - 30	1	8,6	-	a		
	2007	0 - 30	1	12,5	-	a		
Sachsen	2005	0 - 30	6	9,4	21,2	a		
	2006	0 - 30	6	8,5	19,6	a		
	2007	0 - 30	7	9,1	24,5	a		
Sachsen-Anhalt	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
	2007	0 - 30	15	24,0	97,1	5	<0,5	0,6

Bundesland	Jahr	Entnahmetiefe (cm)	Aktivität in Bq/kg TM					
			Cs-137			Sr-90		
			N	Mittelwert	max. Wert	N	Mittelwert	max. Wert
Schleswig-Holstein	2005	0 - 30	5	8,5	11,1	a		
	2006	0 - 30	5	8,0	11,9	a		
	2007	0 - 30	5	7,3	10,3	a		
Thüringen	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
	2007	0 - 30	6	9,5	13,2	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	2005	0 - 10	4	35,8	60,6	2	2,8	4,7
	2006	0 - 10	3	17,4	33,7	1	0,8	-
	2007	0 - 10	4	33,5	67,7	2	3,4	6,1
Niedersachsen	2005	0 - 10	2	95,8	170,0	a		
	2006	0 - 10	2	22,0	23,1	a		
	2007	0 - 10	2	39,6	78,6	a		
Nordrhein-Westfalen	2005	0 - 10	6	46,7	138,0	a		
	2006	0 - 10	6	63,5	204,0	a		
	2007	0 - 10	2	109,5	173,0	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 FM					
		Cs-137			Sr-90		
		N	Mittelwert	max. Wert	N	Mittelwert	max. Wert
Baden-Württemberg	2005	19	< 0,6	7,7	8	0,4	1,1
	2006	17	< 0,5	1,6	8	0,7	1,9
	2007	10	< 0,4	1,8	5	0,3	0,5
Bayern	2005	71	< 1,1	15,6	26	0,6	1,6
	2006	89	< 0,9	15,2	33	0,7	1,7
	2007	57	< 0,6	5,5	29	0,6	1,5
Berlin	2005	2	0,8	1,1	1	0,6	-
	2006	2	0,5	0,8	1	0,2	-
	2007	3	0,3	0,4	1	0,6	-
Brandenburg	2005	16	< 0,7	4,0	5	0,4	0,6
	2006	17	< 2,0	17,0	8	0,5	1,2
	2007	17	< 1,2	6,5	9	0,4	0,7
Bremen	2005	2	0,7	1,4	1	0,08	-
	2006	2	0,3	0,4	1	0,7	-
	2007	2	0,2	0,2	1	0,4	-

Bundesland	Jahr	Aktivität in Bq/kg FM					
		Cs-137			Sr-90		
		N	Mittelwert	max. Wert	N	Mittelwert	max. Wert
Hamburg	2005	1	< 0,2	-	a		
	2006	1	0,2	-	a		
	2007	2	< 0,2	0,3	a		
Hessen	2005	15	< 0,4	2,0	8	0,6	1,1
	2006	15	< 0,5	2,3	8	0,6	1,0
	2007	15	< 0,2	< 0,3	8	0,4	1,1
Mecklenburg- Vorpommern	2005	25	< 0,5	4,3	12	0,2	0,4
	2006	25	< 0,4	7,6	12	0,2	0,4
	2007	20	< 0,3	3,1	8	0,7	3,0
Niedersachsen	2005	56	< 1,4	13,0	20	0,4	1,7
	2006	39	< 0,7	6,2	20	0,2	0,5
	2007	44	< 1,6	16,3	21	< 0,2	0,9
Nordrhein- Westfalen	2005	19	< 0,2	0,5	8	0,6	2,6
	2006	21	< 0,3	0,5	9	0,2	0,3
	2007	21	< 0,2	0,5	9	< 0,3	0,7
Rheinland-Pfalz	2005	8	< 0,4	1,0	5	0,5	0,8
	2006	9	< 0,2	0,4	4	0,5	1,1
	2007	14	< 0,3	0,6	7	0,6	0,8
Saarland	2005	2	< 0,2	< 0,2	1	0,2	-
	2006	2	< 0,2	< 0,2	1	0,2	-
	2007	4	< 0,5	< 0,5	2	0,9	1,4
Sachsen-Anhalt	2005	14	< 0,4	2,0	7	0,2	0,4
	2006	14	< 0,4	1,8	7	0,4	0,9
	2007	11	< 0,4	0,8	5	0,2	0,4
Sachsen	2005	20	< 0,6	10,3	10	0,3	0,5
	2006	20	< 0,4	3,3	10	0,2	0,5
	2007	14	< 0,3	1,6	6	0,4	0,7
Schleswig- Holstein	2005	21	< 0,2	0,5	11	0,4	0,6
	2006	21	< 0,2	0,5	11	0,4	0,7
	2007	22	< 0,2	0,7	12	0,4	0,7
Thüringen	2005	12	< 0,1	0,3	6	0,3	0,4
	2006	12	< 0,2	0,7	6	1,4	2,6
	2007	17	< 0,2	1,9	5	0,2	0,4

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	2005	251	< 0,5	6,6	1	0,02	-
	2006	256	< 0,5	6,8	1	0,04	-
	2007	246	< 0,5	6,9	-		
Futterrüben	2005	27	< 0,4	1,1	-		
	2006	37	< 1,1	25,7	-		
	2007	29	< 0,5	1,8	-		
Futtergetreide	2005	147	< 0,2	0,9	-		
	2006	141	< 0,2	1,1	-		
	2007	148	< 0,2	2,0	-		
Grünfütterpflanzen (ohne Mais)	2007	6	< 13,2*	76,2**	-		
Futterkartoffeln	2005	70	< 0,5	3,6	-		
	2006	76	< 0,4	1,6	-		
	2007	83	< 0,6	5,6	-		
Erbsen	2005	4	< 0,2	< 0,2	-		
	2006	3	< 0,3	0,7	-		
	2007	5	< 0,1	< 0,2	-		
Raps	2005	7	< 0,3	0,5	-		
	2006	22	< 0,2	0,7	-		
	2007	46	< 0,2	0,5	-		
Ölkuchen/ Ölschrote	2005	3	< 0,3	0,3	-		
	2006	5	< 0,3	0,4	-		
	2007	1	< 0,1	-	-		

- Messung / Angabe nicht erforderlich

* Der Mittelwert ohne den Maximalwert: <0,7 Bq/kg TM; höchster Wert 2,0 Bq/kg TM

** Der Wert ist im IMIS „nicht repräsentativ“ gesetzt

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	2005	8	< 0,15	< 0,24
	2006	8	< 0,21	< 0,5
	2007	6	< 0,20	< 0,4
Mais, Maisprodukte	2005	19	< 0,20	< 0,68
	2006	17	< 0,21	0,5
	2007	11	< 0,38	1,5
Heu, Cobs	2006	5	< 0,5	< 0,6
	2007	3	< 3,6	10,0

Futtermittel	Jahr	N	Aktivität in Bq/kg TM	
			Cs-137	
			Mittelwert	max. Wert
Maniok, Tapioka	2005	2	< 0,2	< 0,3
	2006	a	a	a
	2007	2	< 0,2	< 0,2
Ölkuchen, Ölschrote	2005	75	< 0,4	1,0
	2006	91	< 0,3	1,3
	2007	53	< 0,4	1,5
Sonnenblumen	2007	2	< 0,2	< 0,2
Leguminosen, Lupinen	2005	2	< 0,6	0,6
	2006	a		
	2007	a		
Fischmehl	2005	1	0,3	-
	2006	1	0,2	-
	2007	a		
Kraffuttermischung	2006	2	1,3	2,4
	2007	a		
Tiernebenprodukte	2005	a		
	2006	a		
	2007	a		
Kartoffeleiweiß	2005	2	< 0,21	0,35
	2006	a		
	2007	a		
Molkenpulver	2005	1	0,5	-
	2006	1	< 0,3	-
	2007	2	0,5	0,7
Citrustrester	2005	7	< 0,3	< 0,3
	2006	1	< 0,2	-
	2007	1	< 0,4	-

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	2005	114	< 15,9	665,7
	2006	109	< 13,4	632,0
	2007	108	< 11,3	449,3
Nadeln	2005	55	< 44,0	751,0
	2006	51	< 50,1*	1.398,0**
	2007	54	< 32,8*	823,8**

Pflanzenindikator	Jahr	N	Aktivität in Bq/kg TM	
			Cs-137	
			Mittelwert	max. Wert
Gras	2005	113	< 18,6	364,0
	2006	106	< 20,8*	759,0**
	2007	100	< 20,9*	586,0**
Farne (Thüringen)	2005	3	< 203,1	607,0
	2006	2	239,6	466,0
	2007	2	86,3	172,0

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

Mittelwert ohne den höchsten Wert bei Nadeln: 2006: <23,1; 2007: <17,8

Mittelwert ohne den höchsten Wert bei Gras: 2006: <10,6; 2007: <15,2

** 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					
		2005		2006		2007	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
BADEN-WÜRTTEMBERG							
FZ Karlsruhe	Cs-137	8	9,2	6	9,1	8	10,0 (4,5 - 18,0)
	Pu-238	7	< 0,87	4	< 1,1	3	< 0,04 (0,01 - 0,1)
	Pu-(239+240)	7	< 0,57	4	< 0,6	3	0,2 (0,04 - 0,4)
KWO Obrigheim	Cs-137	8	8,3	8	8,7	8	7,9 (2,2 - 11,0)
GKN Neckarwestheim	Cs-137	8	10,4	8	11,3	8	8,4 (2,3 - 12,0)
KKP Philippsburg	Cs-137	8	14,6	8	12,5	8	12,3 (0,6 - 23,0)
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	8	24,3	9	20,9	8	21,1 (9,6 - 37,2)
KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	4	10,8	4	14,4	4	14,1 (7,2 - 20,3)
TRIGA Heidelberg	Cs-137	2	b 14,9; 15,6	2	15,5	a	
BAYERN							
VAK Kahl	Cs-137	2	25,0	2	8,6	2	11,3 (8,9 - 13,8)
KRB Gundremmingen	Cs-137	10	41,0	8	29,5	10	37,2 (21,0 - 65,0)
KKI Isar	Cs-137	12	42,8	12	40,8	12	46,2 (10,0 - 94,0)
KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	10	6,4	10	5,5	10	5,4 (4,7 - 6,8)

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg TM					
		2005		2006		2007	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
Forschungsreaktor München	Cs-137	4	19,8	4	52,6	4	62,0 (31,0 - 86,0)
Framatome ANP Erlangen KWU	Cs-137	4	15,7	4	22,8	4	19,7 (6,3 - 44,0)
	Pu-238	2	0,23	2	b 0,05; 0,23	2	b < 0,09; < 0,09
	Pu-(239+240)	2	1,7	4	< 0,09	4	< 0,13 (< 0,08-0,22)
	U-235	4	< 1,45	4	< 0,43	4	0,36 (0,17 - 0,6)
	U-238	4	21,2	4	6,8	4	7,9 (2,6 - 12,0)
	Am-241	4	< 0,28	4	< 0,07	4	< 0,08 (< 0,05 - < 0,1)
	Framatome ANP Karlstein KWU	Cs-137	1	7,0	2	12,9	2
	Pu-238	1	< 0,036	2	< 0,1	2	< 0,1 (< 0,08 - 0,13)
	Pu-(239+240)	1	< 0,051	2	< 0,14	2	< 0,13 (< 0,1 - < 0,16)
	U-235	1	0,21	2	0,33	2	0,2 (0,2 - 0,3)
	U-238	1	5,9	2	7,0	2	5,2 (3,8 - 6,6)
SBWK Karlstein	Gesamt- α	a		a		a	
BERLIN							
Forschungsreaktor BERII	Cs-137	8	17,2	9	13,1	6	13,6 (6,9 - 19,8)
BRANDENBURG							
KKR Rheinsberg	Cs-137	16	6,5	8	8,4	8	8,3 (5,6 - 13,0)
HESSEN							
KWB Biblis	Cs-137	10	8,8	10	7,5	10	6,8 (4,8 - 8,9)
Nuklearbetriebe Hanau ^d	Gesamt- α Asche	8	280	a		a	
	Rest- β Asche	a	a	a		a	
	Pu-(239+240) Asche	4	< 0,08	a		a	
MECKLENBURG-VORPOMMERN							
KGR Greifswald	Cs-137	8	4,2	6	5,6	8	10,4 (2,1 - 15,0)
	U-235	a		a		a	
Zwischenlager Nord	Cs-137	24	< 4,6	18	< 5,2	12	9,5 (0,5 - 21,0)
NIEDERSACHSEN							
KKS Stade	Cs-137	14	9,5	8	10,8	8	9,9 (2,9 - 18,0)
	Sr-90	a		a			
KKU Unterweser	Cs-137	12	21,1	12	16,9	12	16,0 (4,1 - 46,0)
	Sr-90	a		a			
KWG Grohnde	Cs-137	10	10,5	10	11,0	10	14,6 (5,5 - 42,0)
	Sr-90	a		a			

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg TM					
		2005		2006		2007	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
KKE Emsland	Cs-137	10	15,1	10	13,8	10	16,1 (2,2 - 30,0)
	Sr-90	a		a			
Zwischenlager Gorleben	Cs-137	26	31,5	26	27,3	26	28,8 (8,0 - 64,0)
	Sr-90	4	2,6	3	3,0	4	5,0 (2,8 - 6,5)
	Pu-238	2	<0,12	2	<0,08	2	0,3 (0,2 - 0,3)
	Pu-(239+240)	2	<0,12	2	<0,07	2	< 0,1 (< 0,09 - < 0,1)
FMRB Braunschweig	Cs-137	4	16,4	a		a	
	Gesamt- α	a		a		a	
Schacht Konrad II ^c	Cs-137	a		a		a	
	Sr-90	a		a		a	
Advanced Nuclear Fuels Lin- gen	Cs-137	12	8,5	12	<9,9	a	
	U-234	a		a		a	
	U-235	a		a		a	
	U-238	a		a		a	
Forschungsbergwerk Asse	Cs-137	4	9,7	2	11,0	a	
NORDRHEIN-WESTFALEN							
FZ Jülich	Cs-137	10	7,7	10	7,0	10	7,7 (4,2 - 12,2)
	Sr-90	6	1,2	6	1,4	6	1,0 (0,7 - 1,4)
KWW Würgassen	Cs-137	20	19,3	20	19,4	20	13,2 (6,3 - 39,6)
THTR Uentrop	Cs-137	8	20,5	8	32,9	8	19,3 (5,4 - 43,5)
	Sr-90	a		a			
Zwischenlager Ahaus	Cs-137	5	8,2	5	9,5	5	6,7 (5,6 - 7,5)
	Sr-90	5	0,6	5	0,4	5	0,5 (0,3 - 0,9)
UAG Gronau	U-238	10	<0,2	10	<0,2	10	< 0,2 (< 0,2 - < 0,2)
RHEINLAND-PFALZ							
KMK Mülheim-Kärlich	Cs-137	4	7,4	4	10,3	4	10,5 (3,3 - 18,6)
KKW Cattenom (Frankreich)	Cs-137	a		a		a	
SACHSEN							
VKTA Rossendorf	Cs-137	16	6,6	16	8,2	16	7,3 (2,2 - 18,4)
SACHSEN-ANHALT							
Endlager Morsleben	Cs-137	7	7,5	8	7,9	a	
	Sr-90	4	0,2	4	0,3	a	
	Gesamt- β	4	620	4	605	a	
SCHLESWIG-HOLSTEIN							
GKSS Geesthacht	Cs-137	5	12,9	10	11,8	10	10,7 (4,4 - 18,0)

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg TM					
		2005		2006		2007	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
KKB Brunsbüttel	Sr-90	1	0,4	2	0,4	2	0,3 (0,2 - 0,3)
	Cs-137	6	20,4	8	25,9	8	24,7 (7,9 - 44,0)
	Sr-90	2	b 0,9; 3,3	2	b 0,9; 3,9	2	b 0,9; 3,1
KKK Krümmel	Cs-137	6	6,6	12	6,4	12	6,6 (3,6 - 10,5)
	Sr-90	3	0,5	6	0,6	6	0,8 (0,6 - 1,0)
KBR Brokdorf	Cs-137	8	15,1	16	< 17,4	16	14,3 (3,4 - 27,0)
	Sr-90	4	2,1	8	1,9	8	1,7 (0,6 - 3,0)

a Messwerte lagen nicht vor

b Mittelwertberechnung nicht sinnvoll; Angabe der Einzelwerte

c Der Planfeststellungsbeschluss für das Endlagerprojekt Konrad liegt vor. Der Beginn der Einlagerung ist für das Jahr 2013 geplant. Das Messprogramm nach REI beginnt zwei Jahre vor Inbetriebnahme

d Die Kernbrennstoff verarbeitenden Betriebe Hanau wurden im Laufe des Jahres 2006 aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen

**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			
		2005		2006		2007	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
BADEN-WÜRTTEMBERG							
FZ Karlsruhe	Cs-137	6	1,4	6	0,15*	6	< 0,16 (< 0,1 - < 0,2)
	Pu-238	4	< 0,03	4	< 0,17*	a	
	Pu-(239+240)	4	< 0,04	4	< 0,09*	a	
KWO Obrigheim	Cs-137	8	< 0,7	9	< 0,31*	4	< 0,27 (< 0,2 - < 0,3)
GKN Neckarwestheim	Cs-137	8	< 0,4	8	< 0,14*	4	< 0,40 (< 0,3 - < 0,5)
KKP Philippsburg	Cs-137	8	1,9	8	< 0,18*	4	< 0,48 (0,38 - 0,65)
	Sr-90	a		a		a	
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	8	2,9	9	0,9*	a	
KKW Fessenheim (Frank- reich)	Cs-137	4	0,7	4	0,15*	a	
TRIGA Heidelberg	Cs-137	2	b 1,6; 0,7	2	0,06*	a	
BAYERN							
VAK Kahl	Cs-137	2	< 0,26	2	0,06*	2	< 0,56 (< 0,5 - 0,62)
KRB Gundremmingen	Cs-137	10	< 1,7	8	< 0,35	10	< 0,23 (0,03 - 0,47)
KKI Isar	Cs-137	12	1,13	12	0,42	12	0,46 (0,05 - 1,8)

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg TM		Aktivität in Bq/kg FM			
		2005		2006		2007	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	10	<0,49	10	< 0,31	10	< 0,29 (< 0,07 - < 0,53)
Forschungsreaktor Mün- chen	Cs-137	4	8,8	4	0,82	4	4,05 (0,81 - 12,0)
Framatome ANP Erlangen KWU	Cs-137	4	< 1,53	4	<1,17	4	< 0,45 (0,19 - 0,87)
	Pu-238	2	< 0,03	2	< 0,03	2	< 0,08 (< 0,03 - < 0,12)
	Pu-(239+240)	2	< 0,04	4	< 0,05	4	< 0,04 (< 0,01 - < 0,11)
	U-235	4	< 0,03	4	< 0,06	4	< 0,04 (< 0,01 - < 0,07)
	U-238	4	0,24	4	< 0,05	4	< 0,13 (< 0,03 - 0,41)
	Am-241	4	< 0,04	4	< 0,04	4	< 0,02 (< 0,01 - < 0,05)
	Framatome ANP Karlstein KWU	Cs-137	1	< 0,38	2	< 0,4 *	2
	Pu-238	1	< 0,094	2	< 0,06*	2	b < 0,02; < 0,07 *
	Pu-(239+240)	1	< 0,1	2	< 0,09*	2	b < 0,02; < 0,11 *
	U-235	1	< 0,053	2	< 0,04*	2	b < 0,03; < 0,05 *
	U-238	1	0,039	2	< 0,06*	2	b 0,01; 0,4 *
	Am-241	1	< 0,016	2	< 0,05*	2	b < 0,01; < 0,05 *
SBWK Karlstein	Gesamt-α	a		a		a	
BERLIN							
Forschungsreaktor BERII	Cs-137	8	<2,1	8	< 0,54	6	< 0,5 (< 0,3 - 0,71)
	Sr-90	1	0,15			1	0,63
BRANDENBURG							
KKR Rheinsberg	Cs-137	8	3,5	8	1,09 *	8	1,26 (0,09 - 3,5)
HESSEN							
KWB Biblis	Cs-137	10	<0,4	10	< 0,28*	10	< 0,20 (< 0,1 - 0,42)
Nuklearbetriebe Hanau ^e	Gesamt-α	4	< 160	a		a	
	Asche			a		a	
	Rest-β Asche	a		a		a	
	Pu-(239+240) Asche	1	< 0,1	a		a	
MECKLENBURG-VORPOMMERN							
KGR Greifswald	Cs-137	8	<2,2	10	< 0,29	8	< 0,25(< 0,08 -0,74)
Zwischenlager Nord	Cs-137	24	<0,8	18	< 0,32*	12	0,20 (0,06 - 0,45)
NIEDERSACHSEN							
KKS Stade	Cs-137	14	<0,8	8	< 0,12	8	< 0,41(< 0,05 - 2,0)
KKU Unterweser	Cs-137	12	<0,9	12	< 0,11	12	< 1,3 (0,07 - 4,7)
	Sr-90	a		a			
KWG Grohnde	Cs-137	10	< 1,1	10	< 0,53	10	< 0,25(< 0,16-< 0,35)

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg TM		Aktivität in Bq/kg FM			
		2005		2006		2007	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
Zwischenlager Grohnde	Cs-137	10	d < 2,6	1	1,88	1	< 0,24
KKE Emsland	Cs-137	10	< 1,2	10	0,58	10	< 0,66 (0,20 - 1,5)
Zwischenlager Lingen	Cs-137	8	d < 2,8	a	a	a	
Zwischenlager Gorleben	Cs-137	20	< 9,2	20	< 2,36	20	< 5,93 (< 0,31 - 31,0)
	Sr-90	4	7,7	4	2,21	4	2,9 (1,1 - 6,8)
FMRB Braunschweig	Cs-137	2	1,1	a		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	0,9	4	< 1,03	a	
	Pu-238 d	1	< 0,01	1	< 0,0011	a	
	Pu-(239+240) d	1	< 0,01	1	< 0,0011	a	
	U-234 d	2	b 0,028; 0,085	6	0,046	1	2,1*
	U-234	4	0,44				
	U-235 d	2	b 0,002; < 0,012	6	< 0,004	1	< 5,4*
	U-235	4	< 0,03				
	U-238 d	2	b 0,028; 0,067	6	0,046	1	2,3*
	U-238	4	0,44				
Forschungsbergwerk Asse	Cs-137	4	< 0,2	2	< 0,22	a	
NORDRHEIN-WESTFALEN							
FZ Jülich	Cs-137	8	< 0,3	9	< 0,63	10	< 0,23* (0,03 - 0,06)
	Sr-90	a		a		a	
KWW Würgassen	Cs-137	10	< 0,5	10	< 0,14 *	12	< 0,3* (0,07 - 0,78)
	Sr-90	a		a		a	
THTR Uentrop	Cs-137	8	< 1,0	8	< 0,49*	8	< 0,76* (0,5 - 2,66)
	Sr-90	a		a		a	
Zwischenlager Ahaus	Cs-137	9	< 1,6	10	0,28 *	11	0,21* (0,04 - 0,44)
	Sr-90	8	1,0	9	0,32*	10	0,33* (0,03 - 0,65)
UAG Gronau	U-238	6	< 0,4	5	< 0,4	4	< 0,3* (< 0,3 - < 0,3)
	Uran	12	< 0,39	12	< 0,19*	12	< 0,16* (0,05 - < 0,23)
	Fluor (mg/kg TM)	12	< 1,8	12	< 2,0	12	< 1,6 (< 1,5 - 2,3)
RHEINLAND-PFALZ							
KMK Mülheim-Kärlich	Cs-137	4	< 0,5	4	< 0,37	4	< 0,17 (< 0,08 - 0,24)
SACHSEN							
VKTA Rossendorf	Cs-137	16	< 1,5	16	< 0,24*	16	< 0,27* (0,05 - 0,7)

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg TM		Aktivität in Bq/kg FM			
		2005		2006		2007	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
SACHSEN-ANHALT							
Endlager Morsleben	Cs-137	8	< 0,6	8	< 0,3	a	
	Gesamt-β	4	1150	4	270	a	
SCHLESWIG-HOLSTEIN							
GKSS Geesthacht	Cs-137	4	1,0	8	< 0,25	8	< 0,38 (0,19 - 0,58)
KKB Brunsbüttel	Cs-137	4	< 0,2	8	< 0,08	8	< 0,13 (0,06 - 0,24)
	Sr-90	a		a			
KKK Krümmel	Cs-137	4	0,6	8	< 0,12	8	0,26 (0,03 - 0,78)
	Sr-90	3	2,2	6	0,43	6	0,49 (0,38 - 0,56)
KBR Brokdorf	Cs-137	6	0,9	14	< 0,17	14	< 0,27 (<0,08 - 0,57)
	Sr-90	a		a			

- a Messwerte lagen nicht vor
- b Mittelwertberechnung nicht sinnvoll; Angabe der Einzelwerte
- c Der Planfeststellungsbeschluss für das Endlagerprojekt Konrad liegt vor. Der Beginn der Einlagerung ist für das Jahr 2013 geplant. Das Messprogramm nach REI beginnt zwei Jahre vor Inbetriebnahme.
- d Bq/kg Feuchtmasse (FM)
- e Die Kernbrennstoff verarbeitenden Betriebe Hanau wurden im Laufe des Jahres 2006 aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen
- * 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 (*Foodstuff, groundwater, and drinking water*)

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

Bezüglich allgemeiner Aspekte der Radioaktivitätsüberwachung von Grund- und Trinkwasser wird auf Teil A - II - 2.4 verwiesen.

