

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 2008 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 2008 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 wurden neben einem permanenten Untergrund der Xe-133-Aktivitätskonzentration von ca. 1 mBq/m³ auch einige kurzzeitige Erhöhungen detektiert. In einigen wenigen Proben wurden ausserdem geringe Konzentrationen der Isotope Xe-131m, Xe-133m und Xe-135 nachgewiesen. Sowohl die genaue Kenntnis des Untergrundpegels als auch dessen Isotopenzusammensetzung ist Grundlage für die Unterscheidung zwischen Emissionen aus kerntechnischen Anlagen und Kernwaffenversuchen. Diese Diskriminierungstechnik wird zurzeit weiterentwickelt, auch unter Zuhilfenahme der Daten der Station auf dem Schauinsland.

Die Ergebnisse dieser Radionuklidstation führten, zusammen mit Messungen an anderen Stationen, zu der Schlussfolgerung, dass nicht, wie bisher angenommen, die Kernkraftwerke für den dominierenden Beitrag zu dem globalen Xenonuntergrund verantwortlich sind, sondern die großen Isotopenproduktionsanlagen zur Herstellung von Radiopharmaka in Kanada, Südafrika und Belgien. Hier werden vor allem bei der Herstellung von Mo-99 (Tc-99m-Generatoren) und auch von I-131 für medizinische Anwendungen radioaktive Xenonisotope in großen Mengen in die Atmosphäre emittiert. Die Messungen an der Radionuklidstation auf dem Schauinsland werden dabei primär von der Isotopenproduktionsanlage des IRE (Institut des Radioéléments) in Fleurus, Belgien beeinflusst.

Ein Zwischenfall in der Isotopenproduktionsanlage in Fleurus zwischen dem 22. und 25.08.2008 führte zu einem unkontrollierten Entlass von etwa 45 GBq I-131 (s. Kapitel 2.1). Als Folge wurde anschließend die Anlage vom 26.08. bis 12.11.2008 stillgelegt. In dieser Zeit waren auch teilweise die in der Nähe gelegenen Reaktoren bzw. Bestrahlungseinrichtungen wegen Revisions- und Servicearbeiten außer Betrieb. Damit ergab sich die einzigartige Möglichkeit, den Radioxenonuntergrund ohne die Beeinflussung durch die Isotopenproduktionsanlage in Fleurus über den Zeitraum von einigen Wochen zu ermitteln. Die mittlere Xe-133-Aktivitätskonzentration von 4,4 mBq/m³ an der Station Schauinsland verringerte sich nach der Stilllegung um etwa einen Faktor 4 und es kam nur noch vereinzelt zu vergleichbar geringfügig erhöhten Messwerten (Abbildung 1.1). Mit Hilfe atmosphärischer Ausbreitungsrechnungen konnte gezeigt werden, dass auch die kanadische Isotopenproduktionsanlage bei Chalk River den Xenonuntergrund in Mitteleuropa beeinflussen kann.

Auch die Auswertung der BfS-Langzeitmessreihen (vgl. Kapitel 2.1) bestätigt, dass derzeit Isotopenproduktionsanlagen für Radiopharmaka die atmosphärische Xe-133 Aktivitätskonzentration dominieren. Alleine drei der größten Anlagen entlassen weltweit etwa eine Größenordnung mehr an Xe-133 als alle 440 Kernkraftwerke zusammen und verringern dadurch die Sensitivität einiger Stationen des Messnetzes für den Nachweis von Kernwaffentests. Verzögerungs-

strecken in der Abluftstrecke, vergleichbar mit denjenigen in deutschen Kernkraftwerken, würden die Ableitung radioaktiver Edelgase in die Atmosphäre verringern und damit die Sensitivität des Radioaktivitätsmessnetzes erhöhen. Hier gibt es Initiativen der CTBTO und von Zeichnerstaaten, die Betreiber der Anlagen zu überzeugen, entsprechende Systeme in die Abluftstrecken einzubauen.

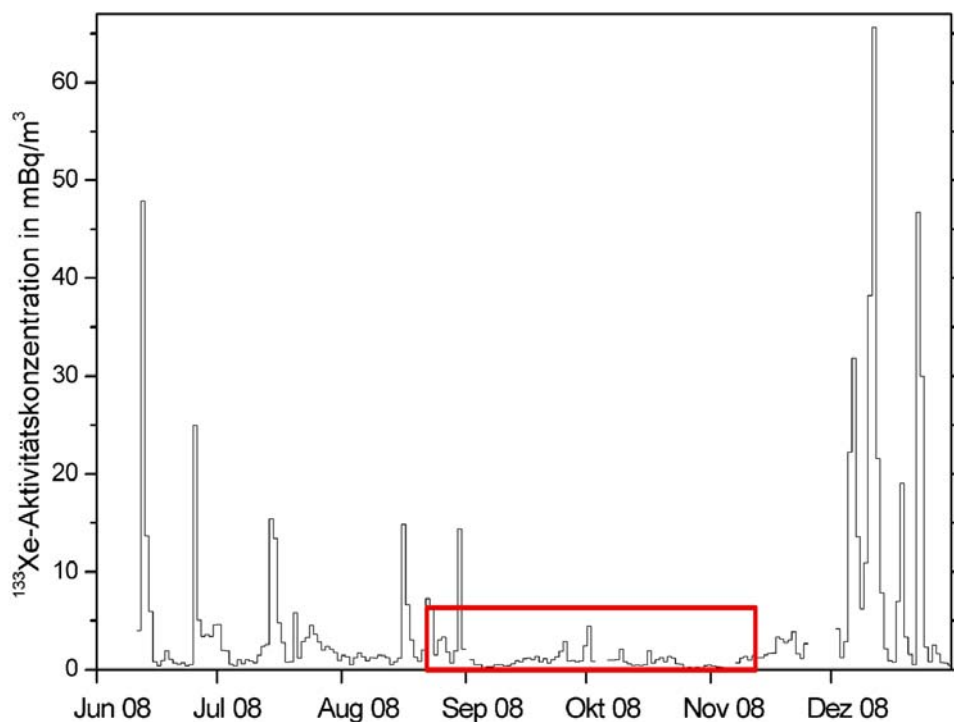


Abbildung 1.1-1 **Zeitreihe der Xe-133-Aktivitätskonzentration im Jahr 2008 an der IMS-Station DEX33 auf dem Schauinsland; der Zeitraum der Stilllegung des IRE in Fleurus ist durch einen Rahmen markiert**

(Time series of Xe-133-activity concentration in 2008 at the IMS-station DEX33 at Schauinsland mountain; the shutdown-period of the IRA in Fleurus is marked by a frame)

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

Im Jahr 2008 sind Grundnahrungsmittel wie Milch, Gemüse, Getreide, Obst und Fleisch durch radioaktives Cäsium 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. 0,33 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 wurden weiterhin höhere Werte gemessen. Die spezifischen Cs-137-Aktivitäten reichen bis zu 76 Bq/kg bei Fischen aus Binnenseen und 950 Bq/kg bei einigen Arten von Wildpilzen (Maronenröhrlinge, 31 Messungen).

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.

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 11 Messungen an Wildschweinen bei 950 Bq/kg, die Werte reichen bis 5.100 Bq/kg. Für Rehe liegt der Mittelwert von 12 Messungen bei 12 Bq/kg mit einem Höchstwert von 31 Bq/kg (vgl. „Tabelle 2.4.7-8

Wild, Inland und Einfuhr“ auf Seite 202). Hier und auch in allen anderen Bundesländern gab es 2008 keine Überschreitungen des Höchstwertes bei Rehfleisch.

Auch in Baden-Württemberg überschreiten die maximal gemessenen Werte für Wildschweinfleisch den Grenzwert von 600 Bq/kg. Der Mittelwert liegt bei 244 Bq/kg (280 Messungen), der Maximalwert bei 5.700 Bq/kg. In Niedersachsen wurde ein Mittelwert von 127 Bq/kg und ein Maximalwert von 2.100 Bq/kg bei Wildschweinfleisch gemessen (37 Messungen).

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.

Der 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/nahrungsmittel/pilze_wildbret.html und www.bfs.de/de/ion/nahrungsmittel/speisepilze.html).

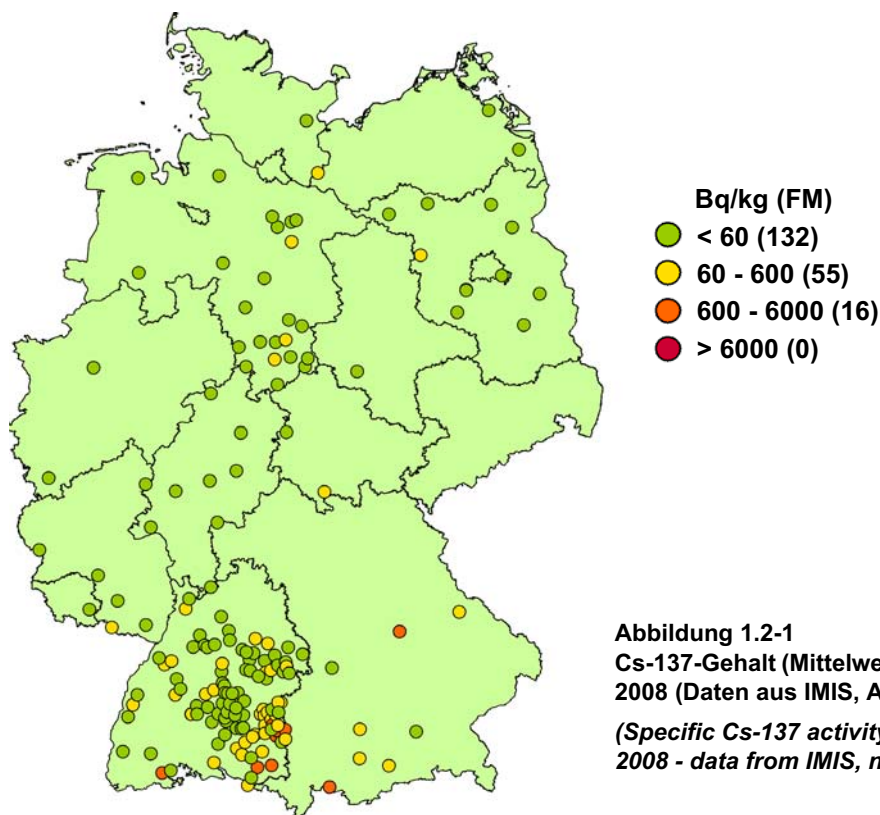


Abbildung 1.2-1

Cs-137-Gehalt (Mittelwerte) von Wildschweinen im Jahr 2008 (Daten aus IMIS, Anzahl der Werte in Klammern)

(Specific Cs-137 activity (means) in wild boar - year 2008 - data from IMIS, number of values in brackets)

1.3 Kerntechnische Anlagen (Nuclear facilities)

Allgemeine Angaben

In der Bundesrepublik Deutschland existierten im Jahr 2008 folgende kerntechnische Anlagen:

- 17 in Betrieb befindliche Atomkraftwerke (Tabelle 1.3-1) mit einer elektrischen Bruttoleistung von insgesamt 21.497 MW, einer Gesamtstromerzeugung von 148,8 TWh und einem Anteil von 23,3% an der Gesamt-Brutto-Stromerzeugung und von rund 28,8% an der Stromerzeugung der öffentlichen Versorgung im Jahr 2008. 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 (Tabelle 1.3-3).

- Das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) nimmt seit dem 25.09.1998 keine radioaktiven Abfälle zur Endlagerung mehr an (Tabelle 1.3-4).
- Daten zur Schachanlage Asse sind in Tabelle 1.3-5 (Angaben der Betreiber) dargestellt.

Die bilanzierten Jahreswerte der Aktivitätsableitungen 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 der Schachanlage Asse für das Jahr 2008 sind in den Kapiteln 2.1.5 und 2.2.4 getrennt nach Fortluft und Abwasser angegeben. In den Aktivitätsableitungen der Forschungszentren sind die Emissionen der dort betriebenen Leistungs- und Forschungsreaktoren enthalten. Aus den für 2008 ermittelten Aktivitätsableitungswerten geht hervor, dass die von den zuständigen Behörden festgelegten Höchstwerte für die jährlichen Emissionen in allen Fällen eingehalten wurden.

Die aus den Jahresaktivitätsableitungen 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 Strahlenbelastung der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland ermittelt. Im benachbarten Ausland waren 2008 in Grenznähe bis zu einer Entfernung von 30 km zur deutschen Grenze die in Tabelle 1.3-6 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 im Strahlenschutzbericht 2008 des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI veröffentlicht.

Bei den in Betrieb befindlichen zentralen Zwischenlagern für bestrahlte Brennelemente wie dem Transportbehälterlager (TBL) Ahaus, dem TBL Gorleben¹ sowie dem Zwischenlager Nord (Rubenow bei Greifswald) treten im Normalbetrieb keine messbaren Emissionen radioaktiver Stoffe auf.

Dasselbe gilt auch für die in Betrieb befindlichen dezentralen Standort-Zwischenlager an den Kernkraftwerksstandorten. Daher ist die hieraus resultierende Strahlenbelastung der Bevölkerung vernachlässigbar gering. Messbar ist je nach Lagerbelegung lediglich die Dosis bzw. Dosisleistung der Gamma- und Neutronenstrahlung in unmittelbarer Nähe dieser Anlagen. Bei Einrichtungen wie z. B. Abklingbecken für Brennelemente oder Anlagen zur Abfallkonditionierung, die sich innerhalb von Kernkraftwerken, Forschungszentren und sonstigen kerntechnischen Betrieben befinden und in deren Fortluftführung bzw. Fortluftplan und ggf. Abwasserbehandlung einbezogen sind, werden die Emissionen in den bilanzierten Ableitungen des jeweiligen Standortes erfasst und bei der Ermittlung der Strahlenexposition der Bevölkerung berücksichtigt.

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 2008* (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	1.023	1974	Rhein
Biblis B	KWB B	DWR	1.300	1.253	1976	Rhein
Neckarwestheim 1	GKN 1	DWR	840	478	1976	Neckar
Brunsbüttel	KKB	SWR	806	0	1976	Elbe
Isar 1	KKI 1	SWR	912	900	1977	Isar
Unterweser	KKU	DWR	1.410	1.116	1978	Weser
Philippsburg 1	KKP 1	SWR	926	733	1979	Rhein
Grafenrheinfeld	KKG	DWR	1.345	1.179	1981	Main

¹ Das TBL Gorleben ist zusätzlich für die Aufbewahrung hochradioaktiver Abfälle (HAW-Glaskokillen) aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente aus deutschen Kernkraftwerken genehmigt

Standort kerntechnische Anlage	Bezeichnung	Typ ^a	elektr. Brutto- leistung (MW)	Bruttostrom- erzeugung 2008* (MWa)	Beginn / Ende des nuklearen Betriebes	Vorfluter
Krümmel	KKK	SWR	1.402	0	1983	Elbe
Hamm-Uentrop	THTR-300	HTR	307	0	1983/1988	Lippe
Gundremmingen B	KRB-II-B	SWR	1.344	1.160	1984	Donau
Grohnde	KWG	DWR	1.430	1.275	1984	Weser
Gundremmingen C	KRB-II-C	SWR	1.344	1.189	1984	Donau
Philippsburg 2	KKP 2	DWR	1.458	1.305	1984	Rhein
Mülheim-Kärlich	KMK	DWR	1.302	0	1986/1988	Rhein
Brokdorf	KBR	DWR	1.480	1.375	1986	Elbe
Isar 2	KKI 2	DWR	1.475	1.380	1988	Isar
Emsland	KKE	DWR	1.400	1.312	1988	Ems
Neckarwestheim 2	GKN 2	DWR	1.400	1.305	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 2009, Kernkraftwerke in Deutschland Betriebsergebnisse 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 FRM II	4 20	1957/2000 2004
Rosendorf	Forschungszentrum Dresden-Rosendorf, Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rosendorf (VKTA)	RFR	10	1957/1991
Geesthacht	GKSS-Forschungszentrum	FRG 1 FRG 2	5 15	1958 1963/1993
Karlsruhe	Forschungszentrum Karlsruhe	FR 2	44	1961/1981
Jülich	Forschungszentrum Jülich	FRJ 1 FRJ 2	10 23	1962/1985 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 Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente in der Bundesrepublik Deutschland
(Interim storage facilities of spent nuclear fuels in the Federal Republic of Germany)

Standort	Erteilung der Genehmigung nach AtG	Beginn des Betriebes	Stellplätze gesamt (Ende 2008 belegt)
SZL Biblis	22.09.2003	18.05.2006	135 (41)
SZL Brokdorf	28.11.2003	05.03.2007	100 (6)
SZL Brunsbüttel	28.11.2003	05.02.2006	80 (6)
SZL Grafenrheinfeld	12.02.2003	27.02.2006	88 (10)
SZL Grohnde	20.12.2002	27.04.2006	100 (12)
SZL Gundremmingen	19.12.2003	25.08.2006	192 (17)
SZL Isar	22.09.2003	12.03.2007	152 (12)
SZL Krümmel	19.12.2003	14.11.2006	80 (14)
SZL Lingen	06.11.2002	10.12.2002	125 (24)
SZL Neckarwestheim	22.09.2003	06.12.2006	151 (27)
SZL Philippsburg	19.12.2003	19.03.2007	152 (26)
SZL Unterweser	22.09.2003	18.06.2007	80 (3)
AVR-Behälterlager Jülich	17.06.1993	23.08.1993	158 (149)
Nasslager Obrigheim	26.10.1998	Mitte 1999	980 (342)
TBL Ahaus	10.04.1987	06.1992	420 (329)
TBL Gorleben	05.09.1983	25.04.1995	420 (91)
ZLN Rubenow	05.11.1999	11.12.1999	80 (65)
SZL Obrigheim (beantragt)	Antragstellung 22.04.2005	-	15

SZL Standortzwischenlager

TBL Transportbehälterlager

ZLN Transportbehälterlager im Zwischenlager Nord Rubenow

AVR Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor Jülich

Tabelle 1.3-4 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 31.12.2008)	Inventar (Stand 31.12.2007)
Morsleben	Bundesamt für Strahlenschutz	ERAM	1971	36.951 m ³ / 3,8 E14 Bq	36.915 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 1,10 E14 Bq (Vorjahr: 1,14 E14 Bq)

Tabelle 1.3-5 Schachtanlage Asse
(Asse mine)

Standort	Betreiber	Bezeichnung	Beginn des Betriebes	Inventar (Stand 31.12.2008)	Inventar (Stand 31.12.2007)
Remlingen	Helmholtz Zentrum München (bis 2007 GSF) (ab 2009 BfS)	Schachtanlage Asse	1967	2,5 E15 Bq	2,6 E15 Bq

Tabelle 1.3-6 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	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 2008 ermittelten Daten über die Aktivitätsableitungen 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 Strahlenschutzverordnung (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 Absatz 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.

Für die Zwecke der Berichterstattung werden hier nur die Dosen für die kritischen Gruppen und Organe angegeben. In Fällen, in denen die Strahlenbelastung von Säuglingen unter der von Kleinkindern liegt, wird diese nicht angegeben. Außerdem werden Organdosen nur für das am meisten betroffene Organ angegeben.

Tabelle 1.3.1-1 enthält die Ergebnisse aus der Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung im Jahr 2008 in der Umgebung von Atomkraftwerken durch die Aktivitätsableitungen 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 4 μSv (unter 2% des Dosisgrenzwertes nach StrlSchV) beim Standort Isar, sowie für Kleinkinder 6 μSv (2% des Dosisgrenzwertes nach StrlSchV) bei den Standorten Isar und Philippsburg (jeweils beide Blöcke). Der größte berechnete Wert der Schilddrüsendosis für Kleinkinder ergibt sich mit 6 μSv (unter 1% des Dosisgrenzwertes nach StrlSchV) ebenfalls bei den Standorten Isar und Philippsburg. Diese maximalen Werte sind gegenüber dem Vorjahr etwas zurückgegangen.

In Tabelle 1.3.1-2 sind die aus den Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus Atomkraftwerken resultierenden oberen Werte der effektiven Dosis für Erwachsene und Kleinkinder zusammengestellt. Hierbei wurden ungünstige Verzehrs- und Lebensgewohnheiten angenommen, insbesondere für Erwachsene ein hoher Konsum an Flussfisch, der in der Kühlwasserfahne gefangen wird, und für beide Personengruppen der Aufenthalt von 1.000 Stunden am Flussufer oder auf Wiesen in Flussnähe. Der größte berechnete Wert der effektiven Dosis und der Dosis für das kritische Organ (rotes Knochenmark) beträgt jeweils 1,6 μSv für Kleinkinder (entsprechen ca. 0,5% des Grenzwertes) am Standort des Kernkraftwerkes Emsland.

Entsprechend der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 Strahlenschutzverordnung wurde die Strahlenexposition am Unterlauf der Flüsse näher betrachtet, wobei jeweils sämtliche Emittenten berücksichtigt wurden. Für das Mündungsgebiet des Neckar wurde eine effektive Jahresdosis von etwa 0,8 μSv für Erwachsene und 1,3 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 Jahresaktivitätsableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Forschungszentren stammen teilweise aus den Jahresberichten der Forschungszentren Karlsruhe, Jülich, Dresden-Rossendorf, Geesthacht und Berlin. Die Tabelle weist für die effektive Dosis im Jahr 2008 als höchsten Wert 2,3 μSv (unter 1% des Grenzwertes) für Erwachsene und 2,9 μSv (knapp 1% des Grenzwertes) für Kleinkinder beim Forschungszentrum Karlsruhe auf. Der höchste Wert der Schilddrüsendosis für Kleinkinder ergibt sich mit 3,2 μSv (unter 1% des Grenzwertes) ebenfalls beim Forschungszentrum Karlsruhe.

In Tabelle 1.3.1-4 wird die Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe über das Abwasser aus den Forschungszentren Karlsruhe, Jülich, Dresden-Rossendorf und Geesthacht angegeben.

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 Aktivitätsableitungen 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 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$.

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 2008 0,2 μSv , für Kleinkinder (Altersgruppe 1 bis 2 Jahre) 0,4 μSv und für mit Muttermilch ernährte Säuglinge 0,9 μSv ; dies sind ca. 0,07%, 0,11% bzw. 0,28% des Grenzwertes nach der Strahlenschutzverordnung. Die Dosis des kritischen Organs (rotes Knochenmark) errechnete sich zu 0,3 μSv für Erwachsene, 0,9 μSv für Kleinkinder (Altersgruppe 1 - 2 Jahre) und 2,7 μSv für mit Muttermilch ernährte Säuglinge (ca. 0,1%, 0,27% bzw. 0,89% des Grenzwertes). Aus den Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser wurden 2008 obere Werte der effektiven Dosis unterhalb von 0,1 μSv für Erwachsene und Kleinkinder berechnet.

Die Strahlenbelastung in Folge der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abluft und mit dem Abwasser aus der Schachtanlage Asse ist in Tabelle 1.3.1-8 aufgeführt. Wie in den Vorjahren wurden im Jahre 2008 aus der Schachtanlage Asse keine radioaktiven Stoffe mit dem Abwasser abgeleitet. Die der Schachtanlage aus dem Nebengestein zutretende Salzlösung wurde unter Tage gefasst und bis Mitte des Jahres 2008 auf der Basis eines Sonderbetriebsplans des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie an andere Salzbergwerke zur Flutung von Grubenholräumen abgegeben. In der zweiten Jahreshälfte wurde das Lösungsmanagement der Schachtanlage Asse auf Veranlassung des BfS umgestellt und für die Entsorgung der abzugebenden Zutrittslösungen ein Freigabekonzept nach § 29 StrlSchV erarbeitet, das Ende 2008 zur Anwendung kam. Bis dahin wurde die Zutrittslösung in Speicherbecken unter Tage und in Containern über Tage zwischengespeichert.

Die Strahlenexposition in der Umgebung der Schachtanlage Asse resultiert daher ausschließlich aus Ableitungen über den Luftpfad. Der durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abluft ermittelte obere Wert der effektiven Dosis betrug 2008 für Erwachsene 6,0 μSv , für Kleinkinder (Altersgruppe 1 bis 2 Jahre) 9,1 μSv und für Säuglinge 10 μSv . Dies sind ca. 2,0, 3,0 bzw. 3,5% des Grenzwertes gemäß Strahlenschutzverordnung. Die Dosis für das kritische Organ (rotes Knochenmark für Säuglinge ≤ 1 a und Kleinkinder im Alter von 1-2 Jahren; Knochenoberfläche für Erwachsene) wurde mit 20 μSv für Säuglinge, 15 μSv für Kleinkinder (Altersgruppe 1-2 Jahre) und 36 μSv für Erwachsene ermittelt. Dies sind ca. 6,7, 4,9 und 2,0% des zulässigen Grenzwertes.

Bewertung

Die für 2008 aus den Jahresaktivitätsableitungen radioaktiver Stoffe 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 tragen bei der effektiven Dosis und bei den einzelnen Organdosen weniger als 10% des jeweiligen Dosisgrenzwertes. Damit sind die oberen Werte der Strahlenexposition durch Aktivitätsableitungen 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 2008 deutlich unter 10 μSv pro Jahr.

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

Kerntechnische Anlagen	Oberer Wert ^a					
	der effektiven Dosis				der Schilddrüsens dosis	
	für Erwachsene in µSv		für Kleinkinder in µSv		für Kleinkinder in µSv	
	2008	2007	2008	2007	2008	2007
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	0,2	0,8	0,3	1	0,3	1
KKS Stade	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
KWW Würgassen	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3
KGR Greifswald ^b	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
KWB Biblis A, B	0,3	0,7	0,5	1	0,4	1
GKN Neckarwestheim 1, 2	0,7	1	1	2	1	1
KKB Brunsbüttel	0,5	1	1	2	0,9	1
KKI Isar 1, 2	4	3	6	5	6	6
KKU Unterweser	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
KKP Philippsburg 1, 2	3	5	6	8	6	9
KKG Grafenrheinfeld	0,2	0,1	0,4	0,2	0,3	0,2
KKK Krümmel	0,2	0,8	0,3	1	0,3	2
KRB Gundremmingen A, B, C	2	2	4	4	4	4
KWG Grohnde	0,6	0,3	1	0,6	1	0,5
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	0,5	0,4	0,8	0,7	0,8	0,6
KKE Emsland	0,3	0,2	0,6	0,3	0,6	0,3

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 Aktivitätsableitung 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
(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	
	2008	2007	2008	2007
	2008	2007	2008	2007
VAK Kahl	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
KRB Gundremmingen A, B und C	0,3	0,4	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	< 0,1	0,2	0,2
GKN Neckarwestheim 1 und 2	0,5	0,6	1,0	1,1
KKB Brunsbüttel	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
KKI Isar 1 und 2	0,3	0,3	0,5	0,4
KKU Unterweser	0,1	0,1	0,2	0,2
KKP Philippsburg 1 und 2	0,1	< 0,1	0,2	0,2
KKG Grafenrheinfeld	0,3	0,3	0,5	0,6
KKK Krümmel	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Kerntechnische Anlagen	Oberer Wert der effektiven Dosis für Erwachsene in μSv		Oberer Wert der effektiven Dosis für Kleinkinder in μSv	
	2008	2007	2008	2007
KWG Grohnde	0,2	0,3	0,4	0,5
KMK Mülheim-Kärlich	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
KBR Brokdorf	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
KKE Emsland	0,9	1,0	1,6	1,7
KKR Rheinsberg *	0,2	0,2	0,3	0,3
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 Aktivitätsableitung 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	
	2008	2007	2008	2007	2008	2007
Forschungszentrum Karlsruhe (einschl. Wiederaufarbeitungsanlage) *	2,3	1,6	2,9	2,0	3,2	2,2
Forschungszentrum Jülich (einschl. Versuchsreaktor AVR) *	1,2	8,6	1,8	15	1,4	15
Forschungszentrum Dresden-Rossendorf (FZD) Gesamtstandort *	0,7	0,4	1,0	0,6	1,0	0,5
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht *	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,3
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (bisher Hahn-Meitner-Institut Berlin, HMI), (einschl. Zentralstelle für radioaktive Abfälle)*	0,2	0,4	0,3	0,6	0,5	0,6
Garching, FRM I und FRM II	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3

* Entnommen aus den Jahresberichten 2008 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	
	2008	2007
Forschungszentrum Karlsruhe (einschl. Wiederaufarbeitungsanlage)	<0,1	<0,1
Forschungszentrum Jülich (einschl. Versuchsreaktor AVR)	1,9	1,6
Forschungszentrum Dresden-Rossendorf (FZD)	0,8	1,4
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht	<0,1	<0,1

* Nach Angaben der Forschungszentren Karlsruhe, Jülich und Dresden-Rossendorf

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	
	2008	2007	2008	2007	2008	2007
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	
	2008	2007
ANF GmbH (Lingen)	<0,1	<0,1
URENCO D (Gronau)	<0,1	<0,1

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		2008	2007
	2008	2007	2008	2007		
Erwachsene	0,2	0,1	0,3	0,3	< 0,1	< 0,1
Kleinkinder (Altersgruppe 1 bis 2 Jahre)	0,4	0,4	0,9	1,0	< 0,1	< 0,1
mit Muttermilch ernährte Säuglinge	0,9	1,0	2,7	3,0	< 0,1	< 0,1

Tabelle 1.3.1-8 Strahlenexposition in der Umgebung der Schachanlage 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 Oberer Wert in μSv				Abwasser Oberer Wert in μSv der effektiven Dosis	
	der effektiven Dosis		der Organdosis **		2008	2007
	2008	2007	2008	2007		
Erwachsene	6,0	5,8	36	36	‡	‡
Kleinkinder (Altersgruppe 1 bis 2 Jahre)	9,1	8,7	15	14	‡	‡
Säuglinge (≤ 1 Jahr)	10	10	20	20	‡	‡

* 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

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

‡ Da aus der Schachanlage Asse betriebsmäßig keine Flüssigkeiten abgeleitet werden, findet keine Emissionsüberwachung des Abwassers statt

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 diesem Bericht in Teil A - II - 2.1 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 von DWD, BfS und PTB 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 der Leitstelle 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 2008, 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 2008 ein Wert von 0,5 mBq/m³ (2007: 0,5 mBq/m³). Der Wert liegt innerhalb des Schwankungsbereichs der Aktivitätskonzentrationen der natürlichen Radionuklide in der Luft.

Edelgase

Auch im Jahr 2008 wurden am BfS Messungen des radioaktiven Xenons und des Kryptons-85 durchgeführt. Die Messwerte der Aktivitätskonzentrationen von Xe-133 an den sieben deutschen Probenentnahmestationen lagen, wie schon in den vergangenen Jahren, in der Regel 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), das sich im Berichtsjahr fortgesetzt hat. 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. Die aktuellen Messdaten spiegeln den eher rückläufigen Trend der Kr-85-Emissionen aus Wiederaufarbeitungsanlagen wider. So wurde von dem Hauptemittenten, der Wiederaufarbeitungsanlage La Hague, im Jahre 2008 mit $1,55 \cdot 10^{17}$ Bq die seit dem Jahre 1994 niedrigste Kr-85-Aktivität in die Atmosphäre entlassen. Die bisher maximale jährliche Aktivität von $3,2 \cdot 10^{17}$ Bq wurde im Jahre 1998 emittiert.

Der Medianwert für den Probenentnahmeort Freiburg – repräsentativ für die 10 mitteleuropäischen Stationen – betrug, gemittelt über die letzten Jahre, 1,5 Bq/m³ Luft. Kurzzeitige Schwankungen, die ein Vielfaches des jährlichen Anstiegs des Grundpegels ausmachen können, sind auf Emissionen aus den europäischen Wiederaufbereitungsanlagen für Kernbrennstoffe (La Hague/Frankreich und Sellafield/England) zurückzuführen. In den kommenden Jahren ist jedoch wieder mit dem Anstieg des Grundpegels zu rechnen, da in Rokkasho (Japan) eine Wiederaufbereitungsanlage in Betrieb genommen wird. Die Kapazität dieser Anlage wird mit der von La Hague/Frankreich vergleichbar oder noch größer sein, so dass entsprechende Emissionen zu erwarten sind.

Die Summe der Beiträge von Kr-85 und Xe-133 zur Ortsdosisleistung liegt, auch unter Berücksichtigung der auffälligen Messwerte (s. u.), unter 30 nSv/a und ist gegenüber den durchschnittlichen Werten der Ortsdosisleistung in Deutschland sehr klein.