Die von den amtlichen Messstellen der Länder im Rahmen der Überwachung von Grund- und Trinkwasser nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz im Jahr 2007 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 K-40, Cs-137, Sr-90 und Tritium.

Grundwasser

Die Überwachung von Grundwasser wurde an 45 Probenentnahmestellen vorgenommen.

Die Aktivitätskonzentrationen für Cs-137 liegen ausschließlich unterhalb der bei den Messungen ermittelten Nachweisgrenzen (NWG) von 0,78 mBq/l bis 19 mBq/l, die im Wesentlichen vom Volumen des zur Messung aufbereiteten Wassers abhängen. Der Median sämtlicher Werte liegt bei <5,9 mBq/l (2006: <4,5 mBq/l, einziger Messwert 2006: 4,0 mBq/l).

In 59% der gemessenen Proben konnte Sr-90 mit Aktivitätskonzentrationen von 0,21 mBq/l bis 27 mBq/l (2006: 0,33 bis 24 mBq/l) nachgewiesen werden. Der Median aller Werte liegt bei 2,0 mBq/l (2006: <1,4 mBq/l).

In fünf Proben wurde Tritium mit Werten von 1,2 Bq/l bis 1,6 Bq/l bestimmt, die gefundenen Nachweisgrenzen liegen zwischen 1,5 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 76 bzw. 79 Probenentnahmestellen vorgenommen.

In der Tabelle 2.4.1-1 wird zwischen Rohwasser (Grund- oder 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 liegen fast alle Messwerte unterhalb der bei den Messungen erreichten Nachweisgrenzen von 0,27 mBq/l bis 85 mBq/l, die tatsächlich gemessenen Werte liegen bei 4,2 und 8,0 mBq/l (2006: 42 mBq/l). Der Median aller mitgeteilten Werte liegt bei <7,3 mBq/l (2006: <6,3 mBq/l).

In 40% der untersuchten Proben konnte Sr-90 nachgewiesen werden. Die Aktivitätskonzentrationen liegen zwischen 0,80 mBq/l und 8,0 mBq/l (2006: 0,85 und 11 mBq/l), der Median sämtlicher Werte liegt bei 3,4 mBq/l (2006: 4,0 mBq/l). Diese Messwerte zeigen den aus dem Fallout der Kernwaffenversuche in den 60er Jahren herrührenden Einfluss auf Oberflächenwässer, oberflächennahe Grundwässer und damit auch auf die Trinkwässer.

Im Rahmen des Routinemessprogramms für Grundwasser und Trinkwasser wurden auch alpha-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 und Sr-90 von jeweils 8 mBq/l zu Grunde, ergeben sich bei einem angenommenen jährlichen Trinkwasserverzehr von 700 Liter für den Erwachsenen (Alter über 17 Jahre) Ingestionsdosen von 0,000073 bzw. 0,000157 (2006: 0,00038 bzw. 0,00021) Millisievert pro Jahr, bei einem angenommenen jährlichen Trinkwasserverzehr von 340 Liter für den Säugling (0 bis 1 Jahr) von 0,000057 bzw. 0,00063 Millisievert pro Jahr.

Tabelle 2.4.1-1 Allgemeine Überwachung von Grundwasser und Trinkwasser in Deutschland
(General monitoring of groundwater and drinking water in Germany)

	Nuklid	2007						2006
		Anzahl gesamt	Anzahl <NWG	Minimal- wert ^a	Maximal- wert ^a	Mittel- einzel- wert ^a	Median	Median
Grundwasser (mBq/l)								
	K-40	88	43	30	830	240	< 150	120
	Cs-137	88	88				< 5,9	< 4,5
	Sr-90	46	27	0,21	27		2,0	< 1,4
	H-3	49	44	1.200	1.600		< 3.700	< 1.900
Trinkwasser (mBq/l)								
Rohwasser	K-40	93	49	29	350		150	< 130
	Cs-137	97	93	2,4	3,3		< 5,7	< 5,9
	Sr-90	46	18	0,055	9,0	4,0	< 3,5	4,0
	H-3	36	27	470	7.400		4.500	< 10.000
Reinwasser	K-40	232	138	14	1.300		< 140	140
	Cs-137	231	229	4,2	8,0		< 7,3	< 6,3
	Sr-90	72	29	0,80	8,0	3,6	< 3,4	4,0
	H-3	55	49	520	6.200		< 4.000	< 2.100

a Liegen mehr als 50% der gemessenen Werte unterhalb der Nachweisgrenze, werden nur der Minimalwert-, der Maximalwert und der Median 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 kerntechnischer Anlagen im Jahr 2007 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 Co-60, K-40, 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 129 Grundwassermessstellen mitgeteilt.

Für Cs-137 liegen sechs Messwerte über den angegebenen Nachweisgrenzen von 0,36 mBq/l bis 62 mBq/l (2006: 0,37 bis 63 mBq/l). Die Messwerte reichen von 0,70 mBq/l bis 34 mBq/l, der Median aller mitgeteilten Werte liegt bei <20 mBq/l (2006: <21 mBq/l).

Die Werte für die Sr-90-Aktivitätskonzentrationen (75% der Messwerte über der Nachweisgrenze) liegen zwischen 2,1 mBq/l und 70 mBq/l (2006: 2,5 bis 13 mBq/l). Der Median liegt bei 2,9 mBq/l (2006: 4,6 mBq/l).

Die Gesamt-Alpha-Aktivitätskonzentrationen liegen zwischen 0,010 Bq/l und 0,073 Bq/l (2006: 0,024 bis 0,048 Bq/l), mit einem Median sämtlicher Werte von <0,070 Bq/l (2006: <0,070 Bq/l).

Die Rest-Beta-Aktivitätskonzentrationen wurden in 24 Proben gemessen. Alle Werte lagen unter den gefundenen Nachweisgrenzen (2006: 0,043 bis 0,088 Bq/l). Der Median aller Werte beträgt <0,13 Bq/l (2006: <0,10 Bq/l).

In 17% der untersuchten Wasserproben wurde Tritium im Konzentrationsbereich von 1,1 Bq/l bis 280 Bq/l nachgewiesen (2006: 0,92 Bq/l bis 170 Bq/l), der Median aller Werte liegt bei <7,4 Bq/l (2006: <7,3 Bq/l). Einzelwerte liegen teilweise deutlich über den derzeitigen Aktivitätskonzentrationen im Niederschlag in der Größenordnung zwischen 1 Bq/l und 2 Bq/l.

Die maximalen Tritiumkonzentrationen bis 280 Bq/l (2006: 170 Bq/l) wurden an einer Probenentnahmestelle auf dem Gelände des Forschungszentrums Jülich gemessen. Auf dem Gelände des Freilagers für radioaktive Abfälle des Forschungszentrums Dresden-Rossendorf traten Maximalwerte bis zu 34 Bq/l auf. Bei diesen Stichproben wurden auch Co-60-Kontaminationen von bis zu 0,096 Bq/l (2006: 0,066 Bq/l) ermittelt. Die erhöhten H-3- und Co-60-Aktivitätskonzentrationen 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.

Trinkwasser

Im Jahr 2007 wurden im Rahmen der Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen (Schachthanlage Asse mitgerechnet) Messwerte von 40 Rohwasser- und 24 Reinwasser-Entnahmestellen beprobt.

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

Für Cs-137 wurden keine Messwerte oberhalb der jeweiligen Nachweisgrenzen von 0,20 mBq/l bis 69 mBq/l (2006: keine Messwerte oberhalb der Nachweisgrenzen) ermittelt. Der Median aller Cs-137-Werte liegt bei <9,9 mBq/l (2006: <11 mBq/l).

Die Aktivitätskonzentrationen für Sr-90 liegen zwischen 0,30 mBq/l und 6,3 mBq/l (2006: 0,36 bis 4,2 mBq/l), mit einem Median aller Werte von 4,7 mBq/l (2006: 4,2 mBq/l).

In 5 von 74 gemessenen Proben wurde Tritium in Konzentrationen zwischen 1,3 Bq/l und 59 Bq/l (2006: 6,1 bis 62 Bq/l) nachgewiesen, der Median aller Werte liegt bei <5,7 Bq/l (2006: <6,4 Bq/l). Die über den derzeitigen Aktivitätskonzentrationen im Niederschlag zwischen 1 und 2 Bq/l liegenden Werte sind auf den Eintrag von Oberflächenwasser (z. B. als Uferfiltrat) zurückzuführen, das durch H-3-Emissionen kerntechnischer Anlagen geringfügig beeinflusst ist. Alle H-3-Werte oberhalb 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 weist 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.

Die im Rahmen der Umgebungsüberwachung der Schachthanlage Asse festgestellten Radionuklide im Rohwasser (zur Trinkwassergewinnung) sind natürlichen Ursprungs oder im Fall von Sr-90 eine Folge des globalen Fallouts der oberirdischen Kernwaffenversuche.

Die 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 (Grundwasser und Trinkwasser)
(Surveillance of the surroundings of nuclear facilities in Germany-groundwater and drinking water)

	Nuklid	2007						2006
		Anzahl gesamt ^a	Anzahl <NWG	Minimal- wert ^b	Maximal- wert ^b	Mittel- wert ^b	Median	Median
Grundwasser (Bq/l)								
	K-40	156	98	0,015	55		< 0,43	< 0,46
	Co-60	388	381	0,029	0,096		< 0,030	< 0,031
	Cs-137	223	217	0,0007	0,034		< 0,020	< 0,021
	H-3	406	338	1,1	280		< 7,0	< 7,3
	Sr-90	20	5	0,0021	0,070	0,0088	0,0029	0,0046
	R-Beta	24	24				< 0,13	< 0,1
	G-Alpha	43	35	0,010	0,073		< 0,070	0,07
Trinkwasser (Bq/l)								
Rohwasser	K-40	82	51	0,021	0,95		<0,19	< 0,42
	Co-60	113	113				<0,015	< 0,022
	Cs-137	101	101				<0,012	< 0,018
	H-3	123	101	1,1	9,6		<4,7	< 5,0
	Sr-90	31	17	0,00027	0,10		0,0023	< 0,02
	G-Alpha	6	0	0,014	0,047	0,030	0,027	0,028
Reinwasser	K-40	60	47	0,045	0,63		< 0,15	< 0,18
	Co-60	66	66				< 0,012	< 0,013
	Cs-137	66	66				< 0,011	< 0,011
	H-3	74	69	1,3	59		< 5,7	< 6,4
	Sr-90	16	10	0,00030	0,0063		0,0047	0,0042

a 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

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

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 2006 auf extrem niedrigem Niveau ebenfalls nahezu konstant geblieben.

Die Messwerte, die für Milch und Milchprodukte ermittelt wurden, können in diesem Bericht wegen dessen begrenzten Umfangs nur in komprimierter Form wiedergegeben werden. 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 dargestellt. Die Proben, an denen die Messungen vorgenommen wurden, stammen fast ausschließlich aus größeren Sammeltanks von Molkereien, so dass aus dieser Sicht eine Mittelung sinnvoll erschien. Allerdings fehlten zu den Messwerten in der Regel ergänzende Angaben, so dass bei der Mittelwertbildung keinerlei Wichtung durchgeführt werden konnte. Darüber hinaus überschätzen die Mittelwerte, die mit dem Zeichen „<“ gekennzeichnet sind, die Realität, weil in die Berechnungen zahlreiche Werte von Nachweisgrenzen eingegangen sind, die über den realen Werten lagen. Es verbleiben also einige Unsicherheiten, die es zu beachten gilt, wenn die in der Tabelle enthaltenen Jahresmittelwerte interpretiert werden. Die Mittelwerte für das Radionuklid Sr-90, die für Rohmilch in Tabelle 2.4.3-1 angegeben sind, basieren auf Messergebnissen der Ländermessstellen und auf zusätzlichen Messungen der Leitstelle an Milchpulverproben aus dem gesamten Bundesgebiet, die monatlich das gesamte Jahr über 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 2007.

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.

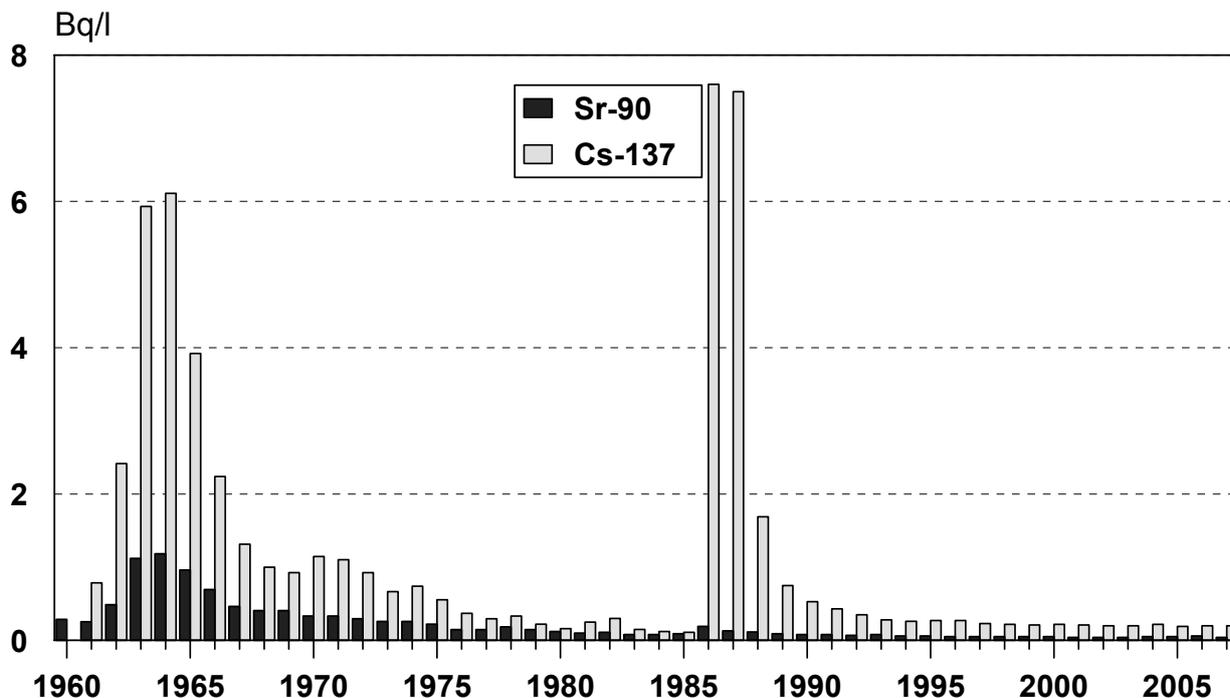


Abbildung 2.4.3-1 Jahresmittelwerte der Sr-90 und Cs-137-Aktivitäten der Rohmilch in der Bundesrepublik Deutschland
(Annual mean values of Sr-90 and Cs-137 activities of raw milk in the Federal Republic of Germany)

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	2005	25	<0,05	79	<0,13
	2006	32	0,05	80	<0,13
	2007	30	0,07 (0,02 - 0,16)	81	<0,14 (<0,04 - 0,37)

Bundesland	Jahr	Sr-90 (Bq/l)		Cs-137 (Bq/l)	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
Bayern	2005	87	0,11	295	<0,20
	2006	88	0,13	253	<0,22
	2007	43	0,05 (0,02 - 0,18)	244	< 0,20 (0,02 - 056)
Berlin	2005	13	0,02	24	<0,45
	2006	12	0,02	29	<0,90
	2007	12	0,02 (0,01 - 0,03)	25	< 0,73 (<0,02 - 3,6)
Brandenburg	2005	12	0,04	37	<0,29
	2006	12	0,04	36	<0,28
	2007	16	0,03 (0,02 - 0,04)	53	< 0,24 (< 0,08 - 0,5)
Bremen	2005	12	<0,02	12	<0,33
	2006	12	<0,02	12	0,58
	2007	12	0,02 (0,01 - 0,04)	12	0,69 (0,26 - 1,29)
Hamburg	2005	12	0,02	12	<0,15
	2006	12	0,07	12	<0,14
	2007	12	0,02 (0,01 - 0,03)	12	< 0,16 (<0,09 - <0,18)
Hessen	2005	17	0,04	40	<0,09
	2006	20	0,07	43	<0,07
	2007	19	0,05 (0,02 - 0,11)	43	< 0,07 (0,02 - <0,15)
Mecklenburg- Vorpommern	2005	26	0,03	50	<0,14
	2006	24	0,03	48	<0,18
	2007	13	0,03 (0,01 - 0,08)	52	< 0,19 (0,04 - 1,87)
Niedersachsen	2005	81	0,04	213	<0,24
	2006	91	0,04	213	<0,25
	2007	61	0,03 (0,02 - 0,05)	209	< 0,25 (< 0,06 - 1,1)
Nordrhein-Westfalen	2005	41	0,04	132	<0,11
	2006	44	0,05	135	<0,11
	2007	29	0,04 (0,01 - 0,13)	112	< 0,12 (< 0,03 - 0,34)
Rheinland-Pfalz	2005	17	0,04	34	<0,07
	2006	21	0,04	36	<0,08
	2007	22	0,04 (0,03 - 0,05)	38	< 0,06 (0,02 - < 0,13)
Saarland	2005	12	<0,05	12	<0,20
	2006	12	<0,05	12	<0,20
	2007	12	< 0,03 (< 0,02 - 0,07)	15	< 0,19 (< 0,19 - < 0,2)
Sachsen	2005	12	0,03	24	<0,09
	2006	12	0,03	24	<0,08
	2007	12	0,03 (0,02 - 0,04)	56	< 0,09 (0,04 - < 0,45)

Bundesland	Jahr	Sr-90 (Bq/l)		Cs-137 (Bq/l)	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
Sachsen-Anhalt	2005	12	<0,02	36	<0,44
	2006	12	<0,02	36	<0,21
	2007	12	<0,02 (<0,02 - 0,04)	72	<0,37 (<0,09 - 4,36)
Schleswig-Holstein	2005	32	0,05	96	<0,14
	2006	34	0,04	94	<0,12
	2007	22	0,04 (0,02 - 0,06)	94	<0,13 (<0,05 - 0,54)
Thüringen	2005	16	0,02	33	<0,09
	2006	16	0,02	28	<0,09
	2007	12	0,02 (0,01 - 0,02)	36	<0,10 (<0,08 - <0,11)
Bundesrepublik (gesamt)	2005	427	<0,05	1129	<0,19
	2006	454	<0,06	1091	<0,20
	2007	339	<0,04 (0,01 - 0,18)	1154	<0,20 (<0,01 - 4,36)

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	1154	<0,31	<0,01	4,36	<0,01
Milchpulver	5	<0,11	<0,04	<0,16	<0,04
Käse	5	<0,3	<0,1	<0,4	<0,1
Importe					
Käse	70	<0,22	<0,04	1,09	<0,04
Frischkäse	5	<0,12	<0,08	<0,29	<0,1
Schafskäse	10	<0,22	<0,06	<0,35	<0,07
Ziegenkäse	4	<0,2	<0,09	<0,2	<0,1
Lakenkäse	5	<0,2	<0,06	<0,2	<0,08

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 / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/l			
		2006		2007	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
BADEN-WÜRTTEMBERG					
FZ Karlsruhe	Cs-137	2	<0,05 (<0,05 - <0,05)	1	0,05
	Sr-90	2	0,03 (0,03 - 0,04)	1	0,02
	I-131 (nur Bereich)	2	<0,008 - <0,012	1	<0,008

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/l					
		2006			2007		
		N	Mittelwert (Bereich)		N	Mittelwert (Bereich)	
KWO Obrigheim	Cs-137	4	<0,05	(< 0,03-0,07)	4	<0,05	(< 0,04 - < 0,06)
	Sr-90	4	0,02	(0,01 - 0,02)	4	0,02	(0,01 - 0,02)
	I-131 (nur Bereich)	10	< 0,006 - < 0,01		10	< 0,007 - < 0,009	
GKN Neckarwestheim	Cs-137	4	<0,05	(< 0,04-< 0,06)	4	<0,04	(0,03 - < 0,05)
	Sr-90	4	0,02	(0,01 - 0,03)	4	0,02	(0,02 - 0,03)
	I-131 (nur Bereich)	10	< 0,005 - < 0,009		10	< 0,007 - < 0,009	
KKP Philippsburg	Cs-137	4	< 0,04	(< 0,02 - 0,05)	3	<0,04	(< 0,02 - 0,09)
	Sr-90	4	0,02	(0,02 - 0,02)	3	0,02	(0,009 - 0,03)
	I-131 (nur Bereich)	11	< 0,007 - < 0,012		10	< 0,005 - < 0,011	
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	9	<0,05	(< 0,03 - 0,08)	8	<0,05	(0,02 - < 0,10)
	Sr-90	5	0,03	(0,02 - 0,04)	5	0,04	(0,02 - 0,05)
	I-131 (nur Bereich)	11	< 0,006 - < 0,011		11	< 0,005 - < 0,009	
KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	8	<0,04	(< 0,03 - < 0,08)	7	<0,04	(< 0,03 - < 0,05)
	Sr-90	4	0,02	(0,01 - 0,03)	4	0,05	(0,02 - 0,12)
	I-131 (nur Bereich)	10	< 0,004 - < 0,012		10	< 0,005 - < 0,009	
BAYERN							
KRB Gundremmingen	Cs-137	4	0,04	(0,02 - 0,1)	6	0,03	(0,01 - 0,03)
	Sr-90	4	<0,01	(< 0,01 - 0,02)	6	0,01	(< 0,01 - 0,01)
	I-131 (nur Bereich)	15	< 0,003 - < 0,01		18	< 0,008 - < 0,01	
KKI Isar	Cs-137	6	0,07	(0,04 - 0,13)	4	0,07	(0,03 - 0,1)
	Sr-90	6	<0,01	(< 0,01 - < 0,02)	4	< 0,01	(< 0,01 - < 0,01)
	I-131 (nur Bereich)	16	< 0,006 - < 0,01		12	< 0,009 - < 0,01	
KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	6	< 0,08	(< 0,05 - < 0,13)	6	<0,15	(< 0,04 - < 0,22)
	Sr-90	6	<0,03	(< 0,01 - 0,05)	6	< 0,01	(< 0,01 - < 0,02)
	I-131 (nur Bereich)	18	< 0,003 - <0,01		18	< 0,004 - < 0,01	
FRM II	Cs-137	2	0,13	(0,1 - 0,16)	2	<0,08	(0,08 - < 0,09)
	Sr-90	2	<0,02	(< 0,2 - 0,2)	2	< 0,02	(0,01 - < 0,02)
BRANDENBURG							
KKR Rheinsberg	Cs-137	4	<0,08	(< 0,07 - < 0,09)	4	<0,10	(< 0,09 - < 0,13)
	Sr-90	4	0,03	(0,02 - 0,03)	4	0,02	(0,02 - 0,02)
	I-131 (nur Bereich)	a			a		
HESSEN							
KWB Biblis	Cs-137	10	< 0,07	(< 0,02 - < 0,16)	10	<0,05	(< 0,01 - < 0,12)

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/l					
		2006			2007		
		N	Mittelwert (Bereich)		N	Mittelwert (Bereich)	
	Sr-90	7	0,02	(0,008 - 0,05)	10	0,02	(0,003 - 0,01)
	I-131 (nur Bereich)	25	< 0,004 - < 0,01		30	< 0,004 - < 0,011	
MECKLENBURG-VORPOMMERN							
KGR Greifswald	Cs-137	2	< 0,16	(< 0,10 - 0,22)	4	< 0,13	(< 0,08 - 0,22)
	Sr-90	2	0,02	(0,02 - 0,02)	4	< 0,02	(0,009 - < 0,02)
	I-131 (nur Bereich)	a			a		
NIEDERSACHSEN							
KKS Stade	Cs-137	a			a		
	Sr-90	a			a		
	I-131 (nur Bereich)	a			a		
KKU Unterweser	Cs-137	4	< 0,07	(< 0,04 - 0,12)	4	< 0,07	(< 0,06 - < 0,07)
	Sr-90	4	0,05	(0,04 - 0,6)	4	0,04	(0,02 - 0,05)
	I-131 (nur Bereich)	12	< 0,005 - < 0,09		12	< 0,006 - < 0,025	
KWG Grohnde	Cs-137	4	< 0,07	(< 0,06 - < 0,07)	4	< 0,06	(0,03 - < 0,07)
	Sr-90	4	0,03	(0,02 - 0,06)	4	0,03	(0,02 - 0,04)
	I-131 (nur Bereich)	12	< 0,003 - < 0,011		12	< 0,004 - < 0,017	
KKE Emsland	Cs-137	4	< 0,08	(0,06 - 0,12)	4	< 0,08	(0,06 - 0,11)
	Sr-90	4	0,03	(0,03 - 0,04)	4	0,03	(0,02 - 0,03)
	I-131 (nur Bereich)	11	< 0,004 - < 0,026		12	< 0,004 - < 0,012	
Zwischenlager Gorleben	Cs-137	23	0,46	(0,09 - 1,0)	24	0,34	(0,11 - 0,67)
	Sr-90	11	0,05	(0,03 - 0,08)	12	0,04	(0,02 - 0,06)
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	< 0,2	(< 0,1 - < 0,2)	4	< 0,04	(< 0,04 - < 0,07)
	Sr-90	4	0,03	(0,02 - 0,03)	4	0,03	(0,03 - 0,04)
	I-131 (nur Bereich)	38	< 0,006 - < 0,01		38	< 0,004 - < 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)	10	< 0,23	(< 0,23 - < 0,23)	12	< 0,23	(< 0,23 - < 0,23)
	Fluor (mq/l)	10	< 0,42	(< 0,42 - < 0,42)	12	< 0,42	(< 0,42 - < 0,42)

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/l			
		2006		2007	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
RHEINLAND-PFALZ					
KMK Mülheim-Kärlich	Cs-137	4	< 0,10 (< 0,08 - < 0,11)	2	< 0,08 (< 0,08 - 0,08)
	Sr-90	a		a	
	I-131 (nur Bereich)	a		a	
SACHSEN					
VKTA Rossendorf	Cs-137	3	< 0,06 (< 0,06 - 0,07)	2	< 0,05 (0,07 - < 0,94)
	Sr-90	1	0,04	1	0,03
	I-131 (nur Bereich)	2	< 0,05 - < 0,05	2	< 0,08 - < 0,08
SACHSEN-ANHALT					
Endlager Morsleben	Cs-137	4	< 0,24 (< 0,1 - 0,43)	a	
	Sr-90	a		a	
SCHLESWIG-HOLSTEIN					
GKSS Geesthacht	Cs-137	4	< 0,09 (< 0,07 - < 0,14)	4	< 0,14 (< 0,12 - 0,16)
	Sr-90	4	0,04 (0,02 - 0,05)	4	0,04 (0,04 - 0,06)
	I-131 (nur Bereich)	12	< 0,006 - < 0,009	12	< 0,007 - < 0,01
KKB Brunsbüttel	Cs-137	4	0,06 (0,02 - 0,09)	4	< 0,08 (< 0,05 - 0,12)
	Sr-90	4	0,04 (0,03 - 0,05)	4	0,03 (0,03 - 0,04)
	I-131 (nur Bereich)	32	< 0,008 - < 0,01	32	< 0,007 - < 0,01
KKK Krümmel	Cs-137	8	0,08 (0,04 - 0,17)	8	< 0,09 (0,03 - 0,23)
	Sr-90	8	0,03 (0,01 - 0,06)	8	0,03 (0,02 - 0,06)
	I-131 (nur Bereich)	23	< 0,006 - < 0,01	24	< 0,007 - < 0,01
KBR Brokdorf	Cs-137	8	< 0,04 (0,02 - 0,08)	8	< 0,07 (< 0,03 - < 0,13)
	Sr-90	8	0,03 (0,03 - 0,04)	8	0,03 (0,02 - 0,07)
	I-131 (nur Bereich)	24	< 0,007 - < 0,01	24	< 0,007 - < 0,01

a Messwerte liegen nicht vor

b Der Planfeststellungsbeschluss für das Endlagerprojekt Konrad liegt vor. Der Beginn der Einlagerung ist für das Jahr 2013 geplant. Das Messprogramm nach REI beginnt zwei Jahre vor Inbetriebnahme

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 2007 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 spezifischen Aktivität 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 2007 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 (2007)
(*Specific Cs-137 activity in freshwater fish - year 2007*)

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

Gewässer	Region	2007					2006
		N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
		spez. Cs-137-Aktivität in Bq/kg FM					
Binnenseen	Süddeutschland	30	2	0,11	68	0,86	0,74
	Mitteldeutschland	12	3	< 0,14	190	13	0,15
	Norddeutschland	49	3	< 0,13	36	1,9	2,2
Fischteiche	Süddeutschland	25	4	0,096	1,3	0,22	0,17
	Mitteldeutschland	26	6	0,068	1,2	0,17	0,13
	Norddeutschland	11	3	< 0,1	0,89	0,27	0,63
Fließgewässer	Süddeutschland	9	4	< 0,1	0,49	0,14	0,12
	Mitteldeutschland	31	14	< 0,1	4,7	0,18	0,11
	Norddeutschland	7	3	< 0,14	0,89	0,25	0,36
nicht spezifizierte Gewässer	Süddeutschland	3	2	< 0,2	0,13	< 0,2	< 0,18
	Mitteldeutschland	5	1	0,12	1,7	0,57	
	Norddeutschland	0	0				

Auffällig ist die für die Region „Mitteldeutschland“ berichtete höhere mittlere Cs-137-Aktivität. Die Erhöhung geht auf sieben Messwerte aus dem Arendsee und dem Schollener See in Sachsen-Anhalt zurück. Die höchsten Werte stammen darin von Flußbarschproben (190 Bq/kg: Arendsee; 45 Bq/kg: Schollener See), d. h. von Fischen, deren starke Cs-Anreicherung bekannt ist. Die Cs-137-Werte der anderen Fischproben dieser beiden Seen zeigen ebenfalls erhöhte Werte, die zwischen 7 und 35 Bq/kg liegen. Fischproben aus diesen beiden Seen wurden 2007 zum ersten Mal gemessen und berichtet. Bei diesen Seen ist auch die Cs-137-Aktivitätskonzentration im Oberflächenwasser etwa eine Größenordnung höher als in Seen in Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Schleswig-Holstein und Niedersachsen (vgl. Kap. 2.2.2 in [2]). Zum Vergleich sei darauf hingewiesen, dass im Stechlinsee und im Ellbogensee (Brandenburg) in den vergangenen Jahren ähnlich hohe Cs-137-Werte im Fisch beobachtet wurden (siehe Kapitel 2.4.2). Der in Binnenseen Süddeutschlands verzeichnete Maximalwert von 68 Bq/kg geht auf eine Welsprobe aus dem recht kleinen Schreckensee in der Oberpfalz (Baden-Württemberg) zurück, der schon direkt nach dem Tschernobyl-Unfall durch hohe Cs-137-Werte im Fisch auffiel. Zur Bewertung solcher Werte wird die Abschätzung der möglichen Strahlenexposition herangezogen. Bei einem angenommenen Jahresverzehr von 10 kg Fischfleisch mit dem Maximalwert von 190 Bq/kg ergibt sich eine Dosis von 12 µSv/a, was etwa 0,6% der natürlichen Strahlenexposition entspricht.

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 (2007)
(Specific Cs-137 activity in trout and carp - year 2007)

Messungen der Bundesländer (aus Binnenseen, Fischteichen und Fließgewässern)

Fisch	2007					2006
	N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
			spez. Cs-137-Aktivität in Bq/kg FM			
Forellen	43	13	0,096	0,89	0,18	0,11
Karpfen	32	8	0,068	1,7	0,19	0,21

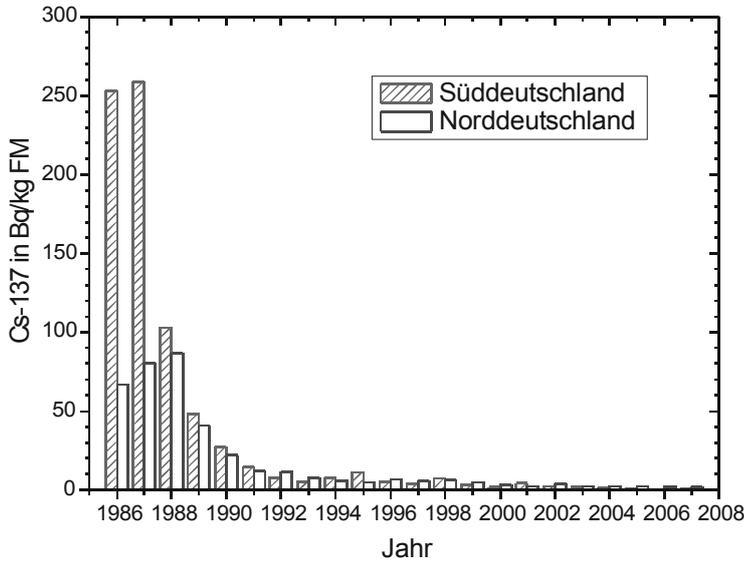


Abbildung 2.4.5-1
Jahresmittelwerte der Cs-137-Aktivität in Fischen aus Binnenseen in Bq/kg FM
(Annual mean values for Cs-137 activity in fish from lakes in Bq/kg WW)

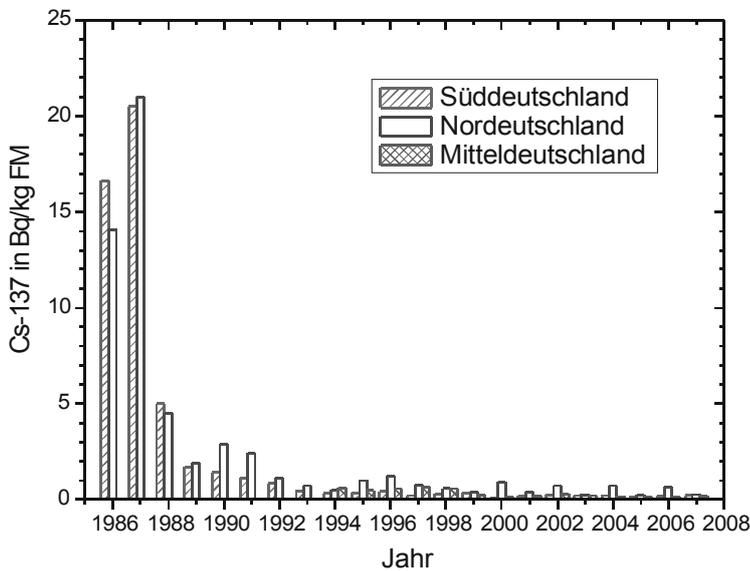


Abbildung 2.4.5-2
Jahresmittelwerte der Cs-137-Aktivität in Fischen aus Fischteichen in Bq/kg FM
(Annual mean values for Cs-137 activity in fish from fish farms in Bq/kg WW)

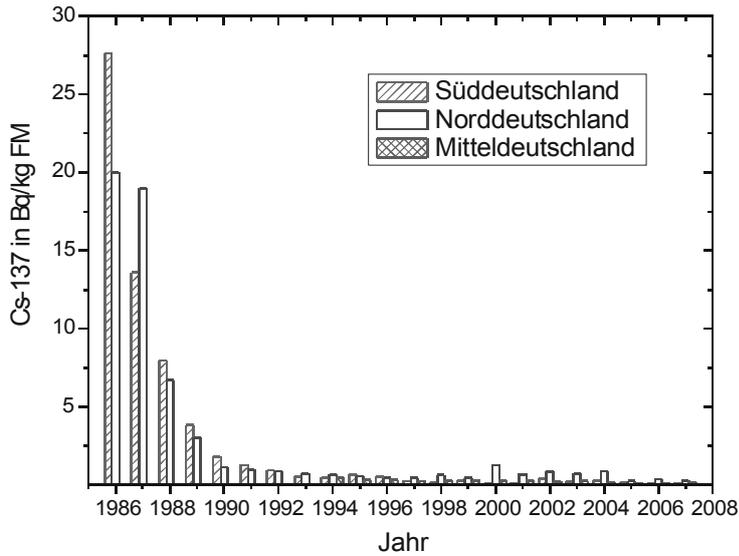


Abbildung 2.4.5-3
Jahresmittelwerte der Cs-137-Aktivität in Fischen aus Fließgewässern in Bq/kg FM
(Annual mean values for Cs-137 activity in fish from rivers in Bq/kg WW)

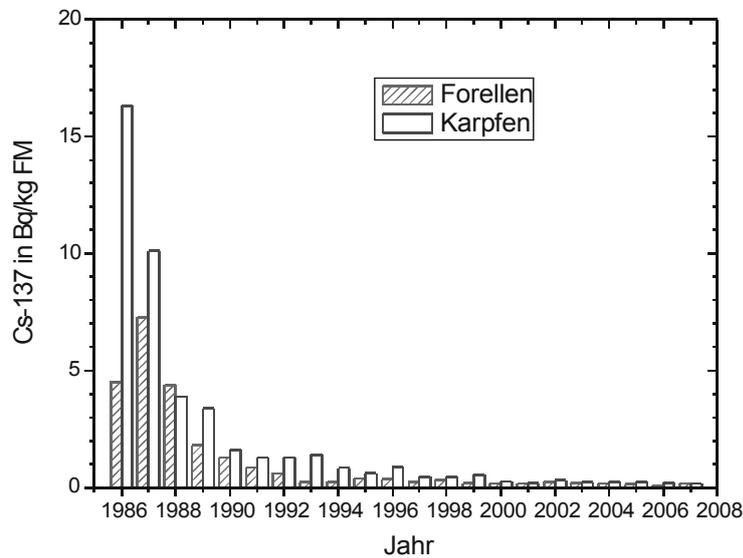


Abbildung 2.4.5-4
Jahresmittelwerte der Cs-137-Aktivität in Karpfen und Forellen in Bq/kg FM
(Annual mean values for Cs-137 activity in trout and carp in Bq/kg WW)

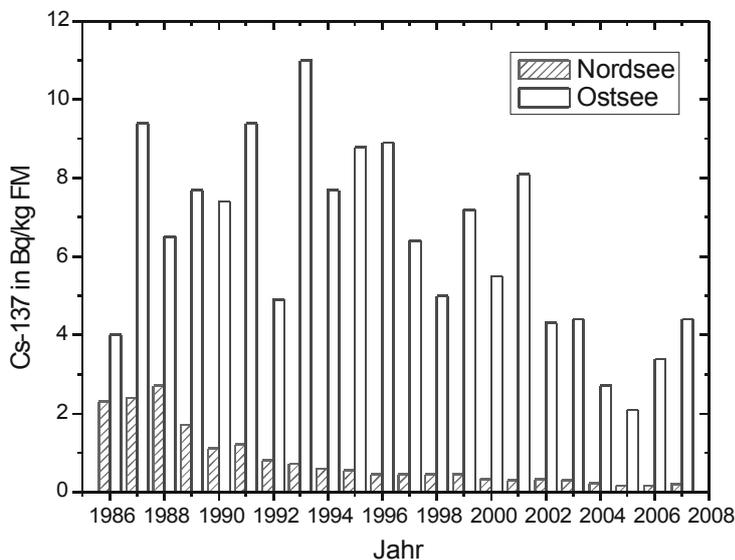


Abbildung 2.4.5-5
Jahresmittelwerte der Cs-137-Aktivität in Fischen aus Nord- und Ostsee in Bq/kg FM
(Annual mean values for Cs-137 activity in fish from the North and Baltic Seas in Bq/kg WW)

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 2006 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 2007 die Cs-137-Werte nahezu unter dem Maximalwert von 0,6 Bq/kg, im Median bei etwa 0,19 Bq/kg. Darin befindliche drei höhere Werte, zwischen 2,6 und 5,2 Bq/kg FM, sind vermutlich eher der Ostsee bzw. dem Übergangsbereich zwischen Nord- und Ostsee zuzu-rechnen.

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 schwanken kann.

Im Bereich der Nordseeküste von den Messstellen der Länder entnommene Proben von Garnelen- und Miesmuschel-fleisch wiesen eine mittlere Cs-137-Aktivität von weniger als 0,14 Bq/kg auf; vgl. Tabelle 2.4.5-3. Die meisten der Einzelwerte lagen unterhalb der Nachweisgrenze.

Die im Jahr 2007 für Proben aus Importen bestimmten Jahresmedianwerte für Cs-137 (Tabelle 2.4.5-4) lagen bei 0,14 Bq/kg (Süßwasserfisch), 0,11 Bq/kg (Seefisch) und <0,12 Bq/kg (Fischereierzeugnisse); für Krusten- und Scha-lentiere 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 (2007)
(*Specific Cs-137 activity in fish and crustaceans from the North Sea and the Baltic Sea - year 2007*)
Messungen der Bundesländer

Gewässer	Probenart	2007					2006
		N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
spez. Cs-137-Aktivität in Bq/kg FM							
Nordsee	Fische	35	9	0,053	5,2	0,19	0,15
	Garnelen	13	13	< 0,12	< 0,16	< 0,13	< 0,15
	Miesmuscheln	13	12	< 0,11	0,20	< 0,14	< 0,1
Ostsee	Fische	31	1	< 0,11	14	4,4	2,4

Tabelle 2.4.5-4 Spezifische Cs-137-Aktivität in Importproben von Fisch, Krusten- u. Schalentieren sowie Fischereierzeugnissen (2007)
(*Specific Cs-137 activity in samples of imported fish, crustaceans and fishery products - year 2007*)

Probenart	2007					2006
	N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
spez. Cs-137-Aktivität in Bq/kg FM						
Süßwasserfisch	30	15	< 0,04	5,0	0,14	0,21
Seefisch	116	50	0,046	7,7	0,11	0,10
Krusten- u. Schalentiere	14	14	< 0,1	< 0,23	< 0,15	< 0,16
Fischereierzeugnisse	25	24	0,11	< 0,13	< 0,12	

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 doppelt 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. Für Fische aus Nord- und Ostsee lagen für 2007 noch keine Ergebnisse von Sr-90-Messungen der Leitstelle vor.

Tabelle 2.4.5-5 Spezifische Sr-90-Aktivität in Fischen, Krusten- und Schalentieren (2007)
(*Specific Sr-90 activity in fish and crustaceans - year 2007*)

Messungen der Bundesländer

Probenart	Gewässer	2007					2006
		N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
Fisch	Binnenseen	15	2	0,010	0,39	0,019	0,054
	Fischteiche	7	2	< 0,0067	0,027	0,0096	0,032
	Fließgewässer	8	5	< 0,010	0,12	0,0086	0,0086
Garnelen	Nordsee	12	6	0,020	0,040	0,019	0,025
Miesmuscheln	Nordsee	12	7	0,016	0,029	0,017	0,019

Routineprogramm der Leitstelle

Fischproben aus der Nordsee und der Ostsee wurden während der Fahrten mit dem FFS „Walther-Herwig-III“ genommen. Die gammaspektrometrischen Messungen einiger für das Berichtsjahr 2007 fälligen Proben (Nordsee, Dezember 2007) stehen noch aus. Durch Engpässe im Labor bedingt konnten die entsprechenden radiochemischen Analysen für Plutonium-Isotope und Am-241 noch nicht begonnen werden.

Tabelle 2.4.5-6 zeigt summarisch die Ergebnisse der Messungen der Fischfleisch- und der Gesamtfischproben. Die mittleren Cs-137-Werte der Gesamtfischproben sind erwartungsgemäß niedriger als die der Fischfleischproben, da für Gesamtfischproben nur Fische mit deutlich geringerer Größe als für Fischfleischproben herangezogen wurden und die spezifische Cs-137-Aktivität das Verhalten zeigt, mit abnehmender Körpergröße abzunehmen. Cs-137-Messwerte von Blasentang (*Fucus vesiculosus*) sind ebenfalls mit in die Tabelle aufgenommen.