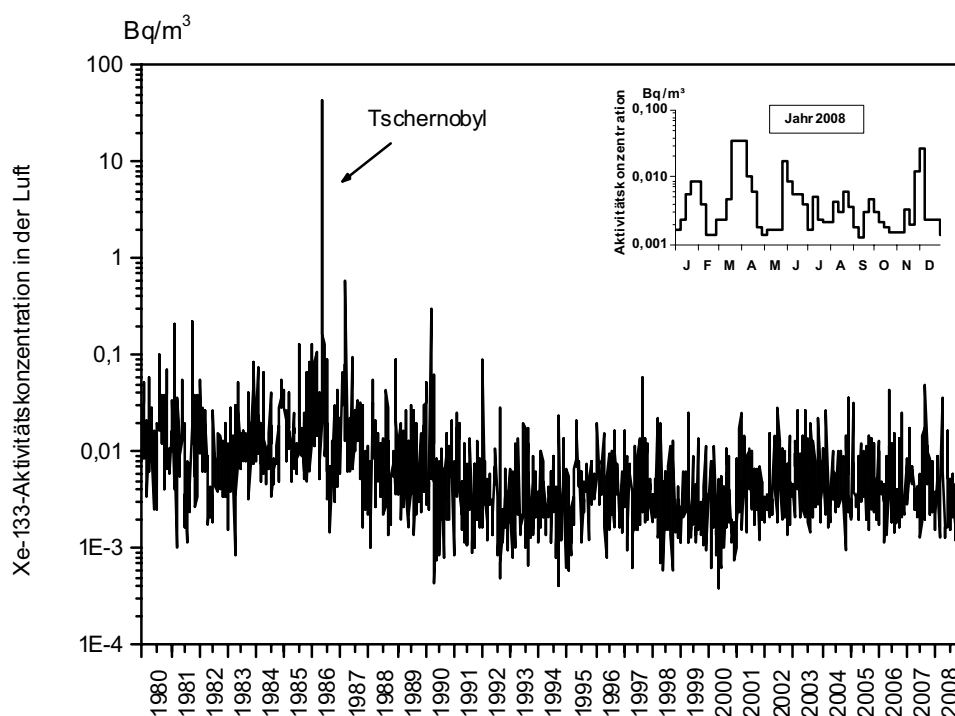


Abbildung 2.1.1-1 Xe-133-Aktivitätskonzentration in der bodennahen Luft am Probenentnahmeort Freiburg
(Xe-133-activity concentration in air close to ground level at the sampling location in Freiburg)

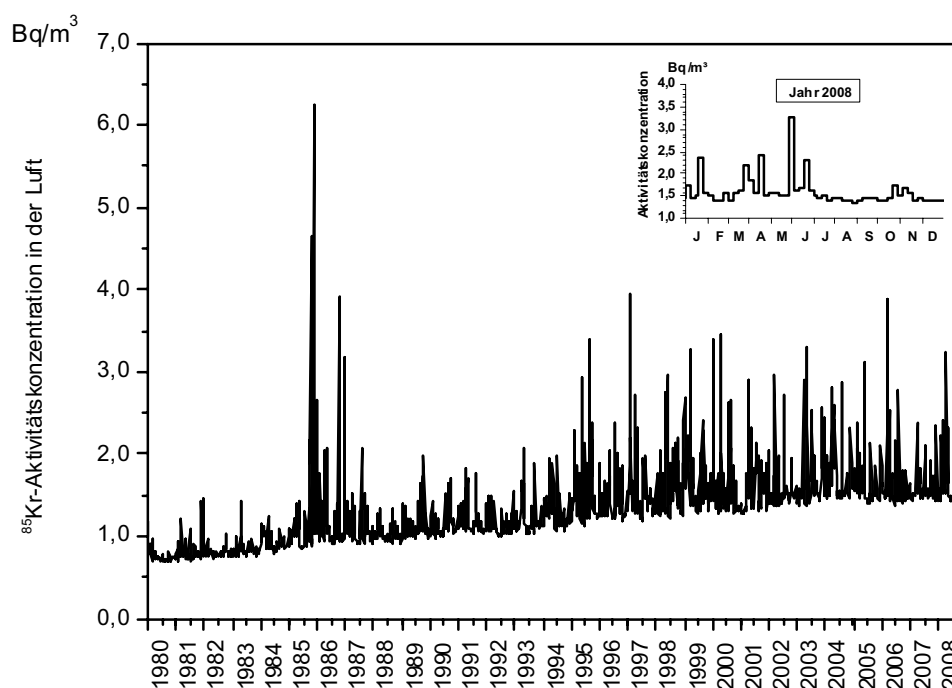


Abbildung 2.1.1-2 Aktivitätskonzentrationen von Kr-85 in der bodennahen Luft am Probenentnahmeort Freiburg
(Activity concentrations of Kr-85 in air close to ground level at the sampling location Freiburg)

Auffällige Messwerte

In der in Braunschweig in der Woche vom 15. bis 22.09.2008 entnommenen Luftprobe wurde das kurzlebige Radionuklid Xe-131m ($T_{1/2} = 12$ d) mit (92 ± 4) mBq/m³ Luft nachgewiesen, in der Folgeweche (22. bis 29.09.2008) mit $(7,3 \pm 1,0)$ mBq/m³ Luft, darüber hinaus enthielt diese Probe auch Xe-133 ($T_{1/2} = 5,2$ d) mit $(3,2 \pm 1,6)$ mBq/m³ Luft.

In den Aerosolproben beider Wochen waren keine weiteren Spalt- oder Aktivierungsprodukte außer Cs-137 nachweisbar, dessen Aktivitätskonzentration im üblichen Bereich um 0,5 µBq/m³ lag.

Vermutlich ist die Emissionsquelle ein örtlicher Hersteller von Radiopharmaka. Wahrscheinlich wurde beim Öffnen einer Lieferung von I-131 zur Herstellung medizinischer Präparate dessen Tochternuklid Xe-131m freigesetzt.

Zeitgleich mit dem Zwischenfall im slowenischen Kernkraftwerk Krško wurden in der Woche vom 02.06. bis 09.06.2008 in den Edelgasproben von Freiburg, Schauinsland und Perl erstmalig gleichzeitig erhöhte Kr-85 und Xe-133-Aktivitätskonzentrationen gemessen. Die Analyse der in diesem Zeitraum genommenen Tagesproben zeigte, dass der maximale Eintrag in die Tagesprobe vom 05.06 auf 06.06.2008 erfolgt ist.

In diesen Proben wurden Aktivitätskonzentrationen für Kr-85 mit 5,24 Bq/m³ Luft (Normalpegel: ca. 1,5 Bq/m³ Luft), für Xe-133 mit 87,3 mBq/m³ Luft (Normalpegel: unter 10 mBq/m³) bestimmt.

Die berechneten Rückwärtstrajektorien gingen sowohl über den bekannten Kr-85-Emittenten La Hague als auch über den bekannten Xe-133-Emittenten in Fleurus (Isotopenproduktionsanlage), so dass eine gleichzeitige Erhöhung beider Isotope erklärbar ist. Die nördlichen Probenentnahmestationen wurden von den Emissionen nicht berührt.

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. Es handelt sich um die Monatsmittelwerte und die daraus abgeleiteten Jahresmittelwerte.

Die Messergebnisse von Be-7 und Cs-137 an den Messstellen Offenbach und Berlin werden in Abbildung 2.1.1-3 grafisch dargestellt. Das Radionuklid Cs-137 ließ sich in Berlin mit Werten zwischen 0,2 und 0,9 µBq/m³ Luft und in Offenbach mit Werten zwischen 0,2 und 0,5 µBq/m³, das kosmogene Be-7 in Berlin mit Werten zwischen 1,9 und 6,7 mBq/m³ Luft und in Offenbach mit Werten zwischen 1,7 und 6,3 mBq/m³ Luft nachweisen, das heißt im üblichen Schwankungsbereich und vergleichbar mit Ergebnissen aus dem Jahr 2007. An allen Messstationen zeigten sich in den Monaten Mai, Juni und Juli deutlich höhere Werte für die Aktivitätskonzentration des Be-7 als in den übrigen Monaten. Dieser Effekt ist auf einen erhöhten Austausch von Luftmassen zwischen Stratosphäre und Troposphäre zurückzuführen und damit auf einen stärkeren Eintrag des Be-7 aus der oberen Atmosphäre in die bodennahe Luft.

Die Messungen des Helmholtz Zentrums München zeigen ähnliche Aktivitätskonzentrationen wie im vorangegangenen Jahr. Die Aktivitätskonzentration für Cs-137 lag im Jahresmittel bei 0,87 µBq/m³ 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 0,34 µBq/m³ Luft (vgl. Abbildung 2.1.1-4, Tabelle 2.1.1-1d). Dieser Wert liegt im Rahmen der üblichen Schwankungen der Werte der vergangenen Jahre. Kurzfristige Erhöhungen der Aktivitätskonzentration von Cs-137 in der Luft treten vereinzelt, insbesondere bei Ostwind-Wetterlagen auf. Sie sind durch verstärkte Resuspension (z. B. bei langer Trockenheit) des Cäsiums aus höher belasteten Regionen in der Gegend um Tschernobyl erklärbar. Die Nachweisgrenze für Cs-137 liegt bei 0,2 µBq/m³ Luft. Außer Cs-137 wurden keine künstlichen Radionuklide nachgewiesen. Die Messwerte für Be-7 in den Wochenproben lagen zwischen 2 und 10 mBq/m³ 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.

In Braunschweig liegen die Messergebnisse des Berichtszeitraumes im Bereich der Werte, die in den vorangegangenen Jahren beobachtet wurden (vgl. auch Abbildung 2.1.1-5). In der Abbildung ist der im Frühjahr übliche Anstieg der Aktivitätskonzentration des K-40 durch Pollenflug und der des Cs-137 als Folge von Ostwind-Wetterlagen 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 34. Woche). Im Jahresgang der Aktivitätskonzentration des K-40 fällt der Jahreshöchstwert in der 31. Woche auf, der durch die Getreidernte verursacht wurde.

Auffällige Messwerte

Bei einem Zwischenfall im Zeitraum vom 22.08. bis 25.08.2008 wurden 45 GBq I-131 aus der Isotopenproduktionsanlage des belgischen Instituts für Radioelemente in Fleurus freigesetzt. An einigen Messstationen des DWD wurden folgende Messwerte für I-131 ermittelt: Aachen (21 µBq/m³), Offenbach (3 µBq/m³), Nürburg-Barweiler (4 µBq/m³), Lingen (4 µBq/m³), Essen (7 µBq/m³) und Kahler Asten (4 µBq/m³). Ausbreitungsrechnungen bestätigten die Verfrachtung vom Emittenden in östliche und nordöstliche Richtung. Geringe Spuren des I-131 waren auch in Braunschweig in den γ -Spektren erkennbar, die berechneten Aktivitätskonzentrationen lagen jedoch nicht signifikant über den erreichten Nachweisgrenzen. In Übereinstimmung mit den Ausbreitungsrechnungen wurde in den Luftstaubproben, die im entsprechenden Zeitraum mit den Hochvolumensammlern des BfS auf dem Schauinsland und in Freiburg genommen wurden, kein I-131 nachgewiesen.

Nach diesem Zwischenfall wurde der Betrieb der Anlage in Fleurus bis zum 12.11.2008 eingestellt.

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
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
2008 *	3604	0,4	9	0,32	280
Januar	2667	0,25	6	0,29	318
Februar	3806	0,40	6	0,26	262
März	3395	0,44	5	0,16	133
April	3588	0,51	6	0,28	207
Mai	5587	0,84	11	0,77	308
Juni	4902	0,53	13	0,36	266
Juli	4288	0,59	14	0,18	247
August	4565	0,39	17	0,44	292
September	3833	0,36	8	0,33	406
Oktober	2706	0,19	7	0,24	331
November	1908	0,16	5	0,27	304
Dezember	2002	0,14	5	0,29	282

* 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
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
2008 *	3050	< 0,28	k. A.	0,87	328
Januar	1460	< 0,13	k. A.	1,11	220
Februar	2880	0,24	k. A.	1,45	380
März	3240	0,26	k. A.	0,73	178
April	3010	0,34	k. A.	0,67	255
Mai	4160	0,47	k. A.	0,94	347
Juni	4020	0,45	k. A.	0,54	357
Juli	4320	0,43	k. A.	0,37	299
August	3840	0,34	k. A.	0,35	304
September	3400	0,21	k. A.	0,62	470
Oktober	2810	0,17	k. A.	0,94	439
November	1970	< 0,16	k. A.	1,70	397
Dezember	1510	< 0,13	k. A.	1,06	290

< 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
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
2008 *	2900	< 1,2	3950	0,3	3580	0,4	3890	< 2,5
Januar	2610	< 1,5	3570	0,3	2550	< 1,0	3510	< 2,4
Februar	3450	< 1,2	3470	0,5	3410	0,4	4250	0,9
März	2870	< 1,4	4190	0,2	3100	< 0,3	3540	< 2,7
April	3250	< 1,2	3540	< 0,7	3390	0,3	3890	< 2,8
Mai	5640	< 1,3	6270	< 1,2	6700	0,9	5830	< 2,9
Juni	3160	< 1,8	5160	< 0,7	4690	0,5	4310	< 2,3
Juli	2830	< 0,8	5600	< 0,2	4220	0,3	4410	< 2,7
August	2390	< 0,7	4020	< 1,3	4080	< 0,2	4670	< 3,0
Sept.	2930	< 1,9	4240	< 0,6	3740	0,3	4360	< 2,6
Oktober	2140	< 1,1	2940	0,3	2860	0,3	2960	< 2,7
November	1680	< 0,8	2670	0,5	2320	0,6	2740	< 2,4
Dezember	1830	< 1,3	1740	0,4	1920	< 0,6	2090	< 2,7

< 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
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
2008 *	4770	0,34
Januar	3920	0,32
Februar	6520	0,34
März	3710	0,25
April	4130	0,22
Mai	6350	0,45
Juni	5090	0,43
Juli	6210	0,29
August	5320	0,33
September	5520	0,40
Oktober	4820	0,35
November	3250	0,29
Dezember	2450	0,35

< 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
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
2008 *	1610	5,5	1570	5,0
Januar	1700	4,0	1540	4,1
Februar	1480	3,7	1540	2,7
März	1550	2,7	1470	2,9
April	2020	14,9	1520	14,3
Mai	1540	1,6	1810	4,3
Juni	2220	8,3	1650	7,2
Juli	1510	3,0	1470	3,5
August	1430	3,7	1640	3,5
September	1430	2,3	1680	2,4
Oktober	1490	2,9	1470	1,6
November	1560	2,2	1580	3,2
Dezember	1420	17,0	1510	10,1

* Jahresmittelwerte: aus den Monatsmittelwerten berechnet und gerundet

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-Isotopen in Monatsmischproben radiochemisch analysiert. Für das aerosolgebundene U-234 wie auch für U-238 wurden Aktivitätskonzentrationen zwischen 0,04 und 0,51 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ mit einer Messunsicherheit von ca. 10% 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 (vgl. Abb. 2.1.1-6). Damit lässt sich die These untermauern, dass die Ursache dafür resuspendierte aerosolpartikelgebundene Radionuklide sind. Parallel zu den höheren Werten für U-234 und U-238 wurden z. B. in Berlin auch für Pu-(239+240) Werte von 0,025 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ermittelt. Die Nachweisgrenzen lagen zwischen 0,0006 und 0,006 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Die Aktivitätskonzentration des Sr-90 wurde mit Werten zwischen 0,01 und 0,03 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ und einer Messunsicherheit von ca. 25% bestimmt, mit einem nicht erklärbaren Wert von 0,26 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ im Oktober an der Station München. Die, gemäß der Vorgaben des Routinemessprogramms, geforderten Nachweisgrenzen von 0,1 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ für die Alphastrahler in der Luft und von 1 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ für Sr-90 wurden eingehalten.

In der PTB konnten 2008 keine Pu-Analysen durchgeführt werden. Die Messreihe der Uran-Isotope (Abbildung 2.1.1-7) 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 wie im Vorjahr zwischen 0,1 und 0,5 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Die Aktivitätskonzentrationen $a(\text{U-235})$ liegen mit Messwerten zwischen 0,005 und 0,021 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ebenfalls im Bereich des Vorjahres. Das Aktivitätsverhältnis $A(\text{U-235})/A(\text{U-238})$ lag in allen Proben innerhalb der Messunsicherheiten bei dem für Natururan zur erwartenden Wert von 4,7%. Die Aktivitätskonzentration $a(\text{Sr-90})$ konnte im Berichtsjahr wegen unerwartet aufgetretener Probleme bei der Umstellung auf einen geänderten radiochemischen Trennungsgang nur im 4. Kalenderquartal repräsentativ bestimmt werden. Die gemessenen Aktivitätskonzentrationen lagen mit 0,04 und 0,09 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ im üblichen Bereich.

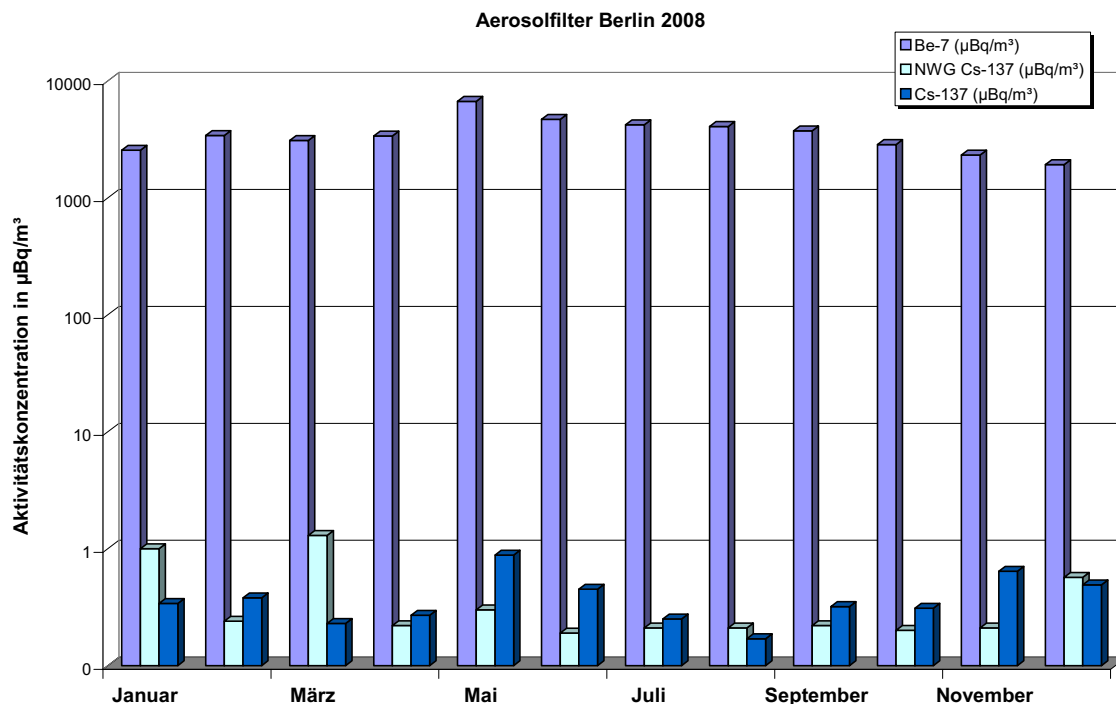
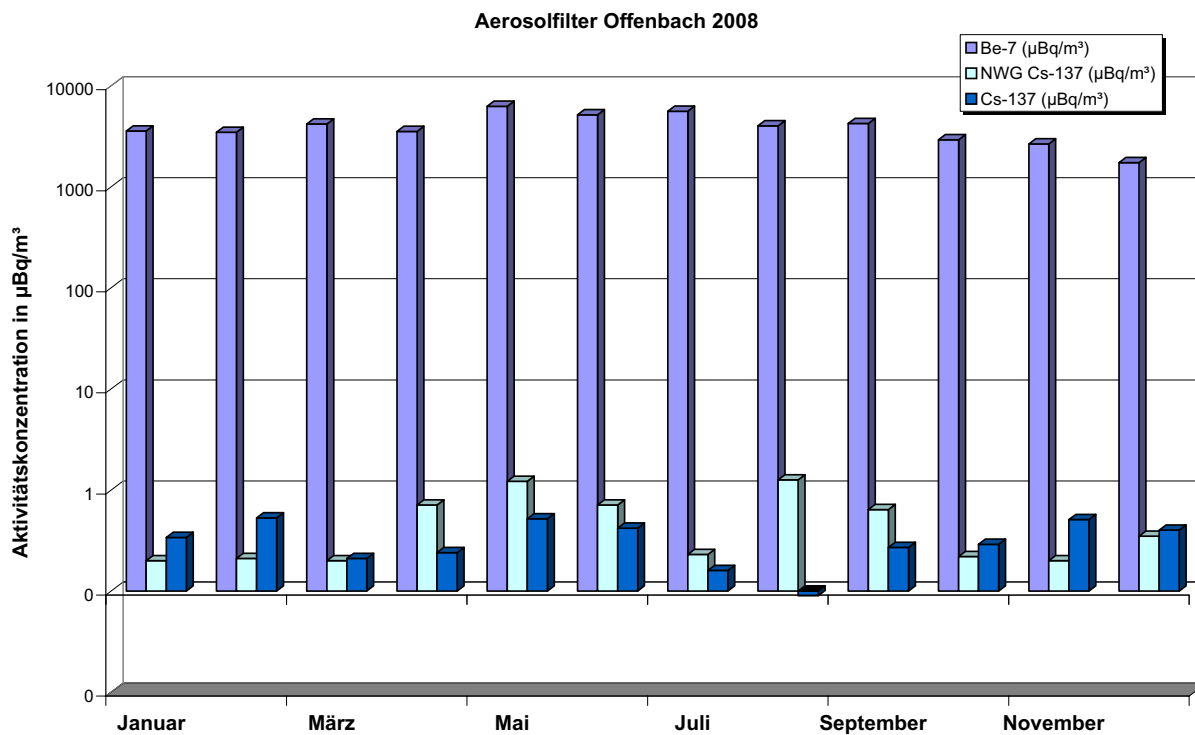


Abbildung 2.1.1-3 Aktivitätskonzentrationen von Cs-137 und Be-7 in der bodennahen Luft im Jahr 2008 - DWD-Stationen Berlin und Offenbach

(Activity concentration of Cs-137 and Be-7 in air close to ground level in 2008 at the DWD stations in Berlin and Offenbach)

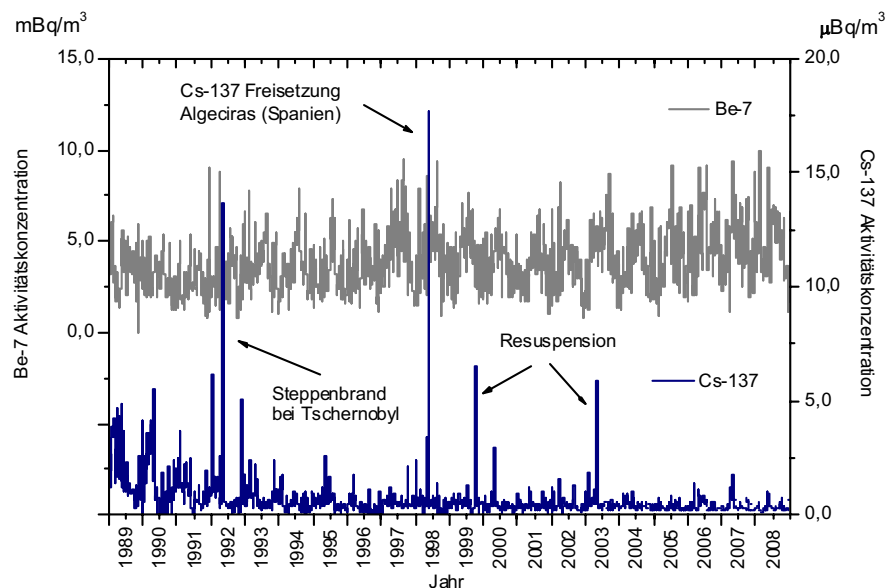


Abbildung 2.1.1-4: Aktivitätskonzentration von Cs-137 und Be-7 in der bodennahen Luft am Probenentnahmeort Schauinsland
(Activity concentration of Cs-137 and Be-7 in ground level air at Schauinsland measuring station)

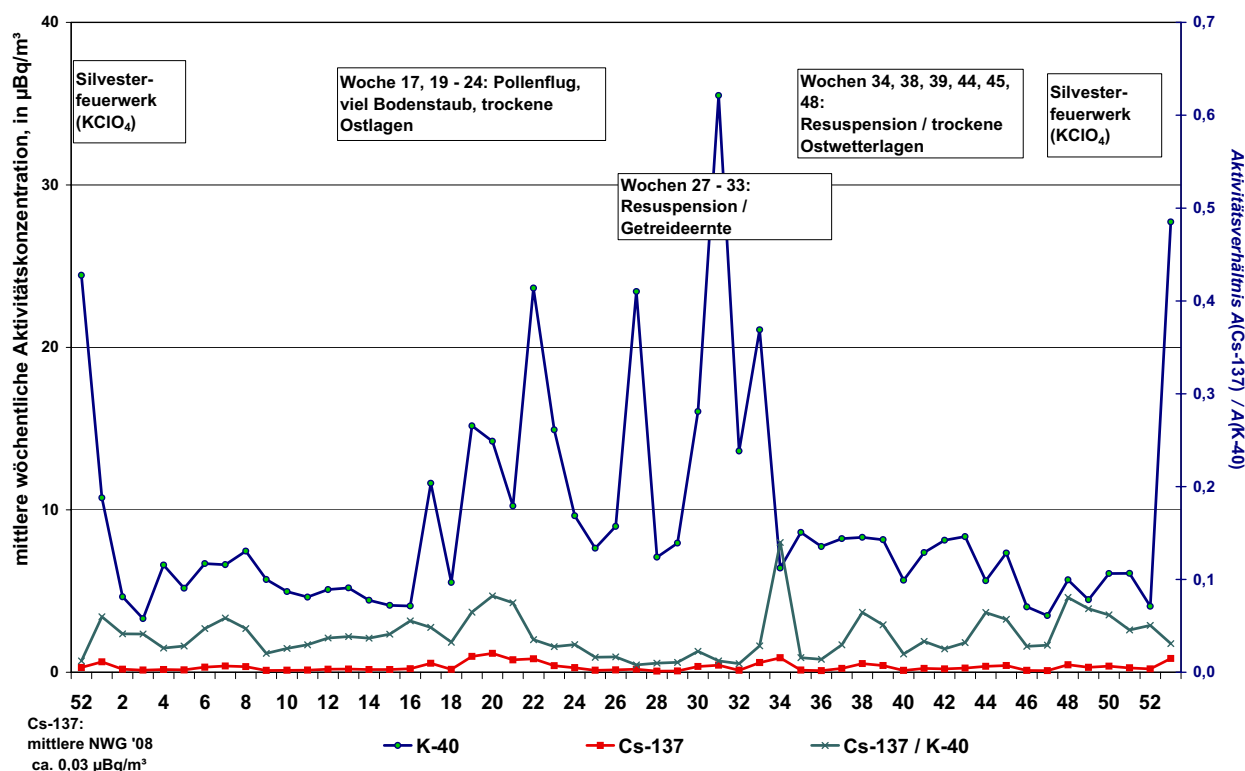


Abbildung 2.1.1-5: Aktivitätskonzentrationen und Aktivitätsverhältnis von K-40 und Cs-137 in der bodennahen Luft 2008 am Probenentnahmeort Braunschweig
(Activity concentrations and activity ratio of K-40 and Cs-137 in ground-level air at the sampling site Braunschweig in 2008)

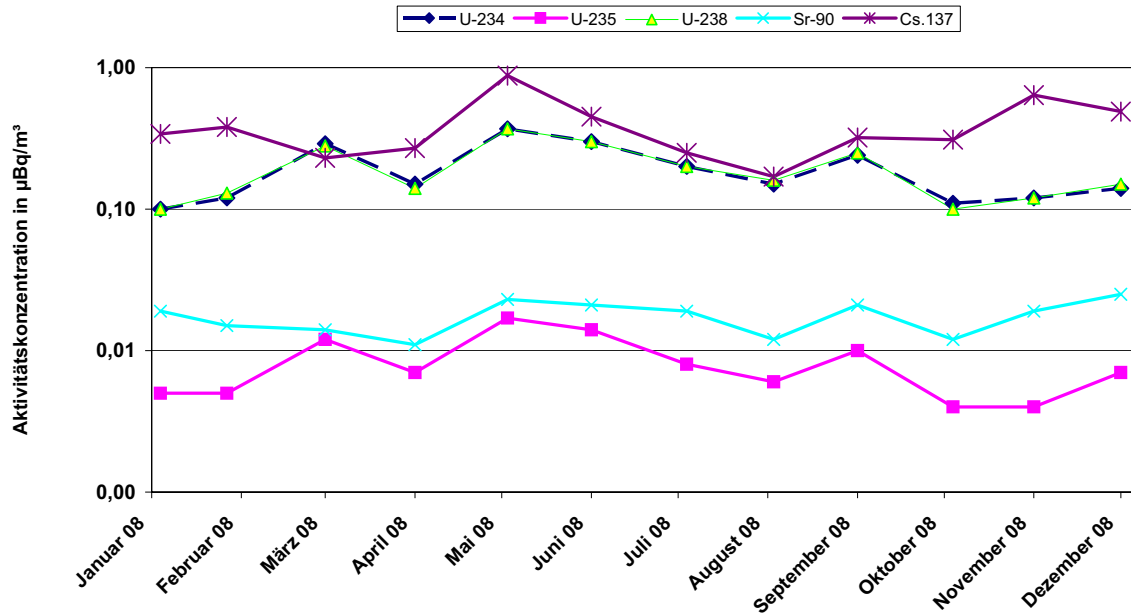


Abbildung 2.1.1-6 Aktivitätskonzentrationen in der bodennahen Luft für das Jahr 2008 am Probenentnahmeort Berlin
(Activity concentrations and activity ratio in ground-level air at the sampling site Berlin from 2008)

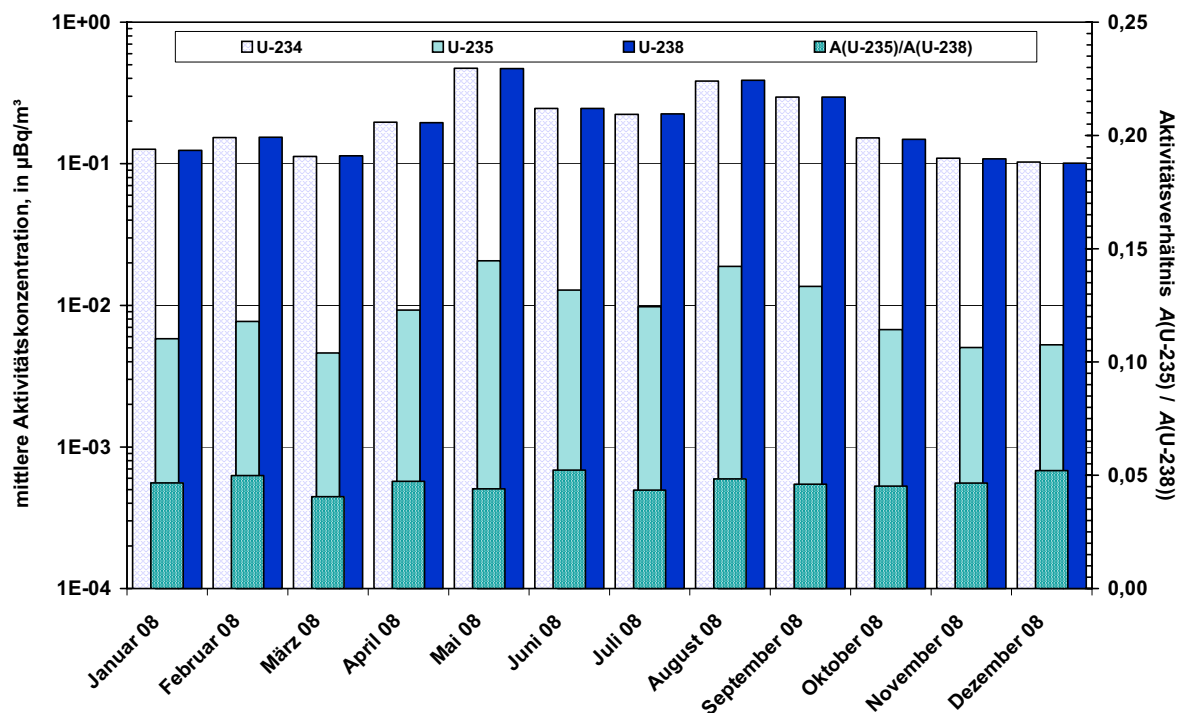


Abbildung 2.1.1-7 Aktivitätskonzentrationen und Aktivitätsverhältnis von Uran-Nukliden in der bodennahen Luft für das Jahr 2008 am Probenentnahmeort Braunschweig
(Activity concentrations and activity ratio of uranium nuclides in ground-level air at the sampling site Braunschweig from 2008)

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

Gesamt- β -Aktivität

Zur Fortsetzung der langjährigen Messreihe wurde die Gesamt- β -Aktivität im Niederschlag (Gesamtdeposition) ermittelt. Der stationsspezifische Jahreswert der Deposition errechnet sich aus der Summe der Tagesproben. Für das Jahr 2008 resultiert ein über alle Mess- und Sammelstationen des DWD arithmetisch gemittelter Jahreswert für die Deposition von 59 Bq/m^2 (2007: 56 Bq/m^2).

Der Messwert liegt im Schwankungsbereich der Messunsicherheiten, so dass der erhöhte Wert gegenüber 2007 keinen Trend darstellt. 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 2008 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.

Gammaskpektrometrie

Monatssammelproben von 40 Messstationen wurden γ -spektrometrisch analysiert. Die Nachweisgrenzen für die Aktivitätskonzentration von Cs-137 lagen zwischen 0,2 bis 20 mBq/l in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Niederschlagsmenge. Exemplarisch sind die Messwerte der Radionuklide Be-7 und Cs-137 für die Messstellen Aachen, Berlin, Offenbach und Schleswig in den Tabellen 2.1.2-1a und 2.1.2-1b als Monatswerte und als aufsummierte Jahreswerte zusammengefasst. Diese Daten dienen als Vergleichsgrößen, um Veränderungen gegenüber den Vorjahren festzustellen. Die Werte waren im Jahr 2008 ähnlich denen im Jahr 2007. 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 $0,05 \text{ Bq/m}^2$ und $0,1 \text{ Bq/m}^2$. Für das kosmogene Be-7 wurden Messwerte zwischen $> 0,76$ und 115 Bq/m^2 (Offenbach) bzw. zwischen $< 1,4$ und 25 Bq/m^2 (Berlin) anhand von Monatsproben ermittelt.

Die im Jahr 2005 wieder aufgenommenen γ -spektrometrischen Messungen des Helmholtz Zentrums München zur Bestimmung der am Boden deponierten Aktivität wurde 2008 fortgesetzt. Die Monatsmittelwerte für den Probenentnahmepunkt auf dem Gelände des Helmholtz Zentrums 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, H-3 sowie die Isotope von Uran, Plutonium und Americium bestimmt. Die erreichten Nachweisgrenzen betrugen je nach Niederschlagsmenge für Sr-90 ca. 0,01 bis 2,5 mBq/l , für Pu-(239+240)-Werte von 0,005 bis 0,06 mBq/l , für Am-241 von 0,01 bis 0,3 mBq/l und für H-3 ca. 0,4 Bq/l (nach elektrolytischer Anreicherung). Die natürlich vorkommenden, aerosolgebundenen Uranisotope U-234 und U-238 wurde aus der Luft ausgewaschen und im Niederschlag mit Werten von 0,9 mBq/l (Offenbach, Mai 2008, 34,5 Liter Niederschlag) bis 0,03 mBq/l (Schleswig, August 2008, 209 Liter Niederschlag) gemessen. 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. Die Nachweisgrenzen sind bei einer mittleren Niederschlagsmenge von 70 l/m^2 und Monat erreichbar.

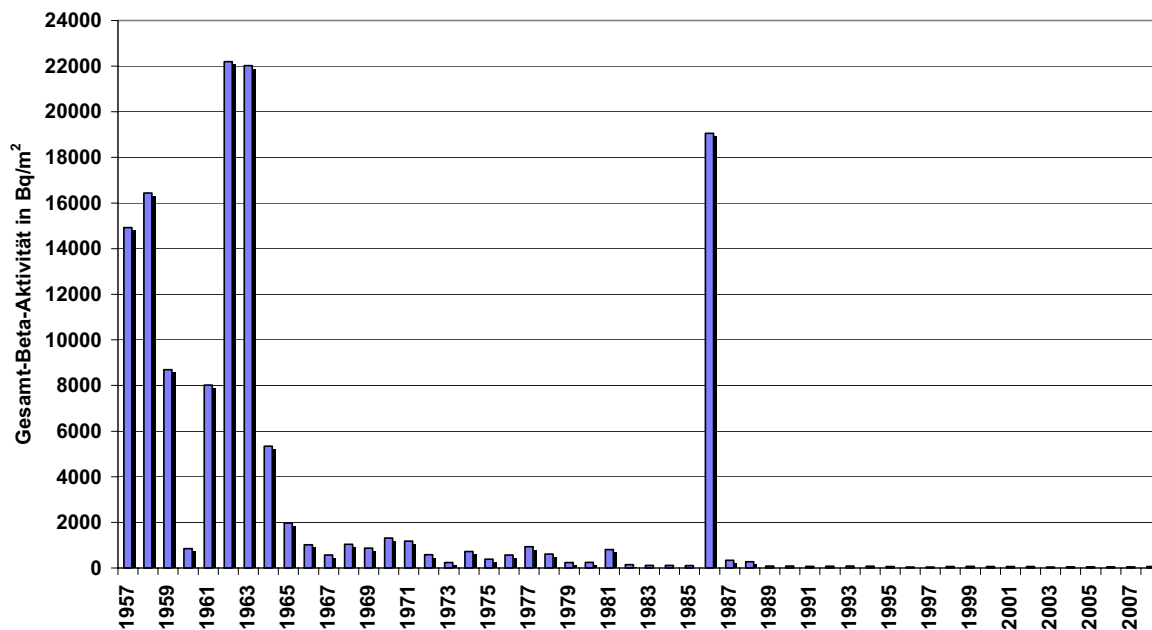


Abbildung 2.1.2-1 Langlebige Gesamt- β -Aktivität im Niederschlag – Jahresmittelwerte der Jahressummen an den DWD-Messstationen von 1957 bis 2008
(Long-lived total β activity in precipitation – Annual mean value for the total annual levels determined at the DWD measuring stations, 1957 - 2008)

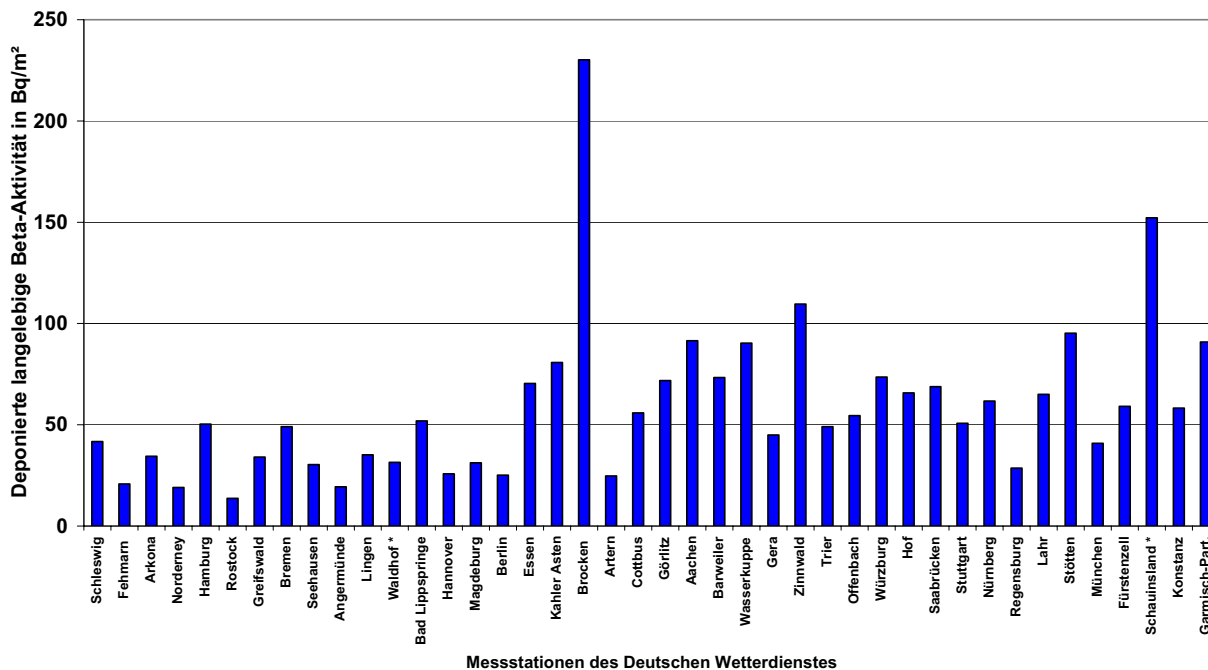


Abbildung 2.1.2-2 Dem Erdboden durch Niederschläge im Jahr 2008 zugeführte langlebige Gesamt- β -Aktivität – stationsspezifische Jahressummen
(Deposition of additional long-lived total β activity due to precipitation - station specific annual total values in the year 2008)

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
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	< 1,70
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
2008	557,5	369	< 0,83	568,0	83,4	< 1,38
Januar	30,8	< 1,1	< 0,08	102,8	< 2,0	< 0,14
Februar	51,8	< 0,8	< 0,05	15,9	12,9	< 0,14
März	55,9	< 1,3	< 0,08	57,1	25,5	< 0,12
April	70,9	115	< 0,08	69,6	< 1,7	< 0,11
Mai	34,5	88	< 0,06	5,6	10,8	< 0,11
Juni	31,2	< 0,8	< 0,06	30,3	< 1,4	< 0,10
Juli	37,5	< 1,3	< 0,08	27,2	< 1,6	< 0,11
August	78,8	79	< 0,07	44,9	< 1,4	< 0,10
September	48,1	< 1,2	< 0,07	88,3	< 1,6	< 0,12
Oktober	59,4	79	< 0,08	67,6	< 1,7	< 0,11
November	17,1	< 0,9	< 0,05	23,7	21,2	< 0,10
Dezember	41,5	< 0,9	< 0,07	35,0	< 1,6	< 0,12

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
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
2008	909,2	442	< 0,76	952,7	155,4	< 0,88
Januar	53,7	< 0,4	< 0,08	93,5	< 1,1	< 0,08
Februar	69,7	< 1,1	< 0,07	59,1	< 1,0	< 0,08
März	121,1	< 0,8	< 0,04	115,1	51,2	< 0,08
April	66,7	82,7	< 0,08	30,5	22,5	< 0,07
Mai	48,4	< 0,9	< 0,07	13,4	< 1,0	< 0,07
Juni	106,6	< 1,3	< 0,08	40,4	< 0,9	< 0,07
Juli	136,0	215	< 0,07	101,0	< 1,0	< 0,07
August	65,3	< 0,2	< 0,06	209,1	< 1,3	< 0,08
September	67,7	74,1	< 0,07	63,5	< 1,1	< 0,08
Oktober	69,5	< 0,6	< 0,04	131,8	< 1,1	< 0,06
November	51,2	< 0,6	< 0,04	66,0	51,4	< 0,07
Dezember	53,3	75,2	< 0,06	29,3	22,7	< 0,07

< Messwert kleiner Nachweisgrenze

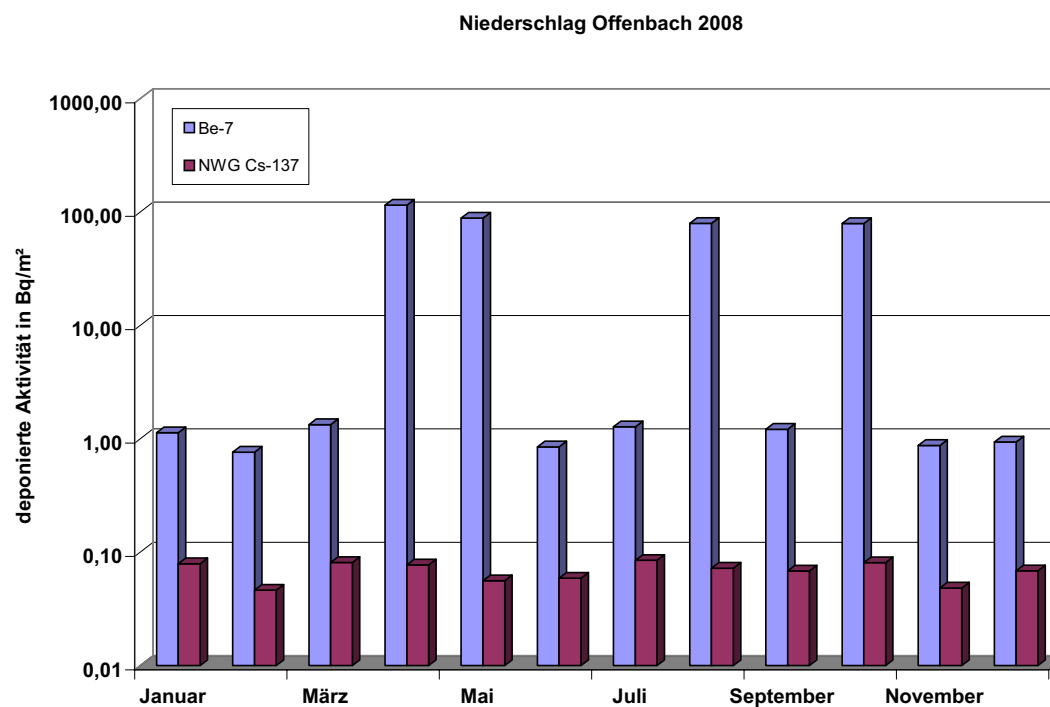
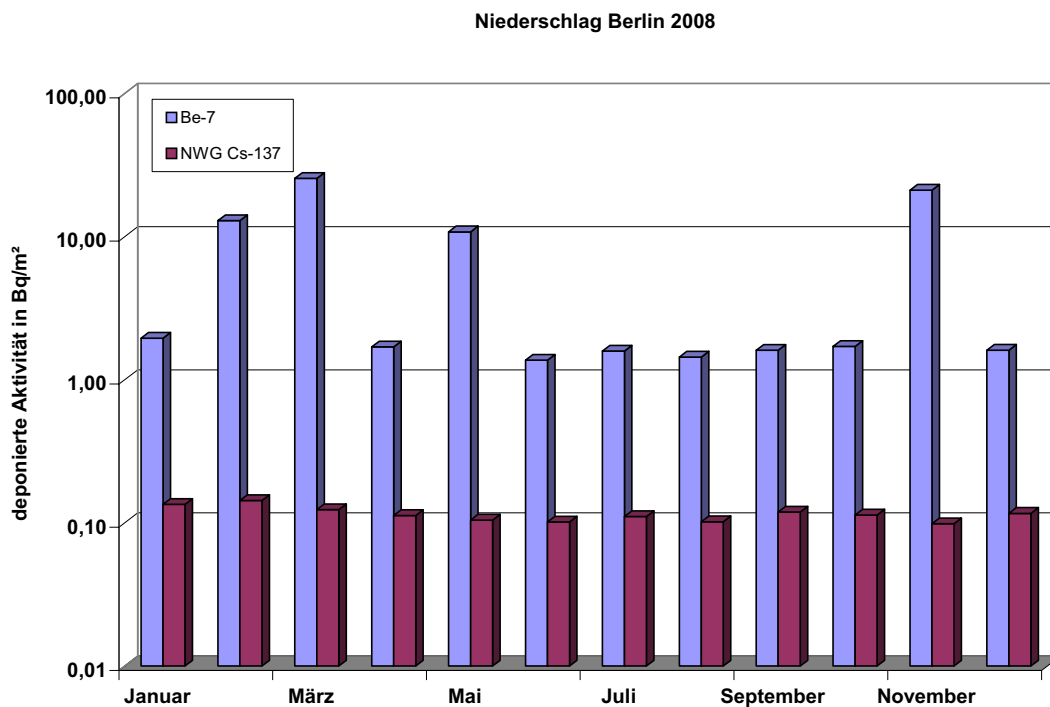


Abbildung 2.1.2-3 Deposition von Radionukliden mit dem Niederschlag im Jahr 2008
DWD-Stationen Berlin und Offenbach
(Deposition of radionuclides with precipitation in the year 2008 -
DWD stations in Berlin and Offenbach)

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

Messungen des Helmholtz Zentrum München,
 Probenentnahmestelle: München-Neuherberg

Zeitraum	München-Neuherberg		
	l/m ²	Deposition in Bq/m ²	
		Be-7	Cs-137
2005	n. b.	1.536	0,490
2006	1.109,1	2.022	1,107
2007	k. A.	2.331	0,811
2008	k. A.	1.965	0,665
Januar	k. A.	67,8	0,023
Februar	k. A.	29,3	0,020
März	k. A.	128,2	0,034
April	k. A.	277,9	0,063
Mai	k. A.	113,3	0,263
Juni	k. A.	317,2	0,074
Juli	k. A.	319,7	0,035
August	k. A.	333,0	0,039
September	k. A.	107,6	0,028
Oktober	k. A.	143,0	0,026
November	k. A.	82,4	0,026
Dezember	k. A.	45,2	0,034

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 weitere Messstellen umgerüstet. Die Integration einer kleinen Anzahl von autarken Sonden ohne Strom- und festem Telekommunikationsanschluss in den operationellen Betrieb des ODL-Messnetzes konnte in 2008 ebenfalls 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.

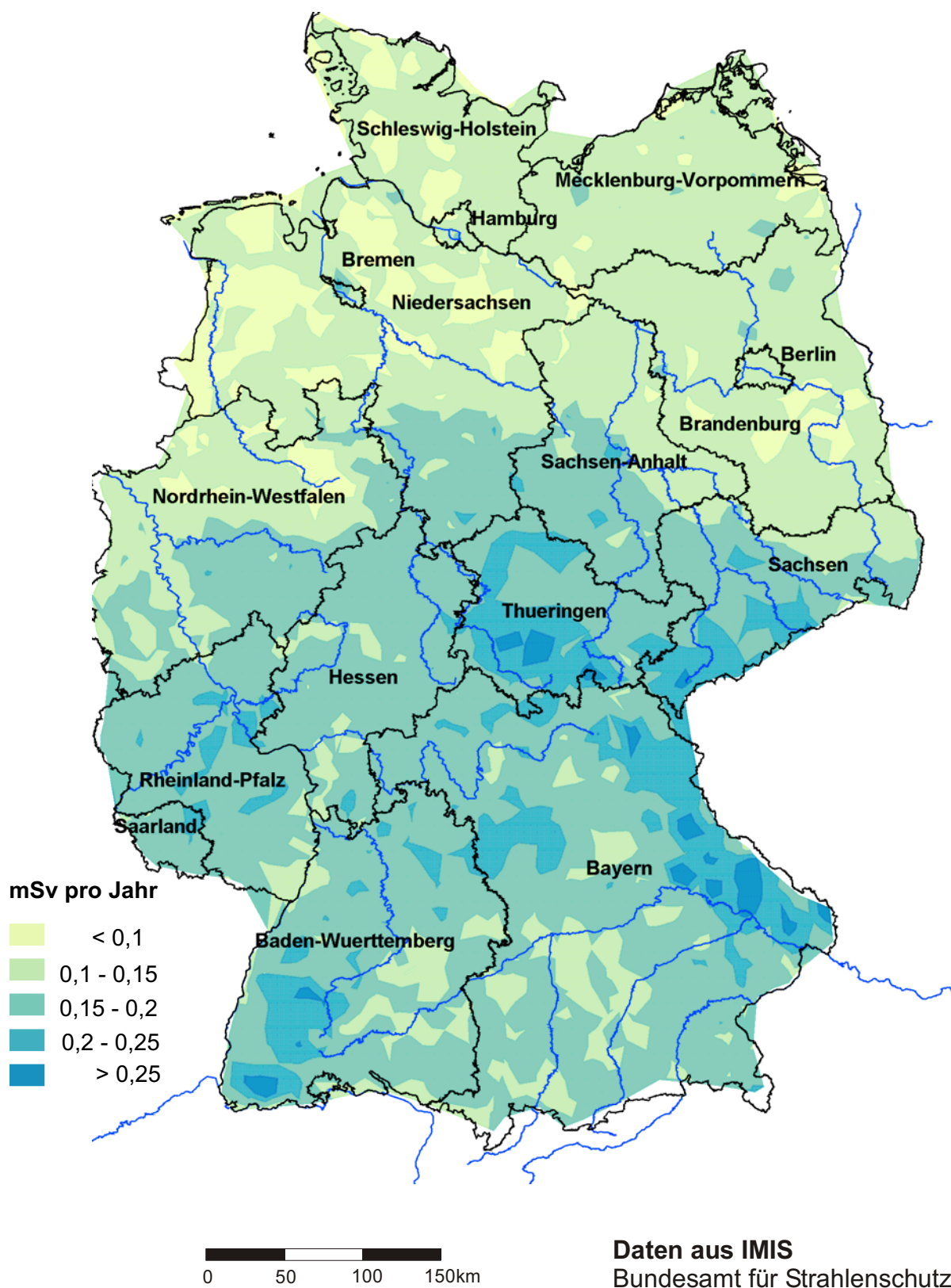


Abbildung 2.1.3-1 Externe Strahlenexposition im Jahr 2008 in Deutschland bei täglich 5 Stunden Aufenthalt im Freien
(External radiation exposure 2008, spending 5 hours per day outdoors)

2.1.4 Radioaktivität in Luft und Niederschlag in der Umgebung kerntechnischer Anlagen (Radioactivity in air and deposition in the surroundings of nuclear facilities)

Luft

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/m³ und bei den aerosolpartikelgebundenen Radionukliden, bezogen auf Co-60, bei 0,4 mBq/m³.

Die Aktivitätskonzentrationen des gasförmigen I-131 haben sich mit den jeweils erreichten Nachweisgrenzen gegenüber dem Vorjahr nicht verändert (Tabelle 2.1.4-1).

Die Aktivitätskonzentrationen der aerosolpartikelgebundenen Radionuklide lagen 2008, 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.

Hierfür können zum einen stark differierende Eigennulleffekte der Messgeräte oder die Überschätzung der kosmischen Komponente des Strahlungsfeldes der Grund sein oder zum anderen baurartbedingte Einschränkungen der axialen oder radialen Empfindlichkeit des Messgerätes.

Im Falle des KKW Neckarwestheim zeigt hier der Austausch von Szintillationssonden durch Proportionalzählrohre im Jahre 2005 einen ca. um einen Faktor 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 und berichtet. Als Nachweisgrenze für die Konzentrationsmessung bezogen auf Co-60 werden 0,05 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 Bq/m² und 5 Bq/m² 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 abschließender 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/m³ Messwerte der Betreiber)

Probennahmestelle	N	I-131 (mBq/m ³)						
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BER Berlin	2	< 0,32	[< 0,22] ⁶	< 0,33	[< 0,32] ⁹	< 0,26	[< 0,40] ⁹	< 0,4
KKB Brunsbüttel	2	< 0,15	[< 0,21] ³	< 0,32	[< 0,29] ⁹	< 0,3	< 0,31	< 0,29
KBR Brokdorf	2	< 0,40	[< 0,35] ³	< 0,39	[< 0,36] ⁹	< 0,39	< 0,50	< 0,57
KKK Krümmel	3	< 0,39	[< 0,38] ³	< 0,37	[< 0,39] ⁹	< 0,36	< 0,35	< 0,33
GKSS Geesthacht	1	< 0,43	[< 0,24] ³	< 0,24	[< 0,24] ⁹	< 0,24	< 0,23	< 0,20
KKS Stade	1	-	[< 0,45] ⁶	[< 0,41] ⁹	[< 0,28] ⁹	*	*	*
KKU Unterweser	2	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
KWG Grohnde	3	< 0,65	< 0,58	< 0,59	< 0,61	< 0,65	< 0,80	< 0,82
KKE Emsland	2	< 0,32	< 0,32	< 0,3	< 0,32	< 0,33	< 0,30	< 0,32
KWW Würgassen	3	*	*	*	*	*	*	*
FZ Jülich	3	0,68**	1,2**	< 2,0	0,36**	0,47**	0,11**	< 0,2
THTR Hamm-Uentrop	2	*	*	*	*	*	*	*
KWB Biblis	2	-	[< 0,74] ⁹	[< 0,56] ⁶	[< 0,7] ³	< 0,66	< 0,80	< 0,66
KKP Philippsburg	4	[< 0,53] ⁹	< 0,53	< 0,49	< 0,49	< 0,5	< 0,49	< 0,49
KWO Obrigheim	3	< 0,82	< 0,64	< 0,37	< 0,34	< 0,18	< 0,16	< 0,22

Probennahmestelle	N	I-131 (mBq/m ³)						
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
GKN Neckarwestheim	2	[< 0,61] ⁹	< 0,6	< 0,65	< 0,73	< 0,68	< 0,66	< 0,66
FZ Karlsruhe		*	*	*	*	-	-	-
KKI Isar	3	-	-	-	-	[< 0,29] ⁹	< 0,30	[< 0,29] ⁹
KKG Grafenrheinfeld	3	-	-	-	-	[< 0,5] ⁹	< 0,52	[< 0,54] ⁹
KRB Gundremmingen II	3	-	-	-	-	[< 0,27] ⁹	< 0,33	[< 0,26] ⁹
KGR Greifswald	2	*	*	*	*	*	*	*
VKTA Rossendorf	1	< 0,08	< 0,06	< 0,06	[< 0,35] ⁶	+	-	-
KKR Rheinsberg		*	*	*	*	-	-	-
KMK Mülheim-Kärlich	2	*	*	*	*	*	-	-

N Zahl der Messstationen

- keine Messwerte

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

* Messungen eingestellt

+ keine Messung im bestimmungsgemäßen Betrieb

** Mittelwert aus 2 Messwerten im 3. Quartal einer Messstelle,

die Werte lagen sonst unterhalb der geforderten Nachweisgrenze von 2 mBq/m³

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)

Probennahmestelle	N	Co-60 (mBq/m ³)						
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BER Berlin	2	< 0,02	[< 0,02] ³	< 0,02	[< 0,02] ⁹	< 0,02	[< 0,25] ⁹	< 0,3
KKB Brunsbüttel	2	< 0,06	[< 0,06] ³	< 0,06	[< 0,05] ⁹	< 0,05	< 0,05	< 0,05
KBR Brokdorf	2	< 0,19	[< 0,16] ³	< 0,18	[< 0,17] ⁹	< 0,18	< 0,18	< 0,21
KKK Krümmel	3	< 0,07	[< 0,07] ³	< 0,07	[< 0,06] ⁹	< 0,06	< 0,06	< 0,06
GKSS Geesthacht	1	< 0,14	[< 0,03] ³	< 0,06	[< 0,06] ⁹	< 0,05	< 0,04	< 0,04
KKS Stade	1	-	[< 0,28] ⁶	[< 0,18] ⁹	[< 0,15] ⁹	< 0,26	< 0,31	< 0,23
KKU Unterweser	2	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40
KWG Grohnde	3	< 0,10	< 0,11	< 0,11	< 0,12	< 0,11	< 0,11	< 0,12
KKE Emsland	2	< 0,18	< 0,17	< 0,18	< 0,18	< 0,21	< 0,18	< 0,20
KWW Würgassen	2	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
FZ Jülich	3	< 0,40	[< 0,40] ³	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,40	< 0,40
THTR Hamm-Uentrop	2	*	*	*	*	*	*	*
KWB Biblis	3	-	[< 0,22] ⁹	[< 0,17] ⁶	[< 0,18] ³	< 0,2	< 0,22	< 0,18
KKP Philippsburg	4	[< 0,04] ⁹	< 0,04	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
KWO Obrigheim	3	< 0,08	< 0,07	< 0,05	< 0,05	< 0,06	< 0,05	< 0,04
GKN Neckarwestheim	2	[< 0,14] ⁹	< 0,14	< 0,14	< 0,15	< 0,13	< 0,13	< 0,13
FZ Karlsruhe	3	[< 0,01] ⁹	[< 0,01] ⁹	[< 0,01] ⁶	< 0,008	< 0,008	< 0,007	< 0,006
KKI Isar	3	-	-	-	-	[< 0,21] ⁹	< 0,22	[< 0,21] ⁹
KKG Grafenrheinfeld	3	-	-	-	-	[< 0,062] ⁹	< 0,064	[< 0,067] ⁹
KRB Gundremmingen II	3	-	-	-	-	[< 0,14] ⁶	< 0,18	[< 0,14] ⁹
KGR Greifswald	2	< 0,37	[< 0,03] ⁹	< 0,002	< 0,002	[< 0,002] ⁹	< 0,28	[< 0,25] ⁹
VKTA Rossendorf	3	< 0,02	< 0,02	< 0,002	[< 0,002] ⁶	< 0,002	< 0,016	< 0,01
KKR Rheinsberg	2	< 0,10	< 0,10	< 0,09	< 0,08	< 0,08	< 0,09	< 0,09
KMK Mülheim-Kärlich	2	< 0,20	< 0,20	< 0,15	[< 0,2] ⁶	< 0,14	< 0,12	< 0,18

N Zahl der Messstationen

- keine Messwerte

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

* Messungen eingestellt

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)

Probennahmestelle	N	γ -Ortsdosisleistung in nSv/h						
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BER Berlin	2	71	[70] ^b	72	72	72	73	a
KKB Brunsbüttel	2	[83] ⁶	a	84	82	84	82	85
KBR Brokddorf	2	[60] ³	a	59	60	59	58	59
KKK Krümmel	3	[59] ⁶	a	59	57	58	61	57
GKSS Geesthacht	1	84	92 ^b	[82] ⁶	84	85	86	89
KKS Stade	1	[77] ⁹	[60] ^{6 y}	[59] ^{9 y}	87 ^{MT}	97	99	107
KKU Unterweser	2	90	89	93	94	98	101	102
KWG Grohnde	3	84	86	85	83	86	80	77
KKE Emsland	2	65	65	74	75	75	75	76
KWW Würgassen	3	*	*	*	*	*	*	*
FZ Jülich	12	58	57	56	62 ^{MT}	79	83	84
THTR Hamm-Uentrop	2	87	86	85	85	86	88	100 ^l
KWB Biblis	3	a	[93] ⁹	94	[95] ³	96	103	106
KKP Philippsburg	4	[98] ⁹	[100] ⁹	103	106	105	99	100
KWO Obrigheim	2	82 ^{MT}	105	103	101	102	115	120
GKN Neckarwestheim	2	[55] ⁹	[55] ⁹	53	119 ^{MT}	119	113	111
FZ Karlsruhe	6	[81] ⁹	[80] ³	[81] ⁶	83	83	83	83
KKI Isar ^c	3	a	a	a	a	99	97	[96] ⁹
KKG Grafenrheinfeld ^c	3	a	a	a	a	104	105	[104] ⁹
KRB Gundremmingen II ^c	3	a	a	a	a	65	64	[67] ⁹
KGR Greifswald	20	81	80	81	81	84 ^j	83 ^j	83 ^j
VKTA Rossendorf	3	112	[111] ⁶	112	111	[115] ⁹	[112] ^{6 k}	115 ^k
KKR Rheinsberg	4	98	98	94 ^z	87 ^z	84	90 ^z	85 ^z
KMK Mülheim-Kärlich	2	113	117	119	[125] ^{6MT}	127	125 ^{MT}	113

N Zahl der Messstationen

a Daten liegen nicht vor

y Ersatzwert Sonde NLO unweit abgebauter Sonde

* Messungen eingestellt

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

b zeitweise Messung mit ungeeichetem Leihgerät

MT Austausch des Messsystems

c teilweise Überwachung durch unabhängige Sachverständige

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

j Anzahl der Messstationen auf 6 reduziert, gemäß überarbeitetem Umgebungsüberwachungsprogramm

k Anzahl der Messstationen auf 2 reduziert, gemäß überarbeitetem Immissionsüberwachungsprogramm

l leicht erhöhte ODL-Messwerte an einer Messstelle durch Bodenbearbeitung im Umfeld der Messstelle (Einbringung von Kalksteinschotter)

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

Probennahmestelle	N	Aktivität in Bq/m ² oder in Bq/l							
		2005	2005	2006	2006	2007	2007	2008	2008
		(Bq/l)	(Bq/m ²)	(Bq/l)	(Bq/m ²)	(Bq/l)	(Bq/m ²)	(Bq/l)	(Bq/m ²)
BER Berlin	1		[<0,43] ⁹		[< 0,28] ⁹		[< 0,35] ⁹		<1,4
KKB Brunsbüttel	2		[<0,81] ⁹		< 1,3		< 0,8		<0,87
KBR Brokddorf	2		[< 1,3] ⁹		< 1,5		< 1,6		<1,6
KKK Krümmel	4		[<0,37] ⁹		< 0,44		< 0,75		<0,56
GKSS Geesthacht	2		[< 1,7] ⁹		< 1,5		< 2,1		<1,6
KKS Stade	2		[< 2,2] ⁹		< 1,7		< 2,4		<1,7
KKU Unterweser	2	< 0,05	+		< 0,8		< 1,4		<0,61
KWG Grohnde	2	< 0,04	+		< 2,0		< 3,6		<2,3
KKE Emsland	2	< 0,03	+		< 0,68		< 0,74		<0,70

Probennahmestelle	N	Aktivität in Bq/m ² oder in Bq/l							
		2005 (Bq/l)	2005 (Bq/m ²)	2006 (Bq/l)	2006 (Bq/m ²)	2007 (Bq/l)	2007 (Bq/m ²)	2008 (Bq/l)	2008 (Bq/m ²)
KWW Würgassen	2	<0,006	+	< 0,05	+	< 0,006	+	<0,007	
FZ Jülich	1	< 0,05	-	< 0,05	0,3(**)	< 0,05	+	<0,05	
THTR Hamm-Uentrop	*		*		*		*		*
KWB Biblis	2		[<0,74] ³		< 1,1		< 1,2		<0,92
KKP Philippsburg	4		<1,2		< 1,4		< 1,5		<1,4
KWO Obrigheim	2		<1,3		< 1,4		< 3,6		<2,7
GKN Neckarwestheim	2	< 0,04	+	0,04	+		< 2,0		<1,8
FZ Karlsruhe	3		< 2,7		< 2,8		< 2,6		<2,6
KKI Isar	-		-		[< 2,7] ⁹		< 2,8		[<2,8] ⁹
KKG Grafenrheinfeld	-		-		[< 0,52] ⁹		< 0,51		[<0,51] ⁹
KRB Gundremmingen II	-		-		[< 3,3] ⁶		< 3,0		[<2,0] ⁹
KGR Greifswald	2		< 1,9		< 1,8		< 2,5		[<1,9] ⁹
VKTA Rossendorf	2		[<0,63] ⁶		[< 0,38] ⁹		< 0,46		<0,54
KKR Rheinsberg	2		< 0,20		< 0,19		< 0,18		<0,20
KMK Mülheim-Kärlich	2		[< 0,5] ⁶		< 0,52		< 0,59		<0,68

- keine Messwerte

d zeitweiser Defekt bei Probennahme/Messung

* Messungen eingestellt

** Cs-137

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

N Zahl der Messstationen

+ nur Konzentrationsangaben

2.1.5 Aktivitätsableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus kerntechnischen 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 Aktivitätsableitungen radioaktiver Stoffe wird die Strahlenexposition der Bevölkerung in der Umgebung der kerntechnischen Anlagen ermittelt und die Einhaltung der Dosisgrenzwerte des § 47 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) überprüft. Auf die Bestimmung der Strahlenexposition aus den Emissionsdaten muss deshalb zurückgegriffen werden, weil die Aktivitätskonzentrationen und spezifischen Aktivitäten 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 Aktivitätsableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft der Atomkraftwerke im Jahr 2008 sind in Tabelle 2.1.5-1 für die Radionuklidgruppen radioaktive Edelgase und an Schwebstoffen gebundene Radionuklide mit Halbwertszeiten größer als 8 Tage, sowie für die Radionuklide I-131, C-14 (als Kohlenstoffdioxid) und H-3 aufgeführt. Die Jahresaktivitätsableitungen von MZFR, KNK und AVR (siehe Tabelle 1.3-1) sind in den Ableitungswerten der Forschungszentren Karlsruhe und Jülich enthalten (Tabelle 2.1.5-5). Die einzelnen in einer Radionuklidgruppe 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 Radionuklidgemisches erforderlich. Die auf Grund von Einzelnuklidmessungen ermittelte Zusammensetzung der 2008 abgeleiteten radioaktiven Edelgase ist aus Tabelle 2.1.5-2 zu ersehen. Tabelle 2.1.5-3 enthält die nuklidspezifischen Aktivitätsableitungen der an Schwebstoffen gebundenen Radionuklide einschließlich der Betastrahler Sr-89 und Sr-90 sowie der Alphastrahler Pu-238, Pu-239, Pu-240, Am-241, Cm-242 und Cm-244.

Tabelle 2.1.5-4 zeigt die zeitliche Entwicklung der jährlichen Gesamtaktivitätsableitungen für radioaktive Edelgase, an Schwebstoffen gebundene Radionuklide und I-131 mit der Fortluft und die Gesamt-Bruttostromerzeugung der Atomkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland. Die Summe der Jahresaktivitätsableitungen radioaktiver Edelgase war 2008 mit $1,6 \cdot 10^{13}$ Becquerel (Bq) kleiner als 2007 mit $2,2 \cdot 10^{13}$ Bq, die Summe der Jahresaktivitätsableitungen von an Schwebstoffen gebundene Radionuklide war mit $1,1 \cdot 10^8$ Bq größer als im Vorjahr mit $8,7 \cdot 10^7$ Bq. Die Gesamtaktivitätsableitung von I-131 lag 2008 mit $5,7 \cdot 10^7$ Bq unter dem Vorjahreswert von $1,9 \cdot 10^8$ Bq. Diese jährlichen Schwankungen sind abhängig von den Betriebsbedingungen der Atomkraftwerke.

In Tabelle 2.1.5-5 sind die Angaben über die Aktivitätsableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus den Forschungszentren Karlsruhe, Jülich, Dresden-Rossendorf, Geesthacht, Berlin und den Forschungsreaktoren in Garching und Mainz im Jahr 2008 für die Radionuklidgruppen radioaktive Edelgase und an Schwebstoffen gebundene Radionuklide

mit Halbwertszeiten größer als 8 Tage, inklusive Strontiumisotope und Alphastrahler, sowie für die Radionuklide I-131, C-14 (in allen chemischen Verbindungen) und H-3 zusammengefasst.

Bei den Kernbrennstoff verarbeitenden Betrieben werden die mit der Fortluft emittierten an Schwebstoffen gebundenen alphastrahlenden Radionuklide ermittelt (Tabelle 2.1.5-6). Die 2008 abgeleitete Gesamt-Alpha-Aktivität der Anlagen in Lingen und Gronau beträgt $<4,3 \cdot 10^4$ Becquerel.

Die Aktivitätsableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft 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 (Abwetterlütten) nach Übertage gefördert und in die Umgebung abgegeben.

Die Aktivitätsableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus der Schachanlage Asse 2 ist in Tabelle 2.1.5-8 für gasförmige Verbindungen von H-3 und C-14, Rn-222 sowie für die an Schwebstoffen gebundenen Radionuklide Pb-210 und andere Radonfolgeprodukte zusammengestellt.