Tabelle 2.4.5-6 Spezifische Cs-137-Aktivität in Organismen aus der Nordsee und aus der Ostsee (2007)
(*Specific Cs-137 activity in biota from the North Sea and from the Baltic Sea - year 2007*)

Messungen der Leitstelle

Probenart	Radionuklid	2007					2006
		N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
Nordsee:							
Fischfleisch-Proben	Cs-137	8	0	0,12	0,62	0,31	0,23
Gesamtfisch-Proben	Cs-137	7	0	0,085	0,20	0,14	0,19
Ostsee:							
Fischfleisch-Proben	Cs-137	19	0	1,2	14	8,7	4,9
Gesamtfisch-Proben	Cs-137	9	0	1,1	4,7	2,9	2,7
Blasentang (<i>Fucus vesiculosus</i>)	Cs-137 ¹	2	0	21	22	22	25

1 Werte in Bq/kg TM

In der Ostsee ist immer noch eine von der westlichen Ostsee (Kieler Bucht) ostwärts gerichtete Zunahme der Cs-137-Aktivitäten im Fisch zu beobachten. Dies wird deutlich an einer zeit- und gebietsabhängigen Darstellung der Cs-137-Aktivität im Kabeljaufilet (Abbildung 2.4.5-6). Die Lage der sechs verschiedenen Gebiete, aus denen die Fischproben stammen, ist der Abbildung 2.4.5-7 zu entnehmen. Der größte Unterschied besteht zwischen den Gebieten B01 (Kieler Bucht) und dem Gebiet B12 (Mecklenburger Bucht), während ab den Gebieten B11 und B10 (Arkona See) die Zunahme nach Osten nicht mehr so deutlich ist.

Ursache für den Aktivitätsgradienten nach Westen ist der südwestlich gerichtete Transport von durch den Tschernobyl-Unfall höher kontaminierten Wassermassen aus der Bottensee. Ein entsprechender Gradient ist für Cs-137 im Ostseewasser zu beobachten (vgl. Kap. 2.2.1).

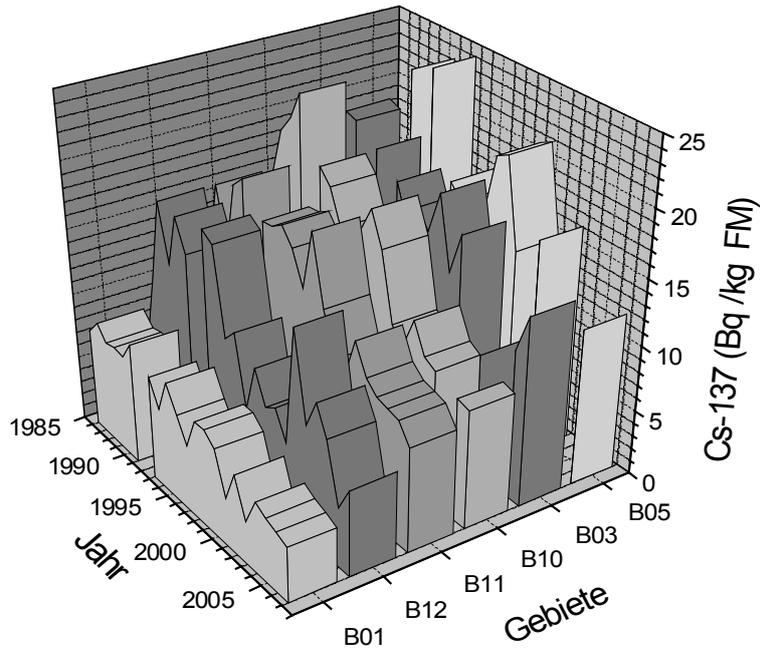


Abbildung 2.4.5-6 Mittlere Cs-137-Aktivitäten in Kabeljaufilet aus der Ostsee in Abhängigkeit von Zeit und Ostsee-Gebieten, Probennahmegebiet siehe Karte Abbildung 2.4.5-7
 (Mean Cs-137 activities in Baltic Sea cod fillets dependent on time and Baltic Sea sites, sampling sites see figure 2.4.5-7)

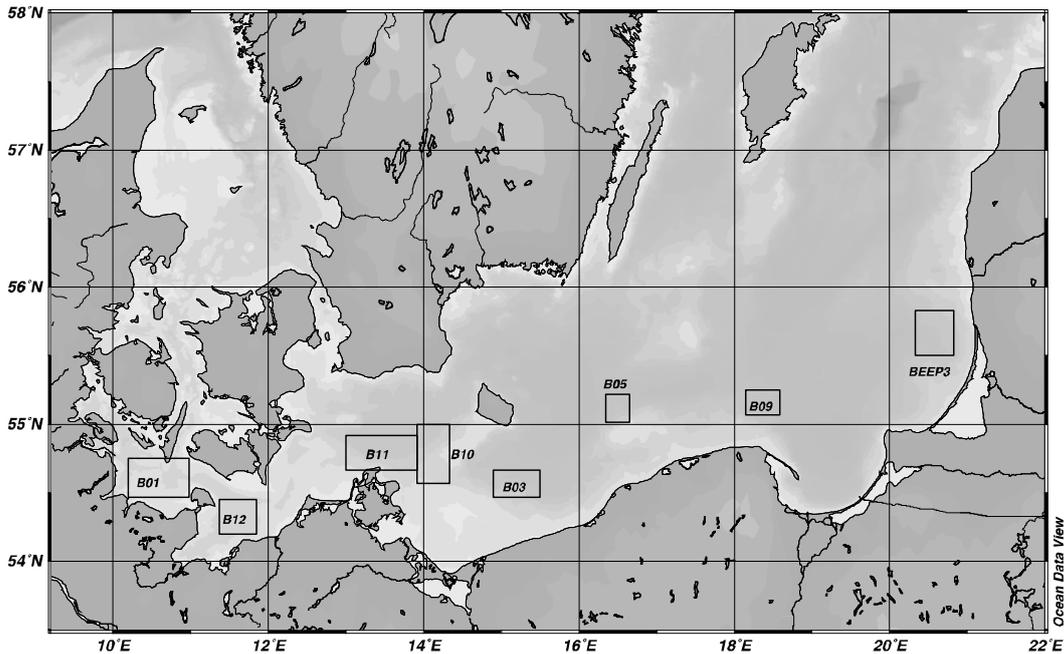


Abbildung 2.4.5-7 Probennahme-Gebiete in der Ostsee
 (Sampling sites in the Baltic Sea)

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] Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2007: „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung. Jahresbericht 2006“.

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

Im Berichtsjahr 2007 wurden für 25 kerntechnische Anlagen γ -spektrometrische Messungen (vor allem Cs-137) an 99 Fischfleischproben und 7 Wasserpflanzenproben gemeldet; Sr-90-Messungen wurden an 14 Fischfleischproben durchgeführt. Hinsichtlich der Fischarten ergab sich, dass Proben von 13 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 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 Ellbogensee) 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.

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 2007
(im Rahmen der Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen)
(Specific activity in fish and aquatic plants in the year 2007
- within the framework of ambient surveillance for nuclear facilities)
(N: Anzahl der Messungen; nn: Anzahl der Werte <NWG)

Gewässer	Anlage	Radio-nuklid	2007					2006
			N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
Fisch (Bq/kg FM)								
Donau	KRB Gundremmingen	Cs-137	6	2	< 0,07	1,8	0,18	0,11
Elbe	GKSS Geesthacht	Cs-137	6	2	< 0,12	0,36	0,27	0,27
	KKK Krümmel	Cs-137	4	0	0,22	0,31	0,26	0,18
	PKA Gorleben	Cs-137	4	0	0,15	0,34	0,26	0,23
	KKS Stade	Cs-137	4	0	0,087	1,3	0,78	0,34
	KBR Brokdorf	Sr-90	6	5	< 0,007	< 0,015	< 0,01	< 0,01
			Cs-137	6	0	0,17	0,73	0,24
	KKB Brunsbüttel	Cs-137	6	0	0,18	0,79	0,45	0,25
Ems	KKE Emsland	Cs-137	7	0	0,27	0,72	0,42	3,9
Greifswalder Bodden	KGR Greifswald	Cs-137	4	0	1,0	3,6	2,0	1,1
Havel (Griebnitzsee)	HMI Berlin	Cs-137	1	0	0,72	0,72	0,72	2,4
Sacrower See		CS-137						31
Isar	KKI 1/2 Isar	Cs-137	4	3	0,14	0,14	< 0,15	< 0,19
	FRM II Garching	Cs-137	1	0	0,62	0,62	0,62	0,21
Main	KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	4	4	< 0,19	< 0,21	< 0,20	0,34
	VAK Kahl	Cs-137						0,20
Neckar	GKN Neckarwestheim	Cs-137	2	1	< 0,078	0,21	0,07	< 0,081
	KWO Obrigheim	Cs-137	3	3	< 0,08	< 0,11	< 0,09	0,048
Rhein	KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	2	0	0,14	0,16	0,15	0,18

Gewässer	Anlage	Radio-nuklid	2007					2006	
			N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert	
Rur	KWB Biblis	Sr-90	8	1	< 0,001	0,04	0,022	0,034	
		Cs-137	8	0	0,07	0,18	0,12	0,13	
	KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	4	1	0,07	0,11	0,076	0,10	
		Cs-137	5	1	0,07	0,14	0,078	0,098	
	FZ Karlsruhe	Cs-137	1	0	0,13	0,13	0,13	0,12	
	FZ Jülich	Cs-137	1	0	0,25	0,25	0,25	0,15	
	Stechlinsee	KKR Rheinsberg	Cs-137	2	0	53	110	82	30
	Ellbogensee	KKR Rheinsberg	Cs-137	2	0	6,2	9,5	7,9	5,8
	Weser	KKU Unterweser	Cs-137	6	0	0,12	0,25	0,16	0,26
		KWG Grohnde	Cs-137	6	0	0,068	0,18	0,099	0,13
Wasserpflanzen (Bq/kg TM)									
Ahauser Aa	Ahaus	Cs-137	1	1	0,33	0,33	0,33	0,27	
		Co-60	1	0	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,2	
Moorbach	Ahaus	Cs-137						0,25	
		Co-60	1	1	< 0,5	< 0,5	< 0,5		
Donau	KRB Gundremmingen	I-131	1	0	13	13	13	1,3	
		Cs-137	2	0	2,2	9,6	5,9	15	
Isar	FRM II Garching	Cs-137						8,9	
		I-131	1	0	7,0	7,0	7,0	32	
		Cs-137	1	0	7,8	7,8	7,8	28	
Main	KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	2	2	< 1,2	< 1,6	< 1,4	0,72	

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.

Tabelle 2.4.6-2 Spezifische Aktivität von Fischen und Wasserpflanzen (im Rahmen der Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen): Nachtrag zu 2006
(Specific activity in fish and aquatic plants (within the framework of ambient surveillance for nuclear facilities): Supplement to 2006)

Fluss	Anlage	Radio-nuklid	2006					2005
			N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
Fisch (Bq/kg FM)								
Elbe	KKS Stade	Cs-137	4	0	0,24	0,67	0,34	0,39
	PKA Gorleben	Cs-137	4	0	0,17	0,29	0,23	0,19
Ems	KKE Emsland	Cs-137	4	0	0,16	16	3,9	5,0
Isar	Garching	Cs-137	1	0	0,21	0,21	0,21	0,35
Rhein	KWB Biblis	Cs-137	8	0	0,09	0,17	0,13	
	FZ Karlsruhe	Cs-137	1	1	0,12	0,12	0,12	
Weser	KKU Unterweser	Cs-137	6	0	0,20	0,37	0,26	0,27
	KWG Grohnde	Cs-137	6	0	0,074	0,32	0,13	0,16

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 in Nahrungsmitteln führt auch in diesem Jahr zu Kontaminationen, die auf einem sehr niedrigen Niveau liegen (siehe Tabellen 2.4.7-1 bis 2.4.7-14). Im Vergleich zu den Vorjahren vermindert sich die Aktivitätskonzentration von Jahr zu Jahr nur noch äußerst geringfügig. Auf einem sehr niedrigen Niveau befindet sich ebenfalls die Sr-90-Aktivitätskonzentration.

Eine Ausnahme bilden die meisten Wildfleischarten (Tabelle 2.4.7-8), Speisepilze (Tabelle 2.4.7-11) mit Ausnahme von Kulturpilzen, Wildbeeren (Tabelle 2.4.7-12) und Wildblütenhonig (Tabelle 2.4.7-13). Für diese Umweltbereiche liegt die Aktivitätskonzentration des Cs-137 erheblich höher als in den Lebensmitteln von Kulturlflächen.

Die Messwerte für Einzel Lebensmittel, Gesamtnahrung, Säuglings- und Kleinkindernahrung können in diesem Bericht wegen dessen begrenzten Umfangs 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 die Berechnung zahlreiche Werte von Nachweisgrenzen eingegangen 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	2006	35	<0,14 ($< 0,06 - < 0,21$)	8	0,16 (0,07 - 0,26)
	2007	37	<0,15 ($< 0,06 - < 0,19$)	9	0,16 (0,10 - 0,25)
Bayern	2006	47	<0,20 (0,17 - 0,20)	4	0,36 (0,30 - 0,43)
	2007	42	<0,14 ($< 0,05 - < 0,25$)	4	0,22 (0,13 - 0,28)
Berlin	2006	1	< 0,07	1	0,03
	2007	1	< 0,09	1	0,16
Brandenburg	2006	17	<0,11 (0,06 - 0,20)	1	0,38
	2007	15	<0,12 ($< 0,07 - 0,20$)	1	0,53
Bremen	2006	3	<0,08 ($< 0,05 - < 0,09$)	1	0,07
	2007	3	<0,08 ($< 0,07 - < 0,10$)		
Hamburg	2006	3	<0,14 ($< 0,12 - < 0,17$)	1	0,11
	2007	4	<0,12 ($< 0,09 - < 0,14$)	1	0,05
Hessen	2006	17	<0,12 ($< 0,06 - < 0,19$)	-	
	2007	17	<0,12 ($< 0,06 - < 0,18$)	-	
Mecklenburg-Vorpommern	2006	37	<0,11 ($< 0,07 - < 0,16$)	2	0,10 (0,10 - 0,11)
	2007	34	<0,12 ($< 0,08 - < 0,19$)	2	0,32 (0,17 - 0,47)
Niedersachsen	2006	41	<0,26 ($< 0,04 - 2,40$)	5	0,16 (0,08 - 0,22)
	2007	34	<0,20 ($< 0,09 - < 0,38$)	3	0,07 (0,02 - 0,10)
Nordrhein-Westfalen	2006	46	<0,10 ($< 0,03 - < 0,22$)	3	0,16 (0,09 - 0,28)
	2007	26	<0,11 ($< 0,05 - < 0,22$)	1	0,08
Rheinland-Pfalz	2006	25	<0,14 ($< 0,04 - < 0,26$)	5	0,08 (0,04 - 0,15)
	2007	22	<0,10 ($< 0,05 - < 0,18$)	3	0,09 (0,07 - 0,12)
Saarland	2006	4	<0,20 ($< 0,20 - < 0,20$)	-	
	2007	3	<0,20 ($< 0,20 - < 0,20$)	-	

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)			Sr-90 (Bq/kg FM)		
		N	Mittelwert (Bereich)		N	Mittelwert (Bereich)	
Sachsen	2006	12	<0,11	(< 0,09 - 0,18)	3	0,11	(0,09 - 0,13)
	2007	30	<0,10	(< 0,08 - 0,13)	3	0,13	(0,08 - 0,20)
Sachsen-Anhalt	2006	17	<0,18	(< 0,10 - 0,96)	3	0,15	(0,06 - 0,30)
	2007	35	<0,14	(< 0,06 - 0,56)	3	0,15	(0,08 - 0,27)
Schleswig-Holstein	2006	31	<0,16	(< 0,07 - < 0,90)	4	0,15	(0,10 - 0,17)
	2007	33	<0,15	(< 0,08 - < 0,20)	4	0,16	(0,08 - 0,27)
Thüringen	2006	22	<0,12	(< 0,09 - < 0,15)	1	0,08	
	2007	34	<0,12	(< 0,08 - < 0,15)	1	0,09	
Bundesrepublik	2006	358	<0,15	(< 0,03 - 2,40)	42	0,16	(0,03 - 0,43)
(gesamt)	2007	370	<0,13	(< 0,05 - 0,56)	36	0,16	(0,02 - 0,53)

- 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	2006	5	< 0,20 (< 0,19 - < 0,20)
	2007	2	< 0,14 (< 0,07 - < 0,20)
Frankreich	2006	-	
	2007	1	< 0,14
Kanada	2006	2	< 0,13 (< 0,09 - < 0,17)
	2007	1	< 0,12
Niederlande	2006	-	
	2007	1	< 0,10
Österreich	2006	1	< 0,12
	2007	1	< 0,11
Polen	2006	2	< 0,07 (< 0,06 - < 0,08)
	2007	1	< 0,07
	2006	5	< 0,20 (< 0,19 - < 0,20)
Türkei	2007	2	< 0,14 (< 0,07 - < 0,20)

- 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)	
Gerste	2006	118	< 0,15	(< 0,02 - 0,62)	11	0,18	(0,001 - 0,44)
	2007	125	< 0,15	(< 0,07 - < 0,38)	11	0,19	(0,08 - 0,41)
Hafer	2006	22	< 0,52	(< 0,05 - 3,86)	2	0,21	(0,18 - 0,24)
	2007	22	< 0,38	(< 0,05 - 2,70)	-		
Mais	2006	2	< 0,11	(< 0,09 - < 0,12)	-		
	2007	3	< 0,11	(< 0,06 - < 0,17)	1	0,02	
Roggen	2006	170	< 0,22	(0,04 - 2,61)	14	0,17	(0,08 - 0,50)
	2007	180	< 0,16	(< 0,05 - 3,00)	16	0,17	(0,07 - 0,34)
Triticalen	2006	12	< 0,16	(< 0,07 - 0,24)	1	0,08	
	2007	10	< 0,16	(0,09 - < 0,21)	1	0,16	
Sonstige Getreidearten	2006	-			-		
	2007	16	< 0,11	(< 0,07 - < 0,27)	-		
Getreideprodukte	2006	3	< 0,18	(< 0,14 - < 0,20)	-		
	2007	1	< 0,26		-		

- 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	2006	7	< 0,85 (< 0,15 - 3,74)
	2007	6	< 0,33 (0,12 - 0,78)
Bayern	2006	6	< 0,61 (< 0,20 - 1,27)
	2007	5	< 0,33 (0,15 - 0,89)
Berlin	2006	1	0,98
	2007		
Brandenburg	2006	3	0,50 (0,28 - 0,81)
	2007	5	2,77 (0,34 - 12,00)
Bremen	2006	3	1,97 (0,28 - 3,27)
	2007	3	1,07 (0,66 - 1,64)
Hamburg	2006	3	< 0,43 (< 0,12 - 0,65)
	2007	3	< 0,33 (< 0,13 - 0,72)

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Hessen	2006	3	< 0,32 ($< 0,13 - 0,70$)
	2007	3	< 0,20 ($< 0,14 - 0,30$)
Mecklenburg-Vorpommern	2006	9	6,44 (0,10 - 36,30)
	2007	8	5,15 (0,07 - 18,00)
Niedersachsen	2006	8	< 1,15 ($< 0,12 - 4,15$)
	2007	13	< 0,76 ($< 0,11 - 1,94$)
Nordrhein-Westfalen	2006	18	< 0,81 ($< 0,06 - 6,80$)
	2007	19	< 0,34 ($< 0,06 - 1,89$)
Rheinland-Pfalz	2006	1	0,18
	2007	2	0,18 (0,11 - 0,24)
Saarland	2006	2	< 0,20 ($< 0,20 - < 0,20$)
	2007	2	< 0,20 ($< 0,20 - < 0,20$)
Sachsen	2006	5	< 0,33 ($< 0,12 - 0,53$)
	2007	3	0,53 (0,11 - 1,28)
Sachsen-Anhalt	2006	3	0,75 (0,68 - 0,81)
	2007	3	0,82 (0,70 - 0,95)
Schleswig-Holstein	2006	2	< 0,23 ($< 0,15 - 0,31$)
	2007	3	0,97 (0,66 - 1,30)
Thüringen	2006	-	
	2007	1	< 0,14
Bundesrepublik (gesamt)	2006	74	< 1,44 ($< 0,06 - 36,30$)
	2007	79	< 1,11 ($< 0,06 - 18,00$)

- 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	2006	38	< 0,82 (0,10 - 19,80)
	2007	37	< 0,26 ($< 0,11 - < 1,12$)
Bayern	2006	70	< 0,43 ($< 0,20 - 3,33$)
	2007	60	< 0,44 ($< 0,07 - 3,43$)
Berlin	2006	6	< 1,11 ($< 0,20 - 1,64$)
	2007	6	< 1,92 ($< 0,13 - 3,46$)

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Brandenburg	2006	31	
	2007	13	< 1,99 ($< 0,13 - 9,60$)
Bremen	2006	6	1,14 (0,07 - 4,23)
	2007	6	0,79 (0,19 - 2,35)
Hamburg	2006	6	< 0,92 (0,07 - 2,39)
	2007	6	< 0,60 ($< 0,19 - 1,63$)
Hessen	2006	12	< 0,16 ($< 0,12 - < 0,26$)
	2007	12	< 0,14 ($< 0,11 - 0,20$)
Mecklenburg-Vorpommern	2006	32	< 2,14 ($< 0,06 - 14,90$)
	2007	17	2,10 (0,11 - 7,15)
Niedersachsen	2006	30	< 1,09 ($< 0,11 - 5,10$)
	2007	47	< 1,21 ($< 0,11 - 11,40$)
Nordrhein-Westfalen	2006	39	< 0,26 ($< 0,06 - 2,70$)
	2007	54	< 0,28 ($< 0,05 - 3,60$)
Rheinland-Pfalz	2006	9	< 0,17 ($< 0,09 - < 0,26$)
	2007	12	< 0,15 ($< 0,07 - 0,67$)
Saarland	2006	3	< 0,20 ($< 0,20 - < 0,20$)
	2007	7	< 0,20 ($< 0,20 - < 0,20$)
Sachsen	2006	29	< 0,45 (0,08 - 3,46)
	2007	11	< 0,22 ($< 0,11 - 0,54$)
Sachsen-Anhalt	2006	24	< 0,84 (0,09 - 8,11)
	2007	9	< 0,43 ($< 0,12 - 0,78$)
Schleswig-Holstein	2006	22	< 0,34 ($< 0,17 - 2,08$)
	2007	26	< 0,50 ($< 0,13 - 1,93$)
Thüringen	2006	23	< 0,12 ($< 0,09 - 0,25$)
	2007	10	< 0,14 ($< 0,09 - 0,28$)
Bundesrepublik (gesamt)	2006	380	< 1,13 ($< 0,06 - 130,00$)
	2007	333	< 0,65 ($< 0,05 - 11,40$)

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

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Baden-Württemberg	2006	19	< 0,18 ($< 0,12 - 0,38$)
	2007	15	< 0,18 ($< 0,10 - < 0,29$)
Bayern	2006	39	< 0,29 ($< 0,20 - 0,80$)
	2007	34	< 0,20 (0,09 - 0,40)
Berlin	2006	6	0,33 (0,15 - 0,60)
	2007	6	< 0,19 ($< 0,10 - 0,31$)
Brandenburg	2006	26	< 0,19 ($< 0,09 - 0,85$)
	2007	15	< 0,18 ($< 0,09 - 0,60$)
Bremen	2006	6	0,22 (0,11 - 0,43)
	2007	8	0,10 (0,03 - 0,16)
Hamburg	2006	6	< 0,16 ($< 0,10 - 0,28$)
	2007	6	< 0,12 ($< 0,10 - < 0,14$)
Hessen	2006	13	< 0,14 ($< 0,12 - 0,22$)
	2007	12	< 0,13 ($< 0,08 - < 0,15$)
Mecklenburg-Vorpommern	2006	23	< 0,20 (0,04 - 1,74)
	2007	18	< 0,13 (0,04 - 0,56)
Niedersachsen	2006	50	< 0,37 ($< 0,10 - 5,83$)
	2007	62	< 0,19 ($< 0,08 - 0,36$)
Nordrhein-Westfalen	2006	67	< 0,18 ($< 0,05 - 2,12$)
	2007	87	< 0,13 ($< 0,04 - 0,33$)
Rheinland-Pfalz	2006	9	< 0,13 ($< 0,09 - < 0,20$)
	2007	9	< 0,10 ($< 0,07 - < 0,15$)
Saarland	2006	2	< 0,20 ($< 0,20 - < 0,20$)
	2007	4	< 0,20 ($< 0,20 - < 0,20$)
Sachsen	2006	23	< 0,14 (0,08 - 0,26)
	2007	11	< 0,14 ($< 0,10 - 0,27$)
Sachsen-Anhalt	2006	36	< 0,15 ($< 0,07 - 0,53$)
	2007	24	< 0,16 ($< 0,07 - 0,70$)
Schleswig-Holstein	2006	11	< 0,18 ($< 0,10 - 0,35$)
	2007	12	< 0,25 ($< 0,14 - 1,12$)