Die für das Jahr 2008 ermittelten Werte für die Aktivitätsableitungen 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; dies zeigt beispielsweise für Atomkraftwerke der Vergleich zwischen den Werten der Tabelle 2.1.5-1 und üblichen Genehmigungswerten von ca. 10^{15} Bq für radioaktive Edelgase, ca. $3 \cdot 10^{10}$ Bq für an Schwebstoffen gebundene Radionuklide und ca. 10^{10} Bq für I-131.

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

Aktivitätsableitungen aus Anlagen mit beendetem Betrieb werden bis zum Ablauf der atomrechtlichen Genehmigung berichtet. Die deutlich kleineren Aktivitätsableitungswerte werden vom restlichen radioaktiven Inventar sowie von Rückbau- und Dekontaminationsarbeiten verursacht.

C-14 wird in Tabelle 2.1.5-1 als chemische Verbindung Kohlenstoffdioxid angegeben, hauptsächlich deshalb, weil Kohlenstoffdioxid 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 in allen chemischen Verbindungen über die Fortluft im Jahr 2008 beträgt an den in Tabelle 2.1.5-1 aufgeführten Standorten etwa $4,8 \cdot 10^{12}$ Bq.

Tabelle 2.1.5-1 Aktivitätsableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Atomkraftwerken im Jahr 2008
(Discharges of radioactive substances with exhaust air from nuclear power plants in the year 2008)

Atomkraftwerk	Aktivitätsableitung in Bq				
	Radioaktive Edelgase	An Schwebstoffen gebundene Radionuklide ^{a)}	I-131	C-14 (als Kohlenstoffdioxid)	H-3
VAK Kahl ^{b)}	-	3,7 E02	-	-	-
KKR Rheinsberg ^{c)}	-	2,9 E05	-	-	-
KRB Gundremmingen A ^{d)}	-	1,7 E04	-	-	9,9 E08
KWL Lingen ^{d)}	-	nn	-	nn	nn
KWO Obrigheim ^{h)}	-	1,1 E06	-	1,2 E09	4,6 E10
KKS Stade ^{g)}	-	1,7 E05	-	1,6 E09	9,2 E09
KWW Würgassen ^{e)}	-	4,1 E06	-	1,4 E09	3,1 E09
KGR Greifswald ^{c)}	-	6,4 E06	-	-	-
KWB Biblis A	3,0 E11	2,5 E04	2,9 E04	2,2 E10	1,4 E11
KWB Biblis B	4,5 E10	6,8 E04	2,2 E04	1,6 E10	1,1 E11
GKN Neckarwestheim 1	4,4 E11	3,6 E06	nn	6,0 E09	2,3 E11
KKB Brunsbüttel	nn	7,1 E07	nn	1,2 E11	3,6 E10
KKI Isar 1	2,3 E12	nn	9,2 E06	2,8 E11	1,0 E11
KKU Unterweser	3,2 E12	4,9 E05	nn	6,1 E09	4,7 E10
KKP Philippsburg 1	1,0 E12	1,5 E07	2,8 E07	4,3 E11	2,7 E10
KKG Grafenrheinfeld	2,4 E11	8,3 E05	nn	6,6 E10	2,3 E11
KKK Krümmel	nn	1,6 E06	nn	3,9 E10	1,0 E10
KRB Gundremmingen B, C	2,5 E12	7,7 E04	1,1 E07	8,1 E11	5,3 E11
KWG Grohnde	2,3 E12	7,6 E05	9,2 E06	5,2 E10	3,7 E11

Atomkraftwerk	Aktivitätsableitung in Bq				
	Radioaktive Edelgase	An Schwebstoffen gebundene Radionuklide ^{a)}	I-131	C-14 (als Kohlenstoffdioxid)	H-3
THTR Hamm-Uentrop ^{f)}	-	nn	-	nn	1,3 E08
KKP Philippsburg 2	2,3 E12	3,0 E05	4,6 E03	2,5 E10	1,1 E11
KMK Mülheim-Kärlich ^{f)}	nn	nn	nn	7,0 E08	nn
KBR Brokdorf	5,2 E11	nn	nn	1,2 E11	2,7 E11
KKI Isar 2	6,3 E11	nn	nn	4,4 E11	2,9 E11
KKE Emsland	1,7 E11	nn	nn	1,5 E11	1,6 E12
GKN Neckarwestheim 2	3,3 E11	2,3 E04	nn	1,1 E11	2,2 E11

a) Halbwertszeit > 8 Tage, ohne I-131, einschließlich Sr-89, Sr-90 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 (Messwerte der Aktivitätskonzentration bzw. Aktivitätsableitung unter der Erkennungsgrenze)

Tabelle 2.1.5-2 Aktivitätsableitung radioaktiver Edelgase mit der Fortluft aus Atomkraftwerken im Jahr 2008
(Discharges of radioactive noble gases with exhaust air from nuclear power plants in the year 2008)

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

Radio-nuklid	Aktivitätsableitung in Bq							
	Neckar-westheim 1	Brunsbüttel	Isar 1	Unterwer-ser	Philippsburg 1	Grafen-rheinfeld	Krüm-mel	Gundrem-mingen B, C
Ar-41	4,1 E11	nn	8,0 E08	8,4 E11	4,2 E09	2,4 E11	nn	2,6 E11
Kr-85m	nn	nn	2,2 E07	nn	4,8 E08	nn	nn	6,8 E09
Kr-85	1,5 E10	nn	1,7 E11	2,1 E11	1,4 E11	nn	nn	4,0 E11
Kr-87	nn	nn	1,1 E09	nn	8,0 E08	nn	nn	2,7 E09
Kr-88	nn	nn	2,6 E11	nn	2,4 E08	nn	nn	2,1 E09
Kr-89	nn	nn	2,0 E10	nn	1,4 E08	nn	nn	1,9 E11
Xe-131m	nn	nn	2,0 E09	nn	1,4 E09	nn	nn	8,8 E10
Xe-133m	nn	nn	nn	nn	1,8 E09	nn	nn	3,1 E09
Xe-133	3,1 E09	nn	2,0 E11	4,4 E11	1,4 E11	nn	nn	1,4 E11
Xe-135m	nn	nn	9,6 E11	nn	2,3 E11	nn	nn	2,8 E11
Xe-135	1,6 E10	nn	3,1 E11	1,7 E12	2,3 E11	nn	nn	2,9 E11
Xe-137	nn	nn	2,6 E11	nn	1,3 E11	nn	nn	6,1 E11
Xe-138	nn	nn	1,4 E11	nn	1,1 E11	nn	nn	2,6 E11

Radio-nuklid	Aktivitätsableitung in Bq							
	Grohnde	Hamm-Uentrop	Philippsburg 2	Mülheim-Kärlich	Brokdorf	Isar 2	Emsland	Neckar-westheim 2
Ar-41	4,7 E10	-	1,2 E12	-	1,4 E11	7,0 E10	1,7 E11	9,9 E10
Kr-85m	nn	-	7,2 E08	-	nn	5,3 E07	nn	nn
Kr-85	1,1 E11	-	4,3 E11	-	nn	2,1 E11	nn	2,0 E11
Kr-87	nn	-	8,5 E08	-	nn	nn	nn	nn
Kr-88	nn	-	5,9 E09	-	nn	1,6 E08	nn	1,5 E08
Kr-89	nn	-	1,5 E09	-	nn	1,7 E08	nn	nn
Xe-131m	3,3 E10	-	5,9 E11	-	nn	4,7 E09	nn	1,9 E10
Xe-133m	7,1 E09	-	5,3 E09	-	nn	5,1 E09	nn	1,6 E08
Xe-133	2,0 E12	-	6,9 E10	-	3,8 E11	3,3 E11	nn	8,7 E08
Xe-135m	nn	-	3,2 E08	-	nn	8,5 E07	nn	nn
Xe-135	1,2 E11	-	3,0 E10	-	9,3 E07	8,7 E09	nn	7,8 E09
Xe-137	nn	-	1,3 E09	-	nn	8,6 E07	nn	4,8 E07
Xe-138	nn	-	2,1 E09	-	nn	4,0 E08	nn	nn

- Messung / Angabe nicht erforderlich

nn nicht nachgewiesen (Messwerte der Aktivitätskonzentration bzw. Aktivitätsableitung unter der Erkennungsgrenze)

Tabelle 2.1.5-3 Aktivitätsableitung von an Schwebstoffen gebundenen Radionukliden mit der Fortluft aus Atomkraftwerken im Jahr 2008 (I-131: Tabelle 2.1.5-1)
(Discharges of radioactive particulates with exhaust air from nuclear power plants in the year 2008 - I-131: Table 2.1.5-1)

Radio-nuklid	Aktivitätsableitung in Bq								
	Kahl	Rheins-berg	Gundrem-mingen A	Lingen	Obrig-heim	Würgas-sen	Stade	Greifs-wald	Biblis A
Cr-51	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Mn-54	nn	nn	nn	nn	nn	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	3,4 E01	1,5 E05	nn	nn	1,0 E06	3,0 E06	9,9 E04	5,2 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	2,0 E05	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	nn	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	1,2 E04	nn	nn	nn
Te-123m	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	2,5 E04
Cs-134	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Cs-137	3,4 E02	1,2 E05	1,7 E04	nn	8,1 E04	9,0 E05	7,5 E04	1,2 E06	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	1,6 E04	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	nn	nn	nn	nn	nn	4,0 E03	nn	nn	nn

Radio-nuklid	Aktivitätsableitung in Bq								
	Kahl	Rheins-berg	Gundrem-mingen A	Lingen	Obrig-heim	Würgas-sen	Stade	Greifs-wald	Biblis A
Pu-(239+240)	nn	nn	nn	nn	nn	1,3 E06	nn	nn	nn
Am-241	nn	nn	nn	nn	nn	6,6 E03	nn	nn	nn
Pu-241	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Cm-242	nn	nn	nn	nn	nn	3,7 E03	nn	nn	nn
Cm-244	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn

Radio-nuklid	Aktivitätsableitung in Bq								
	Biblis B	Neckar-westheim 1	Brunsbüt-tel	Isar 1	Unter-weser	Philipps-burg 1	Grafen-rheinfeld	Krüm-mel	Gundrem-mingen B, C
Cr-51	nn	nn	nn	nn	nn	9,2 E06	nn	nn	nn
Mn-54	nn	nn	1,3 E07	nn	nn	2,2 E05	nn	3,5 E05	7,7 E04
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	1,2 E05	nn	nn	2,4 E05	nn	nn	nn
Co-60	6,8 E04	3,0 E04	2,9 E07	nn	4,6 E05	1,1 E06	7,6 E05	1,2 E06	nn
Zn-65	nn	nn	2,6 E07	nn	3,2 E04	1,1 E06	nn	nn	nn
Sr-89	nn	nn	nn	nn	nn	5,6 E05	nn	nn	nn
Sr-90	nn	nn	nn	nn	nn	4,2 E04	nn	3,7 E03	nn
Zr-95	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Nb-95	nn	nn	1,5 E04	nn	nn	5,4 E04	5,2 E04	nn	nn
Ru-103	nn	nn	nn	nn	nn	1,6 E04	nn	nn	nn
Ru-106	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Ag-110m	nn	nn	3,2 E04	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Sn-113	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Sb-124	nn	3,0 E06	nn	nn	nn	2,0 E04	1,3 E04	nn	nn
Sb-125	nn	5,3 E05	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Te-123m	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Cs-134	nn	nn	3,1 E04	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Cs-137	nn	nn	3,5 E06	nn	nn	2,0 E05	nn	nn	nn
Ba-140	nn	nn	nn	nn	nn	1,5 E06	nn	nn	nn
La-140	nn	nn	nn	nn	nn	9,0 E05	nn	nn	nn
Ce-141	nn	nn	nn	nn	nn	2,2 E04	nn	nn	nn
Ce-144	nn	nn	nn	nn	nn	3,3 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	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Pu-(239+240)	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Am-241	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 (Messwerte der Aktivitätskonzentration bzw. Aktivitätsableitung unter der Erkennungsgrenze)

Radio-nuklid	Aktivitätsableitung in Bq							
	Grohnde	Hamm-Uen-trop	Philippsburg 2	Mülheim-Kärlich	Brokdorf	Isar 2	Emsland	Neckar-westheim 2
Cr-51	nn	nn	2,6 E04	nn	nn	nn	nn	nn
Mn-54	nn	nn	7,5 E03	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	4,5 E04	nn	nn	nn	nn	nn
Co-60	7,6 E05	nn	1,1 E05	nn	nn	nn	nn	2,3 E04
Zn-65	nn	nn	nn	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	1,9 E04	nn	nn	nn	nn	nn
Nb-95	nn	nn	5,1 E04	nn	nn	nn	nn	nn
Ru-103	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Ru-106	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Ag-110m	nn	nn	1,6 E04	nn	nn	nn	nn	nn
Sn-113	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Sb-124	nn	nn	1,7 E04	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	1,4 E04	nn	nn	nn	nn	nn
Ba-140	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
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	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Pu-(239+240)	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Am-241	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 (Messwerte der Aktivitätskonzentration bzw. Aktivitätsableitung unter der Erkennungsgrenze)

Tabelle 2.1.5-4 Aktivitätsableitung von radioaktiven Edelgasen, I-131 und an Schwebstoffen gebundenen Radionukliden (ohne I-131, einschließlich Strontiumisotope und Alphastrahler) mit der Fortluft und Gesamt-Bruttostromerzeugung der Atomkraftwerke in den Jahren 1998 bis 2008
(Discharges of radioactive noble gases, of I-131 and radioactive particulates (excluding I-131, including strontium and alpha sources) with exhaust air from nuclear power plants in the years from 1998 to 2008)

Jahr	Aktivitätsableitung in Bq			Bruttostrom-erzeugung in MWa
	radioaktive Edelgase	I-131	an Schwebstoffen gebundene Radionuklide	
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

Jahr	Aktivitätsableitung in Bq			Bruttostrom- erzeugung in MWa
	radioaktive Edelgase	I-131	an Schwebstoffen gebundene Radio- nuklide	
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*
2008	1,6 E13	5,7 E07	1,1 E08	21.497*

* Quelle: atw, International Journal for Nuclear Power, Betriebsergebnisse, Berlin

Tabelle 2.1.5-5 Aktivitätsableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Forschungszentren und Forschungsreaktoren von Universitäten im Jahr 2008
(Discharges of radioactive substances with exhaust air from research centres and research reactors from universities in the year 2008)

Forschungszentrum	Aktivitätsableitung in Bq					
	Radioak- tive Edel- gase	an Schwebstof- fen gebundene Radionuklide ^{a)}	I-131	I-129	C-14	H-3
Forschungszentrum Karlsruhe (einschließlich Wiederaufarbeitungsanlage)	6,4 E11	1,4 E07 ^{b)}	1,6 E06	1,2 E06	5,3 E10	7,7 E12
Forschungszentrum Jülich (einschließlich Versuchsreaktor AVR)	1,6 E10	1,7 E07	7,0 E05	-	1,5 E11	2,3 E12
Forschungszentrum Dresden- Rossendorf (FZD)	1,2 E10	6,7 E05	nn	nn	8,1 E08	1,8 E11
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht	7,5 E11	4,6 E04	1,7 E05	-	6,9 E08	9,9 E10
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (bisher Hahn-Meitner-Institut Berlin, HMI), (einschließlich Zentralstelle für radioaktive Abfälle)	6,6 E11	8,9 E03	9,3 E05	-	2,6 E09	6,6 E10
Garching, FRM I	-	nn	nn	-	2,4 E05	1,5 E09
Garching, FRM II	2,7 E11	nn	nn	-	2,6 E09	3,9 E11
Forschungsreaktor Mainz	1,8 E11	nn	nn	-	-	4,2 E06

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

b) davon Alphastrahler: 1,5 E05 Bq

- Messung / Angabe nicht erforderlich

nn nicht nachgewiesen (Messwerte der Aktivitätskonzentration bzw. Aktivitätsableitung unter der Erkennungsgrenze)

Die Jahresaktivitätsableitungen der Forschungsreaktoren FRJ1, FRJ2, RFR, FRG1, FRG2 und BER II sind in den Ableitungen der Forschungszentren Karlsruhe, Jülich, Dresden-Rossendorf, Geesthacht und Berlin enthalten (Tabelle 2.1.5-5).

Tabelle 2.1.5-6 Aktivitätsableitung alphastrahlender radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Kernbrennstoff verarbeitenden Betrieben im Jahr 2008
(Discharges of alpha emitting radioactive substances with exhaust air from processing facilities for nuclear fuels in the year 2008)

Betrieb	Aktivitätsableitung in Bq	
	2008	2007
ANF GmbH (Lingen)	<1,5 E04	<1,4 E04
URENCO D (Gronau)	2,8 E04	2,3 E04

< Messwert kleiner Erkennungsgrenze; der angegebene Wert entspricht der Erkennungsgrenze

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

Radionuklid	Aktivitätsableitung in Bq	
	2008	2007
H-3	1,3 E10	2,1 E10
C-14	6,9 E08	8,9 E08
an Schwebstoffen gebundene Radionuklide	1,7 E06	9,6 E05
Radon-Folgeprodukte	6,0 E09	4,4 E09

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

Nuklid	Aktivitätsableitung in Bq	
	2008	2007
H-3	3,7 E10	3,8 E10
C-14	1,0 E09	8,0 E08
Pb-210	1,0 E06	1,0 E06
Rn-222 (Gas)	9,4 E10	9,4 E10
Radon-Folgeprodukte	4,7 E10	4,7 E10

Die angegebenen Messwerte zur Schachanlage Asse beruhen auf Betreiberangaben, da die Schachanlage im Jahr 2008 noch keine kerntechnische Anlage gemäß AtG ist. Die Werte wurden vom BfS stichprobenartig überprüft.

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 und gecharterten ausländischen 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 2008 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 den Abbildungen 2.2.1-3 bis 2.2.1-5 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. $0,2 \text{ Bq/m}^3$).

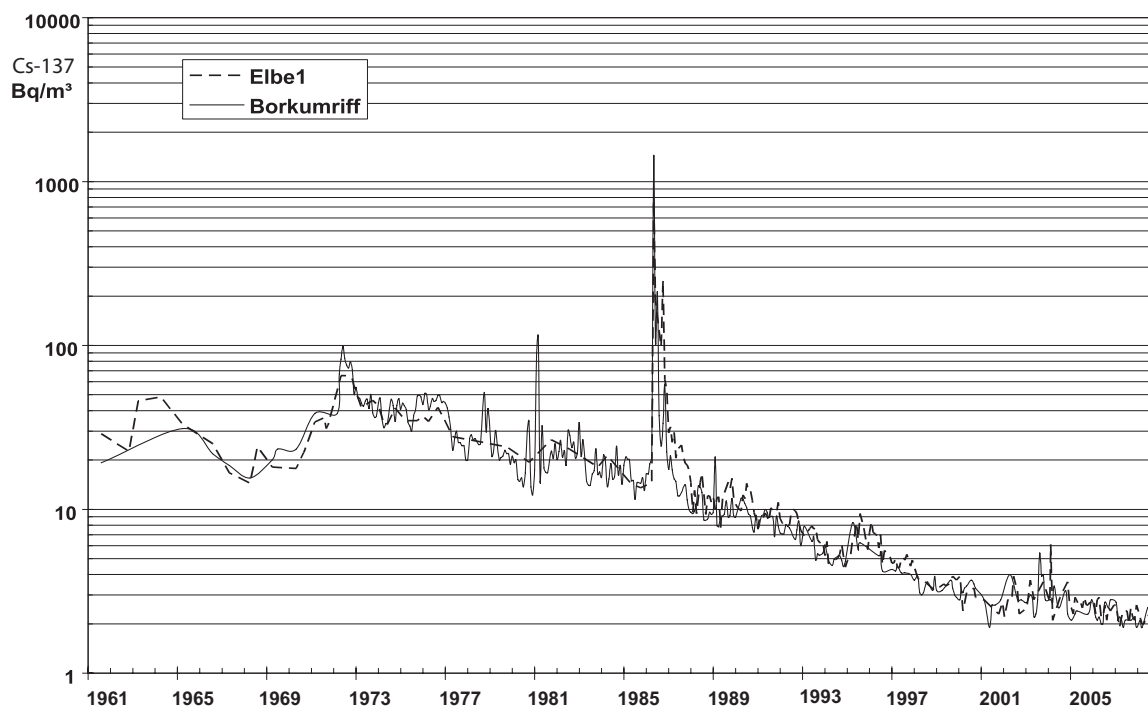


Abbildung 2.2.1-1 Der zeitliche Verlauf der Aktivitätskonzentration von Cs-137 (Bq/m^3) an zwei Positionen in der Deutschen Bucht seit 1961
(Temporal trend of the activity concentration of Cs-137 (Bq/m^3) at two positions in the German Bight since 1961)

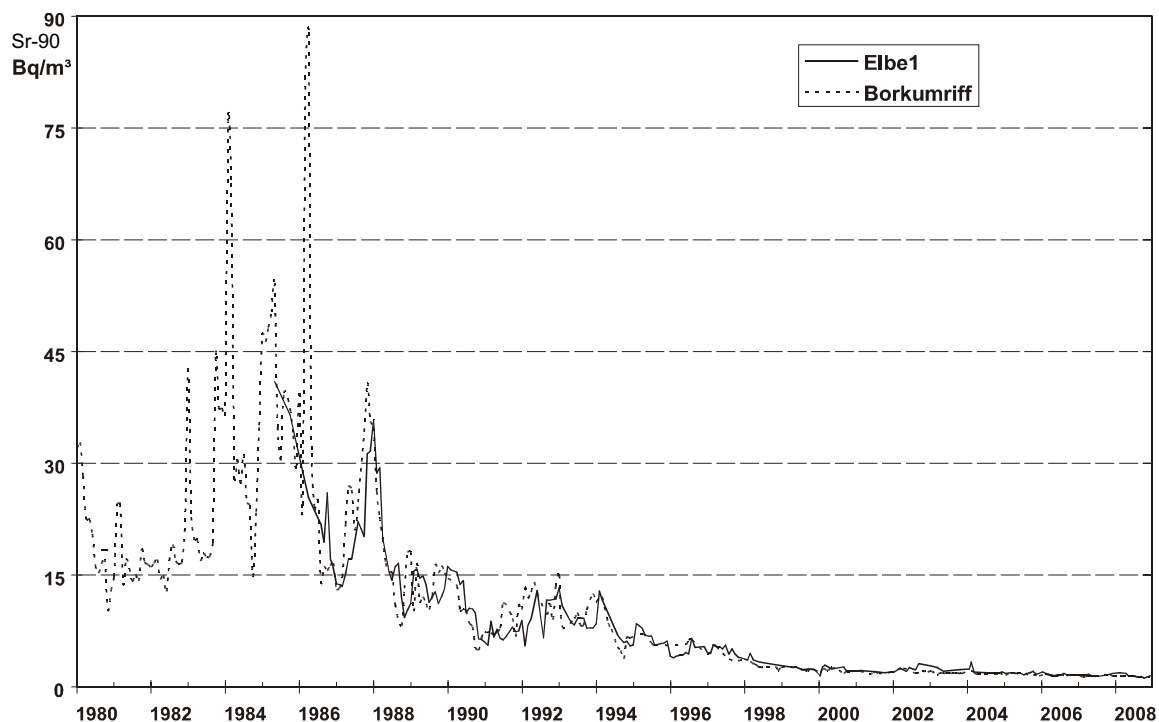


Abbildung 2.2.1-2 Der zeitliche Verlauf der Aktivitätskonzentration von Sr-90 (Bq/m^3) an zwei Positionen in der Deutschen Bucht seit 1980

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

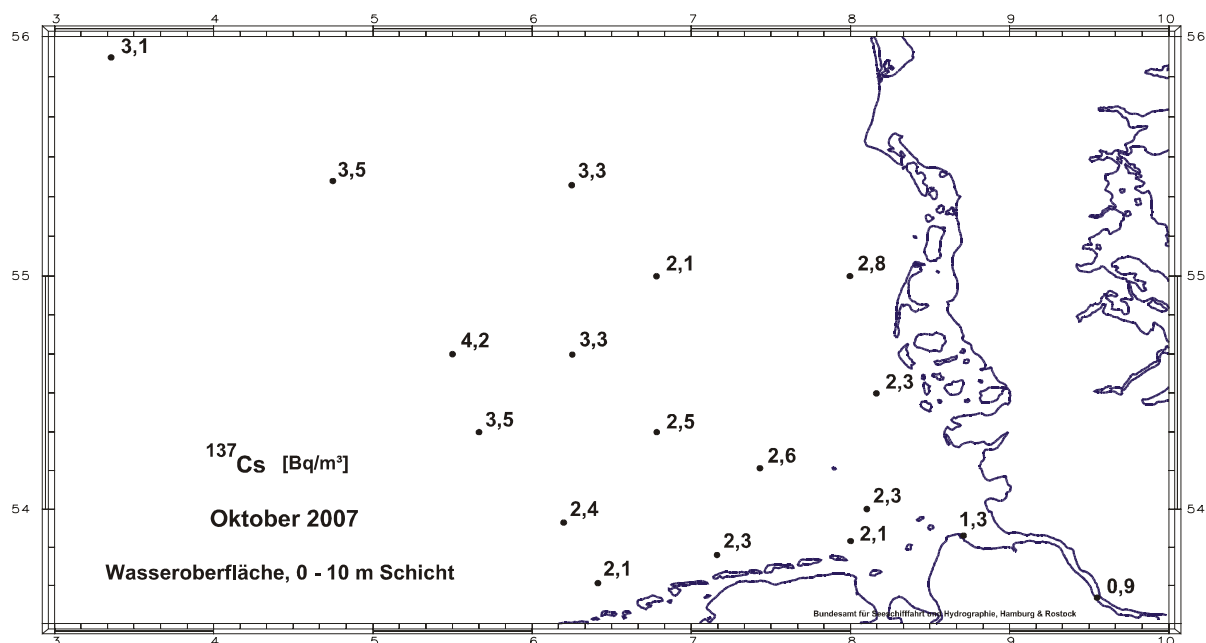


Abbildung 2.2.1-3 Die Verteilung der Aktivitätskonzentration von Cs-137 (Bq/m^3) im Wasser der Deutschen Bucht im Oktober 2007

(Distribution of Cs-137 (Bq/m^3) in seawater of the German Bight in October 2007)

In den Abbildungen 2.2.1-3 bis 2.2.1-5 wird die Verteilung der Aktivitätskonzentration von Cs-137 an der Wasseroberfläche in der Deutschen Bucht im Oktober 2007, März 2008 und Oktober 2008 dargestellt. Die Konzentrationen überstreichen einen Bereich von 1 Bq/m^3 an der Elbemündung bis zu $4,4 \text{ Bq/m}^3$, wobei die höheren Konzentrationen in der

äußeren 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 Bq/m^3 bzw. $0,5 \text{ Bq/m}^3$; Abbildungen 2.2.1-3 und 2.2.1-5) zeigen, ist der Beitrag aus dem Elbwasserabfluss vernachlässigbar. Dies gilt nicht für Sr-90, wie in Abbildung 2.2.1-7 gut zu erkennen ist. Hier wird der höchste Wert mit $2,9 \text{ Bq/m}^3$ 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.

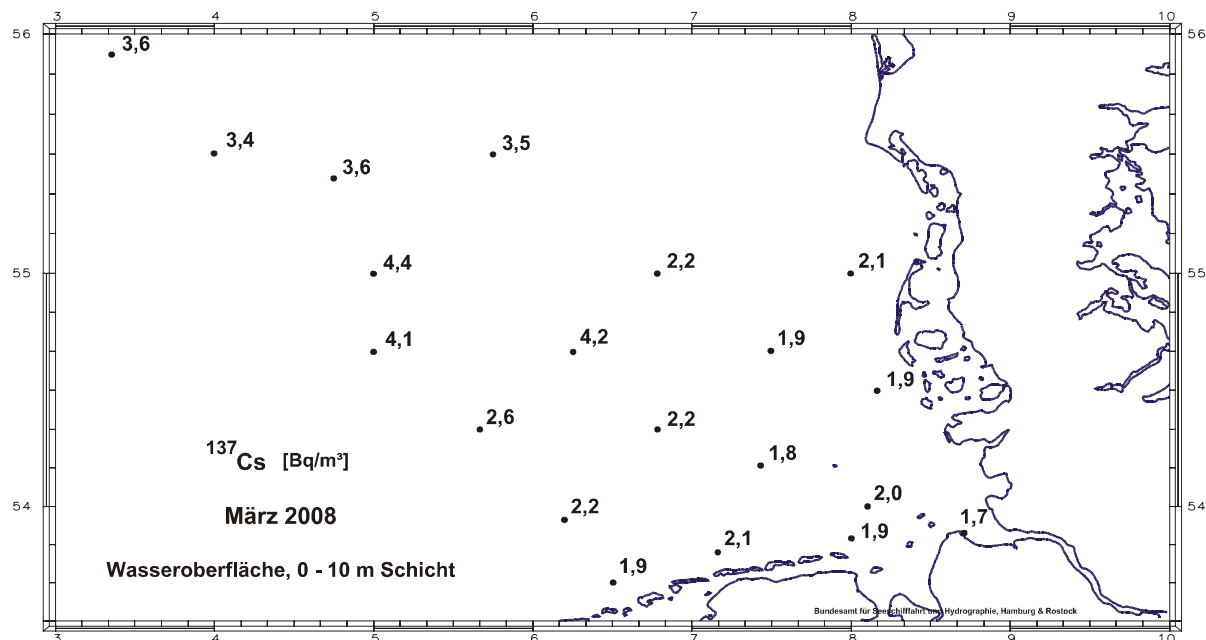


Abbildung 2.2.1-4 Die Verteilung der Aktivitätskonzentration von Cs-137 (Bq/m^3) im Wasser der Deutschen Bucht im März 2008

(Distribution of Cs-137 (Bq/m^3) in seawater of the German Bight in March 2008)

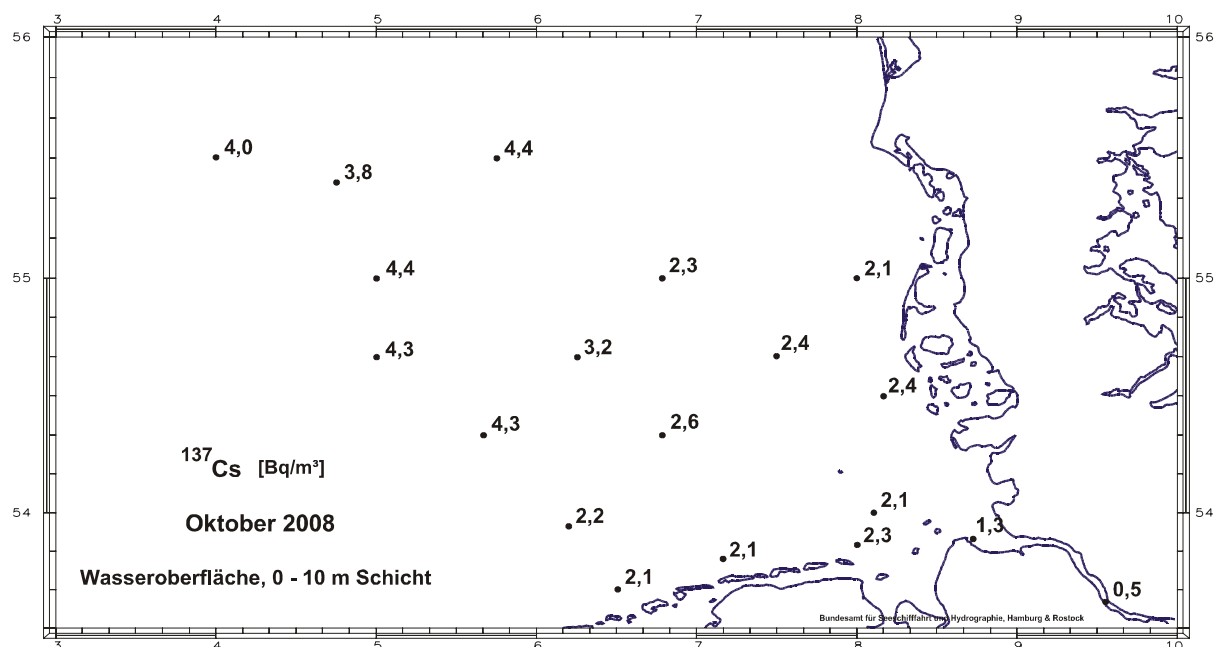


Abbildung 2.2.1-5 Die Verteilung der Aktivitätskonzentration von Cs-137 (Bq/m^3) im Wasser der Deutschen Bucht im Oktober 2008

(Distribution of Cs-137 (Bq/m^3) in seawater of the German Bight in October 2008)

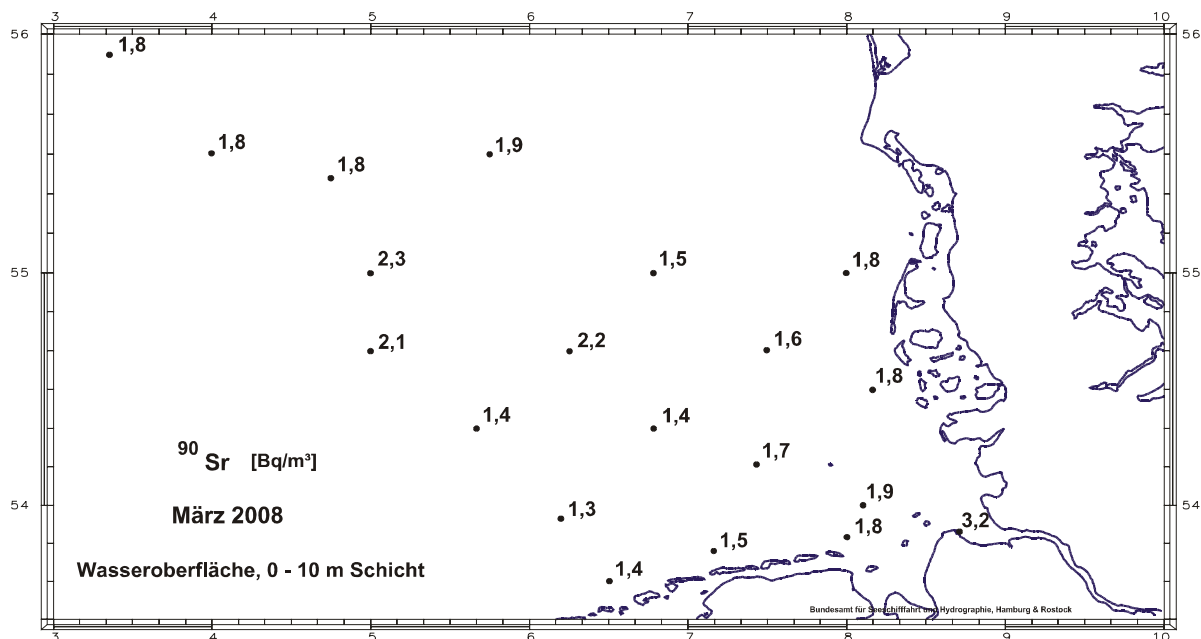


Abbildung 2.2.1-6 Die Verteilung der Aktivitätskonzentration von Sr-90 (Bq/m³) im Wasser der Deutschen Bucht im März 2008
(Distribution of the activity concentration of Sr-90 (Bq/m³) in seawater of the German Bight in March 2008)

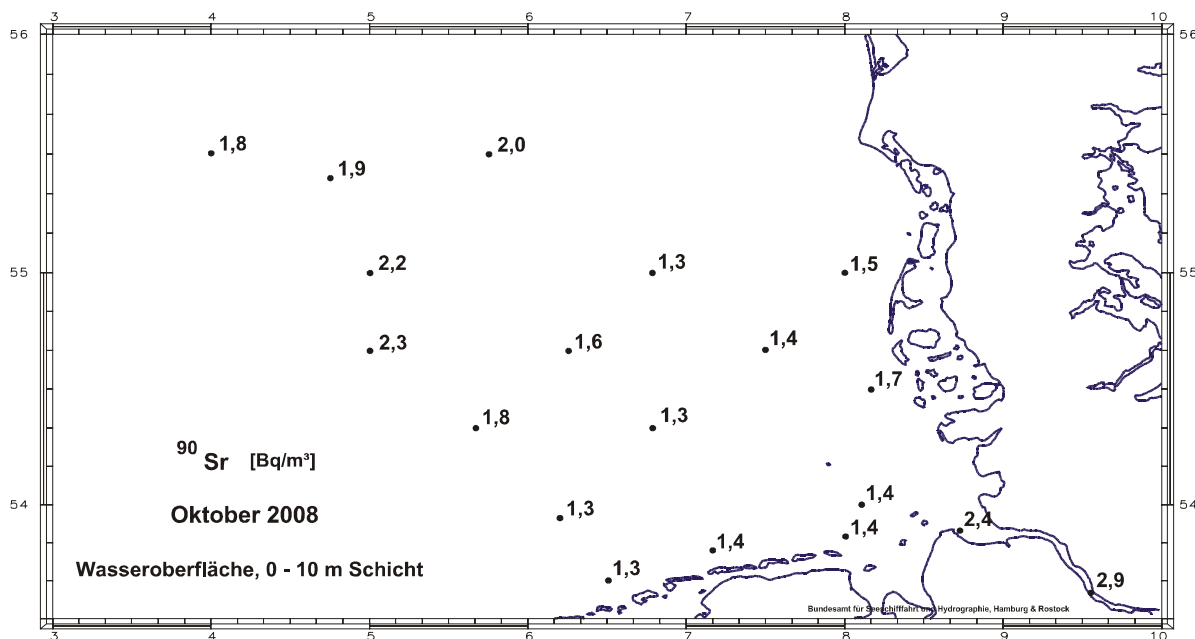


Abbildung 2.2.1-7 Die Verteilung der Aktivitätskonzentration von Sr-90 (Bq/m³) im Wasser der Deutschen Bucht im Oktober 2008
(Distribution of the activity concentration of Sr-90 (Bq/m³) in seawater of the German Bight in October 2008)

Das Aktivitätsverhältnis Cs-137/Sr-90 in der Deutschen Bucht im Oktober 2008 ist in der Abbildung 2.2.1-8 dargestellt. Dabei fällt auf, dass sich dieses Verhältnis in der äußeren Deutschen Bucht auf dem relativ hohen Niveau um 2 stabilisiert hat. Dieser Teil der Nordsee ist durch Einleitungen der WAA Sellafield beziehungsweise durch Freisetzung von Radionukliden aus dem Sediment der Irischen See markiert. Die Irische See und dementsprechend auch das dortige Sediment ist vor allem in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts mit sehr hohen Einleitungen der WAA Sellafield (bis

zu 5.200 TBq pro Jahr) kontaminiert worden. Die relevanten Einleitungen dieser Anlage in den Jahren 2003 bis 2005 haben jedoch ein Cs-137/Sr-90 Verhältnis von maximal 0,5. Wenn man vereinfachend annimmt, dass das konservative Verhalten, also die Adsorption am Meeresediment auf dem Weg von der Irischen See bis in die zentrale Nordsee, für beide Radionuklide gleich ist, kann man den Rückschluss ziehen, dass die Freisetzung von Cs-137 aus dem Sediment der Irischen See, in der Größenordnung von 20 - 30 TBq pro Jahr erfolgt.

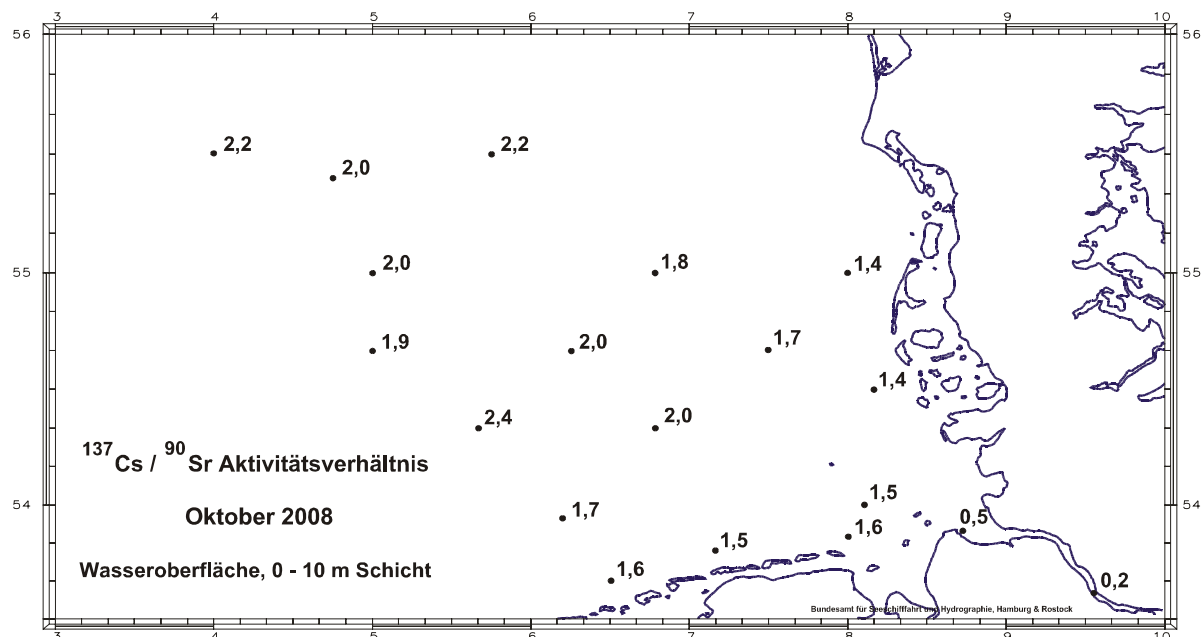


Abbildung 2.2.1-8 Die Verteilung des Aktivitätsverhältnisses Cs-137/Sr-90 (Bq/m^3) im Wasser der Deutschen Bucht im Oktober 2008

(Distribution of the activity ratio Cs-137/Sr-90 (Bq/m^3) in seawater of the German Bight in October 2008)

Die Verteilung von Pu-(239+240) im Wasser der Deutschen Bucht im März 2008 zeigt die Abbildung 2.2.1-9. Der Messwertebereich erstreckt sich von 4,8 bis 51 mBq/m^3 . Auffallend sind dabei die relativ hohen Messwerte im Elbeästuar, dem folgenden Reststrom entlang der nordfriesischen Inseln und in der äußeren Deutschen Bucht.

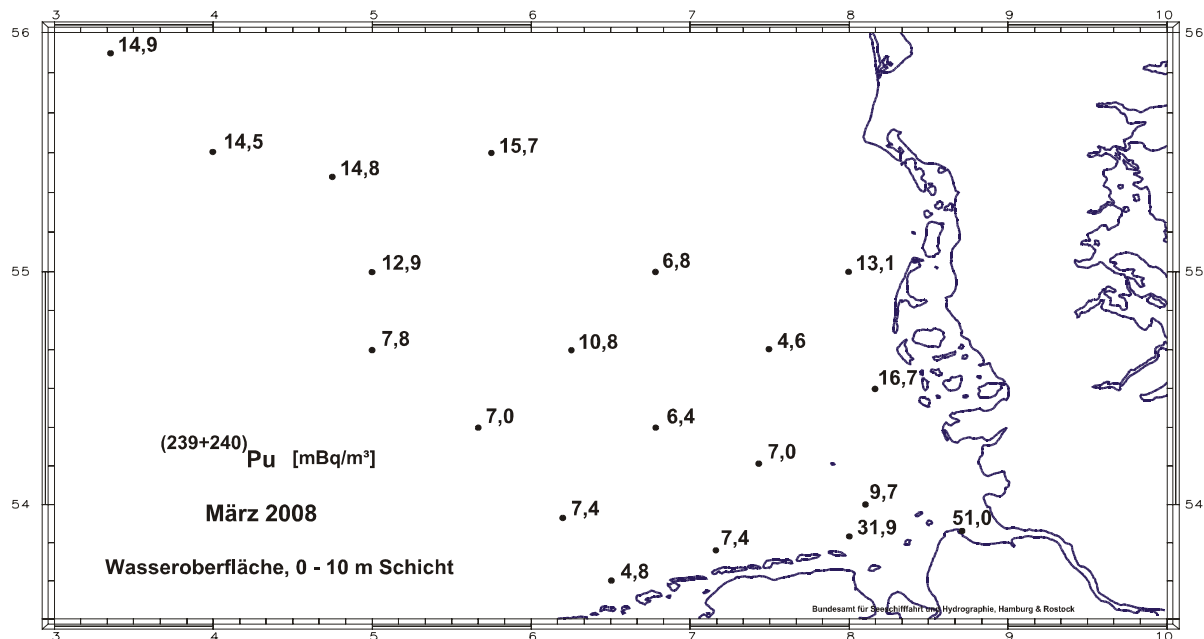


Abbildung 2.2.1-9 Die Verteilung der Aktivitätskonzentration von Pu-(239+240) (mBq/m^3) im Wasser der Deutschen Bucht im März 2008

(Distribution of the activity concentration of Pu-(239+240) (mBq/m^3) in seawater of the German Bight in March 2008)

Die Aktivitätsverhältnisse Pu-238/Pu-(239+240), wie sie in Abbildung 2.2.1-10 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 0,11 bis 0,47 sind charakteristisch für Ableitungen von z. B. den europäischen Wiederaufarbeitungsanlagen Sellafield und La Hague. Die in Abbildung 2.2.1-11 dargestellte Verteilung von Am-241 in der Deutschen Bucht zeigt einen Messwertebereich zwischen 2,8 und 40,8 mBq/m³. 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.

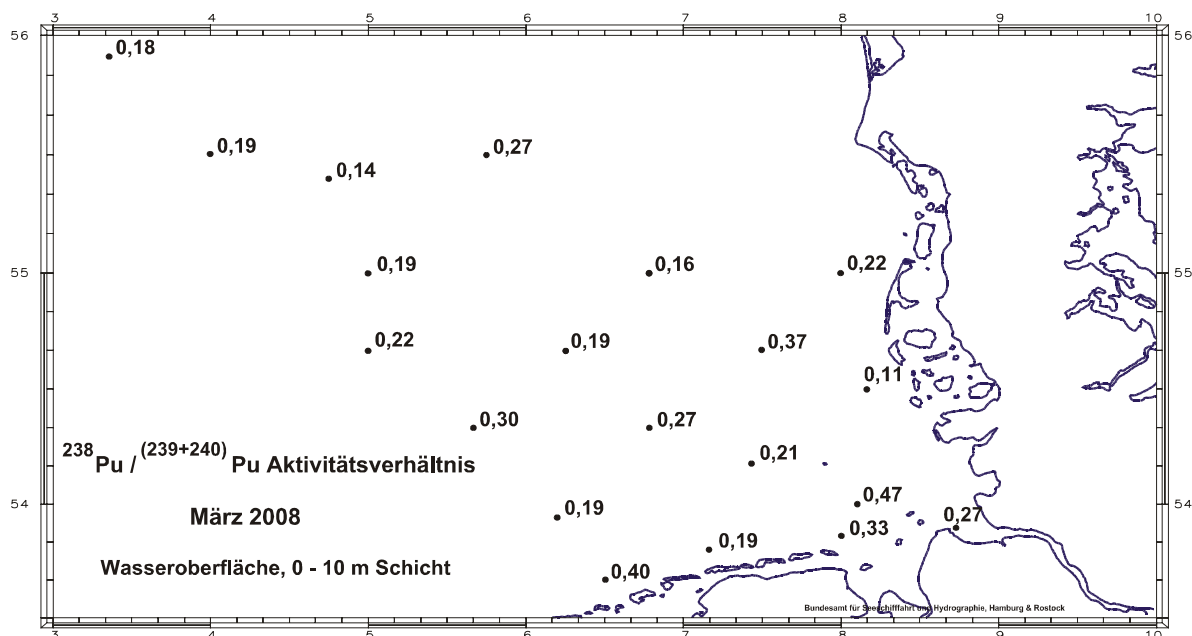


Abbildung 2.2.1-10 Die Verteilung des Aktivitätsverhältnisses Pu-238/Pu(239+240) im Wasser der Deutschen Bucht im März 2008

(Distribution of the activity ratio Pu-238/Pu-(239+240) in seawater of the German Bight in March 2008)

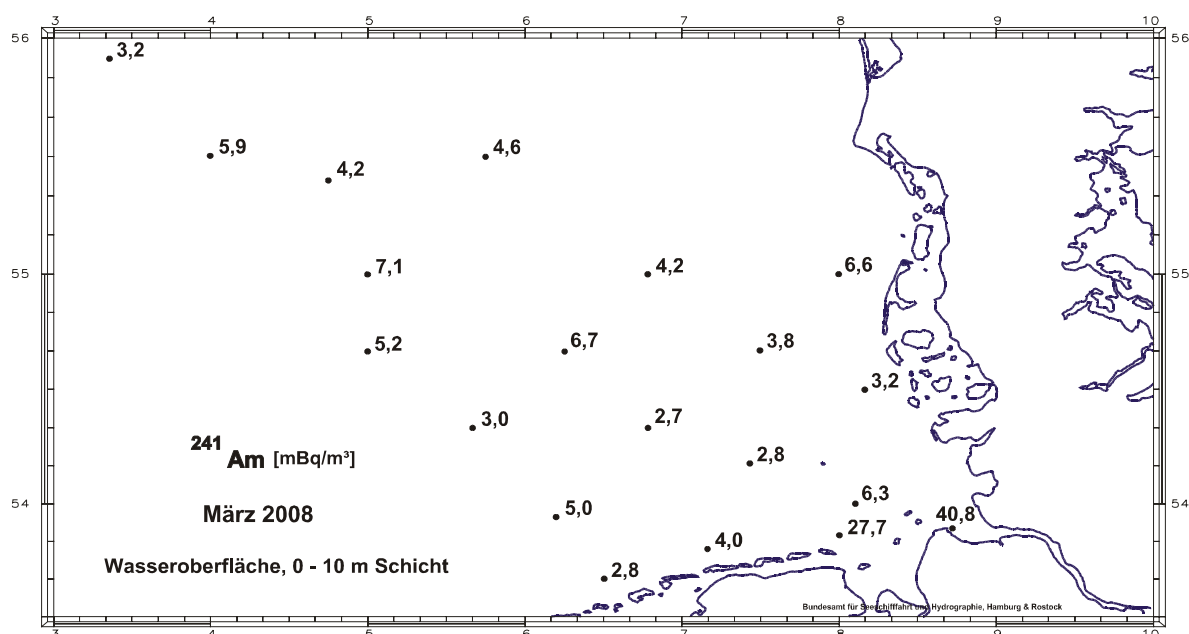


Abbildung 2.2.1-11 Die Verteilung der Aktivitätskonzentration von Am-241 (mBq/m³) im Wasser der Deutschen Bucht im März 2008

(Distribution of the activity concentration of Am-241 (mBq/m³) in seawater of the German Bight in March 2008)

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 2.2.1-12 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 bei der 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 2.2.1-13) und Darßer Schwellen (Kadettrinne, Abbildung 2.2.1-15) stärker ausgeprägt als in ruhigen Buchten wie z. B. der Neustädter Bucht (2.2.1-14). Den gleichmäßigsten Verlauf zeigt die Cs-137-Konzentration an der Position Arkonasee (2.2.1-16), da sie nicht so stark durch Ein- und Ausströme der Beltsee beeinflusst ist.

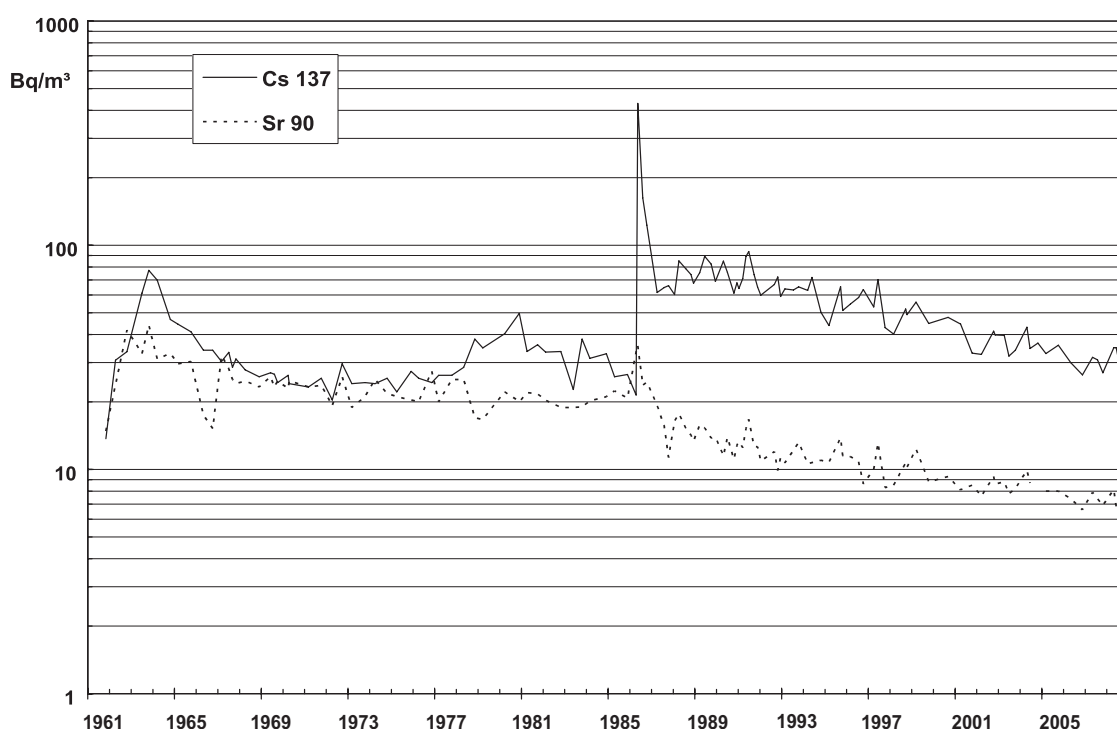


Abbildung 2.2.1-12 Der zeitliche Verlauf der Cs-137- und Sr-90 -Aktivitätskonzentrationen (Bq/m³) an der Position „Schleimündung“ (54°40'N, 010°05'E) seit 1961

(Temporal trend of the activity concentration of Cs-137 and Sr-90 (Bq/m³) at the position „Schleimündung“ (54°40'N, 010°05'E) since 1961)

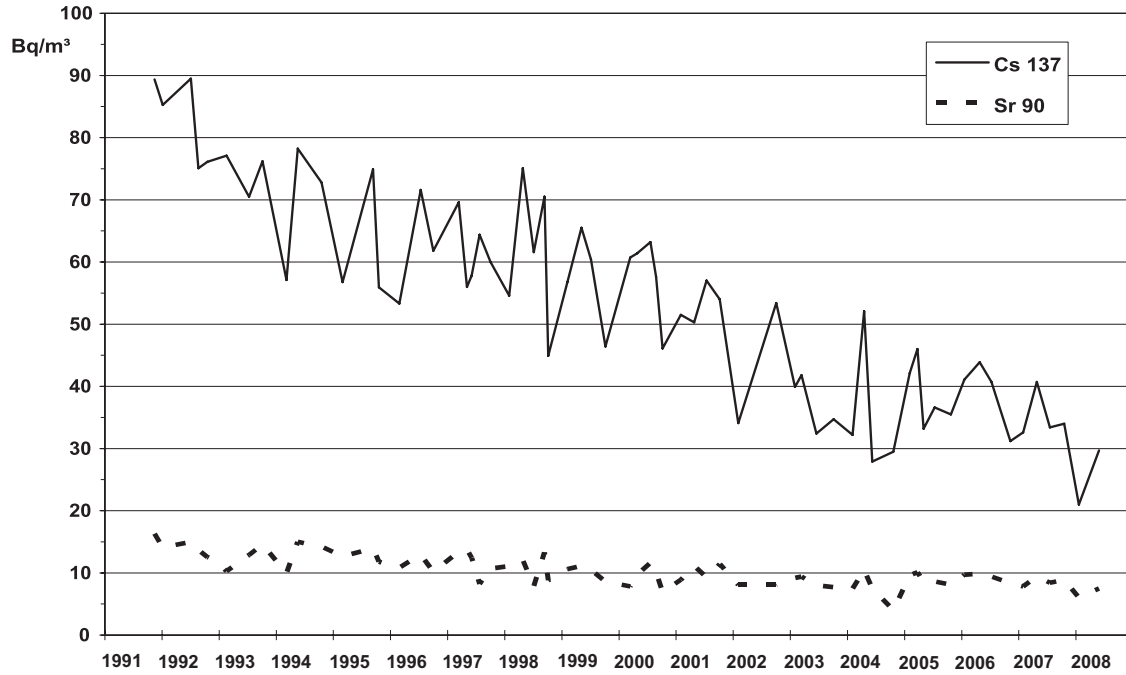


Abbildung 2.2.1-13 Der zeitliche Verlauf der Cs-137- und Sr-90-Aktivitätskonzentrationen (Bq/m^3) an der Position „Fehmarnbelt“ ($54^\circ 36' \text{N}$, $011^\circ 13' \text{O}$) seit 1991
(Temporal trend of the activity concentration of Cs-137 and Sr-90 (Bq/m^3) at the position „Fehmarnbelt“ ($54^\circ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

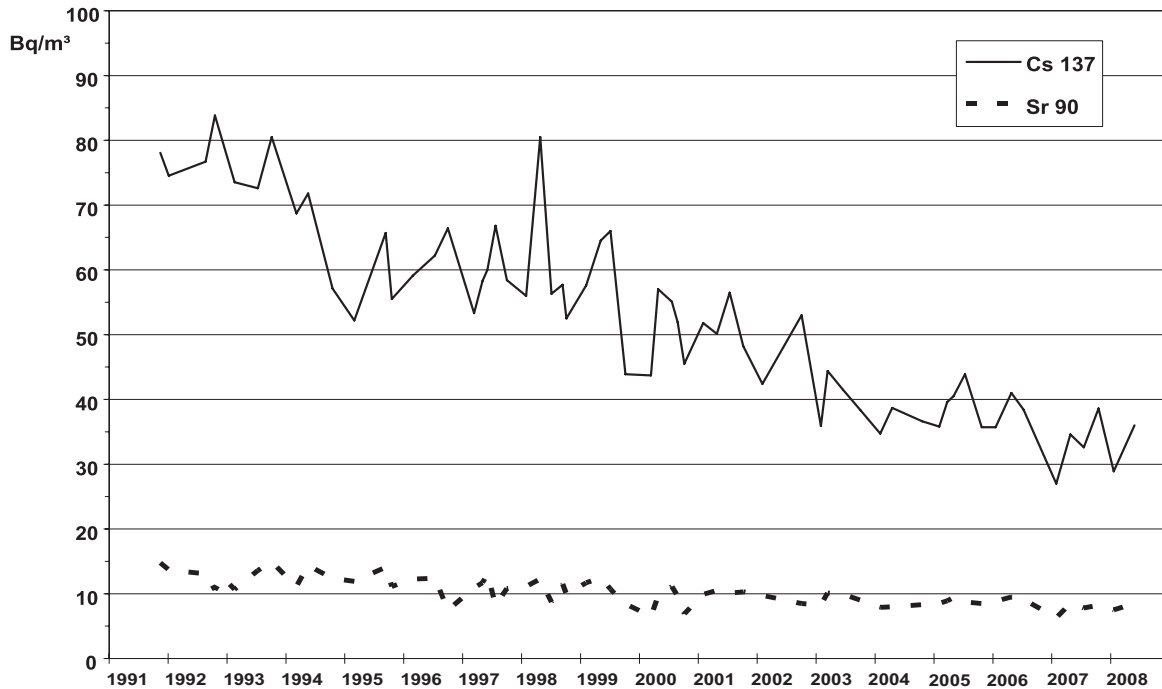


Abbildung 2.2.1-14 Der zeitliche Verlauf der Cs-137 und Sr-90-Aktivitätskonzentrationen (Bq/m^3) an der Position „Neustädter Bucht“ ($54^\circ 03' \text{N}$, $010^\circ 51' \text{O}$) seit 1991
(Temporal trend of the activity concentration of Cs-137 and Sr-90 (Bq/m^3) at the position „Neustädter Bucht“ ($54^\circ 03' \text{N}$, $010^\circ 51' \text{E}$) since 1991)

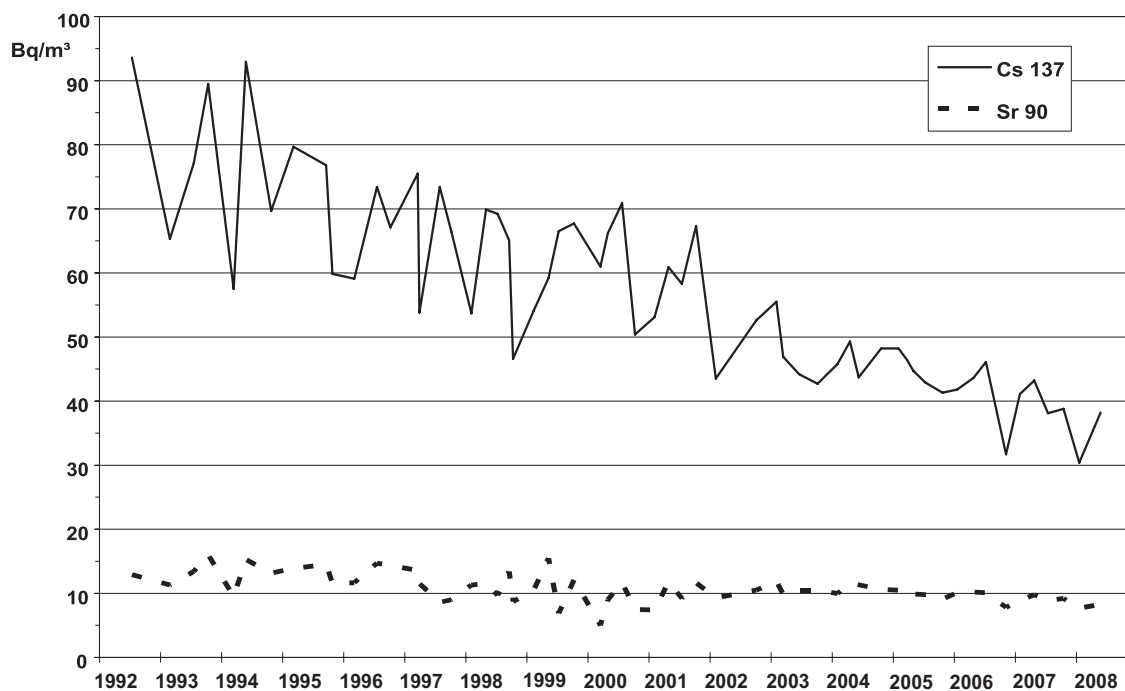


Abbildung 2.2.1-15 Der zeitliche Verlauf der Cs-137- und Sr-90-Aktivitätskonzentrationen (Bq/m^3) an der Position „Darßer Schwelle“ ($54^\circ 36,3' \text{N}$, $012^\circ 19,9' \text{O}$) seit 1992
(Temporal trend of the activity concentration of Cs-137 and Sr-90 (Bq/m^3) at the position „Darßer Schwelle“ ($54^\circ 36,3' \text{N}$, $012^\circ 19,9' \text{E}$) since 1992)

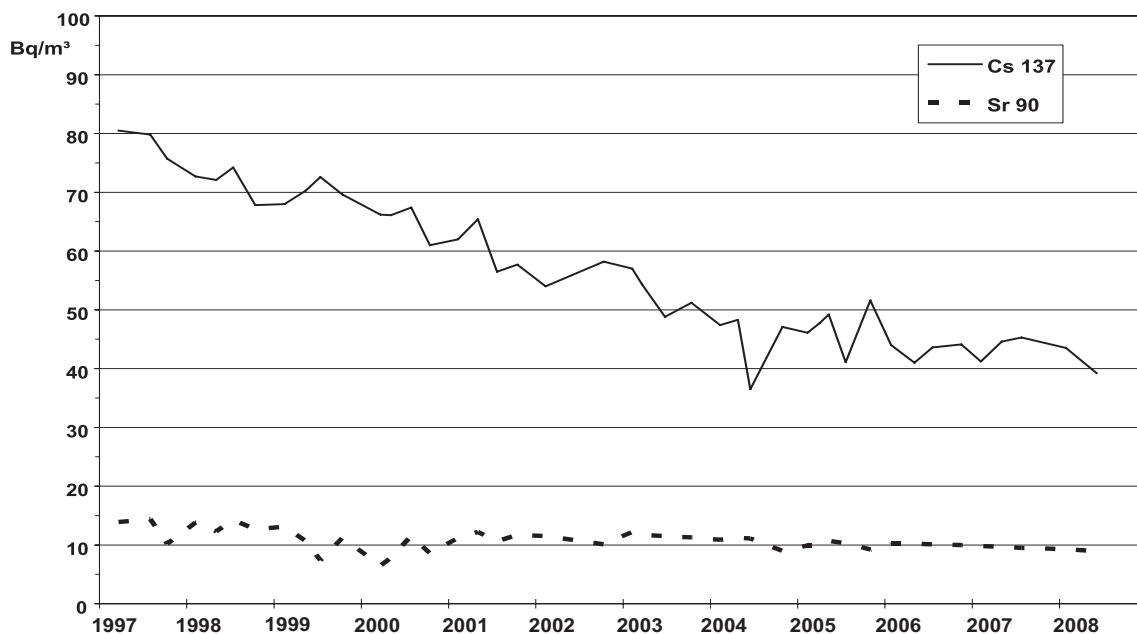


Abbildung 2.2.1-16 Der zeitliche Verlauf der Cs-137- und Sr-90 -Aktivitätskonzentrationen Bq/m^3 an der Position „Arkonasee“ ($54^\circ 51,6' \text{N}$, $013^\circ 16,6' \text{O}$) seit 1997
(Temporal trend of the activity concentration of Cs-137 and Sr-90 Bq/m^3 at the position „Arkonasee“ ($54^\circ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

Die Aktivitätskonzentration von Cs-137 liegt an der Wasseroberfläche der westlichen Ostsee, praktisch gleichbleibend mit dem Vorjahr, zwischen etwa 27 Bq/m³ im westlichen und 44 Bq/m³ im östlichen Teil des überwachten Gebietes im Juni 2008 (Abbildung 2.2.1-17). 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 in den letzten Jahren insgesamt 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 Fehmarnbelts den größten Unterschied in der Cs-137-Konzentration zwischen Oberflächen- und Bodenwasser auf. Östlich der Darßer Schwellen 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 aktivitätsarmen 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, werden in Abbildung 2.2.1-18 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 2008 ist in Abbildung 2.2.1-19 dargestellt. Die Verteilung von Sr-90 ist sehr homogen, weil sie vom globalen Fallout und nicht vom Tschernobyl-Unfall bestimmt wird.

Ebenfalls sehr homogen ist die räumliche Verteilung der Aktivitätskonzentration von H-3 (Bq/l) im Oberflächenwasser des Untersuchungsgebietes im Juni 2008, welche in Abbildung 2.2.1-20 dargestellt ist. Im Verlauf der letzten 10 Jahre hat sich die Aktivitätskonzentration von H-3 in der westlichen Ostsee halbiert.