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Thüringen	2006	20	< 0,13 ($< 0,08 - 0,36$)
	2007	14	< 0,13 ($< 0,08 - 0,32$)
Bundesrepublik (gesamt)	2006	356	< 0,21 (0,04 - 5,83)
	2007	337	< 0,16 (0,03 - 1,12)

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)
Fleischprodukte	2006	-	
	2007	1	0,04
Lamm	2006	18	< 0,19 (0,05 - 1,16)
	2007	15	< 0,15 ($< 0,08 - 0,47$)
Geflügel Entenfleisch	2006	18	< 0,19 ($< 0,07 - 0,48$)
	2007	19	< 0,14 (0,04 - $< 0,20$)
Gänsefleisch	2006	16	< 0,17 ($< 0,06 - 0,36$)
	2007	14	< 0,19 ($< 0,08 - 0,61$)
Hühnerfleisch	2006	131	< 0,18 ($< 0,05 - 3,22$)
	2007	125	< 0,15 (0,04 - $< 0,83$)
Putenfleisch	2006	54	< 0,15 (0,04 - 0,79)
	2007	43	< 0,13 ($< 0,01 - < 0,26$)

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	2006	2	< 0,16 ($< 0,11 - < 0,21$)
	2007	4	< 0,76 ($< 0,11 - < 2,53$)
Haarwildfleisch Hirsch	2006	31	< 8,83 ($< 0,09 - 134,0$)
	2007	21	< 13,1 ($< 0,07 - 63,07$)
Reh	2006	133	< 24,6 (0,03 - 548)
	2007	136	< 33,8 ($< 0,11 - 929$)
Rot-/Damwild	2006	7	< 5,35 ($< 0,19 - 12,7$)
	2007	8	< 9,79 ($< 0,18 - 47,2$)
Wildschwein	2006	240	< 478,9 ($< 0,08 - 16600$)
	2007	308	< 217,6 ($< 0,08 - 8608$)
Sonstiges Haarwild	2006	9	< 16,7 ($< 0,03 - 72,6$)
	2007	5	< 15,5 ($< 0,08 - 34,0$)

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	2006	11	< 0,13	(<0,06 - < 0,16)	1	0,03	
	2007	14	< 0,13	(<0,06 - 0,24)	1	0,05	
Bayern	2006	38	< 0,39	(0,11 - 1,74)	2	0,08 (0,04 - 0,11)	
	2007	30	< 0,18	(0,11 - 0,34)	2	0,04 (0,03 - 0,04)	
Berlin	2006	3	< 0,09	(<0,07 - 0,11)	1	0,02	
	2007	3	< 0,10	(<0,06 - < 0,13)	1	0,01	
Brandenburg	2006	10	< 0,12	(<0,10 - 0,20)	1	0,01	
	2007	11	< 0,18	(<0,08 - 0,70)	1	0,03	
Bremen	2006	2	0,14	(0,04 - 0,25)			
	2007	2	0,04	(0,03 - 0,05)			
Hamburg	2006	1	< 0,15				
	2007	2	< 0,14	(<0,13 - < 0,16)			
Hessen	2006	5	< 0,13	(<0,10 - < 0,15)	1	0,05	
	2007	5	< 0,12	(<0,10 - < 0,13)	1	0,05	
Mecklenburg-Vorpommern	2006	12	< 0,10	(<0,06 - 0,15)	1	0,04	
	2007	11	< 0,09	(<0,05 - 0,14)			
Niedersachsen	2006	44	< 0,20	(<0,08 - 1,60)	4	< 0,04 (< 0,02 - 0,07)	
	2007	56	< 0,24	(<0,08 - 1,40)	6	< 0,05 (0,002 - < 0,20)	
Nordrhein-Westfalen	2006	18	< 0,13	(<0,06 - 0,29)	5	0,08 (0,01 - 0,30)	
	2007	24	< 0,14	(<0,08 - < 0,25)	5	< 0,05 (<0,02 - 0,10)	
Rheinland-Pfalz	2006	5	< 0,08	(<0,03 - < 0,14)	3	0,04 (0,02 - 0,06)	
	2007	9	< 0,08	(<0,03 - < 0,11)	3	0,10 (0,02 - 0,24)	
Saarland	2006	2	< 0,20	(<0,20 - < 0,20)			
	2007	2	< 0,20	(<0,20 - < 0,20)			
Sachsen	2006	11	< 0,12	(<0,08 - 0,17)	1	0,03	
	2007	6	< 0,10	(<0,08 - < 0,15)	1	0,01	
Sachsen-Anhalt	2006	9	< 0,13	(0,07 - 0,21)	2	< 0,03 (<0,02 - 0,04)	
	2007	9	< 0,19	(<0,11 - 0,67)	2	< 0,03 (<0,02 - < 0,04)	
Schleswig-Holstein	2006	6	< 0,15	(<0,09 - < 0,18)	1	0,03	
	2007	5	< 0,14	(<0,09 - < 0,17)	1	0,02	

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)			Sr-90 (Bq/kg FM)		
		N	Mittelwert (Bereich)		N	Mittelwert (Bereich)	
Thüringen	2006	6	< 0,11	(< 0,10 - < 0,14)	1	0,01	
	2007	3	< 0,11	(< 0,09 - < 0,12)	1	0,02	
Bundesrepublik (gesamt)	2006	183	< 0,20	(< 0,03 - 1,74)	24	< 0,04 (0,01 - 0,30)	
	2007	192	< 0,17	(< 0,03 - 1,40)	25	< 0,05 (0,002 - 0,24)	

- Messung / Angabe nicht erforderlich bzw. nicht vorhanden

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	2006	661	< 0,18	(< 0,03 - 6,76)	78	0,17 (0,02 - 0,66)	
	2007	641	< 0,16	(< 0,02 - 1,83)	81	0,18 (0,02 - 0,95)	
Fruchtgemüse	2006	215	< 0,14	(< 0,03 - 0,35)	8	0,07 (0,02 - 0,14)	
	2007	188	< 0,14	(< 0,03 - 0,36)	8	0,05 (0,01 - 0,10)	
Sprossgemüse	2006	268	< 0,16	(< 0,03 - 7,27)	11	0,04 (0,01 - 0,09)	
	2007	244	< 0,14	(< 0,03 - 0,77)	16	0,07 (0,01 - 0,26)	
Wurzelgemüse	2006	196	< 0,16	(< 0,02 - 0,99)	15	0,17 (0,03 - 0,53)	
	2007	207	< 0,16	(< 0,04 - 1,40)	20	0,16 (0,04 - 0,45)	

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	2006	9	< 0,20	(< 0,13 - < 0,25)
	2007	17	< 0,43	(< 0,08 - 2,60)
Wild-Blätterpilze	2006	65	< 46,9	(< 0,09 - 1700)
	2007	28	< 71,2	(0,10 - 1600)
Wild-Leisten- u. Trompetenpilze	2006	57	< 67,8	(0,25 - 1000)
	2007	37	65,9	(1,20 - 331)
Wild-Röhrenpilze	2006	213	< 135	(< 0,16 - 1750)
	2007	74	< 213	(< 0,25 - 1200)
Sonstige Wildpilze	2006	39	< 36,5	(< 0,27 - 579)
	2007	12	< 16,1	(< 0,11 - 54,5)
Wildpilzmischungen	2006	17	< 42,7	(< 0,10 - 519)
	2007	18	< 67,9	(< 0,26 - 309)
Wildpilzprodukte	2006	18	< 82,8	(< 0,20 - 237)
	2007	6	< 42,4	(< 2,10 - 106)

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							
Brombeere/Himbeere*	2007	15	< 0,17 (< 0,10 - < 0,24)		-		
Erdbeeren	2006	93	< 0,13 (< 0,03 - < 0,29)		6	0,13 (0,03 - 0,29)	
	2007	82	< 0,14 (< 0,04 - 0,46)		8	< 0,05 (< 0,02 - 0,09)	
Johannisbeere*	2007	30	< 0,13 (< 0,03 - < 0,20)		2	0,15 (0,06 - 0,24)	
Stachelbeere*	2007	6	< 0,12 (< 0,02 - < 0,20)		1	0,04	
Tafelweintrauben*	2007	11	< 0,13 (< 0,06 - < 0,20)		1	0,09	
Wald- u. Wildbeeren	2006	63	< 13,7 (< 0,08 - 236)		-		
	2007	27	< 26,5 (< 0,09 - 395)		-		
Kernobst	2006	182	< 0,13 (0,02 - < 1,20)		17	< 0,02 (0,001 - 0,07)	
	2007	205	< 0,13 (< 0,03 - < 0,53)		21	< 0,02 (0,005 - 0,08)	
Rhabarber	2006	18	< 0,12 (< 0,05 - < 0,20)		2	0,08 (0,05 - 0,10)	
	2007	28	< 0,14 (< 0,05 - 0,71)		2	0,35 (0,10 - 0,60)	
Steinobst	2006	139	< 0,28 (0,03 - 10,1)		11	< 0,07 (< 0,02 - 0,20)	
	2007	119	< 0,14 (< 0,03 - < 0,43)		11	< 0,03 (< 0,02 - 0,06)	
Zitrusfrüchte	2006	17	< 0,11 (< 0,02 - < 0,20)		1	0,04	
	2007	15	< 0,11 (< 0,02 - < 0,21)		-		
Sonstige Obstarten	2006	12	< 0,16 (< 0,02 - < 0,40)		-		
	2007	8	< 0,14 (< 0,03 - < 0,20)		-		
Obstprodukte	2006	5	< 1,39 (< 0,12 - 4,99)		-		
	2007	12	< 1,38 (< 0,09 - 5,38)		-		

* 2006 als sonstiges Beerenobst zusammengefasst

- 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	2006	3	< 0,68 (< 0,21 - 0,99)	
	2007	2	< 0,80 (< 0,50 - 1,09)	
Honig				
Blütenhonig	2006	29	< 8,04 (< 0,10 - 76,2)	
	2007	23	< 18,4 (0,13 - 153)	
Blütenhonigmischungen	2006	20	< 0,95 (0,14 - 5,70)	
	2007	14	< 0,46 (< 0,09 - 2,70)	

Produkt	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)		
		N	Mittelwert (Bereich)	
Kaffee	2006	3	< 0,28	(0,18 - < 0,46)
	2007	3	< 0,30	(< 0,20 - < 0,40)
Kakao	2006	2	0,52	(0,41 - 0,62)
	2007	3	0,54	(0,44 - 0,64)
Schalenobst (Nüsse)	2006	10	< 1,17	(< 0,11 - 9,82)
	2007	7	< 0,81	(< 0,14 - 4,58)

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
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

Jahr	Sr-90 (Bq/kg FM)			Cs-137 (Bq/kg FM)					
	Weizen	Kartoffeln	Kernobst	Rindfleisch	Schweinefleisch	Kalb- fleisch	Weizen	Kartoffeln	Kernobst
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 *
2007	0,16	< 0,05	< 0,02 *	< 0,65	< 0,16	< 1,11	< 0,13	< 0,17	< 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 Mittelung der Verzehrsmenge und der Zusammensetzung.

Die maximale mittlere tägliche Cs-137-Aktivitätszufuhr einer Person über die Nahrung kann für 2007 mit 0,26 Bq/(d • p) (d = Tag; p = Person) abgeschätzt werden und zeigt somit kaum eine Veränderung zum Vorjahr. Da in diese Mittelung 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 0,09 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

$$\begin{aligned} \text{Sr-90} &: 33 \text{ Bq}/(\text{a} \cdot \text{p}) \\ \text{Cs-137} &: 95 \text{ Bq}/(\text{a} \cdot \text{p}) \end{aligned}$$

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	2006	89	< 0,30	(< 0,06 - 5,00)	21	< 0,12	(0,01 - 0,33)
	2007	72	< 0,23	(0,04 - 2,07)	19	< 0,12	(< 0,02 - 0,34)
Februar	2006	81	< 0,44	(0,03 - 8,71)	21	< 0,13	(0,02 - 0,42)
	2007	59	< 0,26	(< 0,01 - 2,58)	9	0,09	(0,02 - 0,18)
März	2006	87	< 0,29	(< 0,06 - 3,57)	18	< 0,13	(0,001 - 0,71)
	2007	65	< 0,28	(< 0,04 - 2,62)	9	0,09	(0,04 - 0,15)
April	2006	83	< 0,29	(0,03 - 2,15)	18	< 0,11	(< 0,02 - 0,40)
	2007	57	< 0,28	(0,04 - 2,50)	17	< 0,09	(< 0,04 - 0,23)

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)
Mai	2006	100	< 0,24 (< 0,01 - 2,80)	21	0,09 (0,02 - 0,23)
	2007	65	< 0,21 (< 0,04 - 0,80)	7	< 0,11 (< 0,02 - 0,28)
Juni	2006	83	< 0,21 (< 0,04 - 0,67)	18	0,11 (0,03 - 0,27)
	2007	63	< 0,21 (< 0,05 - 0,69)	10	< 0,07 (< 0,03 - 0,18)
Juli	2006	89	< 0,23 (0,02 - 1,03)	21	< 0,09 (< 0,01 - 0,32)
	2007	66	< 0,42 (< 0,02 - 10,80)	16	< 0,08 (0,03 - 0,20)
August	2006	89	< 0,29 (< 0,02 - 6,43)	18	< 0,10 (< 0,02 - 0,25)
	2007	62	< 0,20 (0,03 - 0,51)	7	< 0,06 (< 0,02 - 0,09)
September	2006	86	< 0,24 (< 0,02 - 1,75)	19	< 0,08 (0,01 - 0,20)
	2007	56	< 0,31 (< 0,01 - 2,81)	6	0,06 (0,04 - 0,10)
Oktober	2006	99	< 0,36 (0,02 - 3,90)	22	0,13 (0,03 - 0,48)
	2007	65	< 0,25 (0,02 - 1,40)	15	0,12 (0,03 - 0,80)
November	2006	84	< 0,28 (0,05 - 3,30)	18	0,18 (0,04 - 0,87)
	2007	55	< 0,24 (< 0,05 - 1,00)	5	0,11 (0,07 - 0,17)
Dezember	2006	80	< 0,31 (< 0,001 - 7,00)	16	< 0,12 (< 0,02 - 0,36)
	2007	52	< 0,21 (0,05 - 0,58)	5	0,09 (0,02 - 0,19)
Jahr (gesamt)	2006	1050	< 0,29 (< 0,001 - 8,71)	231	< 0,12 (0,001 - 0,87)
	2007	737	< 0,26 (< 0,01 - 10,80)	125	< 0,09 (< 0,02 - 0,80)

**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	2006	27	< 0,15 (< 0,03 - 0,48)	8	0,05 (0,01 - 0,08)
	2007	25	< 0,16 (0,02 - 0,71)	10	< 0,03 (< 0,01 - 0,05)
Februar	2006	22	< 0,26 (< 0,03 - 3,12)	8	< 0,13 (0,001 - 0,72)
	2007	17	< 0,14 (< 0,03 - 0,56)	5	< 0,03 (< 0,02 - 0,05)
März	2006	19	< 0,17 (< 0,07 - < 0,45)	2	< 0,02 (0,01 - < 0,02)
	2007	18	< 0,14 (< 0,04 - 0,38)	3	0,04 (0,03 - 0,05)
April	2006	19	< 0,15 (< 0,02 - 0,61)	6	< 0,03 (< 0,02 - 0,09)
	2007	19	< 0,13 (0,04 - < 0,20)	7	< 0,06 (0,01 - 0,18)
Mai	2006	20	< 0,12 (< 0,02 - < 0,21)	4	< 0,11 (< 0,02 - 0,32)
	2007	24	< 0,18 (< 0,03 - 0,47)	1	0,02 (0,02 - 0,02)
Juni	2006	20	< 0,15 (< 0,04 - 0,32)	5	< 0,09 (< 0,01 - 0,28)

Monat	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)			Sr-90 (Bq/kg FM)		
		N	Mittelwert (Bereich)		N	Mittelwert (Bereich)	
Juli	2007	21	< 0,11	(< 0,002 - < 0,31)	2	0,02	(0,02 - 0,02)
	2006	24	< 0,11	(0,02 - 0,25)	9	< 0,04	(< 0,01 - 0,12)
	2007	23	< 0,12	(0,03 - < 0,20)	12	< 0,03	(< 0,01 - 0,10)
August	2006	21	< 0,14	(< 0,03 - 0,59)	3	< 0,07	(< 0,02 - 0,10)
	2007	22	< 0,12	(< 0,02 - 0,25)	3	< 0,02	(0,01 - 0,02)
September	2006	20	< 0,16	(0,03 - 0,45)	3	0,05	(0,01 - 0,08)
	2007	19	< 0,38	(< 0,04 - 3,90)	3	0,07	(0,01 - 0,18)
Oktober	2006	20	< 0,13	(< 0,03 - < 0,30)	4	< 0,04	(< 0,02 - 0,08)
	2007	19	< 0,17	(0,03 - 0,43)	4	< 0,06	(< 0,02 - 0,17)
November	2006	23	< 0,21	(< 0,001 - 1,70)	3	0,03	(0,01 - 0,05)
	2007	20	< 0,12	(< 0,02 - 0,32)	-		
Dezember	2006	16	< 0,13	(< 0,03 - 0,42)	1	0,02	(0,02 - 0,02)
	2007	22	< 0,14	(< 0,04 - < 0,48)	1	0,05	(0,05 - 0,05)
Jahr (gesamt)	2006	251	< 0,16	(< 0,001 - 3,12)	56	< 0,06	(0,001 - 0,72)
	2007	249	< 0,16	(< 0,002 - 3,90)	51	< 0,04	(< 0,01 - 0,18)

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					
		2005		2006		2007	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
BADEN-WÜRTTEMBERG							
FZ Karlsruhe	Cs-137	22	< 0,04	6	< 0,08	25	< 0,04 (0,02 - < 0,09)
	Sr-90	7	0,18	1	0,17	4	0,03 (0,01 - 0,04)
KWO Obrigheim	Cs-137	15	< 0,06	18	< 0,07	18	< 0,06 (< 0,05 - < 0,08)
	Sr-90	10	0,10	9	0,14	15	0,20 (0,04 - 0,64)
GKN Neckarwestheim	Cs-137	12	< 0,06	14	< 0,06	23	< 0,06 (< 0,02 - < 0,12)
	Sr-90	7	0,08	8	0,09	19	< 0,10 (< 0,01 - 0,23)
KKP Philippsburg	Cs-137	6	< 0,06	6	< 0,05	6	< 0,05 (< 0,03-< 0,09)

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg FM					
		2005		2006		2007	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Sr-90	2	0,08	3	0,08	1	0,13
	Cs-137	24	< 0,09	9	< 0,07	17	< 0,08 (< 0,03 - 0,15)
	Sr-90	5	0,22	4	0,22	3	0,28 (0,21 - 0,31)
KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	15	< 0,07	9	< 0,06	17	< 0,07 (0,03 - < 0,21)
	Sr-90	6	0,08	3	0,14	6	0,25 (0,05 - 0,61)
BAYERN							
KRB Gundremmingen	Cs-137	1	< 0,2	a		1	0,04
	Sr-90	1	0,23	a		1	0,09
KKI Isar	Cs-137	1	< 0,2	1	< 0,04	1	< 0,05
	Sr-90	1	0,18	1	0,10	1	0,09
KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	2	< 0,2	3	< 0,14	3	< 0,05 (< 0,03 - 0,07)
	Sr-90	2	0,19	3	< 0,11	3	< 0,03 (0,02 - < 0,04)
Forschungsreaktor München	Cs-137					1	< 0,07
	Sr-90					1	0,05
BERLIN							
Forschungsreaktor BERII	Cs-137	10	< 0,15	9	< 0,14	17	< 0,09 (< 0,04 - < 0,15)
	Sr-90	3	0,10	1	0,11	4	0,07 (0,02 - 0,13)
BRANDENBURG							
KKR Rheinsberg	Cs-137	17	< 0,15	17	< 0,13	18	< 0,13 (< 0,01 - < 0,17)
	Sr-90	17	0,20	17	0,19	17	0,23 (0,05 - 0,8)
HESSEN							
KWB Biblis Nuklearbetriebe Hanau	Cs-137	9	< 0,07	5	< 0,08	4	< 0,05 (< 0,03 - < 0,06)
	Sr-90	8	0,08	5	0,11	4	0,06 (0,02 - 0,16)
	Gesamt- α Asche	a		a		a	
	Pu-238 Asche	1	< 0,07	a		a	
	Pu-(239+ 240) Asche	1	< 0,07	a		a	
MECKLENBURG-VORPOMMERN							
KGR Greifswald	Cs-137	a		a		a	
	Sr-90	a		a		a	
NIEDERSACHSEN							
KKS Stade	Cs-137	4	< 0,11	3	< 0,09	3	< 0,13 (< 0,1 - 0,17)
	Sr-90	4	0,25	3	0,13	a	

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg FM					
		2005		2006		2007	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
KKU Unterweser	Cs-137	7	< 0,11	7	< 0,09	8	< 0,07 (< 0,04 - < 0,09)
	Sr-90	7	0,13	7	0,17	8	0,14 (0,06 - 0,35)
KWG Grohnde	Cs-137	4	< 0,11	4	< 0,08	4	< 0,11 (< 0,09 - < 0,13)
	Sr-90	4	0,28	4	0,12	4	0,33 (0,16 - 0,61)
KKE Emsland	Cs-137	7	< 0,13	6	< 0,14	7	< 0,10 (< 0,06 - 0,18)
	Sr-90	7	0,23	6	0,19	7	0,16 (0,05 - 0,27)
Schacht Konrad II ^b	Cs-137	a		a		a	
	Sr-90	a		a		a	
Forschungsbergwerk Asse	Cs-137	3	<0,12	3	< 0,09	a	
NORDRHEIN-WESTFALEN							
FZ Jülich	Cs-137	6	< 0,12	4	< 0,25	4	< 0,06 (< 0,04 - 0,1)
	Sr-90	5	0,07	4	0,09	4	0,06 (0,04 - 0,07)
UAG Gronau	Fluor (mg/kg TM)	a		7	< 4,7	7	6,3 (1,6 - 21,4)
	Uran (Bq/kg TM)	a		7	< 0,31	7	< 1,2 (< 0,23 - 3,6)
	U-238 (Bq/kg TM)	3	< 0,4	a		3	< 0,3 (< 0,3 - < 0,3)
RHEINLAND-PFALZ							
KMK Mülheim-Kärlich	Cs-137	1	< 0,02	a			< 0,02
	Sr-90	a		a			
SACHSEN							
VKTA Rossendorf	Cs-137	5	< 0,26	5	< 0,11	2	< 0,22 (< 0,19 - < 0,24)
	Sr-90	2	0,11	1	0,19	1	0,24
SACHSEN-ANHALT							
Endlager Morsleben	Cs-137	2	<0,16	a		a	
	Sr-90	1	0,25	a		a	
SCHLESWIG-HOLSTEIN							
GKSS Geesthacht	Cs-137	1	< 0,16	1	< 0,08	1	< 0,09
	Sr-90	1	0,17	1	0,07	1	0,08
KKB Brunsbüttel	Cs-137	1	< 0,1	3	< 0,10	1	< 0,07
	Sr-90			2	0,11		
KKK Krümmel	Cs-137	1	<0,05	2	< 0,08	2	< 0,06 (< 0,06 - < 0,06)
	Sr-90	1	0,13	1	0,05	2	0,07 (0,06 - 0,07)

a Messwerte lagen nicht vor

b Der Planfeststellungsbeschluss für das Endlagerprojekt Konrad liegt vor. Der Beginn der Einlagerung ist für das Jahr 2013 geplant. Das Messprogramm nach REI beginnt zwei Jahre vor Inbetriebnahme