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

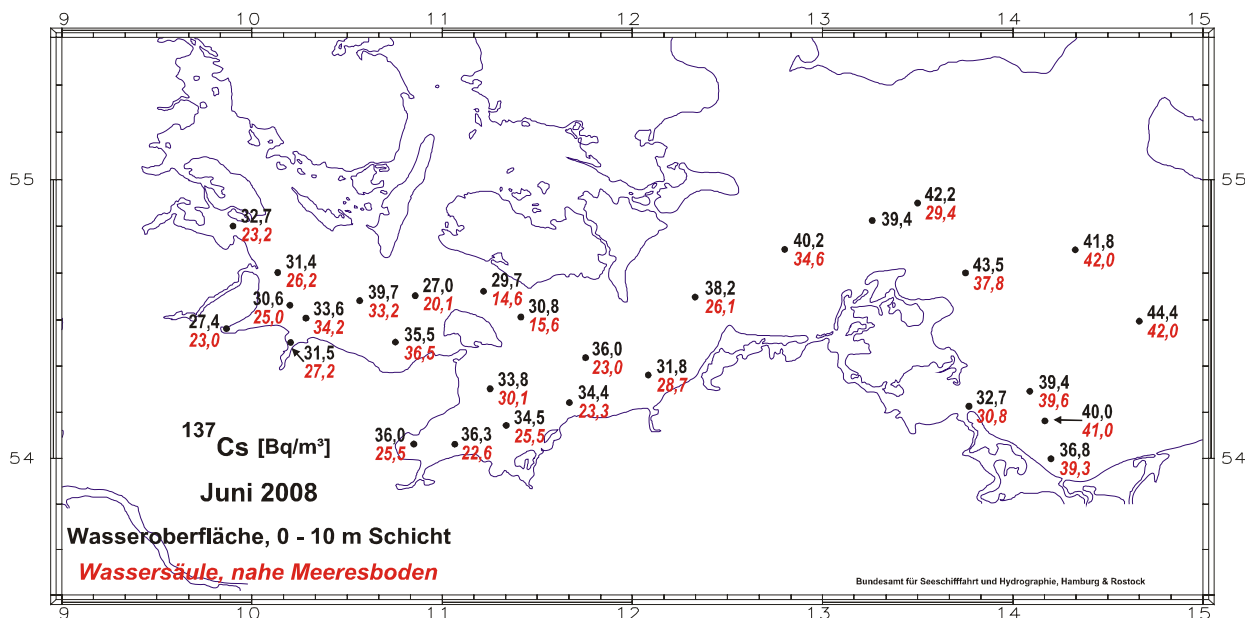


Abbildung 2.2.1-17 Verteilung der Aktivitätskonzentration von Cs-137 (Bq/m³) im Oberflächen- und Bodenwasser der westlichen Ostsee im Juni 2008

(Spatial distribution of the activity concentration of Cs-137 (Bq/m³) in surface and bottom sea water of the western Baltic Sea in June 2008)

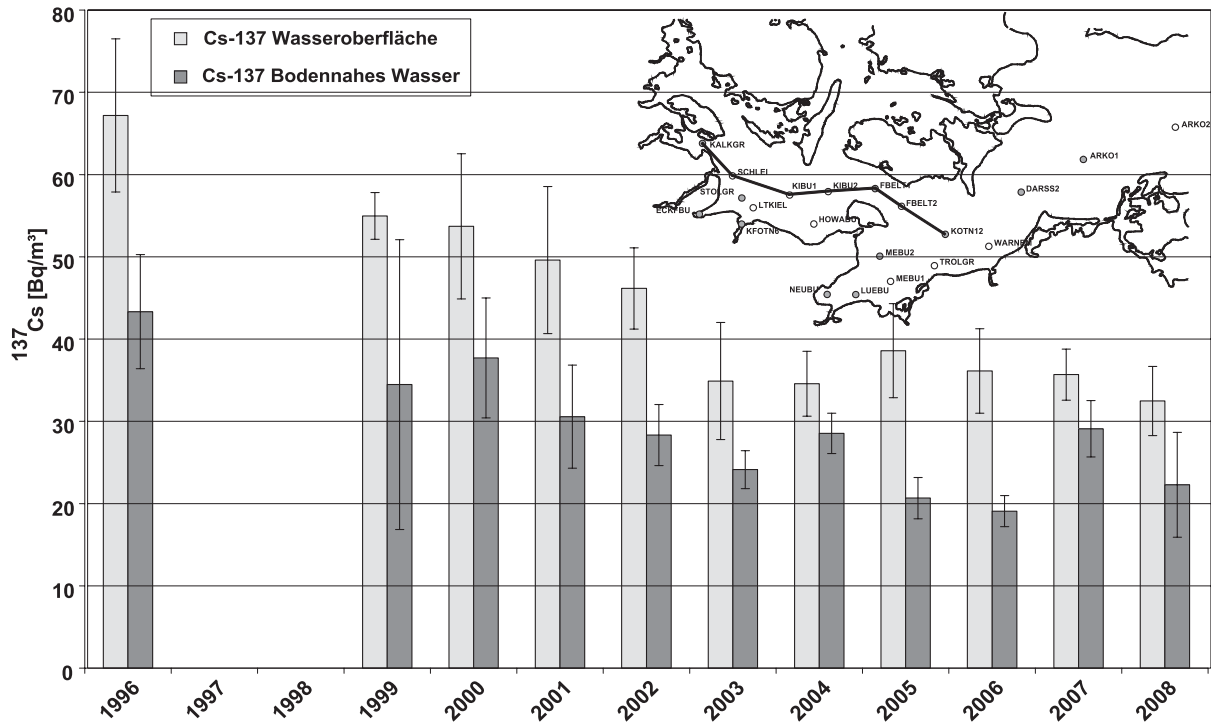


Abbildung 2.2.1-18 Zeitreihe der Mittelwerte der Cs-137-Aktivitätskonzentrationen an 7 Indikatorstationen in der westlichen Ostsee
(Timeseries of mean values of Cs-137-activity concentrations from 7 indicator stations in the western Baltic Sea)

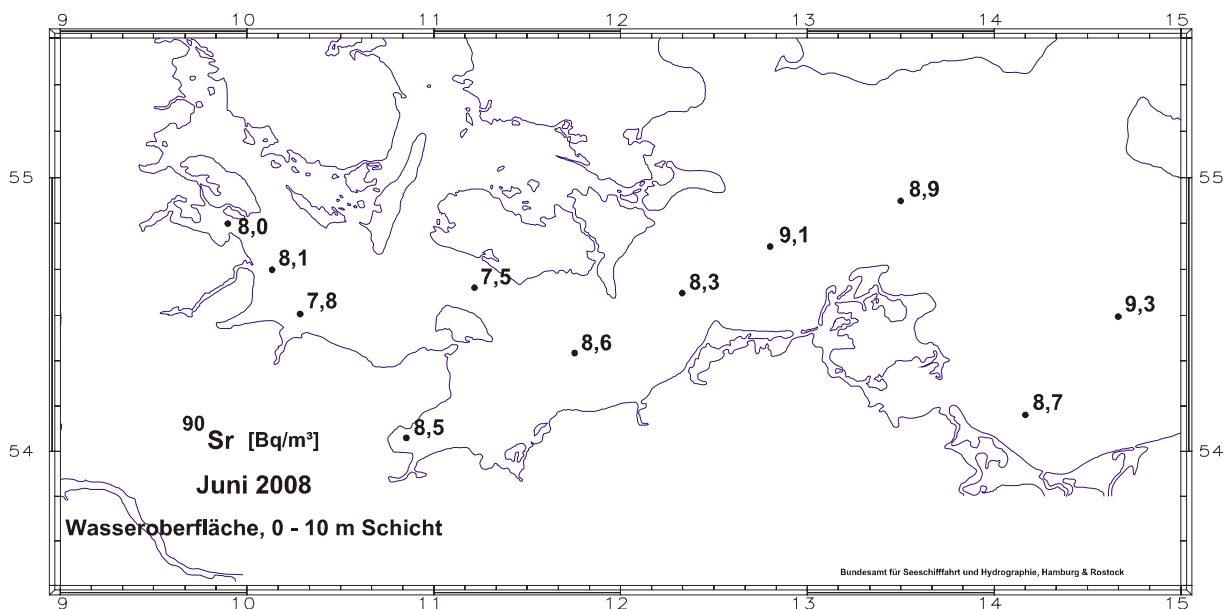


Abbildung 2.2.1-19 Verteilung der Aktivitätskonzentration von Sr-90 (Bq/m³) im Oberflächenwasser der westlichen Ostsee im Juni 2008
(Spatial distribution of the activity concentration of Sr-90 (Bq/m³) in surface sea water of the western Baltic Sea in June 2008)

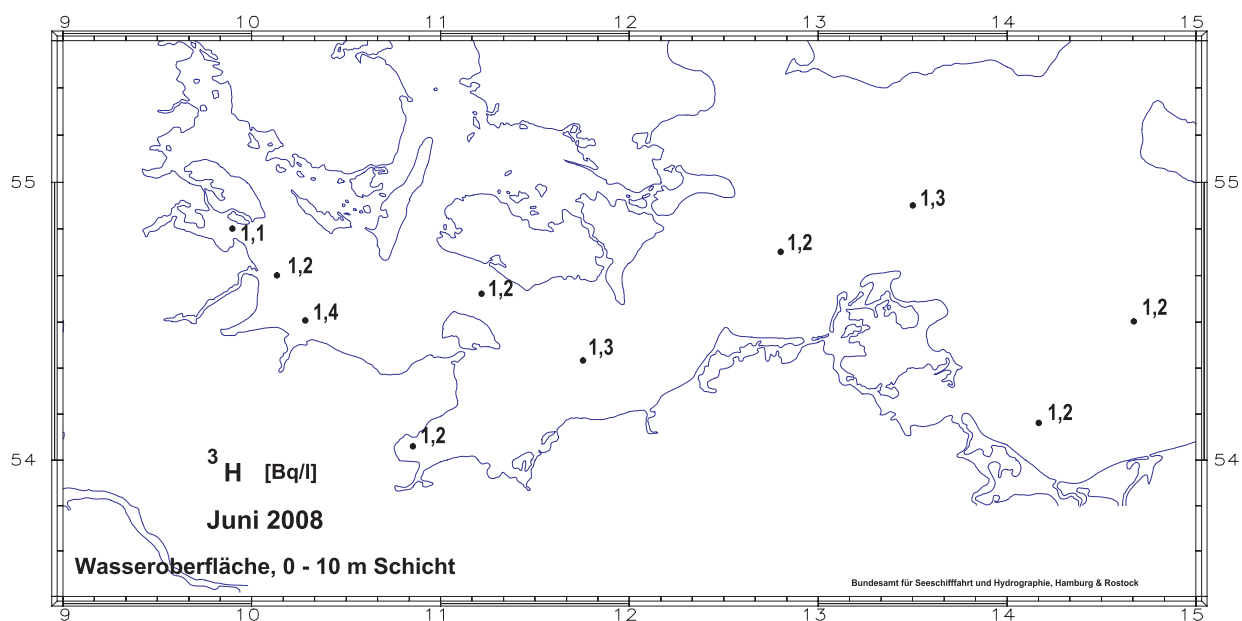


Abbildung 2.2.1-20 Verteilung der Aktivitätskonzentration von H-3 (Bq/l) im Oberflächenwasser der westlichen Ostsee im Juni 2008
(Spatial distribution of the activity concentration of H-3 (Bq/l) in surface sea water of the western Baltic Sea in June 2008)

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 2008 berichtet.

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

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

Im Rahmen der Überwachung nach dem StrVG wurden im Berichtsjahr die Messungen von Wasser-, Schwebstoff- und Sedimentproben aus 159 Gewässern - davon 84 Fließgewässer und 75 Seen bzw. Talsperren - mit insgesamt ca. 17.800 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 2008 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, betrugen die Jahresmittelwerte bis ca. 29 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 0,5 Bq/l (Schwarzbach, Hessen). 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 0,09 Bq/l. Pu-238 und Pu-(239+240) wurden vereinzelt mit Werten von jeweils unter 0,0002 Bq/l bestimmt.

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: der maximale Jahresmittelwert betrug 303 Bq/kg TM (Steinhuder Meer, Niedersachsen). Co-58 und Co-60 konnten in Ems, Mosel, Rhein und Weser nachgewiesen werden, wobei die Werte unter 3 Bq/kg TM lagen und damit unter der geforderten Nachweisgrenze des RMP von 5 Bq/kg TM. Für I-131 wurden Einzelwerte bis 125 Bq/kg TM (Spree) gemessen.

In **Sedimentproben** betrugen die mittleren spezifischen Aktivitäten von Cs-137 meist unter 100 Bq/kg TM. In einzelnen Seen traten auch hier noch höhere mittlere Gehalte an Cs-137 auf: der maximale Jahresmittelwert ergab sich zu 244 Bq/kg TM (Schollener See, Sachsen-Anhalt). Co-58 und Co-60 - in Ems, Jadebusen, Neckar und Rhein gemessen - lagen mit bis zu 2,5 Bq/kg TM ebenfalls deutlich unter der Nachweisgrenze des RMP.

Aus radiologischer Sicht ist der Gütezustand der Binnengewässer in 2008 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 µSv/a, falls derartiges Wasser unaufbereitet als Trinkwasser genutzt würde. Für Kleinkinder (<= 1 a; 170 l/a Konsum) beträgt die zusätzliche effektive Dosis hier ca. 0,54 µSv/a. Allein der von dem natürlichen Radionuklid K-40 für einen mittleren Gehalt von 0,4 Bq/l zu erwartende Dosisbeitrag liegt mit ca. 0,87 bzw. 4,2 µSv/a deutlich darüber.

Insbesondere Cs-137 war auch 2008 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 2008 insgesamt ausgewerteten Messwerte von Wasser-, Schwebstoff- und Sedimentmessungen nach StrVG und REI mit den jeweiligen maximalen gemessenen Werten und den zugehörigen Gewässern und Bezugszeiten
(Overview of all measuring results for surface water, suspended matter, and sediment evaluated in 2008, 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	217	0,61	Ems	Terborg, km 24,64	November	StrVG
	Gβ/Rβ-Aktivität	109	6,0	Salzbach	ERAM	August	REI
	H-3	1.781	4.700	Ems	Morsleben	IV. Quartal	REI
	Co-58	126	0,006	Rur	KKE Emsland, Auslaufbauwerk	I. Quartal	REI
	Co-60	1.753	0,041	Rhein	FZ Jülich, Jülich-Süd	III. Quartal	REI
	Sr-90	331	0,017	Marbach-Talsperre	KMK Müheim-Kärlich, Auslaufbauwerk	19.8.	StrVG
	I-131	732	0,46	Schwarzbach	Mossautal	15.5.	StrVG
	Cs-137	1.770	0,070	Arendsee	Trebur	21.5.	StrVG
	Pu-238	127	0,00017	Sösetalsperre	Arendsee	24.1.	StrVG
	Pu-(239+240)	127	0,00013	Kalter Bach	Osterode am Harz	II. Quartal	REI
	Sonstige	5.280			FS Rossendorf		
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Co-58	65	2,65	Mosel	Perl, km 241,96	Juni	StrVG
	Co-60	539	1,89	Weser	Rinteln, km 163,20	III. Quartal	StrVG
	I-131	247	125	Spree	Berlin, km 27,20	Februar	StrVG
	Cs-137	539	350	Steinhuder Meer	Wunstorf	IV. Quartal	StrVG
	Sonstige	2.840					
Sediment (Bq/kg TM)	Gα-Aktivität	4	653	Hirschkanal	FZ Karlsruhe	II. Quartal	REI
	Gβ-Aktivität	4	2.430	Hirschkanal	FZ Karlsruhe	IV. Quartal	REI
	Co-58	101	2,45	Neckar	Gundelsheim, km 94,1	14.10.	StrVG
	Co-60	1.114	77	Hauptentwässerungskanal	FZ Jülich	1.4.	REI
	I-131	442	74,6	Isar	KKI Isar, Einlaufbauwerk	IV. Quartal	REI
	Cs-137	1.116	270	Steinhuder Meer	Wunstorf	19.3.	StrVG
	Am-241	22	8,72	Schollener See	Schollene	13.5.	StrVG
	Sonstige	5.360		Hirschkanal	FZ Karlsruhe	III. Quartal	REI

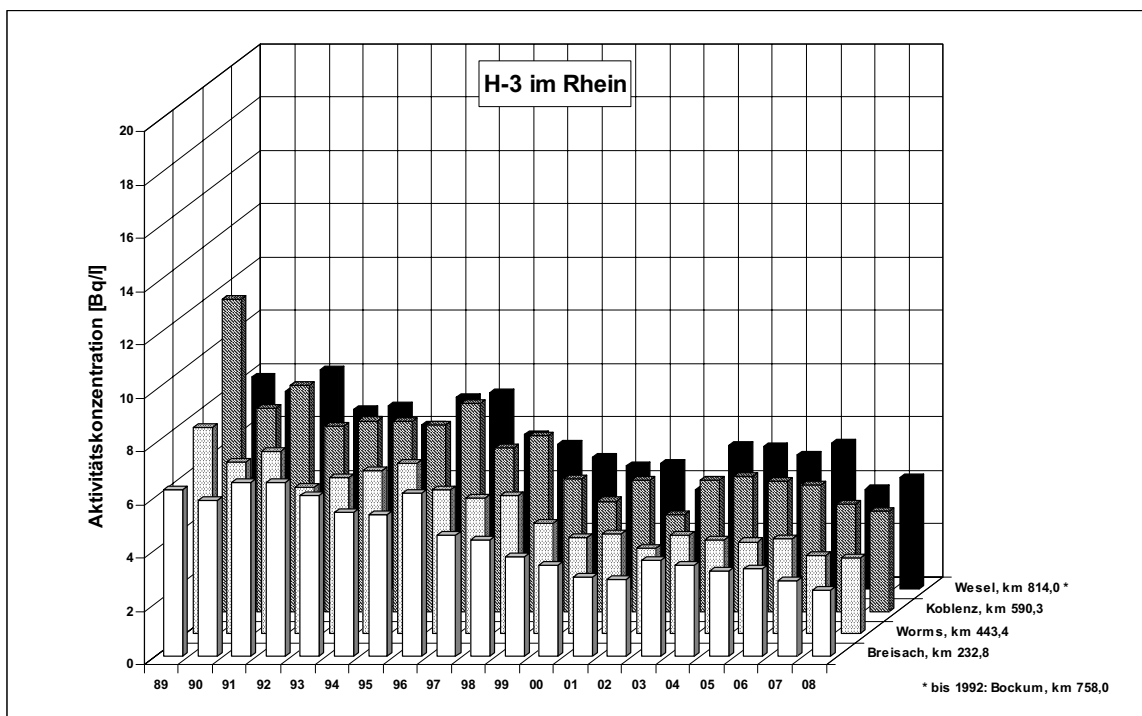


Abbildung 2.2.2-1 Tritiumgehalte (Bq/l) in Oberflächenwasser aus dem Rhein (Jahresmittelwerte)
(Contents of tritium (Bq/l) in surface water from the Rhine - annual mean values)

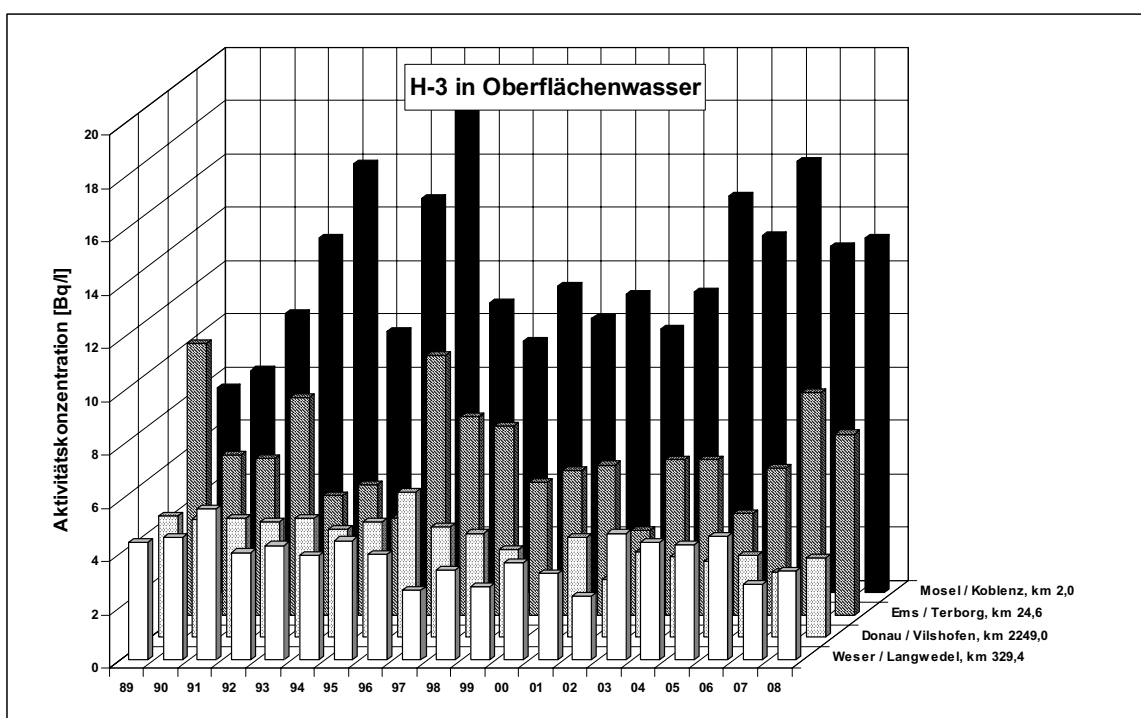


Abbildung 2.2.2-2 Tritiumgehalte (Bq/l) in Oberflächenwasser ausgewählter Binnengewässer
(Jahresmittelwerte)
(Contents of tritium (Bq/l) in surface water from selected inland waters - annual mean values)

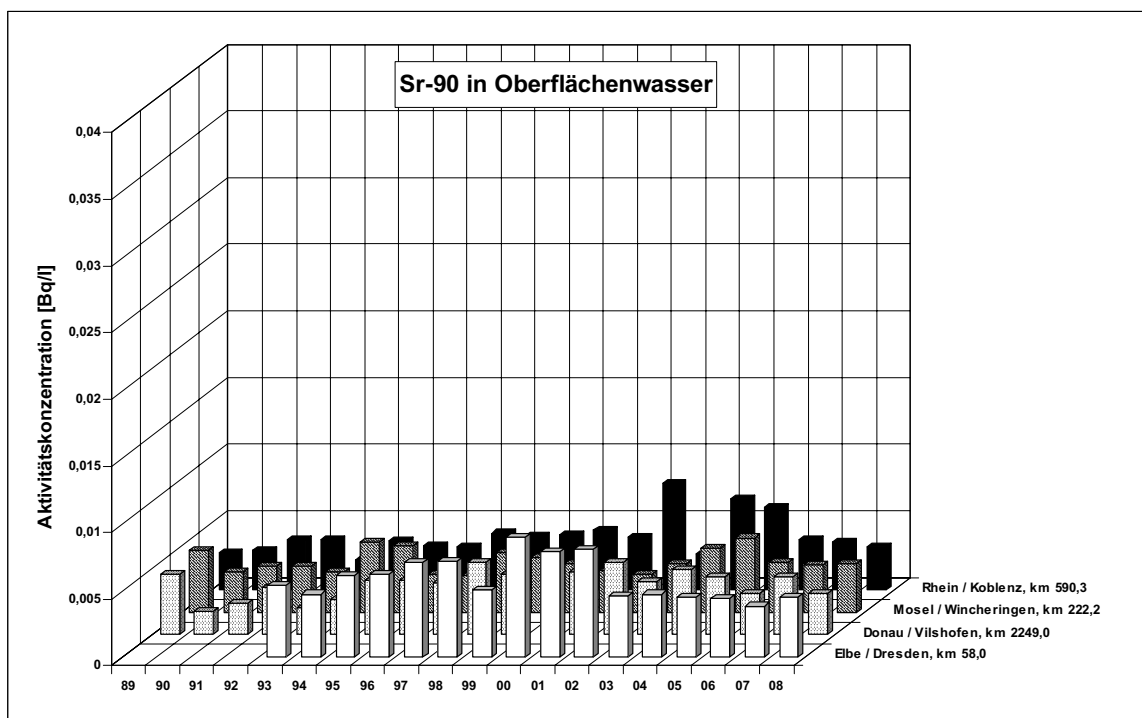


Abbildung 2.2.2-3 Aktivitätskonzentrationen (Bq/l) von Sr-90 in Oberflächenwasser ausgewählter Binnengewässer (Jahresmittelwerte)
(Sr-90 activity concentrations (Bq/l) in surface water from selected inland waters - annual mean values)

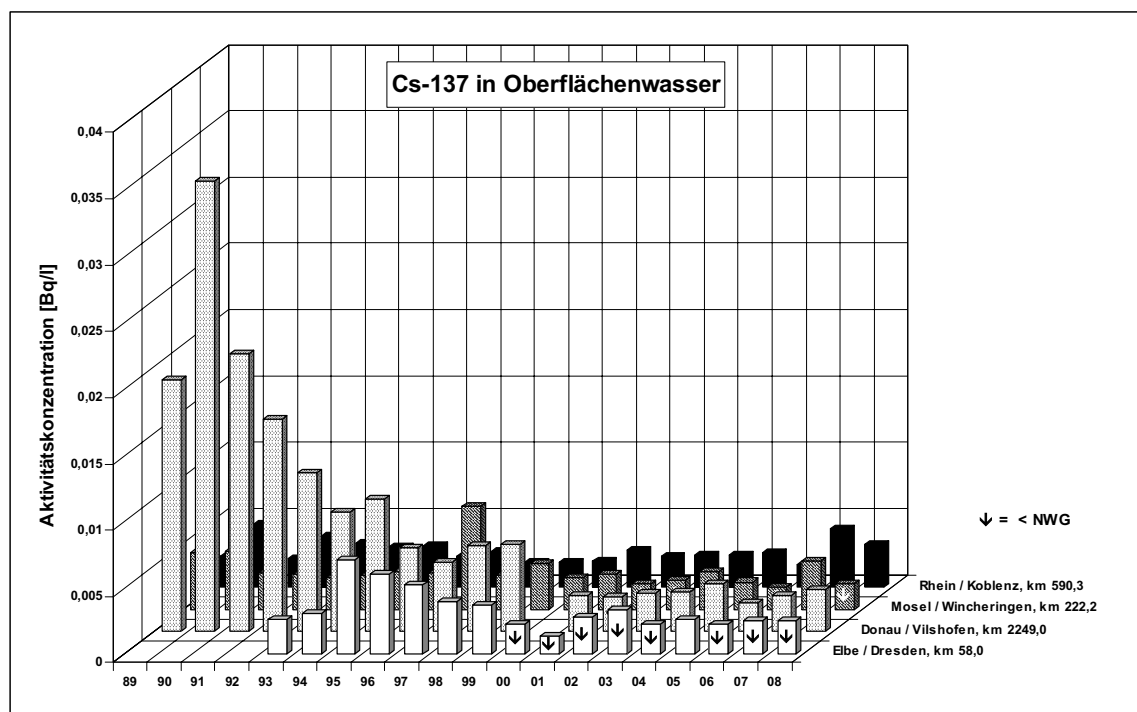


Abbildung 2.2.2-4 Aktivitätskonzentrationen (Bq/l) von Cs-137 in Oberflächenwasser ausgewählter Binnengewässer (Jahresmittelwerte)
(Cs-137 activity concentrations (Bq/l) in surface water from selected inland waters - annual mean values)

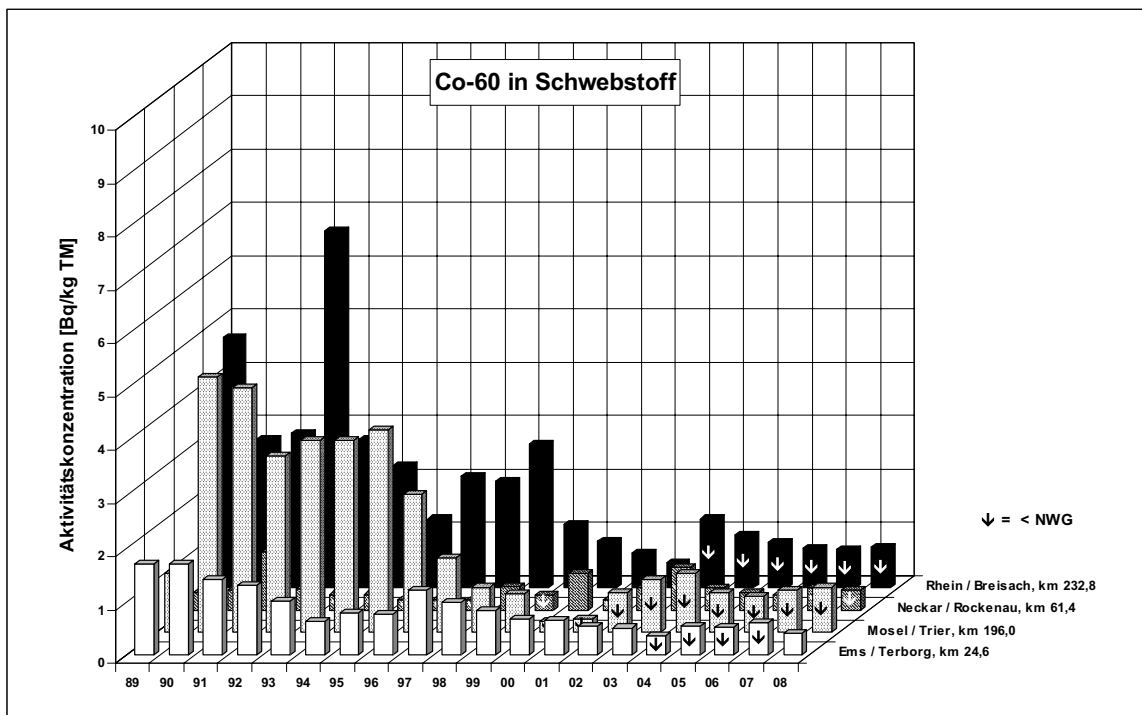


Abbildung 2.2.2-5 Spezifische Aktivitäten (Bq/kg TM) von Co-60 in Schwebstoffproben ausgewählter Binnengewässer (Jahresmittelwerte)

(Co-60 specific activities for samples of suspended matter in Bq/kg TM from selected inland waters - annual mean values)

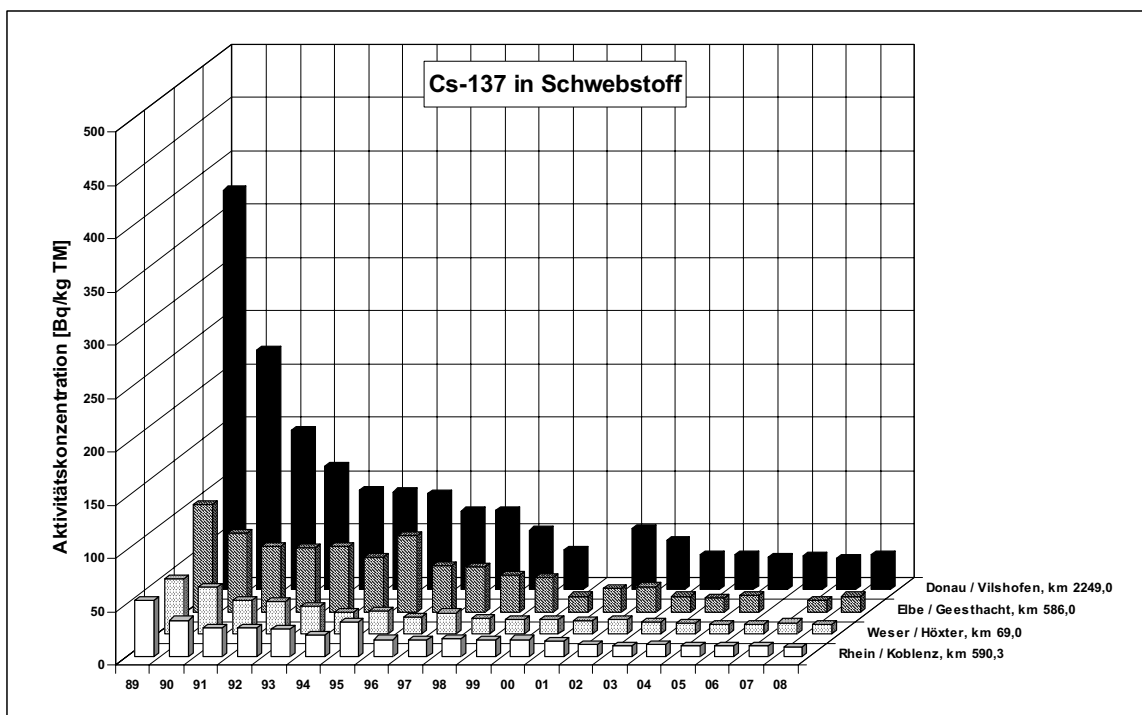


Abbildung 2.2.2-6 Spezifische Aktivitäten (Bq/kg TM) von Cs-137 in Schwebstoffproben ausgewählter Binnengewässer (Jahresmittelwerte)

(Cs-137 specific activities for samples of suspended matter in Bq/kg TM from selected inland waters - annual mean values)

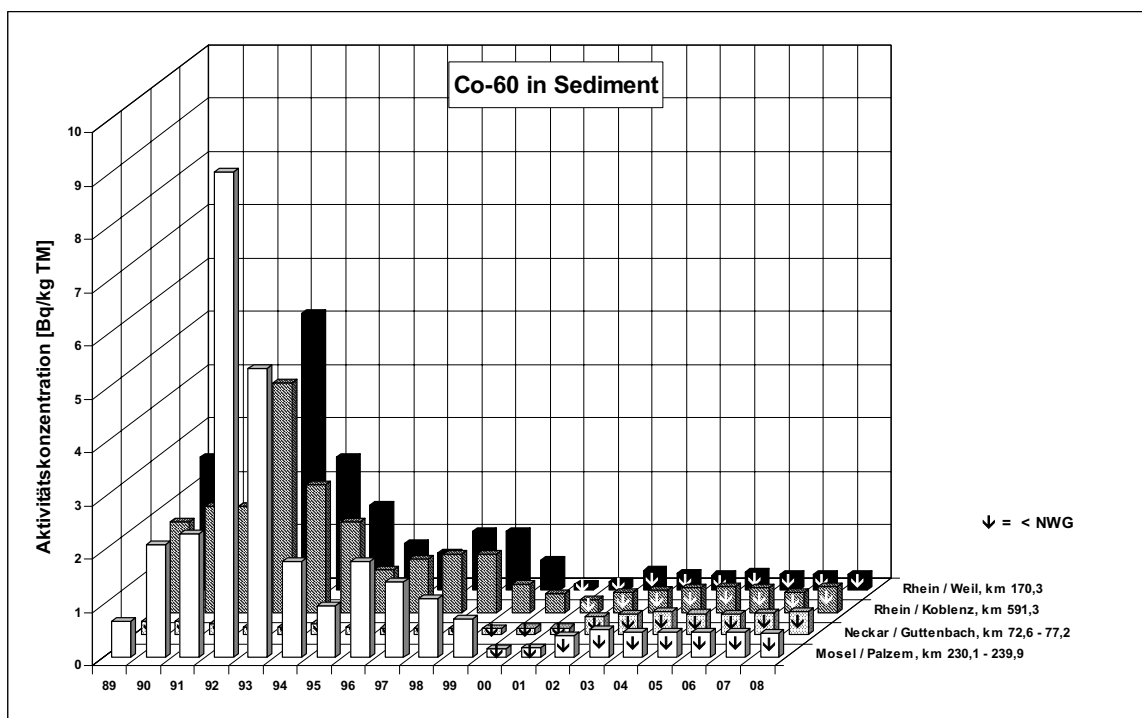


Abbildung 2.2.2-7 Spezifische Aktivitäten (Bq/kg TM) von Co-60 in Sedimentproben ausgewählter Binnen-
gewässer (Jahresmittelwerte)

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

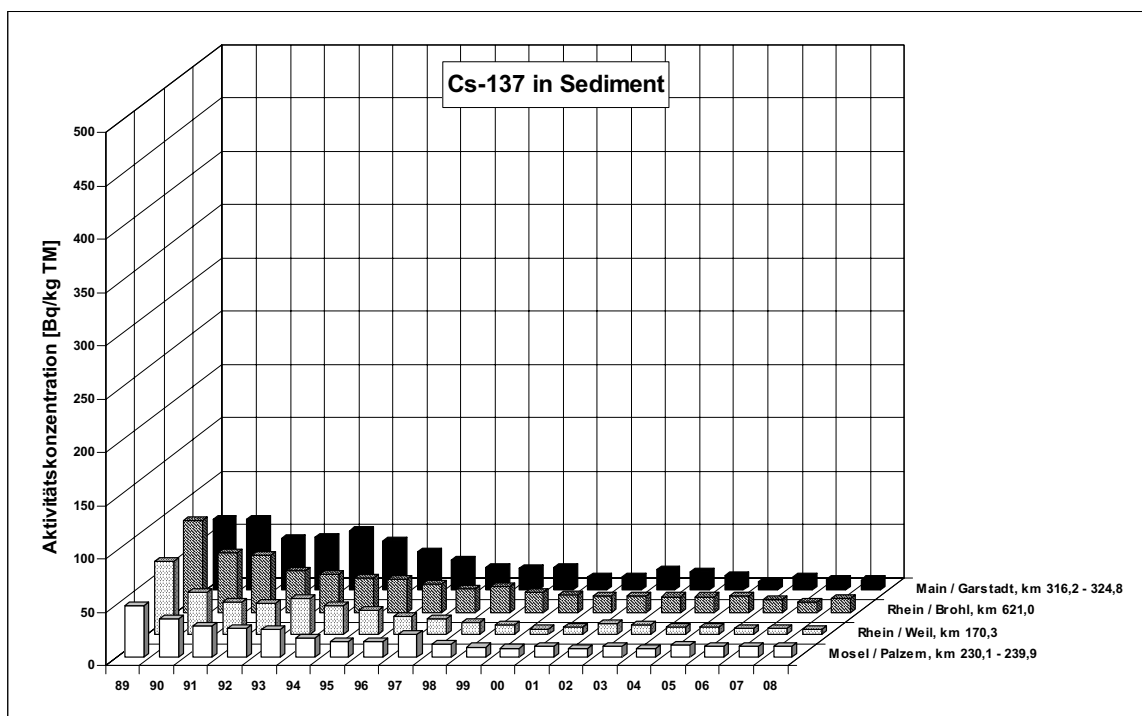


Abbildung 2.2.2-8 Spezifische Aktivitäten (Bq/kg TM) von Cs-137 in Sedimentproben ausgewählter Binnen-
gewässer (Jahresmittelwerte)

*(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 Komparti- ment	Nuklid	Probenentnahmeort, Flusskilometer	Anzahl 2008		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
					Einzelwerte 2008		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	min. Wert	max. Wert	2008	2007
RHEIN								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Weil, km 172,97	8	0	1,17	4,10	1,89	1,85
		Koblenz, km 590,3	12	0	2,88	4,60	3,76	4,04
		Wesel, km 814,0	12	0	2,42	7,38	4,20	3,77
	Sr-90	Weil, km 172,97	2	0	0,0024	0,0052	0,0038	0,0043
		Koblenz, km 590,3	4	0	0,0018	0,0058	0,0033	0,0036
		Wesel, km 814,0	4	0	0,0025	0,0057	0,0043	0,0034
	Cs-137	Weil, km 172,97	8	6	<0,0013	0,0064	<0,0030	0,0042
		Koblenz, km 590,3	12	6	<0,0014	0,0064	0,0033	0,0044
		Wesel, km 814,0	9	5	<0,0014	<0,0073	<0,0030	<0,0024
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Co-60	Weil, km 172,97	9	9	<0,36	<2,6	nn	nn
		Koblenz, km 590,3	12	12	<0,35	<0,58	nn	<0,44
		Wesel, km 814,0	7	7	<0,46	<3,36	nn	nn
	Cs-137	Weil, km 172,97	9	0	4,16	12,6	8,3	8,6
		Koblenz, km 590,3	12	0	7,56	11,5	9,2	10,1
		Wesel, km 814,0	7	0	7,38	12,6	9,3	13,6
	I-131	Koblenz, km 590,3	9	1	3,93	20,0	8,5	8,2
Sediment (Bq/kg TM)	Co-58	Worms, km 444,50-446,60	1	0	1,51	1,51	1,51	-
	Co-60	Weil, km 170,3	8	8	<0,25	<0,48	nn	nn
		Worms, km 444,50-446,60	12	12	<0,14	<0,77	nn	nn
		Koblenz, km 591,3	2	2	<0,38	<0,60	nn	nn
		Düsseldorf, km 740,3-748,9	12	12	<0,23	<1,17	nn	nn
	Cs-137	Weil, km 170,3	8	0	3,50	8,31	5,05	6,12
		Worms, km 444,50-446,60	12	2	<0,27	14,2	6,1	3,4
		Koblenz, km 591,3	2	0	10,7	13,8	12,3	10,6
		Düsseldorf, km 740,3-748,9	12	0	2,16	15,0	7,9	8,0
NECKAR								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Lauffen, km 125,2	12	0	6,20	28,7	13,5	17,2
		Rockenau, km 61,4	8	0	3,03	13,2	8,4	8,9
	Sr-90	Lauffen, km 125,2	4	2	<0,0015	0,0050	0,0045	0,0043
		Rockenau, km 61,4	2	1	<0,0015	0,0022	0,0022	0,0048
	Cs-137	Lauffen, km 125,2	12	9	<0,0013	0,0037	<0,0020	<0,0028
Rockenau, km 61,4		7	3	<0,0011	0,0043	0,0027	0,0029	
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Obertürkheim, km 189,5	3	0	8,27	9,00	8,69	9,7
		Rockenau, km 61,4	4	0	3,60	8,38	4,96	5,40
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Lauffen, km 125,2-130,1	-	-	-	-	-	7,6
		Neckarzimmern, km 85,8-86,2	6	0	7,52	11,0	8,7	8,42
		Guttenbach, km 72,0-77,2	11	2	<0,36	9,06	6,94	7,0
MAIN								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Wipfeld, km 316,1	12	0	1,39	42,4	6,9	10,3
		Eddersheim, km 15,3	12	0	1,12	19,9	4,2	3,33
	Sr-90	Wipfeld, km 316,1	4	0	0,0017	0,0050	0,0038	<0,0023
		Eddersheim, km 15,3	4	0	0,0018	0,0036	0,0031	0,0039
	Cs-137	Wipfeld, km 316,1	10	3	0,0012	0,0081	0,0036	0,0035
Eddersheim, km 15,3		12	7	<0,0015	0,0069	<0,0025	0,0032	
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Hallstadt, km 388,3	4	0	18,0	24,6	20,6	22,9
		Garstadt, km 323,7	4	0	10,9	17,7	13,7	15,2
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Hallstadt, km 388,2	4	0	4,60	18,2	9,3	7,0
		Garstadt, km 316,2-324,8	10	0	1,42	23,7	10,4	11,5

GEWÄSSER Komparti- ment	Nuklid	Probenentnahmeort, Flusskilometer	Anzahl 2008		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
					Einzelwerte 2008		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	min. Wert	max. Wert	2008	2007
MOSEL								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Wincheringen, km 222,2	12	0	17,5	41,0	29,4	23,2
		Koblenz, km 2,0	12	0	8,27	19,8	13,4	13,0
	Sr-90	Wincheringen, km 222,2	4	0	0,0026	0,0051	0,0039	0,0036
		Koblenz, km 2,0	4	0	0,0024	0,0048	0,0036	0,0041
	Cs-137	Wincheringen, km 222,2	12	7	<0,0014	0,0038	<0,0020	0,0037
		Koblenz, km 2,0	12	5	<0,0012	0,0027	0,0022	0,0023
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Co-58	Perl, km 241,96	3	0	1,26	2,65	2,07	0,91
	Co-60	Perl, km 241,96	12	9	<0,37	<1,64	<0,75	<0,68
		Trier, km 196,3	12	12	<0,36	<1,76	nn	nn
	Cs-137	Perl, km 241,96	12	0	9,65	19,6	14,6	12,8
		Trier, km 196,3	12	0	9,68	17,1	12,4	12,6
	I-131	Perl, km 241,96	9	2	<3,39	20,9	13,7	9,6
		Trier, km 196,3	8	2	<3,24	24,2	12,0	14,2
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Perl, km 239,7-242,0	5	5	<0,38	<1,16	nn	nn
		Trier, km 184,1-196,1	10	10	<0,25	<1,09	nn	nn
		Koblenz/Güls km 4,05	2	2	<0,35	<0,38	nn	nn
	Cs-137	Perl, km 239,7-242,0	5	0	11,3	18,9	13,4	14,1
		Trier, km 184,1-196,1	10	0	4,48	13,2	8,7	10,1
		Koblenz/Güls, km 4,05	2	0	7,59	20,9	14,2	12,0
		SAAR						
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Kanzem, km 5,0	12	0	1,04	1,73	1,26	1,16
	Sr-90		4	0	0,0026	0,0037	0,0032	0,0025
	Cs-137		12	3	<0,0011	0,0056	0,0029	0,0030
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Kanzem, km 5,0	12	0	11,9	23,2	15,3	15,7
DONAU								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Ulm-Wiblingen, km 2590,8	4	4	<8,0	<8,0	nn	nn
		Regensburg, km 2381,3	12	0	1,23	1,97	1,53	1,51
		Vilshofen, km 2249,0	12	0	1,99	5,40	2,97	2,46
	Sr-90	Regensburg, km 2381,3	4	0	0,0016	0,0040	0,0028	0,0037
		Vilshofen, km 2249,0	4	1	<0,0015	0,0045	0,0031	0,0043
	Cs-137	Ulm-Wiblingen, km 2590,8	4	4	<0,0045	<0,012	nn	nn
		Regensburg, km 2381,3	12	5	<0,0016	0,0040	0,0029	0,0036
		Vilshofen, km 2249,0	12	4	<0,0011	0,0056	0,0032	0,0027
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Ulm-Wiblingen, km 2590,8	4	0	79,2	122	101	119
		Regensburg, km 2381,3	4	0	43,8	48,0	46,4	44,7
		Vilshofen, km 2249,0	12	0	27,2	38,8	33,0	30,1
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Ulm-Wiblingen, km 2590,8	4	0	87,5	96,4	90,3	103
		Regensburg, km 2379,1-2381,4	4	0	21,9	40,4	34,6	52,5
		Straubing, km 2326,7	4	0	27,9	48,3	41,2	47,8
		Grünau, km 2205,5	2	0	14,8	21,0	17,9	16,5
ISAR								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Pullach, km 162,0	4	4	<5,2	<5,2	nn	nn
		Platting, km 9,1	4	2	<5,2	16	12	nn
	Cs-137	Pullach, km 162,0	4	4	<0,0053	<0,0076	nn	nn
		Platting, km 9,1	4	4	<0,0051	<0,0079	nn	nn
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Pullach, km 162,0	4	0	15,9	25,1	20,0	23,7
		Platting, km 9,1	4	0	48,9	55,9	52,5	49,6
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Pullach, km 162,0	4	0	16,5	45,7	28,0	27,0
		Platting, km 9,1	4	0	3,41	33,4	19,1	14,0

GEWÄSSER Komparti- ment	Nuklid	Probenentnahmeort, Flusskilometer	Anzahl 2008		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
					Einzelwerte 2008		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	min. Wert	max. Wert	2008	2007
EMS								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Geeste, km 106,3	12	0	1,42	48,6	16,5	12,9
		Terborg, km 24,64	12	0	1,52	17,2	6,8	8,3
	Co-60	Terborg, km 24,64	12	12	<0,0010	<0,0025	nn	<0,0016
		Sr-90	Geeste, km 106,3	4	0	0,0028	0,0073	0,0048
	Cs-137	Terborg, km 24,64	4	0	0,0020	0,0073	0,0048	0,0048
		Geeste, km 106,3	12	9	<0,0011	0,0030	<0,0018	<0,0034
		Terborg, km 24,64	12	4	<0,0014	0,0081	0,0044	0,011
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Co-60	Terborg, km 24,64	4	1	<0,23	0,46	0,40	nn
		Geeste, km 106,3	3	0	17,3	24,2	20,4	21,6
	Cs-137	Terborg, km 24,64	4	0	4,06	4,94	4,34	3,21
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Herbrum, km 212,75	4	0	5,69	6,70	6,33	5,64
WESER / UNTERWESER / JADEBUSEN								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Rinteln, km 163,2	12	0	1,28	12,4	5,7	5,02
		Langwedel, km 329,4	12	0	1,33	7,11	3,32	2,84
		Blexen, km 430,00	12	0	2,21	6,59	3,91	3,72
	Sr-90	Rinteln, km 163,2	4	2	<0,0015	0,0044	0,0037	0,0026
		Langwedel, km 329,4	4	0	0,0025	0,0053	0,0040	0,0063
		Blexen, km 430,0	3	0	0,0028	0,0037	0,0033	0,0024
	Cs-137	Rinteln, km 163,2	12	7	0,0015	0,0028	<0,0018	0,0038
		Langwedel, km 329,4	12	5	<0,0016	0,0051	0,0033	0,0035
		Blexen, km 430,0	12	5	0,0017	<0,0055	0,0033	0,0049
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Rinteln, km 163,2	4	0	7,86	11,7	9,8	9,9
		Langwedel, km 329,4	12	0	7,73	25,2	11,3	9,9
		Wilhelmshaven/Jadebusen	-	-	-	-	-	-
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Wilhelmshaven/Vorhafen	2	0	0,60	0,88	0,74	<0,57
	Cs-137	Minden, km 204,40	4	0	5,35	11,1	9,0	12,9
		Bremen, km 373,97	4	0	3,48	7,06	4,70	8,53
		Wilhelmshaven/Vorhafen	2	0	4,33	5,41	4,87	3,91
ELBE								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Dresden, km 58,0	12	0	2,98	7,29	5,55	4,03
		Tangermünde, km 389,10	12	0	2,08	5,29	3,85	2,70
		Geesthacht, km 586,0	12	0	1,82	4,42	3,02	-
		HH (Bunthaus), km 609,8	4	0	3,44	4,72	3,90	2,51
		Cuxhaven, km 724,5	-	-	-	-	-	3,56
	Sr-90	Dresden, km 58,0	4	1	<0,0015	0,0052	0,0045	0,0038
		Tangermünde, km 389,10	3	0	0,0030	0,0095	0,0064	0,0035
		Geesthacht, km 586,0	3	1	<0,0015	0,0054	0,0034	-
		HH (Bunthaus), km 609,8	4	0	0,0027	0,0035	0,0030	0,0034
		Cuxhaven, km 724,5	-	-	-	-	-	0,0040
	Cs-137	Dresden, km 58,0	12	9	<0,0016	0,0040	<0,0025	<0,0025
		Tangermünde, km 389,10	9	5	0,0011	<0,0040	<0,0023	0,0053
		Geesthacht, km 586,0	12	7	<0,0016	<0,0047	<0,0029	-
		HH (Bunthaus), km 609,8	4	3	<0,0017	<0,0019	<0,0018	<0,0023
		Cuxhaven, km 724,5	-	-	-	-	-	<0,0032
Schwebstoff (Bq/kg TM)	I-131	HH (Bunthaus), km 609,8	4	1	1,29	<2,05	1,37	
		Cs-137	Dresden, km 58,0	12	0	9,11	24,3	19,3
	Cs-137	Geesthacht, km 586,0	3	0	13,1	18,9	15,5	11,0
		HH (Bunthaus), km 609,8	4	0	6,21	15,3	9,7	14,3
		Cuxhaven, km 726,3	-	-	-	-	-	<0,37
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Dresden, km 58,0	4	0	14,2	41,6	26,6	24,5
		Arneburg, km 403,5	4	0	16,1	30,0	20,2	21,7
		HH (Bunthaus), km 609,8	4	0	22,9	25,4	24,3	25,7
		Cuxhaven, km 726,3	4	0	2,74	3,44	3,11	3,50

GEWÄSSER Komparti- ment	Nuklid	Probenentnahmeort, Flusskilometer	Anzahl 2008		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
			N	<NWG	Einzelwerte 2008		Jahresmittelwerte	
					min. Wert	max. Wert	2008	2007
ODER								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Eisenhüttenstadt, km 553,20	8	0	0,94	1,26	1,07	1,10
		Schwedt, km 690,55	12	0	0,88	1,20	1,04	1,02
	Sr-90	Eisenhüttenstadt, km 553,20	4	0	0,0031	0,0098	0,0059	0,0053
		Schwedt, km 690,55	4	0	0,0028	0,0061	0,0047	0,0070
	Cs-137	Eisenhüttenstadt, km 553,20	9	2	<0,0017	0,0059	0,0039	0,0036
		Schwedt, km 690,55	12	3	<0,0021	0,0062	0,0038	0,0045
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Eisenhüttenstadt, km 553,20	3	0	18,0	20,5	19,0	20,9
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Hohensaaten, km 667,5	4	0	7,58	24,9	16,6	42,0
SPREE								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Berlin-Sophienwerder, km 0,60	4	4	<2,03	<2,53	nn	nn
		Berlin-Schöneeweide, km 27,2	12	0	0,70	1,15	0,90	0,94
	Sr-90	Berlin-Schöneeweide, km 27,2	3	0	0,0017	0,0049	0,0031	0,0033
		Berlin-Sophienwerder, km 0,60	4	1	0,0012	0,0027	0,0019	0,0014
	Cs-137	Berlin-Schöneeweide, km 27,2	12	7	<0,0014	0,0050	<0,0022	<0,0032
Schweb- stoffe (Bq/kg TM)	I-131	Berlin, km 9,20 (Einmündung Landwehrkanal)	4	2	<1,09	3,43	2,75	-
	Cs-137	Berlin-Schöneeweide, km 27,2	10	0	7,44	22,3	16,8	19,5
		Berlin, km 9,20 (Einmündung Landwehrkanal)	4	0	2,06	5,55	3,30	4,23
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Berlin-Schöneeweide, km 27,2	-	-	-	-	-	-
		Berlin, km 9,20 (Einmündung Landwehrkanal)	4	0	13,2	25,6	19,9	23,3
HAVEL								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Zehdenick, km 15,1	12	0	0,79	1,14	0,92	1,01
	Sr-90		4	1	<0,0015	0,0029	0,0025	0,0038
	Cs-137		12	3	0,0024	0,0071	0,0039	0,0059
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Zehdenick, km 15,1	4	0	40,4	58,4	50,1	55,1
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Zehdenick, km 15,1	4	0	13,8	39,9	28,8	33,4
SAALE								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Halle/Planena, km 104,5	9	0	0,87	1,47	1,08	1,13
		Camburg, km 187,0	4	4	<3,3	<3,8	nn	nn
	Sr-90	Halle/Planena, km 104,5	3	0	0,0020	0,0051	0,0037	0,0032
		Camburg, km 187,0	4	0	0,0037	0,0046	0,0042	0,0052
	Cs-137	Halle/Planena, km 104,5	9	7	<0,0015	0,0070	<0,0028	<0,0019
		Camburg, km 187,0	4	4	<0,017	<0,020	nn	nn
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Halle/Planena, km 104,5	4	0	10,2	15,7	12,2	11,3
		Camburg, km 187,0	4	0	24,2	39,7	34,6	31,5
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Halle/Planena, km 105,5	4	0	5,02	10,7	8,1	10,2
		Dorndorf-Steudnitz, km 192,0	4	0	12,9	16,4	14,2	18,5
PEENE								
Oberflächen- wasser(Bq/l)	H-3	Anklam, km 96,1	12	0	0,85	1,20	1,03	0,97
	Sr-90		4	0	0,0022	0,0051	0,0037	0,0049
	Cs-137		12	7	<0,0011	0,0053	<0,0022	0,0037
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Anklam, km 96,1	4	0	21,6	42,6	31,9	32,5
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Anklam, km 96,1	4	0	24,4	28,8	27,1	31,8
TRAVE / UNTERTRAVE								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Travemünde, km 26,9	12	0	1,12	1,88	1,35	1,40
	Sr-90		4	0	0,0019	0,0060	0,0039	0,0040
	Cs-137		12	0	0,0040	0,017	0,011	0,0098

GEWÄSSER Komparti- ment	Nuklid	Probenentnahmeort, Flusskilometer	Anzahl 2008		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
					Einzelwerte 2008		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	min. Wert	max. Wert	2008	2007
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Travemünde, km 26,9	1	0	39,0	39,0	39,0	42,3
NORD-OSTSEE-KANAL								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Kiel-Holtenau, Einmündung Nord-Ostsee-Kanal	12	0	1,12	1,45	1,34	1,46
	Sr-90		3	1	<0,0015	0,0053	0,0051	0,0039
	Cs-137		12	0	0,0033	0,020	0,013	0,014
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Kiel-Holtenau, Einmündung Nord-Ostsee-Kanal	4	0	26,8	37,3	33,5	38,6

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 2008		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
					Einzelwerte 2008		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	min. Wert	max. Wert	2008	2007
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	<0,0039	<0,013	nn	nn
		Nonnenhorn	4	3	0,0054	<0,0080	0,0065	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Nonnenhorn	4	1	<0,93	5,07	3,31	3,17
BAYERN / Chiemsee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Seeon-Seebruck	4	4	<5,2	<5,2	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,0025	0,0049	0,0039	0,0048
	Cs-137		4	4	<0,0053	<0,0080	nn	nn
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Seeon-Seebruck	4	0	34,2	70,8	49,0	50,3
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Seeon-Seebruck	5	0	5,39	21,0	10,5	14,8
Starnberger See								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Starnberg	4	4	<5,2	<5,2	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,0090	0,010	0,010	0,0094
	Cs-137		4	4	<0,0049	<0,0075	nn	nn
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Starnberg	4	0	131	196	154	188
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Starnberg	3	0	66,4	94,6	82,5	94
BERLIN / Müggelsee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	PE-Stelle 41035	4	4	<2,10	<2,59	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,0033	0,0039	0,0036	0,0031
	Cs-137		4	2	<0,0017	0,0033	0,0027	0,0023
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	PE-Stelle 41035	4	0	1,40	8,07	4,12	1,61
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	PE-Stelle 41035	4	0	30,3	57,7	42,3	45,7
Stößensee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Siemenswerder	4	4	<2,10	<2,57	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,0039	0,0045	0,0041	0,0033
	Cs-137		4	1	0,0014	0,0030	0,0021	nn

LAND / Gewässer Kompartiment	Nuklid	Proben- entnahmeort	Anzahl 2008		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
			N	<NWG	Einzelwerte 2008		Jahresmittelwerte	
					min. Wert	max. Wert	2008	2007
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Siemenswerder	4	0	3,00	20,2	9,4	4,9
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Siemenswerder	4	0	63,7	117	100	111
BRANDENBURG / Stechlinsee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Neuglobsow	4	4	<5,99	<6,89	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,013	0,016	0,015	0,016
	Cs-137		5	1	<0,0048	0,010	0,009	0,008
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Neuglobsow	4	0	13	26	18	10,5
Neuendorfer See								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Alt-Schadow	4	4	<6,20	<9,20	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,005	0,005	0,005	0,005
	Cs-137		4	4	<0,016	0,020	nn	nn
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Alt-Schadow	4	0	19	23	21	23
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Alt-Schadow	4	0	0,91	1,6	1,1	0,9
HESSEN / Marbach-Talsperre								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Erbach	4	4	<5,54	<7,05	nn	nn
	Sr-90		4	0	0,006	0,017	0,009	<0,011
	Cs-137		4	4	<0,003	<0,008	nn	nn
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Erbach	4	0	14,2	19,3	16,8	18,3
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Erbach	4	0	6,88	15,5	12,0	11,7
MECKLENBURG-VORPOMMERN / Borgwallsee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Lüssow	4	3	3,75	<4,99	<4,62	nn
	Cs-137		4	4	<0,0075	<0,013	nn	<0,0047
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Lüssow	4	0	2,84	7,80	5,30	9,3
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Lüssow	4	0	0,69	5,74	3,79	8,1
Schweriner See								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Schwerin	4	3	3,76	<5,03	<4,60	nn
	Sr-90		4	1	<0,0032	0,0062	0,0051	0,0041
	Cs-137		4	3	<0,0074	<0,011	<0,0092	0,0053
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Schwerin	4	0	41,7	98,8	73,0	78
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Schwerin	4	0	11,2	43,8	30,4	54,2
NIEDERSACHSEN / Sösetalsperre								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Osterode am Harz	4	2	1,3	<1,9	1,5	<1,5
	Sr-90		4	0	0,0011	0,0047	0,0026	0,0022
	Cs-137		4	3	<0,0005	<0,0011	<0,0008	nn
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Osterode am Harz	4	0	34	48	40	42
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Osterode am Harz	4	0	36	66	47	52
Steinhuder Meer								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Wunstorf	4	2	1,2	<1,8	1,3	1,4
	Cs-137		4	0	0,0082	0,012	0,010	0,008
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Wunstorf	4	0	260	350	303	295

LAND / Gewässer Kompartiment	Nuklid	Proben- entnahmeort	Anzahl 2008		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
					Einzelwerte 2008		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	min. Wert	max. Wert	2008	2007
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Wunstorf	4	0	60	270	175	183
NORDRHEIN-WESTFALEN / Möhne-Stausee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Möhnesee	4	1	<3,30	8,76	6,85	4,80
	Sr-90		1	0	0,0084	0,0084	0,0084	0,025
	Cs-137		4	4	<0,0025	<0,0040	nn	nn
Dreilägerbach-Talsperre								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Roetgen	4	4	<10	<10	nn	nn
	Cs-137		4	3	<0,0002	0,0008	<0,0004	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Roetgen	4	0	5,70	13,6	8,4	5,7
RHEINLAND-PFALZ / Laacher See								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Maria Laach	4	3	1,9	<3,3	< 2,9	nn
	Cs-137		4	0	0,029	0,034	0,032	0,032
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Maria Laach	4	0	83	100	90	107
SACHSEN / Talsperre Pöhl								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Thoßfell	4	4	<4,2	<5,7	nn	nn
	Cs-137		4	4	<0,0053	<0,0062	nn	nn
Schwebstoff (Bq/kg TM)	Cs-137	Thoßfell	4	0	47,5	69,0	55,8	56,4
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Thoßfell	4	0	37,1	58,2	45,8	22,1
SACHSEN-ANHALT / Arendsee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Arendsee	4	4	<5,0	<5,0	nn	nn
	Cs-137		4	0	0,052	0,070	0,060	0,067
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Arendsee	4	0	19,8	35,5	27,6	15,8
Schollener See								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Schollene	4	4	<5,0	<5,0	nn	nn
	Cs-137		4	0	<0,013	0,035	0,024	0,0240
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Schollene	4	0	224	270	244	258
SCHLESWIG-HOLSTEIN / Schaalsee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Seedorf	4	4	<10	<10	nn	nn
	Sr-90		4	4	<0,010	<0,010	nn	<0,010
	Cs-137		4	4	<0,013	<0,028	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Seedorf	4	0	138	174	157	160
Wittensee								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Gr. Wittensee	4	4	<10	<10	nn	nn
	Cs-137		4	4	<0,014	<0,030	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Cs-137	Gr. Wittensee	4	0	24,6	239	158	18,4
THÜRINGEN / Talsperre Deesbach								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Deesbach	-	-	-	-	-	nn
	Cs-137		-	-	-	-	-	nn
Talsperre Ohra								
Oberflächenwasser (Bq/l)	H-3	Luisenthal	4	4	<3,5	<4,0	nn	-
	Cs-137		4	4	<0,012	<0,020	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 2008. In die Auswertung wurden insgesamt ca. 6.900 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 betrugen hier im Mittel bis zu 2.600 Bq/l in der Ems (KKE 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. 0,002 Bq/l signifikante Auswirkungen der jeweiligen Anlagen im Vorfluter nicht erkennen. Sonstige 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 etwas höhere Einzelgehalte an Co-60 gemessen: bis 28 Bq/kg TM in der Weser (KWW Würzgassen) und 77 Bq/kg TM im Hauptentwässerungskanal des FZ Jülich. Für Cs-137 waren auf Grund der vergleichsweise hohen Vorbelastung (siehe oben) Einflüsse 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 590 und für Am-241 mit 5,3 Bq/kg TM im Mittel gemessen. Pu-238, Pu-(239+240) und andere Transurane wurden in Sedimenten 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 von ca. 29 Bq/l. Unter der Annahme, dass Oberflächenwasser dieses Flussabschnittes unaufbereitet als Trinkwasser genutzt würde, ergibt sich die auf dem „Trinkwasser-Pfad“ für Erwachsene (> 17 a; 700 l/a Konsum) von H-3 resultierende effektive Dosis zu ca. 0,4 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.

Gehalte an Co-60 von 28 Bq/kg TM konnten an Sedimentproben aus der Weser (KWW Würzgassen) gemessen werden. Für den Fall, dass derartiges Sohlenmaterial gebaggert und an Land gelagert werden würde, lässt sich die auf dem sensitiven Expositionspfad „Aufenthalt auf Spülfeldern“ zu erwartende zusätzliche externe effektive Dosis für Erwachsene (> 17 a) für Standardbedingungen zu ca. 8,8 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 2008		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
					Einzelwerte 2008		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	min. Wert	max. Wert	2008	2007
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	<0,0029	<0,0141	nn	nn
		vor KKW Leibstadt	4	4	<0,0213	<0,0277	nn	nn
		nach KKW Leibstadt	4	4	<0,0208	<0,0232	nn	nn
	Cs-137	vor Aare-Einmündung	4	4	<0,0029	<0,0100	nn	nn
		vor KKW Leibstadt	4	4	<0,0189	<0,0212	nn	nn
		nach KKW Leibstadt	4	4	<0,0158	<0,0228	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Aare-Einmündung	3	3	<0,245	<0,413	nn	nn
		vor KKW Leibstadt	3	3	<0,321	<0,442	nn	nn
		nach KKW Leibstadt	3	3	<0,215	<0,397	nn	<0,482
	Cs-137	vor Aare-Einmündung	3	0	3,05	4,46	3,80	4,11
		vor KKW Leibstadt	3	0	4,57	8,45	6,87	5,42
		nach KKW Leibstadt	3	0	4,53	4,79	4,66	4,77
		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	<0,0142	<0,0415	nn	nn
		Neuf Brisach	12	12	<0,0071	<0,0265	nn	nn
	Cs-137	Weil	12	12	<0,0127	<0,0341	nn	nn
		Neuf Brisach	12	12	<0,0068	<0,0217	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Neuenburg/Grissheim km 206,5	3	3	<0,270	<0,361	nn	nn
		Breisach, km 232,0	3	3	<0,326	<0,406	nn	nn
	Cs-137	Neuenburg/Grissheim km 206,5	3	0	1,78	2,98	2,23	2,11
		Breisach, km 232,0	3	0	2,16	4,73	3,51	3,88
RHEIN / HIRSCHKANAL / Forschungszentrum Karlsruhe								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	Gα	Hirschkanal	52	1	0,010	0,045	0,024	<0,029
	Gβ		52	16	0,062	0,164	0,103	0,089
	H-3		64	33	1,96	49,1	<7,2	<4,0
	Co-60		4	4	<0,0063	<0,0158	nn	nn
	Cs-137		4	4	<0,0057	<0,0132	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Gα	Hirschkanal	4	0	529	653	590	478
	Gβ		4	0	1.950	2.430	2.170	1.750
	Co-60		8	8	<0,266	<5,28	nn	nn
	Cs-137		8	0	44,7	161	105	123
	Am-241		6	0	1,84	8,72	5,24	5,6
RHEIN / KKP Philippsburg								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	16	14	3,5	<8,0	<7,0	<6,8
		Auslaufbauwerke I u. II	32	13	3,8	244	33	23
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0034	<0,030	nn	nn
		Auslaufbauwerke I u. II	16	16	<0,0034	<0,033	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0033	<0,032	nn	nn
		Auslaufbauwerke I u. II	16	16	<0,0034	<0,032	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-58	vor Auslaufbauwerk	-	-	-	-	-	-
		Auslaufbauwerk	2	1	1,17	<1,69	1,17	0,716
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	4	2	0,295	<0,949	0,385	nn
		Auslaufbauwerk	4	0	1,03	2,81	1,95	1,43
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	0	10,8	13,5	12,5	13,2
		Auslaufbauwerk	4	0	7,40	11,6	10,2	11,6
RHEIN / KWB Biblis								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	7	<4,8	<9,7	<7,1	6,31
		Auslaufbauwerke A u. B	16	9	<5,0	12,5	<8,26	113
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0215	<0,0409	nn	nn
		Auslaufbauwerke A u. B	16	16	<0,0244	<0,0484	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0217	<0,0382	nn	nn
		Auslaufbauwerke A u. B	16	16	<0,0218	<0,0527	nn	nn

GEWÄSSER/ KT-Anlage Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmestelle	Anzahl 2008		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
			N	<NWG	Einzelwerte 2008		Jahresmittelwerte	
					min. Wert	max. Wert	2008	2007
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	2	2	<0,59	<0,62	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	2	0	0,12	0,21	0,17	<0,46
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	2	0	10,0	10,0	10,0	10,1
		nach Auslaufbauwerk	2	0	5,20	5,99	5,59	24,7
RHEIN / KMK Mülheim-Kärlich (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	4	5,9	12	8,5	<6,9
		Auslaufbauwerk	8	5	<3,1	10	<7	<5,7
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	9	8	<0,0085	0,041	<0,020	nn
		Auslaufbauwerk	9	9	<0,0088	<0,024	nn	<0,017
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	9	9	<0,0090	<0,019	nn	nn
Auslaufbauwerk		9	9	<0,0078	<0,018	nn	nn	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	2	2	<0,44	<0,54	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	2	0	<0,61	<0,63	nn	1,3
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	2	0	11	14	13	14
		nach Auslaufbauwerk	2	0	15	15	15	6,1
NECKAR / GKN Neckarwestheim								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	12	7	3,2	<8,0	<5,9	5,2
		Auslaufbauwerk	12	0	5,3	99	56	66
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	12	12	<0,0057	<0,046	nn	nn
		Auslaufbauwerk	12	12	<0,0128	<0,043	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	12	12	<0,0057	<0,063	nn	nn
		Auslaufbauwerk	12	12	<0,0137	<0,062	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	2	2	<0,323	<0,656	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	4	4	<0,302	<0,528	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	2	0	6,39	7,50	6,95	6,59
		nach Auslaufbauwerk	4	0	2,14	12,4	6,3	6,6
NECKAR / KWO Obrigheim (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	5	7,0	9,6	<8,2	<9
		Auslaufbauwerk	8	0	14,8	25	20	85
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0050	<0,014	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	7	0,0041	<0,015	<0,010	<0,011
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0045	<0,018	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,0050	<0,017	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	2	2	<0,310	<0,351	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	4	4	<0,324	<0,593	nn	<0,90
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	2	0	0,515	0,616	0,566	0,764
		nach Auslaufbauwerk	4	0	0,817	9,36	6,07	7,5
MAIN / KKG Grafenrheinfeld								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	8	<5,2	<10	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	0	32,6	240	119	143
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,018	<0,049	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,037	<0,049	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,020	<0,054	nn	nn
		Auslaufbauwerk	4	4	<0,038	<0,050	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	4	4	<2,00	<4,21	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	4	4	<2,10	<3,68	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	0	24,1	42,1	32,0	25,7
		nach Auslaufbauwerk	4	0	23,6	38,7	30,9	28,6
MAIN / GUSTAVSEE / Versuchssatomkraftwerk Kahl (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Gustavsee/Kahl a. Main	1	1	<2,4	<2,4	nn	nn
	Co-60		3	3	<0,032	<0,045	nn	nn
	Cs-137		3	3	<0,026	<0,040	nn	nn
MOSEL / KKW Cattenom								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Palzem, km 230	12	0	15	46	31	29
	Co-60		12	12	<0,015	<0,032	nn	nn
	Cs-137		12	12	<0,015	<0,031	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Palzem, km 230	2	2	<0,60	<0,63	nn	0,60
	Cs-137		2	0	7,9	16	12	12