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					
		2005		2006		2007	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
BADEN-WÜRTTEMBERG							
FZ Karlsruhe	Cs-137	6	< 0,06	2	< 0,07	7	< 0,11 (< 0,08 - < 0,16)
	Sr-90	3	0,16	1	0,33	3	0,14 (0,08 - 0,17)
KWO Obrigheim	Cs-137	6	< 0,16	6	< 0,09	7	< 0,08 (< 0,06 - < 0,11)
	Sr-90	3	0,14	3	0,1	3	0,13 (0,11 - 0,16)
GKN Neckarwestheim	Cs-137	7	< 0,11	6	< 0,09	5	< 0,07 (< 0,05 - < 0,09)
	Sr-90	3	0,16	3	0,09	3	0,10 (0,07 - 0,11)
KKP Philippsburg	Cs-137	5	< 0,09	8	< 0,08	7	< 0,09 (< 0,05 - < 0,13)
	Sr-90	3	0,11	3	0,11	2	0,04 (0,03 - 0,04)
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	4	< 0,06	5	< 0,06	6	< 0,05 (< 0,04 - < 0,06)
	Sr-90	3	0,20	2	0,17	5	0,13 (0,07 - 0,24)
KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	4	< 0,09	3	< 0,07	6	< 0,08 (< 0,03 - 0,15)
	Sr-90	1	0,12	3	0,18	2	0,25 (0,14 - 0,35)
BAYERN							
KRB Gundremmingen	Cs-137	4	< 0,2	1	0,04	4	< 0,03 (< 0,02 - 0,04)
	Sr-90	4	0,14	a		4	< 0,04 (< 0,01 - 0,11)
KKI Isar	Cs-137	3	< 0,2	5	< 0,07	5	< 0,31 (< 0,04 - 1,2)
	Sr-90	3	0,13	5	< 0,07	5	< 0,10 (< 0,02 - 0,25)
KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	2	< 0,2	1	0,91	2	< 0,04 (< 0,03 - < 0,04)
	Sr-90	2	0,26	1	0,08	2	0,04 (0,04 - 0,04)
Forschungsreaktor München	Cs-137	2	< 0,2	1	< 0,14	1	< 0,09
	Sr-90	2	0,18	1	0,16	1	0,09
BERLIN							
Forschungsreaktor BERII	Cs-137	a		a		a	
HESSEN							
KWB Biblis	Cs-137	9	< 0,12	8	< 0,09	9	< 0,12 (0,06 - < 0,18)
	Sr-90	9	0,13	8	0,10	9	0,09 (0,03 - 0,20)
Nuklearbetriebe Hanau	Gesamt- α Asche	a		a		a	
	Pu-238 Asche	1	< 0,07	a		a	

LAND/ Kerntechnische Anlage	Messver- fahren / Nuklid	Aktivität in Bq/kg FM					
		2005		2006		2007	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
	Pu-(239+ 240) Asche	1	< 0,07	a		a	
MECKLENBURG-VORPOMMERN							
KGR Greifswald	Cs-137	10	< 0,17	a		5	< 0,11 (0,08 - < 0,14)
	Sr-90	10	0,15	a		5	< 0,12 (< 0,03 - 0,18)
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	< 0,13	2	< 0,09	2	< 0,09 (< 0,09 - < 0,09)
	Sr-90	2	0,21	2	0,31	2	0,52 (0,32 - 0,71)
KKE Emsland	Cs-137	1	< 0,06	1	0,55	a	
	Sr-90	1	0,40	1	0,12	a	
Schacht Konrad II ^b	Cs-137	a		a		a	
	Sr-90	a		a		a	
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	< 1,6 (< 1,5 - 2,2)
	Uran (Bq/kg TM)	18	< 0,23	18	< 0,23	18	< 0,28 (< 0,23 - 0,51)
	U-238 (Bq/kg TM)	4	< 0,4	4	< 0,3	4	< 0,3 (< 0,3 - < 0,3)
RHEINLAND-PFALZ							
KMK Mülheim-Kärlich	Cs-137	a		a		a	
	Sr-90	a		a		a	
SACHSEN							
VKTA Rossendorf	Cs-137	a		a		a	
	Sr-90	a		a		a	
SACHSEN-ANHALT							
Endlager Morsleben	Cs-137	3	< 0,18	3	< 0,15	a	
	Sr-90	1	0,08	2	0,19	a	

LAND/ Kerntechnische Anlage	Messver- fahren / Nuklid	Aktivität in Bq/kg FM					
		2005		2006		2007	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
SCHLESWIG-HOLSTEIN							
GKSS Geesthacht	Cs-137	1	< 0,17	1	< 0,14	1	< 0,19
	Sr-90	1	0,33	1	0,41	1	0,16
KKB Brunsbüttel	Cs-137	2	< 0,08	a		2	< 0,14 (< 0,13 - < 0,15)
	Sr-90	2	0,10	a		2	0,13 (0,08 - 0,17)
KKK Krümmel	Cs-137	2	< 0,07	2	0,05	2	< 0,08 (< 0,03 - < 0,12)
	Sr-90	2	0,24	2	0,24	2	0,12 (0,11 - 0,13)

a Messwerte lagen nicht vor

b Der Planfeststellungsbeschluss für das Endlagerprojekt Konrad liegt vor. Der Beginn der Einlagerung ist für das Jahr 2013 geplant. Das Messprogramm nach REI beginnt zwei Jahre vor Inbetriebnahme

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					
		2005		2006		2007	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
BADEN-WÜRTTEMBERG							
FZ Karlsruhe	Cs-137	5	< 0,04	2	< 0,08	3	< 0,04 (< 0,02 - < 0,08)
	Sr-90	3	0,28	1	0,53	a	
KWO Obrigheim	Cs-137	6	< 0,04	6	< 0,06	9	< 0,06 (< 0,05 - < 0,07)
	Sr-90	3	0,08	3	0,04	3	0,15 (0,07 - 0,27)
GKN Neckarwestheim	Cs-137	5	< 0,06	5	< 0,12	6	< 0,06 (< 0,03 - < 0,08)
	Sr-90	2	0,09	2	0,07	3	0,19 (0,11 - 0,30)
KKP Philippsburg	Cs-137	5	< 0,08	5	< 0,08	3	< 0,08 (< 0,07 - < 0,09)
	Sr-90	3	0,05	1	0,02	1	0,21
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	5	< 0,06	6	< 0,06	3	< 0,05 (< 0,04 - < 0,07)
	Sr-90	3	0,18	4	0,08	3	0,05 (0,01 - 0,13)
KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	3	< 0,05	3	< 0,07	3	< 0,07 (< 0,05 - < 0,10)
	Sr-90	3	0,10	1	0,06	2	0,15 (0,10 - 0,21)
BAYERN							
KRB Gundremmingen	Cs-137	2	< 0,2	1	< 0,02	2	< 0,02 (< 0,02 - < 0,02)
	Sr-90	2	0,08	a		2	< 0,01 (< 0,01 - < 0,01)
KKI Isar	Cs-137	a		a		a	
	Sr-90	a		a		a	

LAND/ Kern- technische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg FM					
		2005		2006		2007	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	2	< 0,2	5	< 0,08	2	< 0,02 (< 0,02 - < 0,03)
	Sr-90	2	0,05	5	< 0,03	2	< 0,04 (< 0,03 - < 0,04)
Berlin							
Forschungsreaktor BERII	Cs-137	3	< 0,09	4	< 0,05	17	< 0,08 (< 0,03 - 0,18)
	Sr-90	1	0,04	1	0,18	3	0,04 (0,02 - 0,06)
BRANDENBURG							
KKR Rheinsberg	Cs-137	1	< 0,1	a		a	
	Sr-90	1	0,1	a		a	
HESSEN							
KWB Biblis	Cs-137	4	< 0,03	9	< 0,03	9	< 0,04 (< 0,01 - < 0,16)
	Sr-90	4	0,009	9	0,02	9	0,02 (0,01 - 0,05)
MECKLENBURG-VORPOMMERN							
KGR Greifswald	Cs-137	11	< 0,13	a		4	< 0,07 (< 0,06 - 0,11)
	Sr-90	8	0,04	a		4	0,06 (0,02 - 0,12)
NIEDERSACHSEN							
KKS Stade	Cs-137	7	< 0,05	6	< 0,05	6	< 0,05 (< 0,04 - < 0,07)
	Sr-90	3	0,03	a		a	
KKU Unterweser	Cs-137	a		a		a	
	Sr-90	a		a		a	
KWG Grohnde	Cs-137	1	< 0,11	1	< 0,07	1	< 0,06
	Sr-90	1	0,11	1	0,03	1	0,04
KKE Emsland	Cs-137	a		a		a	
	Sr-90	a		a		a	
Schacht Konrad II ^c	Cs-137	a		a		a	
	Sr-90	a		a		a	
NORDRHEIN-WESTFALEN							
FZ Jülich	Cs-137	1	< 0,07	4	< 0,17	3	< 0,04 (< 0,02 - < 0,06)
	Sr-90	1	0,02	4	0,05	3	0,04 (0,004 - 0,06)
UAG Gronau	Fluor (mg/kg TM)			2	3,3	2	^b 1,6; 205
	Uran (Bq/kg TM)	a		2	< 0,23	2	^b < 0,23; < 0,23
	U-238 (Bq/kg TM)	3	< 0,4	6	< 0,3 (Rhabarber)	3	< 0,3 (< 0,3 - < 0,3) (Rhabarber)
RHEINLAND-PFALZ							
KMK Mülheim-Kärlich	Cs-137	2	< 0,20	3	< 0,04	3	< 0,02 (< 0,01 - < 0,03)
	Sr-90	a		a		a	

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg FM					
		2005		2006		2007	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
SACHSEN							
VKTA Rossendorf	Cs-137	1	< 0,11	1	< 0,09	1	< 0,12
	Sr-90	2	0,02	a		1	0,02
SACHSEN-ANHALT							
Endlager Morsleben	Cs-137	4	< 0,13	4	< 0,14	a	
	Sr-90	2	< 0,03	2	< 0,03	a	
SCHLESWIG-HOLSTEIN							
KKK Krümmel	Cs-137	a		2	< 0,04	2	< 0,04 (< 0,01 - < 0,06)
	Sr-90	a		2	0,05	2	0,04 (0,4 - 0,05)

a Messwerte lagen nicht vor

b Mittelwertberechnung nicht sinnvoll; Angabe der Einzelwerte

c Der Planfeststellungsbeschluss für das Endlagerprojekt Konrad liegt vor. Der Beginn der Einlagerung ist für das Jahr 2013 geplant. Das Messprogramm nach REI beginnt zwei Jahre vor Inbetriebnahme

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					
		2005		2006		2007	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
BADEN-WÜRTTEMBERG							
FZ Karlsruhe	Cs-137	3	< 0,03	a		3	< 0,05 (< 0,04 - < 0,06)
	Sr-90	1	0,03	a		2	0,02 (0,02 - 0,02)
KWO Obrigheim	Cs-137	2	< 0,05	2	< 0,07	2	< 0,06 (< 0,05 - < 0,07)
	Sr-90	2	0,02	2	0,04	2	0,06 (0,02 - 0,10)
GKN Neckarwestheim	Cs-137	3	< 0,05	3	< 0,06	3	< 0,22 (< 0,03 - < 0,58)
	Sr-90	3	0,03	3	0,02	3	0,03 (0,02 - 0,03)
KKP Philippsburg	Cs-137	2	< 0,03	1	< 0,05	a	
	Sr-90	1	0,03	1	0,03	a	
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	4	< 0,05	6	< 0,06	5	< 0,06 (< 0,05 - < 0,06)
	Sr-90	2	0,05	4	0,05	5	0,03 (0,01 - 0,07)
KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	3	< 0,03	3	< 0,05	3	< 0,05 (< 0,04 - < 0,06)
	Sr-90	a		1	0,06	1	0,08
BAYERN							
KRB Gundremmingen	Cs-137	a		a		a	
	Sr-90	a		a		a	
KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	a		a		1	< 0,04
	Sr-90	a		a		1	< 0,02

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg FM					
		2005		2006		2007	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
BERLIN							
Forschungsreaktor BERII	Cs-137	2	< 0,12	2	< 0,1	3	< 0,07 (< 0,05 - 0,08)
	Sr-90	1	0,03	a		2	0,03 (0,008 - 0,05)
BRANDENBURG							
KKR Rheinsberg	Cs-137	a		1	< 0,12	a	
	Sr-90	a		a		a	
HESSEN							
KWB Biblis	Cs-137	7	< 0,05	6	< 0,05	6	< 0,03 (< 0,02 - < 0,09)
	Sr-90	7	0,03	6	0,03	6	< 0,03 (< 0,003 - 0,04)
MECKLENBURG-VORPOMMERN							
KGR Greifswald	Cs-137	a		a		a	
	Sr-90	a		a		a	
NIEDERSACHSEN							
KKS Stade	Cs-137	1	< 0,12	1	0,13	1	< 0,09
	Sr-90	1	0,3	1	0,12	a	
KKU Unterweser	Cs-137	1	< 0,12	1	< 0,08	a	
	Sr-90	1	0,04	1	0,03	a	
KWG Grohnde	Cs-137	1	< 0,08	1	< 0,09	1	< 0,08
	Sr-90	1	0,05	1	0,04	1	0,08
KKE Emsland	Cs-137	a		1	0,09	1	< 0,12
	Sr-90	a		1	0,03	1	0,06
Forschungsbergwerk Asse	Cs-137	1	< 0,12	1	< 0,08	a	
NORDRHEIN-WESTFALEN							
FZ Jülich	Cs-137	4	< 0,12	1	< 0,09	1	< 0,1
	Sr-90	4	0,11	1	0,02	2	0,02 (0,005 - 0,03)
RHEINLAND-PFALZ							
KMK Mülheim-Kärlich	Cs-137	2	< 0,03	1	< 0,04	1	0,03
	Sr-90	a		a		a	

a Messwerte lagen nicht vor

2.5 Tabakerzeugnisse, Bedarfsgegenstände, Arzneimittel und deren Ausgangsstoffe (Tobacco products, consumer goods, pharmaceutical products and their raw materials)

Die Leitstelle für Arzneimittel und deren Ausgangsstoffe sowie Bedarfsgegenstände überwacht routinemäßig vor allem Arzneimittelpflanzen bzw. Pflanzen, die als Ausgangsstoffe für Arzneimittel und Tee dienen. In Tabelle 2.5-1 sind die ermittelten Jahresmittelwerte der spezifischen Aktivitäten von Cs-137 und K-40 für 2007 zusammengefasst. Die Aktivitäten des Cs-137 erreichten Spitzenwerte von etwa 225 Bq/kg (TM) bei Bitterkleeblättern aus Polen und etwa 23 Bq/kg (TM) bei Islandmoos aus Bosnien - Herzegowina. Die Aktivitätswerte des natürlich vorkommenden Radionuklids K-40 lagen mit maximal 1.195 Bq/kg (TM) bei Brennnesselblättern aus Bulgarien und minimal 60 Bq/kg (TM) bei Islandmoos aus Bosnien - Herzegowina im Rahmen der natürlichen Schwankungsbreite.

Tabelle 2.5-1 Jahresmittelwerte der spezifischen Aktivitäten von Cs-137 und K-40 in verschiedenen Arzneimittelpflanzen bzw. Ausgangsstoffen für Arzneimittel für 2007 mit Angabe des jeweiligen Herkunftslandes
(Annual mean value of Cs-137 and K-40 specific activities in different medicinal plants and products for pharmaceuticals, and indication of their country of origin, in the year 2007)

Artikel	Ursprungsland	K-40 (Bq/kg TM)	Cs-137 (Bq/kg TM)
Lindenblüten Silber	Serbien	530	0,36
Pfefferminzblätter	Mazedonien	650	1,45
Salbei KBA ¹	Kroatien	500	0,6
Kamillenblüten	Mazedonien	770	NWG: 0,4
Island Moos	Bosnien-Herzegowina	60	23
Johanniskraut	Polen	450	0,34
Ringelblumenblüten	Ägypten	1.020	0,54
Spitzwegerichkraut	Polen	1.080	NWG: 0,3
Brennnesselblätter	Bulgarien	1.195	0,5
Mateblätter, grün	Brasilien	480	0,4
Zimtrinde Stangen	Indonesien	150	1,6
Thymian, gerebelt	Polen	630	0,8
Lavendelblüten, blau	Frankreich	610	0,3
Majoran, gerebelt	Ägypten	735	0,7
Pfeffer, schwarz, ganz	Brasilien	400	0,5
Fenchel ganz	Polen	454	NWG: 0,2
Bitterkleeblätter	Polen	790	225
Grüner Tee Sencha	China	490	NWG: 0,2
Melissenblätter	Serbien	710	0,45

1 KBA: kontrolliert biologischer Anbau

2.6 Abwasser und Klärschlamm (Waste water and sewage sludge)

Bezüglich allgemeiner Aspekte der zur Radioaktivitätsüberwachung von Abwasser und Klärschlamm wird auf Teil A - II - 2.6 verwiesen.

Dem Bericht für das Jahr 2007 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, 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 von den regionalen geologischen Gegebenheiten in weiten Grenzen. Die Messwerte im Jahr 2007 lagen im üblichen Bereich, z. B. im Klärschlamm für K-40 bis 1.500 Bq/kg TM (Vorjahr bis 750 Bq/kg TM) und für U-234 und U-238 bis 170 bzw. 150 Bq/kg TM (Vorjahr 170 bzw. 110 Bq/kg TM). Wie stets wurde das in der oberen Atmosphäre gebildete und daher an der Erdoberfläche allgegenwärtige kurzlebige Be-7 (Halbwertszeit: 53 Tage) mit spezifischen Aktivitäten im Klärschlamm bis zu 1.400 Bq/kg TM bestimmt.

Das hauptsächlich in der Nuklearmedizin eingesetzte Radionuklid I-131 (Halbwertszeit: 8 Tage) wurde nur in einem Teil der Abwasser- und Klärschlammproben nachgewiesen (Medianwert für Klärschlamm: 41 Bq/kg TM; Maximalwert: 1.400 Bq/kg TM, Vorjahr 37 bzw. 1.700 Bq/kg TM), in Einzelfällen auch das sehr kurzlebige Technetium-99m (Maximalwert für Abwasser: 380 Bq/l, Maximalwert für Klärschlamm: 6.300 Bq/kg TM) sowie Thallium-201 (Maximalwert: 140 Bq/kg TM), Thallium-202 (Maximalwert: 2,3 Bq/kg TM) und Indium-111 (Maximalwert: 74 Bq/kg TM). Im Klärschlamm einer Rostocker Kläranlage wurde einmalig Co-60 (1,2 Bq/kg TM) festgestellt. In Spuren von 0,03 Bq/kg TM wurde in einer Hamburger Kläranlage Pu-239/240 nachgewiesen, das bei Kernwaffenversuchen in den 50er und 60er Jahren freigesetzt worden ist.

Von den infolge des Atomkraftwerkunfalls in Tschernobyl 1986 in die Umwelt gelangten Spalt- und Aktivierungsprodukten ist für Abwässer und Klärschlämme nur noch Cs-137 und Sr-90 von Bedeutung, wobei die Kontaminationen teilweise und bei Sr-90 sogar hauptsächlich durch den Fallout der atmosphärischen Kernwaffenversuche von 1945 bis etwa 1975 bedingt sind. Die im Vergleich zu der Zeit vor dem Atomkraftwerkunfall 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 Aktivitätskonzentration von Cs-137 in Abwässern lagen zu 95% unterhalb der bei den Messungen erreichten Nachweisgrenzen. Als Mindestnachweisgrenze dieses Radionuklids im Abwasser werden im Messprogramm für den Normalbetrieb (Routinemessprogramm) 0,1 Bq/l gefordert. Die für Cs-137 ermittelten Messwerte lagen im Jahr 2007 zwischen 0,0014 und 0,32 Bq/l, bei einem Median von < 0,03 Bq/l (2006: zwischen 0,0014 und 0,01 Bq/l).

In den spezifischen Aktivitäten der Klärschlämme stellt man auf Grund regional unterschiedlichen Eintrags radioaktiver Stoffe nach dem Atomkraftwerksunfall 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 2007 - wie seit bereits mehr als eineinhalb Jahrzehnten - die Klärschlämme aus der Kläranlage Tannheim (Baden-Württemberg) mit 65 Bq/kg TM für Cs-137. Seit 1999 ergaben sich als Jahresmittelwerte für Cs-137 im Klärschlamm dieser Kläranlage folgende mittlere spezifische Aktivitäten 180, 140, 140, 110, 110, 98, 86, 71 und 65 Bq/kg TM.

Der zeitliche Verlauf der Jahresmittelwerte für die Cs-137-Gehalte der Klärschlämme aller Bundesländer in den letzten 8 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 Nordrhein-Westfalen. Dies gilt auch teilweise für höher kontaminierte Gebiete. Im Zeitraum von 1988 bis 2007 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, 24 und 20 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 (Abbildung 2.6-1). Der extrem starke Anstieg des Jahresmittelwerts 2006 für Rheinland-Pfalz wurde 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 65 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 11 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.

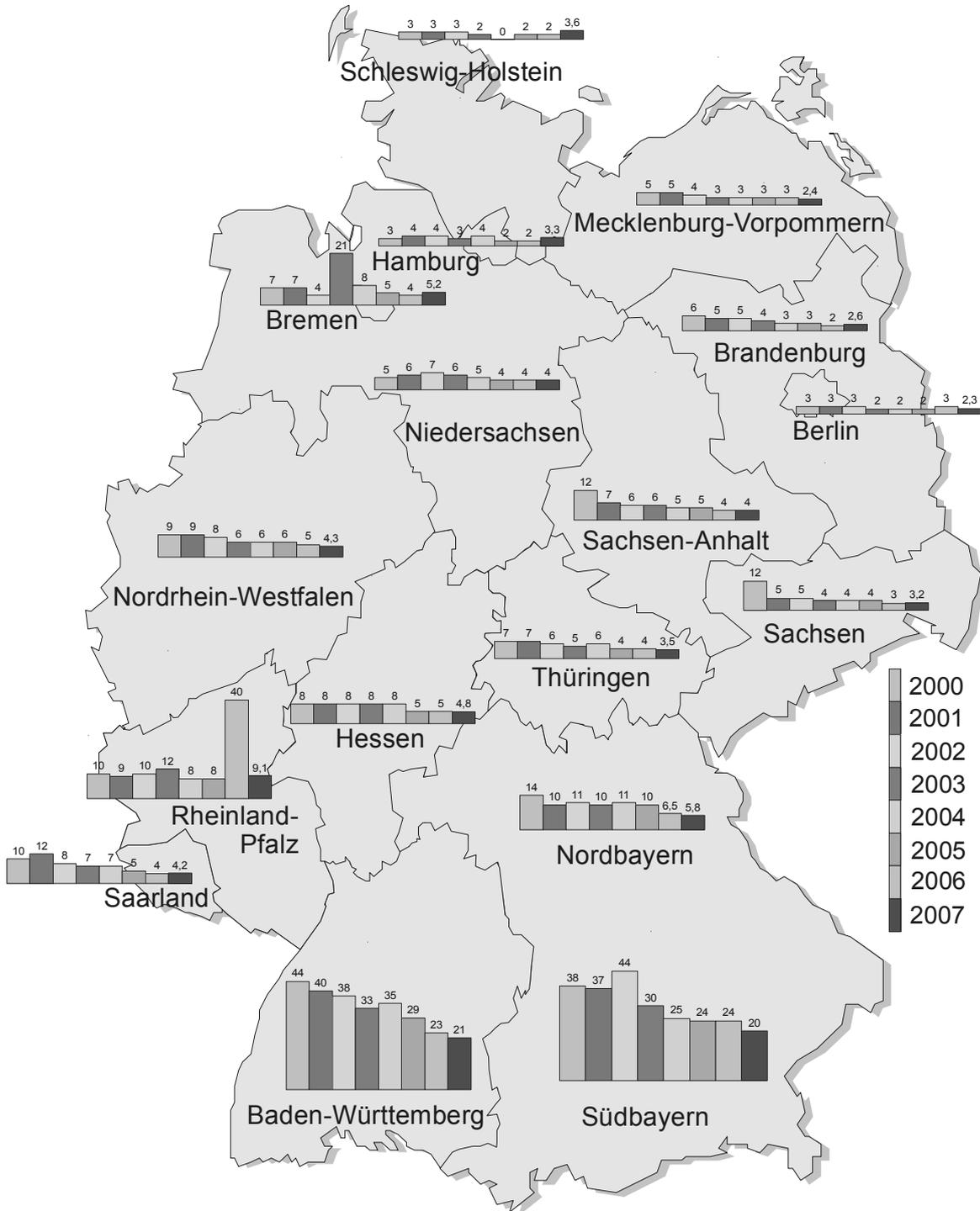


Abbildung 2.6-1 Cs-137 im Klärschlamm in Bq/kg TM (Jahresmittelwerte in den Bundesländern)
(Cs-137 in sewage sludge in Bq/kg dry weight, annual mean values in the Federal states)

Tabelle 2.6-1 Allgemeine Überwachung von Abwasser und Klärschlamm im Jahr 2007 - Minimal-, Maximal- und Mittelwerte
(General surveillance of waste water and sewage sludge in the year 2007 - minimum, maximum, and mean values)

Land	Nuklid	Anzahl		Minimalwert ¹	Maximalwert ¹	Mittel-/ Einzelwert ¹	Median	
		Gesamt	<NWG				2007	2006
Abwasser aus Kläranlagen, Ablauf (Bq/l)								
Schleswig-Holstein	K-40	20	18	1,3	1,6		< 0,54	< 0,73
	Co-60	20	20				< 0,053	< 0,086
	I-131	20	12	0,096	0,3	0,39	0,11	0,29
	Cs-137	20	20	0,063	0,063		< 0,071	< 0,098
	Sr-90	4	4				< 0,05	< 0,05
	U-234	4	4				< 0,1	< 0,1
	U-235	4	4				< 0,1	< 0,1
	U-238	4	4				< 0,1	< 0,1
Hamburg	K-40	4	4				< 2,7	< 1,6
	Co-60	4	4				< 0,07	< 0,059
	I-131	4	0	0,21	0,32	0,25	0,24	0,29
	Cs-137	4	4				< 0,083	< 0,057
	Sr-90	4	0	0,0011	0,09	0,023	0,0012	0,00066
	U-234	4	3	0,00029	0,00029		< 0,00029	< 0,00014
	U-235	4	4				< 0,00011	< 0,000078
	U-238	4	3	0,00017	0,00017		< 0,0002	< 0,00014
Niedersachsen	K-40	48	9	0,4	2	0,75	0,66	0,66
	Co-60	48	48				< 0,024	< 0,025
	I-131	48	13	0,034	1,9	0,23	0,089	0,082
	Cs-137	48	47	0,024	0,024		< 0,02	< 0,02
	Sr-90	6	0	0,0045	0,0084	0,0067	0,0068	0,0084
	U-234	4	2	0,0021	0,0025		0,0021	0,0029
	U-235	4	4				< 0,00058	< 0,00062
	U-238	4	2	0,0015	0,002		< 0,0015	< 0,0024
Bremen	K-40	8	3	0,97	6,4	2,2	1,3	1,4
	Co-60	8	8				< 0,059	< 0,056
	I-131	8	1	0,045	0,98	0,36	0,26	0,23
	Cs-137	8	6	0,052	0,16		< 0,066	< 0,063
	Sr-90	4	3	0,012	0,012		< 0,013	< 0,013
	U-234	4	2	0,0024	0,006	0,0043	0,0036	0,005
	U-235	4	2	0,00018	0,00077		< 0,00077	< 0,00078
	U-238	4	0	0,0018	0,0043	0,003	0,0029	0,003
Nordrhein-Westfalen	K-40	40	31	0,32	4,6		< 1,1	< 1,1
	Co-60	40	40				< 0,048	< 0,05
	I-131	40	27	0,049	0,61		0,13	0,13
	Cs-137	40	39	0,32	0,32		< 0,051	< 0,05
	Sr-90	4	3	0,052	0,052		0,052	0,15
	U-234	4	0	0,007	0,0095	0,0081	0,0078	0,0063
	U-235	4	4				< 0,0022	< 0,0021
	U-238	4	1	0,0049	0,0062	0,0056	< 0,0059	< 0,0049
Hessen	K-40	20	20				< 1,2	< 1,3
	Co-60	20	20				< 0,048	< 0,048
	I-131	20	18	0,074	0,14		< 0,12	< 0,21
	Cs-137	20	20				< 0,05	< 0,052
	Sr-90	4	4				< 0,055	< 0,1
	U-234	4	2	0,01	0,012		0,01	0,011
	U-235	4	4				< 0,005	< 0,005
	U-238	4	2	0,008	0,008		0,008	0,008

Land	Nuklid	Anzahl		Minimalwert ¹	Maximalwert ¹	Mittel-/ Einzelwert ¹	Median	
		Gesamt	<NWG				2007	2006
Abwasser aus Kläranlagen, Ablauf (Bq/l)								
Rheinland-Pfalz	K-40	20	10	0,97	2,5		0,97	< 0,85
	Co-60	20	20				< 0,027	< 0,026
	I-131	20	3	0,031	0,25	0,11	0,082	0,068
	Cs-137	20	20				< 0,026	< 0,029
	Sr-90	4	0	0,0016	0,0026	0,002	0,002	0,0024
	U-234	4	0	0,0091	0,036	0,022	0,021	0,019
	U-235	4	4				< 0,0017	< 0,0021
	U-238	4	0	0,0095	0,039	0,023	0,022	0,02
Baden-Württemberg	K-40	40	1	0,16	0,75	0,47	0,48	< 0,78
	Co-60	40	40				< 0,018	< 0,031
	I-131	40	38	0,021	0,86		< 0,042	< 0,05
	Cs-137	40	40				< 0,017	< 0,026
	Sr-90	4	3	0,0015	0,0015		0,002	0,0014
	U-234	4	0	0,0027	0,0033	0,003	0,0031	0,0041
	U-235	4	3	0,00021	0,00021		< 0,00032	< 0,00062
	U-238	4	0	0,0018	0,0029	0,0024	0,0025	0,003
Bayern	K-40	35	32	1,2	1,6		< 1,4	< 1,2
	Co-60	35	35				< 0,1	< 0,089
	I-131	29	24	0,23	0,53		0,25	0,43
	Cs-137	35	35				< 0,1	< 0,097
	Sr-90	4	1	0,0036	0,011	0,076	0,006	0,018
	U-234	4	0	0,00074	0,013	0,0078	0,0085	0,0078
	U-235	4	4				< 0,00064	< 0,0007
	U-238	4	0	0,00066	0,012	0,0072	0,0079	0,0084
Saarland	K-40	6	0	0,42	2,2	1	0,84	0,85
	Co-60	6	6				< 0,007	< 0,0099
	I-131	1	1				< 0,007	0,019
	Cs-137	6	6				< 0,0065	< 0,011
	Sr-90	2	0	0,0028	0,0035	0,0032	0,0032	0,0046
	U-234	2	0	0,0023	0,0041	0,0032	0,0032	0,0031
	U-235	2	2				< 0,00019	< 0,0002
	U-238	2	0	0,0018	0,0032	0,0025	0,0025	0,0021
Berlin	K-40	4	0	0,72	0,9	0,84	0,87	0,8
	Co-60	4	4				< 0,0011	< 0,0011
	I-131	4	4				< 0,026	< 0,024
	Cs-137	4	2	0,0016	0,0031		< 0,0022	0,002
	Sr-90	3	1	0,0021	0,0026	0,0023	< 0,0025	0,0037
	U-234	4	0	0,0013	0,0042	0,0031	0,0034	0,0045
	U-235	4	0	0,000097	0,00017	0,00015	0,00016	0,00016
	U-238	4	0	0,0011	0,0036	0,0026	0,0029	0,0033
Brandenburg	K-40	32	7	0,5	3	0,97	0,9	0,91
	Co-60	32	32				< 0,015	< 0,006
	I-131	32	13	0,04	1,1	0,31	0,08	0,075
	Cs-137	32	22	0,0014	0,0041		< 0,014	< 0,0064
	Sr-90	11	0	0,002	0,033	0,0056	0,0029	0,003
	U-234	12	8	0,0018	0,0021		< 0,0005	0,0008
	U-235	12	9	0,00009	0,00011		< 0,0002	< 0,00026
	U-238	12	8	0,0018	0,0021		0,00055	0,0004
Mecklenburg-Vorpommern	K-40	20	0	0,2	1,2	0,64	0,65	0,65
	Co-60	20	20			0,04	< 0,01	< 0,012
	I-131	20	6	0,0089	0,87		< 0,019	0,08
	Cs-137	20	19	0,0025	0,0025	0,0043	< 0,0091	< 0,01
	Sr-90	4	1	0,0019	0,0091	0,0075	0,0031	0,0044
	U-234	4	1	0,0051	0,011		0,0056	< 0,0082
	U-235	4	4			0,0065	< 0,0051	< 0,0055
	U-238	4	1	0,0032	0,011		0,0041	< 0,0011

Land	Nuklid	Anzahl		Minimalwert ¹	Maximalwert ¹	Mittel-/ Einzelwert ¹	Median	
		Gesamt	<NWG				2007	2006
Abwasser aus Kläranlagen, Ablauf (Bq/l)								
Sachsen	K-40	20	10	0,52	1,5		0,93	0,79
	Co-60	20	20				< 0,072	< 0,072
	I-131	19	8	0,066	0,44	0,19	0,15	0,13
	Cs-137	20	20				< 0,068	< 0,063
	Sr-90	4	4				< 0,013	< 0,015
	U-234	4	0	0,0019	0,0083	0,0039	0,0027	0,0052
	U-235	4	4				< 0,0013	< 0,0018
	U-238	4	0	0,0019	0,0071	0,0038	0,003	0,042
Sachsen-Anhalt	K-40	20	0	0,3	1,5	0,77	0,71	0,69
	Co-60	20	20				< 0,01	< 0,0098
	I-131	20	3	0,018	0,3	0,086	0,045	0,053
	Cs-137	20	20				< 0,0096	< 0,0099
	Sr-90	4	4				< 0,1	< 0,01
	U-234	4	0	0,0035	0,03	0,011	0,0049	0,043
	U-235	4	3	0,0011	0,0011		< 0,00043	0,0021
	U-238	4	0	0,0027	0,02	0,0076	0,0038	0,04
Thüringen	K-40	20	18	1,3	2,7		< 2,1	< 2,1
	Co-60	20	20				< 0,084	< 0,084
	I-131	20	20				< 0,097	0,11
	Cs-137	20	20				< 0,089	< 0,09
	Sr-90	4	3	0,0037	0,0037		< 0,0033	< 0,0032
	U-234	4	0	0,01	0,047	0,026	0,022	0,015
	U-235	4	4				< 0,00087	< 0,00073
	U-238	4	0	0,0051	0,027	0,015	0,014	0,0072
Bundesrepublik Deutschland	K-40	357	163	0,16	6,4	0,86	< 0,86	< 0,91
	Co-60	357	357				< 0,031	< 0,035
	I-131	345	191	0,089	1,9		< 0,099	< 0,095
	Cs-137	357	339	0,0014	0,32		< 0,03	< 0,032
	Sr-90	70	31	0,0011	0,09	0,0082	0,0048	< 0,0056
	U-234	70	22	0,00029	0,047	0,0085	0,0035	0,005
	U-235	70	59	0,00009	0,0011		< 0,00064	< 0,00076
	U-238	70	21	0,00017	0,039	0,0067	0,0029	0,0039
Klärschlamm (Bq/kg TM)								
Schleswig-Holstein	K-40	20	0	30	130	75	80	62
	Co-60	20	20				< 0,54	< 0,69
	I-131	20	0	6,8	91	26	17	22
	Cs-137	20	2	0,75	19	3,6	2	1,7
	Sr-90	4	0	1,9	4,5	2,9	2,6	3,1
	U-234	4	0	14	22	18	17	13
	U-235	4	3	7,2	7,2		< 5	< 5
	U-238	4	0	12	17	14	14	12
Hamburg	K-40	8	0	94	480	310	390	250
	Co-60	8	8				< 1,6	< 1,5
	I-131	8	0	18	170	70	66	61
	Cs-137	8	1	1,3	6,3	3,3	< 3,1	< 2,8
	Sr-90	4	0	1	4,5	2,1	1,4	1,1
	U-234	4	0	13	0,51	16	14	12
	U-235	4	0	11		0,7	12	0,56
	U-238	4	0			13	12	11
Niedersachsen	K-40	40	0	73	640	190	110	120
	Co-60	40	40				< 0,37	< 0,44
	I-131	40	0	1,1	1.400	180	67	70
	Cs-137	40	1	0,88	12	4	3,6	3,3
	Sr-90	4	0	2,6	3,8	3,1	3	2,6
	U-234	4	0	1	43	21	20	25
	U-235	4	1	0,51	1,6	1,1	0,86	1,3
	U-238	4	0	1,1	34	17	17	22

Land	Nuklid	Anzahl		Minimalwert ¹	Maximalwert ¹	Mittel-/ Einzelwert ¹	Median	
		Gesamt	<NWG				2007	2006
Klärschlamm (Bq/kg TM)								
Bremen	K-40	8	0	310	670	410	360	400
	Co-60	8	8				< 2,8	< 2,9
	I-131	8	0	5,7	150	56	51	100
	Cs-137	8	1	2,1	17	5,2	< 3,6	5,2
	Sr-90	4	0	0,99	3,7	2	1,6	0,89
	U-234	3	0	9,1	17	13	14	12
	U-235	3	1	2,2	2,9	2,6	2,9	< 0,68
	U-238	3	0	8,6	16	12	13	10
Nordrhein-Westfalen	K-40	40	1	78	500	210	140	140
	Co-60	40	40				< 0,24	< 0,25
	I-131	39	5	0,25	390	73	45	< 3
	Cs-137	40	2	1,2	10	4,3	3,6	3,6
	Sr-90	4	0	1,5	5,9	2,9	2,1	14
	U-234	4	0	3,2	38	28	36	37
	U-235	4	0	0,71	1,9	1,4	1,4	1,5
	U-238	4	0	26	31	28	28	29
Hessen	K-40	20	0	70	190	140	150	150
	Co-60	20	20				< 1,1	< 0,95
	I-131	20	3	13	140	53	40	31
	Cs-137	20	5	1,4	14	4,8	3,6	3,7
	Sr-90	4	3	1,3	1,3		< 0,83	1,3
	U-234	4	0	32	140	84	83	83
	U-235	4	0	1,3	4,6	2,8	2,7	2,7
	U-238	4	0	24	89	56	56	56
Rheinland-Pfalz	K-40	20	0	110	270	190	190	180
	Co-60	20	20				< 0,57	< 0,51
	I-131	20	5	3,3	240	54	19	12
	Cs-137	20	3	1,2	48	9,1	3,4	5,3
	Sr-90	4	0	1,9	4,3	3,1	3,1	4,2
	U-234	4	0	34	70	52	51	46
	U-235	4	0	1,4	3	1,9	1,6	1,3
	U-238	4	0	22	43	35	38	32
Baden-Württemberg	K-40	40	0	71	440	180	150	170
	Co-60	40	40				< 0,75	< 0,92
	I-131	40	7	1,2	970	150	52	48
	Cs-137	40	0	2,1	83	21	10	10
	Sr-90	4	0	0,78	1,4	1,1	1,1	1
	U-234	4	0	25	58	41	40	37
	U-235	4	0	0,69	2,5	1,6	1,6	1,4
	U-238	4	0	18	53	35	35	30
Baden-Württemberg (West ²)	Co-60	28	28				< 0,67	< 0,79
	Cs-137	28	0	2,1	41	9,3	5,7	8,3
	Sr-90	2	0	0,78	1,1	0,94	0,94	0,64
Baden-Württemberg (Ost ³)	Co-60	12	12				< 0,88	< 0,93
	Cs-137	12	0	23	83	49	51	56
	Sr-90	2	0	1	1,4	1,2	1,2	1,5
Bayern	K-40	36	0	74	520	250	250	230
	Co-60	36	36				< 1,5	< 1,3
	I-131	36	3	7,7	430	82	48	35
	Cs-137	36	1	2	45	13	10	9,8
	Sr-90	4	0	2,1	8,6	5,5	5,6	12
	U-234	4	0	35	52	45	46	48
	U-235	9	1	1,9	9,2	4,8	5,1	5,7
	U-238	4	0	35	47	42	44	44
Bayern (Nord ²)	Co-60	18	18				< 1,6	< 1,3
	Cs-137	18	1	2	11	5,8	5,4	6,6
	Sr-90	2	0	3,1	8,2	5,6	5,6	14

Land	Nuklid	Anzahl		Minimalwert ¹	Maximalwert ¹	Mittel-/ Einzelwert ¹	Median	
		Gesamt	<NWG				2007	2006
Klärschlamm (Bq/kg TM)								
Bayern (Süd ³)	Co-60	18	18				< 1,5	< 1,3
	Cs-137	18	0	4,9	45	20	18	19
	Sr-90	2	0	2,1	8,6	5,3	5,3	10
Saarland	K-40	8	0	110	1.500	380	240	190
	Co-60	8	8				< 0,33	< 0,42
	I-131	8	0	2,5	55	21	18	20
	Cs-137	8	0	1,1	8,4	4,2	3,8	3,9
	Sr-90	4	0	2,5	3,3	2,8	2,6	2,6
	U-234	4	0	48	57	53	54	45
	U-235	4	0	1,6	2,1	1,9	2	1,4
	U-238	4	0	34	43	39	40	32
Berlin	K-40	4	0	54	95	69	64	90
	Co-60	4	4				< 0,6	< 0,74
	I-131	4	0	82	100	93	93	100
	Cs-137	4	0	0,93	3,2	2,3	2,6	1,9
	Sr-90	2	0	1,1	1,5	1,3	1,3	1,9
	U-234	2	0	13	15	14	14	11
	U-235	2	0	0,61	0,69	0,65	0,65	0,43
	U-238	2	0	12	14	13	13	10
Brandenburg	K-40	32	0	30	160	91	97	100
	Co-60	32	32				< 0,24	< 0,22
	I-131	32	0	2	240	85	46	54
	Cs-137	32	0	0,8	10	2,6	1,9	1,8
	Sr-90	10	0	1,4	4	2,5	2,2	2
	U-234	10	0	13	40	20	19	18
	U-235	10	1	0,69	2	1	0,93	0,8
	U-238	10	0	12	37	19	17	16
Mecklenburg-Vorpommern	K-40	20	0	60	230	120	110	110
	Co-60	20	19	1,2	1,2		< 0,31	< 0,31
	I-131	20	0	1,5	390	86	66	61
	Cs-137	20	0	0,49	5,2	2,4	2,1	2,3
	Sr-90	4	0	2,8	10	5,3	4,1	3,4
	U-234	4	0	17	32	25	26	15
	U-235	4	1	0,42	1,4	0,95	1,2	0,87
	U-238	4	0	14	28	23	25	15
Sachsen	K-40	20	0	67	230	140	130	140
	Co-60	20	20				< 0,63	< 0,57
	Cs-137	20	1	0,85	6,1	3,2	2,1	2,5
	Sr-90	4	0	1,3	2,4	1,9	2	2
	U-234	4	0	41	69	53	52	59
	U-235	4	2	1,8	1,9		< 2,9	3,2
	U-238	4	0	42	61	50	48	49
	Sachsen-Anhalt	K-40	20	0	95	400	190	170
Co-60		20	20				< 0,21	< 0,19
I-131		20	1	0,56	650	110	42	43
Cs-137		20	0	1,8	9,3	4	2,8	3,7
Sr-90		4	3	1,4	1,4		< 5	< 5
U-234		4	0	43	100	83	95	88
U-235		13	0	2	5,9	4	4	3,1
U-238		13	0	37	150	70	72	60
Klärschlamm (Bq/kg TM)								
Thüringen	K-40	20	0	180	350	240	220	240
	Co-60	20	20				< 0,44	< 0,44
	I-131	20	4	0,59	150 7,2	52	32	24
	Cs-137	20	0	2,1	1,5	3,5	3,4	4,4
	Sr-90	4	0	1,2	170	1,3	1,3	1,3
	U-234	4	0	47	4,4	100	100	84
	U-235	4	0	1,4	88	2,9	2,9	2,9
	U-238	4	0	28		57	57	63

Land	Nuklid	Anzahl		Minimalwert ¹	Maximalwert ¹	Mittel-/ Einzelwert ¹	Median	
		Gesamt	<NWG				2007	2006
Bundesrepublik Deutschland	K-40	356	1	30	1.500	190	140	150
	Co-60	356	355	1,2	1,2		< 0,5	< 0,53
	I-131	335	28	0,25	1.400	92	< 41	37
	Cs-137	356	17	0,49	83	6,9	3,5	3,8
	Sr-90	68	6	0,78	10	2,7	2,1	2
	U-234	67	0	1	170	41	34	30
	U-235	81	10	0,42	9,2	2,5	1,9	1,5
	U-238	76	0	1,1	150	37	31	31
Bundesrepublik Deutschland (Nord ²)	Co-60	326	325	1,2	1,2		< 0,45	< 0,47
	Cs-137	326	17	0,49	48	4,6	3,2	3,4
	Sr-90	64	6	0,78	10	2,6	2,2	2
Bundesrepublik Deutschland (Süd ³)	Co-60	30	30				< 1,2	< 1,1
	Cs-137	30	0	4,9	83	31	23	24
	Sr-90	4	0	1	8,6	3,3	1,7	5,2

- 1 Liegen mehr als 50% der gemessenen Werte unterhalb der Nachweisgrenze, werden nur der Minimalwert, der Maximalwert und der Median 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 Abfälle (waste)

Allgemeine Aspekte der Radioaktivitätsüberwachung von Abfällen sind in Teil A - II - 2.7 zusammengefasst. Von den amtlichen Messstellen der Bundesländer wurden im Jahr 2007 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 0,5 : 1 betrug, hat bis zum Jahr 2007, d. h. im Laufe von 21 Jahren, auf Grund der unterschiedlichen Halbwertszeiten dieser beiden Nuklide auf einen Wert von etwa 0,00069 : 1 (2006: 0,00095 : 1) abgenommen. Deshalb ist in den Proben kein Cs-134 mehr nachzuweisen und es werden nur noch Nachweisgrenzen angegeben.

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 0,50 Bq/l bzw. 0,59 Bq/l (2006: 0,58 Bq/l bzw. 0,57 Bq/l), der Median aller Werte beträgt 0,055 Bq/l (2006: <0,063 Bq/l).

Bei dem natürlich vorkommenden Nuklid K-40 liegt die Konzentration im Bereich von 0,037 Bq/l bis 59 Bq/l, der Median bei 13 Bq/l (2006: 0,047 bis 58 Bq/l, Median: 13 Bq/l).

Tritium wurde in 83% der untersuchten Proben mit Werten zwischen 3,3 und 400 Bq/l (2006: 3,1 bis 440 Bq/l) gefunden.

Bei den **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 350 Bq/kg TM (2006: 270 Bq/kg TM), für das Gebiet der übrigen Bundesrepublik liegt er bei 70 Bq/kg TM (2006: 140 Bq/kg TM).

Die spezifische Aktivität des natürlich vorkommenden Nuklids K-40 liegt im Bereich von 280 Bq/kg TM bis 2800 Bq/kg TM, der Median bei 1300 Bq/kg TM (2006: 270 bis 3200 Bq/kg TM, Median: 1300 Bq/kg TM). In zahlreichen Proben konnte das in der Nuklearmedizin angewandte Nuklid I-131 mit Werten von 0,20 Bq/kg TM bis 77 Bq/kg TM (2006: 0,67 bis 32 Bq/kg TM) nachgewiesen werden.

Für **Rohschlacke mit und ohne Filterstaub** beträgt der Maximalwert der spezifischen Aktivität von Cs-137 11 Bq/kg TM (2006: 16 Bq/kg TM). Die gemessenen Werte südlich/östlich der Linie Radolfzell - Eichstätt - Regensburg - Zwiesel liegt bei 4,1 bis 14 Bq/kg TM (2006: 2,9 bis 10 Bq/kg TM).

Für K-40 wurden Messwerte von 53 Bq/kg TM bis 2.900 Bq/kg TM (2006: 130 bis 1.500 Bq/kg TM) angegeben, für I-131 wurden Werte von 0,27 Bq/kg TM bis 4,6 Bq/kg TM (2006: 0,63 bis 45 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 3,2 Bq/kg TM (2006: 0,91 Bq/kg TM). Für die Länder nördlich dieser Linie wurde ein Median von 2,1 Bq/kg TM (2006: 2,3 Bq/kg TM) berechnet.

Die K-40-Messwerte liegen im Bereich von 1,4 Bq/kg TM bis 2.000 Bq/kg TM (2006: 1,0 bis 2.100 Bq/kg TM) mit einem Median von 110 Bq/kg TM (2006: 120 Bq/kg TM). Für I-131 wurden Messwerte von 0,30 Bq/kg TM bis 580 Bq/kg TM (2006: 0,30 bis 16.000 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 (2006: alle Werte kleiner Nachweisgrenze), für das Gebiet der Bundesrepublik wurde ein Median von <0,098 Bq/l (2006: <0,092 Bq/l) berechnet.

I-131 wurde in 28 Proben mit Werten zwischen 0,019 Bq/l und 8.000 Bq/l (2006: 0,026 und 37.000 Bq/l) angegeben, der Median liegt bei 4,2 Bq/l (2006: 1,8 Bq/l). Dabei stammen die Proben mit den höchsten I-131-Werten aus dem Ablauf der Schwermetallfällung bei nasser Rauchgaswäsche.

Die Untersuchung des **Kompostes** ergab für die spezifische Aktivität des Cs-137 südlich/östlich der Linie Radolfzell - Eichstätt - Regensburg - Zwiesel Werte von 15 Bq/kg TM bis 40 Bq/kg TM (2006: 23 bis 53 Bq/kg TM) mit einem Median von 19 Bq/kg TM (2006: 28 Bq/kg TM). In den Gebieten nördlich davon liegen die ermittelten Werte zwischen 1,1 Bq/kg TM und 21 Bq/kg TM (2006: 2,0 bis 25 Bq/kg TM), der Median liegt bei 6,3 Bq/kg TM (2006: 6,5 Bq/kg TM).

Die spezifische Aktivität des natürlich vorkommenden Nuklids K-40 liegt im Bereich von 61 Bq/kg TM bis 850 Bq/kg TM, der Median bei 430 Bq/kg TM (2006: 130 bis 860 Bq/kg TM, Median: 480 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 Transfers von Cäsium über die Wurzel in die Pflanzen ist die resultierende zusätzliche Cs-Aktivität in gärtnerischen Produkten für die Strahlenexposition der Bevölkerung ohne Bedeutung.

Zusammenfassend ist für 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 Abfällen im Jahr 2007
(Monitoring of residues and wastes in the year 2007)

Land	Nuklid	Anzahl gesamt	Anzahl <NWG	Minimal- wert ^a	Maximal- wert ^a	Mittel- werte ^a	Median 2007	Median 2006
Sickerwasser (Bq/l)								
Nördlich *	Cs-137	66	39	0,0068	0,50		< 0,052	< 0,061
Südlich *	Cs-137	4	1	0,11	0,59	0,42	0,34	0,19
Alle Länder	K-40	70	7	0,37	59	16	13	13
	H-3	70	12	3,3	400	52	27	19
Filterstaub (Bq/kg TM)								
Nördlich *	Cs-137	54	0	0,96	70	21	21	19
Südlich *	Cs-137	4	0	210	350	280	280	220
Alle Länder	K-40	58	0	280	2.800	1.200	1.300	1.300
	I-131	51	27	0,20	77	11	< 1,4	< 1,1
Schlacke (Bq/kg TM)								
Nördlich *	Cs-137	64	0	0,16	11	2,2	1,4	1,7
Südlich *	Cs-137	4	0	4,1	14	7,2	5,3	9,4
Alle Länder	K-40	68	0	53	2.900	340	290	280
	I-131	58	51	0,27	4,6		< 0,38	< 0,62
Feste Rückstände der Rauchgasreinigung (Bq/kg TM)								
Nördlich *	Cs-137	40	12	0,087	77	15	2,1	2,3
Südlich *	Cs-137	4	0	0,54	6,1	3,3	3,2	0,91
Alle Länder	K-40	44	2	1,4	2.000	370	110	110
	I-131	41	10	0,30	580	92	4,4	14
Flüssige Rückstände der Rauchgasreinigung (Bq/l)								
Nördlich *	Cs-137	35	23	0,12	4,5		< 0,098	< 0,096
Südlich *	Cs-137	2	2				< 0,11	< 0,078
Alle Länder	K-40	37	11	1,1	250	25	3,6	2,5
	I-131	36	8	0,019	8.000	460	4,2	2,9
Kompost (Bq/kg TM)								
Nördlich *	Cs-137	73	0	1,1	21	7,1	6,3	6,5
Südlich *	Cs-137	4	0	15	40	23	19	28
Alle Länder	K-40	77	0	61	850	430	430	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, der Maximalwert und der Median 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 Atomkraftwerk Tschernobyl im April 1986 wurden ab Mitte 1986 monatlich Ganzkörpermessungen an Referenzgruppen zur Bestimmung der Cs-137- Aktivität durchgeführt. 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 21 Jahre seit dem Unfall in Tschernobyl etwa 0,22 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

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
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
2007	387	54	< 1,3	292	59	< 1,1
Monatsmittelwerte für 2007						
Januar	43	56	< 1,4	25	60	< 1,1
Februar	38	55	< 1,4	30	61	< 1,1
März	42	56	< 1,4	26	58	< 1,1
April	38	55	< 1,4	27	59	< 1,1
Mai	43	55	< 1,4	28	60	< 1,0
Juni	17	53	< 1,4	12	61	< 1,1
Juli	36	56	< 1,3	28	61	< 1,1
August ^a	-	-	-	-	-	-
September	34	50	< 1,2	28	58	< 1,0
Oktober	28	50	< 1,2	25	55	< 1,0
November	33	52	< 1,2	35	54	< 1,0
Dezember	35	52	< 1,2	28	55	< 1,0

a im August 2007 keine Messungen wegen Detektoraustausches

**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
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
2007	83	49	0,06	73	62	0,12
Monatsmittelwerte für 2007						
Januar	4	45	0,04	3	60	0,16
Februar	5	48	0,10	7	59	0,10
März	8	47	0,02	8	60	0,09
April	10	49	0,13	6	59	0,09
Mai	4	48	0,01	2	63	0,11
Juni	10	47	0,02	9	59	0,07
Juli	10	47	0,08	10	61	0,07
August	8	48	0,10	9	64	0,13
September	10	49	0,08	8	64	0,10
Oktober	8	49	0,08	5	70	0,24
November	5	53	0,09	6	65	0,15
Dezember	1	59	0,00	0	-	-

a Mai 1996 keine Messungen

- Messwertermittlung nicht möglich

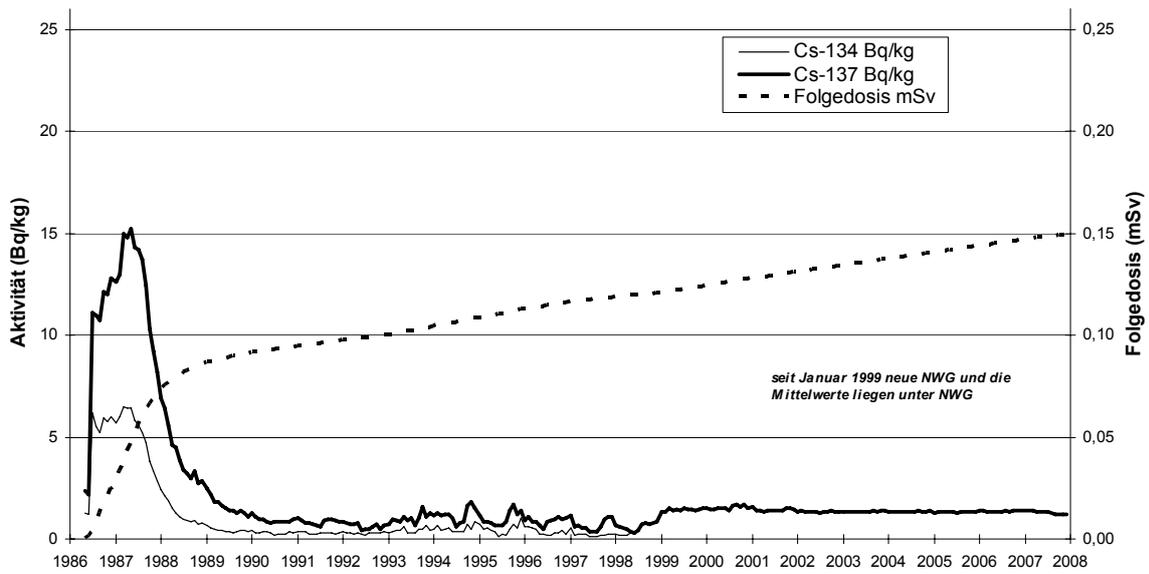


Abbildung 2.8-1 Inkorporiertes Cs-134, Cs-137 und resultierende Strahlenexposition
Referenzgruppe: BfS-München, Frauen
*(Incorporated radiocesium and resulting radiation exposure
Reference group: BfS Munich, women)*

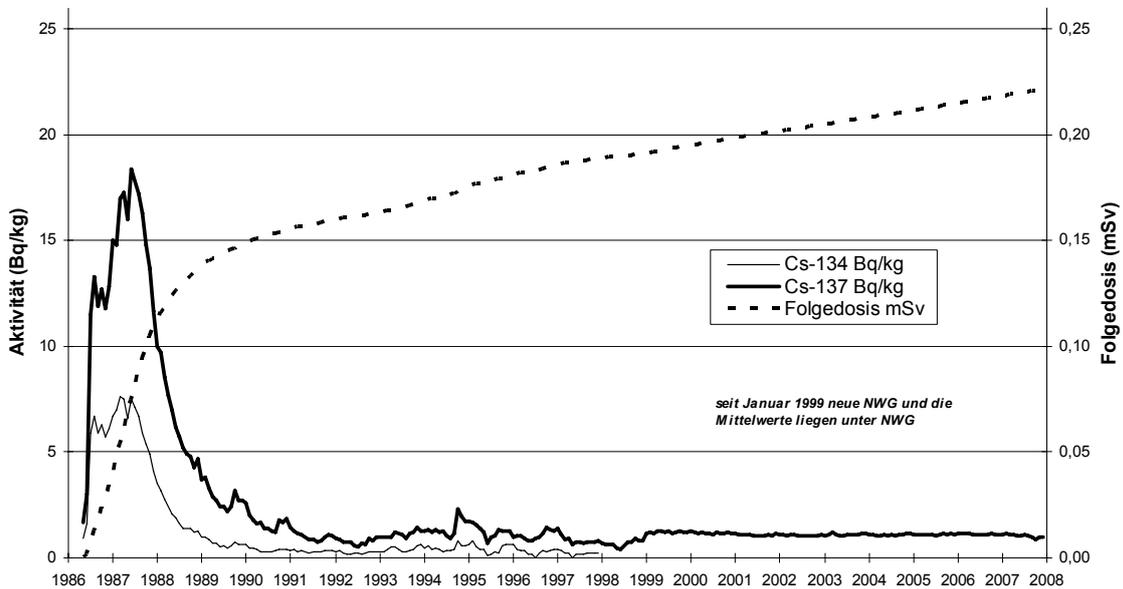


Abbildung 2.8-2 Inkorporiertes Cs-134, Cs-137 und resultierende Strahlenexposition
Referenzgruppe: BfS-München, Männer
*(Incorporated radiocesium and resulting radiation exposure
Reference group: BfS Munich, men)*

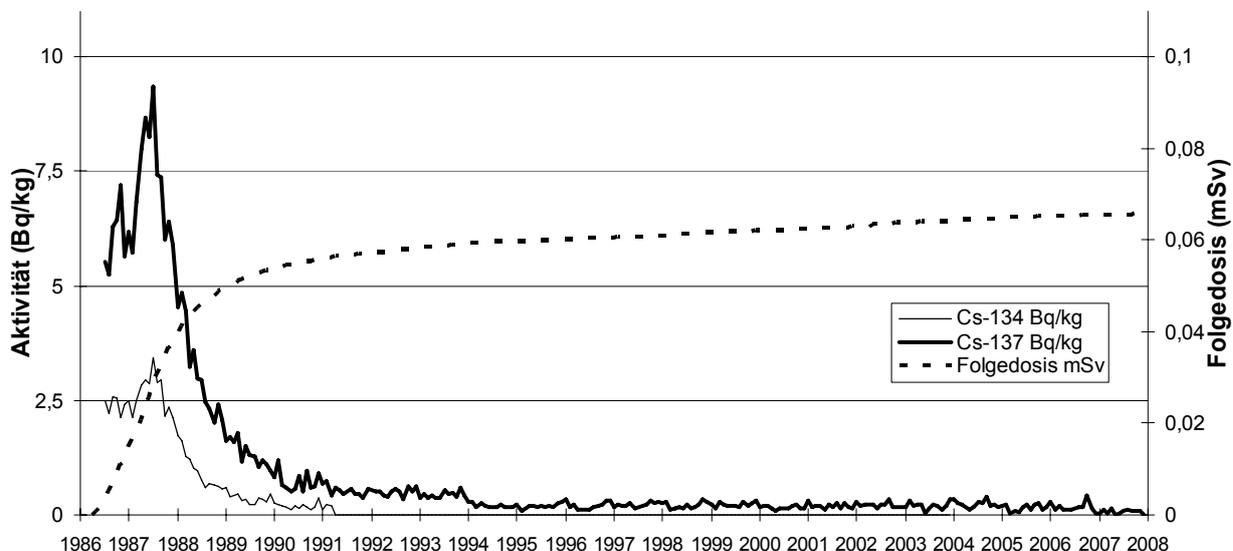


Abbildung 2.8-3 Inkorporiertes Cs-134, Cs-137 und resultierende Strahlenexposition
 Referenzgruppe: Karlsruhe, Frauen
*(Incorporated radiocesium and resulting radiation exposure
 Reference group: Karlsruhe, women)*

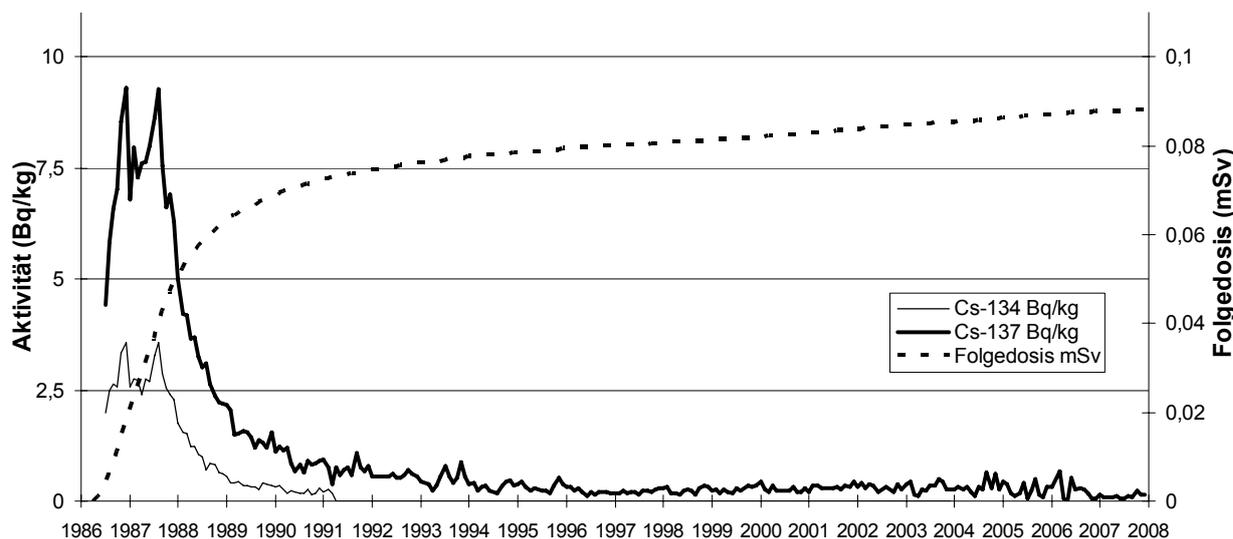


Abbildung 2.8-4 Inkorporiertes Cs-134, Cs-137 und resultierende Strahlenexposition
 Referenzgruppe: Karlsruhe, Männer
*(Incorporated radiocesium and resulting radiation exposure
 Reference group: Karlsruhe, men)*

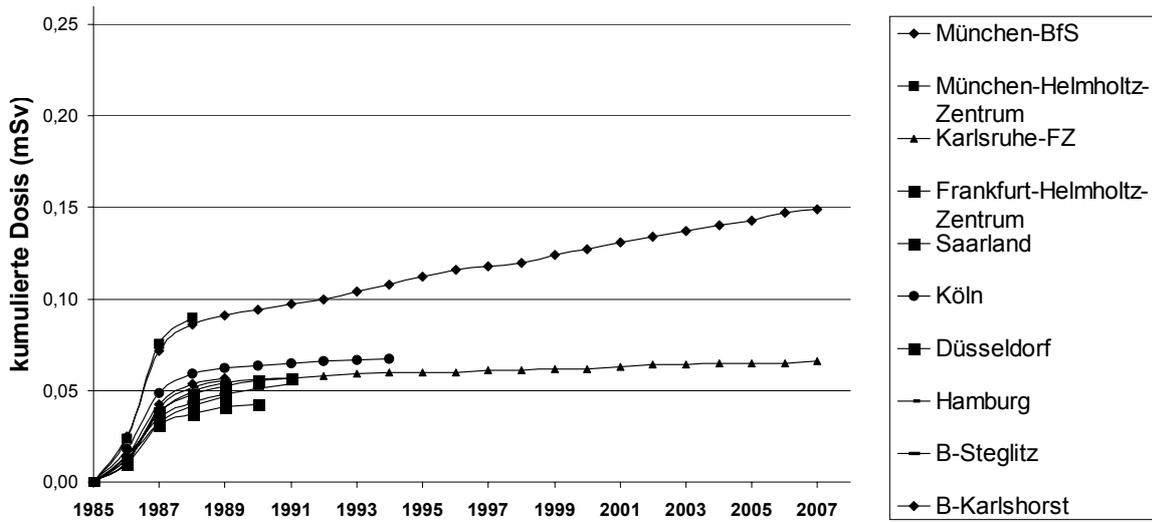


Abbildung 2.8-5 Strahlenexposition aus inkorporiertem Radiocäsium
Vergleich der Referenzgruppen: Frauen
(Radiation exposure from incorporated radiocesium
Comparison of reference groups: women)

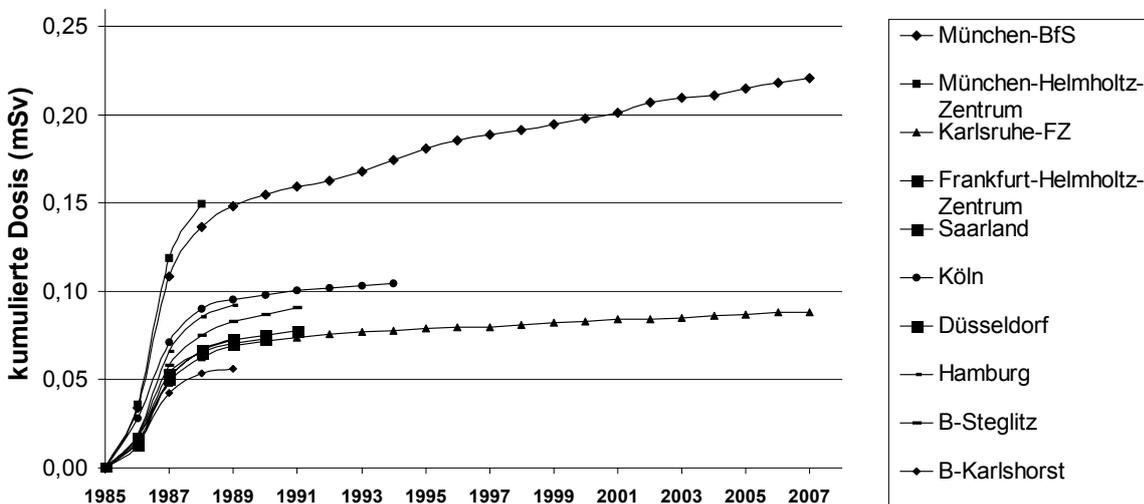


Abbildung 2.8-6 Strahlenexposition aus inkorporiertem Radiocäsium
Vergleich der Referenzgruppen: Männer
(Radiation exposure from incorporated radiocesium
Comparison of reference groups: men)