GEWÄSSER/ KT-Anlage Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmestelle	Anzahl 2008		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
					Einzelwerte 2008		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	min. Wert	max. Wert	2008	2007
DONAU / KRB Gundremmingen								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	8	<2,64	<8,42	nn	nn
		Auslaufbauwerk I	8	0	103	168	137	176
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0028	<0,041	nn	nn
		Auslaufbauwerk I	8	4	0,0038	<0,040	0,0067	<0,025
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0025	<0,039	nn	nn
Auslaufbauwerk I		8	5	0,0031	<0,039	<0,020	<0,029	
Sediment (Bq/kg)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,207	<0,461	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	4	0	1,40	6,62	3,41	2,22
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	0	80,9	97,4	88,6	85,1
		nach Auslaufbauwerk	4	0	41,6	59,3	51,9	45,8
ISAR / KKI Isar 1 und 2								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	8	<2,68	<8,4	nn	nn
		Auslaufbauwerk	16	8	<2,68	459	327	281
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0012	<0,042	nn	nn
		Auslaufbauwerk	16	16	<0,0021	<0,041	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,0020	<0,0062	nn	nn
Auslaufbauwerk		8	8	<0,0036	<0,0059	nn	nn	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,145	<0,218	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	4	4	<0,123	<0,259	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	0	39,2	55,9	47,9	53,2
		nach Auslaufbauwerk	4	0	34,9	52,3	43,4	43,0
ISAR / FRM II Forschungsneutronenquelle München								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	nach FRM II, km 130,3	8	4	<3,20	50,0	34,7	27,0
	C-14		8	8	<0,10	<6,22	nn	<4,2
	Co-60		8	8	<0,0026	<0,034	nn	nn
	Cs-137		4	4	<0,0018	<0,051	nn	nn
	U-235		1	1	<0,0035	<0,0035	nn	nn
	Pu-238		1	1	<0,006	<0,006	nn	nn
	Am-241		1	1	<0,01	<0,01	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	nach FRM II, km 124,6	4	4	<0,179	<0,574	nn	nn
	Cs-137		4	0	7,42	25,0	15,4	29,9
	U-235		1	1	<2,02	<2,02	nn	1,06
	Pu-238		1	1	<0,11	<0,11	nn	nn
	Am-241		1	1	<0,10	<0,10	nn	nn
EMS / KKE Emsland								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	7	<1,8	<7,0	<4,5	<4,3
		Auslaufbauwerk	8	0	73	4700	2600	4670
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0057	<0,035	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,0040	<0,035	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,0051	<0,0092	nn	nn
Auslaufbauwerk		4	4	<0,0035	<0,0064	nn	<0,0064	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 84,7	4	4	<0,15	<0,40	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 106,3	4	4	<0,54	<0,66	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 84,7	4	0	7,6	17	11	14
		nach Auslaufbauwerk, km 106,3	4	0	32	38	35	34
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	nn
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0023	<0,05	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,0028	<0,05	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Herstelle, km 47,2	2	2	<2,0	<2,6	nn	nn
		Auslaufbauwerk	2	0	18	28	23	24
	Cs-137	Wehrden, km 60,2	2	2	<2,9	<2,9	nn	nn
		Herstelle, km 47,2	2	0	17	18	18	13
		Auslaufbauwerk	2	0	33	43	38	34
		Wehrden, km 60,2	2	0	12	22	17	11

GEWÄSSER/ KT-Anlage Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmestelle	Anzahl 2008		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
					Einzelwerte 2008		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	min. Wert	max. Wert	2008	2007
WESER / KWG Grohnde								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	4	1,7	6,13	3,8	4,4
		Auslaufbauwerk	8	0	13	86	46	59
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0065	<0,045	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,0056	<0,044	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,0051	<0,0071	nn	nn
		Auslaufbauwerk	4	4	<0,0040	<0,0073	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Grohnde, km 122	4	4	<0,31	<0,43	nn	nn
		Hameln, km 135	3	3	<0,49	<0,56	nn	nn
	Cs-137	Grohnde, km 122	4	0	8,5	14	12	14
		Hameln, km 135	3	0	13	14	13	12
UNTERWESER / KKK Unterweser								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	4	2,2	<10	3,3	<6
		Auslaufbauwerk	8	0	10,5	30	22	34
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0056	<0,050	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,0060	<0,050	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,0042	<0,0066	nn	nn
		Auslaufbauwerk	4	4	<0,0050	<0,011	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 44,1	4	4	<0,31	<0,58	nn	<0,57
		nach Auslaufbauwerk, km 60,0	4	4	<0,28	<0,40	nn	0,36
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 44,1	4	0	5,9	10,0	7,7	9
		nach Auslaufbauwerk, km 60,0	4	0	3,3	7,4	4,9	4,9
RUR / Forschungszentrum Jülich								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Selhausen	8	8	<10	<10	nn	nn
		Jülich-Süd	8	8	<10	<10	nn	nn
	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	<1,3	<2,2	nn	nn
		Jülich-Süd	2	2	<1,5	<1,8	nn	nn
	Cs-137	Selhausen	2	0	12	21	17	24
		Jülich-Süd	2	0	9,5	14	12	19
GOORBACH / Urananreicherungsanlage Gronau								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	Gα	Retentionsanlage	8	6	<0,06	<0,221	<0,13	<0,12
		Goorbach, unterhalb der Straßenkreuzung	4	4	<0,06	<0,06	nn	0,07
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Retentionsanlage	2	2	<2,2	<2,5	nn	nn
		Dinkel, nach Kläranlage Gronau	2	2	<1,7	<1,7	nn	nn
	Cs-137	Retentionsanlage	2	0	20	24	22	18
		Dinkel, nach Kläranlage Gronau	2	0	11	16	14	17
	Ra-226	Retentionsanlage	2	0	100	110	105	-
		Dinkel, nach Kläranlage Gronau	2	0	41	64	53	-
	U-238	Dinkel, nach Kläranlage Gronau	-	-	-	-	-	24
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	<2,1	<2,6	nn	nn
		Ahauser Aa	4	4	<1,4	<3,5	nn	nn
	Cs-137	Einleitung Moorbach	4	0	18	34	24	20
		Ahauser Aa	4	0	28	39	36	28
ELBE / Forschungszentrum Geesthacht								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk, km 578,6	8	8	<5,4	<10	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 579,6	8	8	<5,4	<10	nn	nn
	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 578,6	8	8	<0,013	<0,023	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 579,6	8	8	<0,012	<0,025	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 578,6	8	8	<0,013	<0,024	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 579,6	8	8	<0,012	<0,025	nn	nn

GEWÄSSER/ KT-Anlage Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmestelle	Anzahl 2008		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
					Einzelwerte 2008		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	min. Wert	max. Wert	2008	2007
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 578,6	6	6	<0,56	<1,1	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 579,6	6	6	<0,62	<0,82	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 578,6	6	5	0,75	<1,2	<0,9	<1,0
		nach Auslaufbauwerk, km 579,6	6	3	0,47	<0,89	0,56	nn
ELBE / KKK Krümmel								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	16	16	<5,4	<6,5	nn	nn
		Auslaufbauwerk	16	13	<5,4	15	<7	nn
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	24	24	<0,0097	<0,022	nn	nn
		Auslaufbauwerk	24	24	<0,0064	<0,028	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	24	24	<0,0092	<0,026	nn	nn
		Auslaufbauwerk	24	24	<0,0082	<0,031	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,16	<1,0	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,086	<1,0	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	8	1	0,27	2,3	1,3	1,1
		Auslaufbauwerk	8	2	0,34	<1,0	0,5	0,6
ELBE / KBR Brokdorf								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	16	15	<4,82	<5,5	<5,0	<5,4
		Auslaufbauwerk	16	1	<4,88	84,2	29,1	24,9
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	16	16	<0,0103	<0,041	nn	nn
		Auslaufbauwerk	16	16	<0,0115	<0,044	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	16	16	<0,0114	<0,048	nn	nn
		Auslaufbauwerk	16	16	<0,0105	<0,049	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	4	4	<1,2	<1,4	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	4	4	<0,72	<1,3	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	3	1,1	<1,7	<1,3	2,8
		nach Auslaufbauwerk	4	2	<0,74	22	12	nn
ELBE / KKS Stade (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk, km 628,9	16	0	1,70	4,96	3,42	2,47
		Auslaufbauwerk	8	4	4,9	5,8	5,5	316
	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 628,9	16	16	<0,0010	<0,012	nn	nn
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,0059	<0,020	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 628,9	16	9	<0,0011	<0,011	<0,003	0,003
		Auslaufbauwerk	8	8	<0,0049	<0,022	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 654	4	4	<0,21	<0,47	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 660	4	4	<0,98	<1,9	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 654	4	0	4,2	9,7	7,3	7,8
		nach Auslaufbauwerk, km 660	4	0	1,4	4,8	3,5	5,6
ELBE / KKB Brunsbüttel								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	24	24	<4,53	<5,5	nn	nn
		Auslaufbauwerk	24	24	<4,53	<5,5	nn	<6
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	23	23	<0,0072	<0,031	nn	nn
		Auslaufbauwerk	24	24	<0,0094	<0,022	nn	nn
	Sr-90	vor Auslaufbauwerk	12	0	0,0028	0,0040	0,0034	0,0038
		Auslaufbauwerk	12	0	0,0029	0,0044	0,0039	0,0040
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	23	21	0,0068	<0,032	<0,017	<0,017
		Auslaufbauwerk	24	23	0,0078	<0,027	<0,016	<0,017
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	4	4	<1,1	<1,3	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	4	4	<0,82	<1,4	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	0	2,3	4,4	3,5	3,7
		nach Auslaufbauwerk	4	1	<0,82	5,0	3,4	2,6
ELBE / TBL / PKA Gorleben								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Schnackenburg, km 474,6	6	2	1,9	<4,75	3,4	<3,7
		Dömitz, km 504,4	6	2	2,2	<4,88	3,5	2,7
	Co-60	Schnackenburg, km 474,6	6	6	<0,0009	<0,0072	nn	nn
		Dömitz, km 504,4	6	6	<0,0009	<0,0143	nn	nn
	Cs-137	Schnackenburg, km 474,6	10	5	0,0002	<0,0058	0,0005	<0,0029
		Dömitz, km 504,4	10	3	0,0002	<0,0111	0,0007	0,0006
	Pu-238	Schnackenburg, km 474,6	2	2	<0,0004	<0,0004	nn	<0,0008
		Dömitz, km 504,4	2	2	<0,0004	<0,0005	nn	<0,0007
	Pu-(239 +240)	Schnackenburg, km 474,6	2	2	<0,0004	<0,0004	nn	nn
		Dömitz, km 504,4	2	2	<0,0004	<0,0005	nn	nn

GEWÄSSER/ KT-Anlage Kompartiment	Nuklid	Probenentnahmestelle	Anzahl 2008		Aktivitätskonzentration / spez. Aktivität			
			N	<NWG	Einzelwerte 2008		Jahresmittelwerte	
					min. Wert	max. Wert	2008	2007
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Schnackenburg, km 474,6	4	4	<0,25	<0,36	nn	nn
		Dömitz, km 504,4	4	4	<0,20	<0,41	nn	nn
	Cs-137	Schnackenburg, km 474,6	4	0	13	18	15	16
		Dömitz, km 504,4	4	0	3,2	22	12	5
	Pu-238	Schnackenburg, km 474,6	2	2	<0,097	<0,15	nn	<0,17
		Dömitz, km 504,4	2	2	<0,064	<0,12	nn	0,14
	Pu-(239 +240)	Schnackenburg, km 474,6	2	2	<0,097	<0,15	nn	0,18
		Dömitz, km 504,4	2	2	<0,064	<0,12	nn	<0,13
ELBE / KALTER BACH / WESENITZ / Forschungszentrum Dresden-Rossendorf								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Kalter Bach	24	12	<5,0	13	8,2	<9
		Wesenitz	2	2	<3,9	<4,7	nn	nn
	Co-60	Kalter Bach	23	14	0,0014	<0,019	<0,009	<0,009
		Wesenitz	2	2	<0,0062	<0,0068	nn	nn
	Cs-137	Kalter Bach	23	12	0,0014	<0,016	<0,008	<0,009
		Wesenitz	2	2	<0,0056	<0,0057	nn	nn
	Pu-238 Pu-(239 +240)	Kalter Bach	4	4	<0,00003	<0,00022	nn	nn
		Kalter Bach	4	0	0,00005	0,00013	<0,00008	<0,00009
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Kalter Bach	3	0	0,53	1,5	1,0	0,53
		Wesenitz	2	2	<0,61	<1,4	nn	nn
		Elbe unterhalb d. Wesenitz	2	2	<0,38	<0,94	nn	nn
	Cs-137	Kalter Bach	3	0	6,3	19	13	5,8
		Wesenitz	2	1	<3,2	7,9	7,9	5,9
		Elbe unterhalb d. Wesenitz	2	0	1,1	15	8	1,4
ALLER / Endlager Morsleben								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Salzbach	3	3	<5,0	<5,0	nn	nn
		nach Salzbach	3	3	<5,0	<5,0	nn	nn
	Co-60	vor Salzbach	3	3	<0,007	<0,008	nn	nn
		nach Salzbach	3	3	<0,006	<0,007	nn	nn
	Cs-137	vor Salzbach	3	3	<0,005	<0,006	nn	nn
		nach Salzbach	3	3	<0,005	<0,007	nn	nn
	Gß	vor Salzbach	9	0	0,33	0,52	0,37	0,41
		nach Salzbach	9	0	0,31	0,58	0,41	0,45
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Belsdorf	1	1	<0,30	<0,30	nn	nn
		Schwanefeld	1	1	<0,24	<0,24	nn	nn
	Cs-137	Belsdorf	1	0	5,3	5,3	5,3	5,4
		Schwanefeld	1	0	3,5	3,5	3,5	6,2
HAVEL / KKR Rheinsberg (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	50 m vor Auslauf	5	5	<5,3	<9,9	nn	nn
		50 m nach Auslauf	5	5	<5,3	<9,9	nn	nn
	Co-60	50 m vor Auslauf	16	16	<0,0009	<0,010	nn	nn
		50 m nach Auslauf	16	16	<0,0008	<0,012	nn	nn
	Cs-137	50 m vor Auslauf	16	7	<0,0014	<0,010	<0,006	0,008
		50 m nach Auslauf	16	5	<0,002	0,013	0,007	0,006
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	50 m vor Auslauf	2	2	<0,10	<0,11	nn	nn
		50 m nach Auslauf	2	2	<0,13	<0,15	nn	nn
	Cs-137	50 m vor Auslauf	2	0	2,5	15	9	16
		50 m nach Auslauf	2	0	5,0	14	10	4,1
GREIFSWALDER BODDEN / KGR Greifswald (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslauf	16	10	<3,08	7,6	<5,4	nn
		nach Auslauf (Hafenbecken)	16	11	<4,76	9,5	<5,5	nn
	Co-60	vor Auslauf	16	16	<0,0041	<0,051	nn	nn
		nach Auslauf (Hafenbecken)	16	16	<0,0041	<0,048	nn	nn
	Cs-137	vor Auslauf	16	12	0,010	<0,049	<0,033	<0,036
		nach Auslauf (Hafenbecken)	16	12	0,012	<0,048	<0,032	<0,036
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslauf	2	2	<0,28	<0,40	nn	nn
		nach Auslauf (Hafenbecken)	2	2	<0,257	<0,35	nn	nn
	Cs-137	vor Auslauf	2	0	4,50	6,24	5,4	4,82
		nach Auslauf (Hafenbecken)	2	0	3,00	3,22	3,1	2,22

a Daten lagen nicht vor

- Messung / Angabe nicht erforderlich

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 2008 mit dem Abwasser abgegebenen radioaktiven Stoffe zusammengestellt. Im Jahr 2008 wurden aus dem Kontrollbereich des ERAM insgesamt 3,3 m³ Abwasser abgegeben (Vorjahr: 2,2 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 0,6 GBq bzw. 1,1 GBq. Die Tritiumabgaben lagen für die Druckwasserreaktoren bei 180 TBq und für die Siedewasserreaktoren bei 4 TBq.

Die Abgaben radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus den Forschungszentren (Tabelle 2.2.4-2), den Kernbrennstoff verarbeitenden Betrieben (Tabelle 2.2.4-3) und des Endlagers Morsleben (Tabelle 2.2.4-4) liegen bezüglich der einzelnen Radionuklidgruppen ebenfalls in der Größenordnung der Abgaben der letzten Jahre.

Da aus der Schachanlage 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 (vgl. Teil B - II - 2.1.5).

Tabelle 2.2.4-1 Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus Atomkraftwerken in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2008 (Summenwerte, Tritium und Alphastrahler)
(Discharges of radioactive substances with waste water from nuclear power plants in Germany in the year 2008 - summation values, tritium and alpha sources)

Atomkraftwerk	Aktivität in Bq		
	Spalt und Aktivierungsprodukte (außer Tritium)	Tritium	α-Strahler
Siedewasserreaktoren			
VAK Kahl ¹	-	-	-
KWL Lingen ¹	2,5 E06	3,6 E07	2,5 E03
KWW Würgassen ¹	1,5 E07	3,9 E10	nn
KKB Brunsbüttel	1,1 E08	4,6 E10	nn
KKI Isar 1	1,9 E07	2,7 E11	nn
KKP Philippsburg 1	8,1 E07	3,8 E11	nn
KKK Krümmel	nn	7,1 E10	nn
KRB Gundremmingen	8,6 E08	3,4 E12	nn
Druckwasserreaktoren			
KWO Obrigheim ¹	9,6 E07	9,5 E10	6,5 E04
KKS Stade ¹	9,8 E06	4,9 E10	1,5 E04
KWB Biblis Block A	2,0 E07	7,6 E12	nn
KWB Biblis Block B	1,1 E07	1,1 E13	nn
GKN Neckar 1	1,2 E06	5,1 E12	nn
KKU Unterweser	8,3 E07	1,9 E13	nn
KKG Grafenrheinfeld	2,6 E07	1,5 E13	nn
KWG Grohnde	2,5 E08	2,1 E13	nn
KKP Philippsburg 2	7,7 E07	1,7 E13	nn
KMK Mülheim-Kärlich ¹	1,3 E07	2,5 E08	nn
KBR Brokdorf	nn	2,2 E13	nn
KKI Isar 2	3,4 E06	2,3 E13	nn
KKE Emsland	nn	2,0 E13	nn
GKN Neckar 2	3,7 E05	2,1 E13	nn
KGR Greifswald Block 1 bis 5 ¹	1,2 E07	2,7 E09	nn
KKR Rheinsberg ¹	5,2 E06	1,7 E09	4,6 E05

¹ Anlage stillgelegt

- keine Ableitung von Abwasser

nn nicht nachgewiesen (Aktivitätsableitung liegt unterhalb der Nachweisgrenze)

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

Forschungszentrum	Aktivität in Bq					
	Spalt- und Aktivierungsprodukte (außer Tritium)		Tritium		α -Strahler	
	2008	2007	2008	2007	2008	2007
Forschungszentrum Karlsruhe (einschließlich Wiederaufbereitungsanlage)	9,1 E06	1,1 E07	1,5 E12	1,2 E11	1,0 E06	3,4 E06
Forschungszentrum Jülich (einschließlich Versuchsreaktor AVR)	9,1 E07	1,3 E08	2,2 E11	5,6 E11	nn	nn
GKSS Forschungszentrum Geesthacht	1,9 E07	2,7 E07	1,3 E08	2,1 E09	1,2 E04	2,8 E04
Helmholtz-Zentrum Berlin (bisher Hahn-Meitner-Institut Berlin, HMI)	1,5 E05	2,8 E05	4,6 E08	2,0 E09	1,2 E04	nn
Garching FRM I	nn	4,1 E05	nn	1,8 E06	nn	nn
Garching FRM II	6,2 E07	3,3 E07	2,5 E10	4,3 E10	nn	nn
Forschungszentrum Dresden-Rossendorf (FZD)	9,9 E05	8,3 E05	1,8 E08	1,3 E08	9,7 E04	8,1 E04

nn nicht nachgewiesen (Aktivitätsableitung liegt unterhalb der Nachweisgrenze)

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

Betrieb	α -Strahler	α -Strahler
	Aktivität in Bq	Aktivität in Bq
	2008	2007
ANF GmbH (Lingen)	nn	nn
URENCO (Gronau)	2,3 E03	1,0 E03

nn nicht nachgewiesen (Aktivitätsableitung liegt unterhalb der 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	
	2008	2007
Tritium	4,3 E05	7,8 E03
Nuklidgemisch (außer Tritium)	4,5 E02	3,5 E02

2.3 Böden (Soil)

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

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 2008 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 2008 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	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
	2008	0 - 10	11	30,1	95,7	6	2,2	7,9
Bayern	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
	2008	0 - 10	20	91,5	377,9	17	5,3	10,0
Berlin	2006	0 - 10	4	9,1	18,1	1	0,7	-
	2007	0 - 10	4	9,8	16,6	1	0,7	-
	2008	0 - 10	5	9,5	15,6	1	0,6	-
Brandenburg	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
	2008	0 - 10	9	17,7	33,0	4	1,9	3,0
Bremen	2006	0 - 10	1	5,5	-	1	0,5	-
	2007	0 - 10	2	15,4	29,1	-	-	-
	2008	0 - 10	2	17,8	26,1	-	-	-
Hamburg	2006	0 - 10	1	8,9	-	-	-	-
	2007	0 - 10	1	3,8	-	-	-	-
	2008	0 - 10	1	5,2	-	-	-	-

Bundesland	Jahr	Entnahmetiefe (cm)	Aktivität in Bq/kg TM					
			Cs-137			Sr-90		
			N	Mittelwert	max. Wert	N	Mittelwert	max. Wert
Hessen	2006	0 - 10	2	13,7	15,2	-	-	-
	2007	0 - 10	2	22,8	28,6	-	-	-
	2008	0 - 10	2	26,6	39,4	-	-	-
Mecklenburg-Vorpommern	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
	2008	0 - 10	10	12,6	34,3	3	< 0,7	1,3
Niedersachsen	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
	2008	0 - 10	19	< 23,2	78,8	-	-	-
Nordrhein-Westfalen	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
	2008	0 - 10	14	13,8	30,5	5	< 1,2	3,3
Rheinland-Pfalz	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
	2008	0 - 10	7	18,4	37,8	3	0,9	1,0
Saarland	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
	2008	0 - 10	4	24,5	42,3	2	1,7	2,1
Sachsen	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
	2008	0 - 10	8	11,7	25,5	5	0,9	1,3
Sachsen-Anhalt	2006	0 - 10	1	36,6	-	a	a	a
	2007	0 - 10	a	a	a	a	a	a
	2008	0 - 10	a	a	a	a	a	a
Schleswig-Holstein	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
	2008	0 - 10	8	11,6	18,3	6	1,0	1,2
Thüringen	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
	2008	0 - 10	7	21,3	35,2	3	1,0	1,4

a Messwerte lagen nicht vor

- Messung / Angabe nicht erforderlich

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

Bundesland	Jahr	Entnahme- tiefe (cm)	Aktivität in Bq/kg TM					
			Cs-137			Sr-90		
			N	Mittelwert	max. Wert	N	Mittelwert	max. Wert
Baden- Württemberg	2006	0 - 30	8	26,4	96,0	1	3,5	-
	2007	0 - 30	8	23,9	73,3	-	-	-
	2008	0 - 30	13	23,9	84,0	1	< 0,2	-
Bayern	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
	2008	0 - 30	30	29,6	177,2	2	1,3	1,5
Berlin	2006	0 - 30	2	6,9	7,9	1	0,7	-
	2007	0 - 30	2	7,0	8,3	1	1,2	-
	2008	0 - 30	2	6,9	7,6	1	0,7	-
Brandenburg	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
	2008	0 - 30	9	12,2	32,0	3	0,3	0,4
Bremen	2006	0 - 30	2	5,0	8,2	1	1,1	-
	2007	0 - 30	3	13,4	26,0	2	0,9	0,9
	2008	0 - 30	2	7,8	10,9	2	1,0	1,4
Hamburg	2006	0 - 30	1	7,1	-	1	0,9	-
	2007	0 - 30	1	6,0	-	1	0,8	-
	2008	0 - 30	1	5,9	-	1	0,8	-
Hessen	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
	2008	0 - 30	6	10,0	22,6	2	0,8	1,3
Mecklenburg- Vorpommern	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
	2008	0 - 30	7	7,8	14,2	2	0,4	0,5
Niedersachsen	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
	2008	0 - (25/30)	23	13,5	95,7	-	-	-
Nordrhein- Westfalen	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
	2008	0 - 30	10	9,1	19,0	5	< 1,2	2,9
Rheinland-Pfalz	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
	2008	0 - (25/30)	8	8,4	19,3	2	1,1	1,8
Saarland	2006	0 - 30	1	8,6	-	a	a	a
	2007	0 - 30	1	12,5	-	a	a	a
	2008	0 - 30	1	7,8	-	a	a	a
Sachsen	2006	0 - 30	6	8,5	19,6	a	a	a
	2007	0 - 30	7	9,1	24,5	a	a	a
	2008	0 - 30	7	8,3	17,7	a	a	a

Bundesland	Jahr	Entnahme- tiefe (cm)	Aktivität in Bq/kg TM					
			Cs-137			Sr-90		
			N	Mittelwert	max. Wert	N	Mittelwert	max. Wert
Sachsen-Anhalt	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
	2008	0 - 30	15	14,1	59,9	5	1,1	1,6
Schleswig-Holstein	2006	0 - 30	5	8,0	11,9	a	a	a
	2007	0 - 30	5	7,3	10,3	a	a	a
	2008	0 - 30	5	6,9	8,9	a	a	a
Thüringen	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
	2008	0 - 30	6	10,3	20,7	2	1,3	1,3

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	Entnahme- tiefe (cm)	Aktivität in Bq/kg TM					
			Cs-137			Sr-90		
			N	Mittelwert	max. Wert	N	Mittelwert	max. Wert
Hessen	2006	0 - 10	3	17,4	33,7	1	0,8	-
	2007	0 - 10	4	33,5	67,7	2	3,4	6,1
	2008	0 - 10	4	31,1	54,8	2	1,5	2,4
Niedersachsen	2006	0 - 10	2	22,0	23,1	a	a	a
	2007	0 - 10	2	39,6	78,6	a	a	a
	2008	0 - 10	2	63,5	73,8	a	a	a
Nordrhein-Westfalen	2006	0 - 10	6	63,5	204,0	a	a	a
	2007	0 - 10	2	109,5	173,0	a	a	a
	2008	0 - 10	a	a	a	a	a	a

a Messwerte lagen nicht vor

- Messung / Angabe nicht erforderlich

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	2006	17	< 0,5	1,6	8	0,7	1,9
	2007	10	< 0,4	1,8	5	0,3	0,5
	2008	26	< 0,3	1,1	11	0,3	0,7
Bayern	2006	89	< 0,9	15,2	33	0,7	1,7
	2007	57	< 0,6	5,5	29	0,6	1,5
	2008	55	< 0,7	8,1	28	< 0,6	3,0
Berlin	2006	2	0,5	0,8	1	0,2	-
	2007	3	0,3	0,4	1	0,6	-
	2008	4	< 0,5	0,7	1	0,5	-
Brandenburg	2006	17	< 2,0	17,0	8	0,5	1,2
	2007	17	< 1,2	6,5	9	0,4	0,7

Bundesland	Jahr	Aktivität in Bq/kg FM					
		Cs-137			Sr-90		
		N	Mittelwert	max. Wert	N	Mittelwert	max. Wert
Bremen	2008	17	< 0,8	3,5	9	0,4	0,7
	2006	2	0,3	0,4	1	0,7	-
	2007	2	0,2	0,2	1	0,4	-
	2008	2	1,4	2,5	1	2,0	-
Hamburg	2006	1	0,2	-	a	a	a
	2007	2	< 0,2	0,3	a	a	a
	2008	1	0,2	-	a	a	a
Hessen	2006	15	< 0,5	2,3	8	0,6	1,0
	2007	15	< 0,2	< 0,3	8	0,4	1,1
	2008	14	< 0,4	1,4	7	0,5	1,6
Mecklenburg-Vorpommern	2006	25	< 0,4	7,6	12	0,2	0,4
	2007	20	< 0,3	3,1	8	0,7	3,0
	2008	20	< 0,6	5,4	8	< 0,2	0,3
Niedersachsen	2006	39	< 0,7	6,2	20	0,2	0,5
	2007	44	< 1,6	16,3	21	< 0,2	0,9
	2008	48	< 1,1	11,1	a	a	a
Nordrhein-Westfalen	2006	21	< 0,3	0,5	9	0,2	0,3
	2007	21	< 0,2	0,5	9	< 0,3	0,7
	2008	20	< 0,3	1,4	10	0,3	1,1
Rheinland-Pfalz	2006	9	< 0,2	0,4	4	0,5	1,1
	2007	14	< 0,3	0,6	7	0,6	0,8
	2008	14	< 0,2	1,1	7	0,4	0,9
Saarland	2006	2	< 0,2	< 0,2	1	0,2	-
	2007	4	< 0,5	< 0,5	2	0,9	1,4
	2008	4	< 0,5	< 0,5	2	0,5	0,6
Sachsen-Anhalt	2006	14	< 0,4	1,8	7	0,4	0,9
	2007	11	< 0,4	0,8	5	0,2	0,4
	2008	10	< 0,3	0,4	5	0,2	0,6
Sachsen	2006	20	< 0,4	3,3	10	0,2	0,5
	2007	14	< 0,3	1,6	6	0,4	0,7
	2008	14	< 0,4	3,9	6	0,3	0,5
Schleswig-Holstein	2006	21	< 0,2	0,5	11	0,4	0,7
	2007	22	< 0,2	0,7	12	0,4	0,7
	2008	22	< 0,3	0,7	12	0,4	0,7
Thüringen	2006	12	< 0,2	0,7	6	1,4	2,6
	2007	17	< 0,2	1,9	5	0,2	0,4
	2008	17	< 0,2	1,0	5	0,2	0,3

a Messwerte lagen nicht vor

- Messung / Angabe nicht erforderlich

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	2006	256	< 0,5	6,8	1	0,04	-
	2007	246	< 0,5	6,9	-	-	-
	2008	242	< 0,5	7,2	-	-	-
Futterrüben	2006	37	< 1,1	25,7	-	-	-
	2007	29	< 0,5	1,8	-	-	-
	2008	31	< 0,6	2,2	-	-	-
Futtergetreide	2006	141	< 0,2	1,1			
	2007	148	< 0,2	2,0			
	2008	144	< 0,2	2,1			
Grünfütterpflanzen (ohne Mais)	2007	6	<13,2*	76,2**			
	2008	6	< 0,3	< 0,5			
Futterkartoffeln	2006	76	< 0,4	1,6			
	2007	83	< 0,6	5,6			
	2008	78	< 0,5	2,0			
Erbsen	2006	3	< 0,3	0,7	-	-	-
	2007	5	< 0,1	<0,2	-	-	-
	2008	2	< 0,2	< 0,2	-	-	-
Raps	2006	22	< 0,2	0,7			
	2007	46	< 0,2	0,5			
	2008	43	< 0,3	2,2			
Ölkuchen/ Ölschrote	2006	5	< 0,3	0,4			
	2007	1	< 0,1	-			
	2008	1	< 0,5	-			
Sonnenblumen	2008	2	< 0,6	0,7			
Kraftfuttermischung	2008	1	< 0,2	-			

- 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	2006	8	< 0,21	< 0,5
	2007	6	< 0,20	< 0,4
	2008	8	< 0,34	1,3

Futtermittel	Jahr	N	Aktivität in Bq/kg TM	
			Cs-137	
			Mittelwert	max. Wert
Mais, Maisprodukte	2006	17	< 0,21	0,5
	2007	11	< 0,38	1,5
	2008	12	< 0,12	0,2
Heu, Cobs	2006	5	< 0,5	< 0,6
	2007	3	< 3,6	10,0
	2008	1	< 0,3	-
Maniok, Tapioka	2006	a	a	a
	2007	2	< 0,2	< 0,2
	2008	1	< 0,2	-
Ölkuchen, Ölschrote	2006	91	< 0,3	1,3
	2007	53	< 0,4	1,5
	2008	52	< 0,4	1,7
Sonnenblumen	2007	2	< 0,2	< 0,2
	2008	3	< 0,3	0,4
Hirse	2008	6	< 0,2	< 0,4
Fischmehl	2006	1	0,2	-
	2007	a	a	a
	2008	a	a	a
Kraftfuttermischung	2006	2	1,3	2,4
	2007	a	a	a
	2008	4	< 0,2	0,3
Molkenpulver	2006	1	< 0,3	-
	2007	2	0,5	0,7
	2008	1	0,2	-
Citrustrester	2006	1	< 0,2	-
	2007	1	< 0,4	-
	2008	1	0,7	-

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	2006	109	< 13,4	632,0
	2007	108	< 11,3	449,3
	2008	102	< 7,7	306,3
Nadeln	2006	51	< 50,1*	1398,0**
	2007	54	< 32,8*	823,8**
	2008	52	< 30,0*	741,0**

Pflanzenindikator	Jahr	N	Aktivität in Bq/kg TM	
			Cs-137	
			Mittelwert	max. Wert
Gras	2006	106	< 20,8*	759,0**
	2007	100	< 20,9*	586,0**
	2008	102	< 13,2*	407,9**
Farne (Thüringen)	2006	2	239,6	466,0
	2007	2	86,3	172,0
	2008	2	28,9	54,5

- * Der Wert ist nicht repräsentativ für die Gesamtauswertung in diesem Bereich
Mittelwert ohne den höchsten Wert bei Nadeln: 2006: <23,1; 2007: <17,8; 2008: <16,1
Mittelwert ohne den höchsten Wert bei Gras: 2006: <10,6; 2007: <15,2 ; 2008: <9,3
- ** Dieser Einzelwert 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					
		2006		2007		2008	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
BADEN-WÜRTTEMBERG							
FZ Karlsruhe	Cs-137	6	9,1	8	10,0	12	8,7 (3,6 - 28,0)
	Pu-238	4	< 1,1	3	< 0,04	7	< 0,63 (< 0,0 - < 1,34)
	Pu-(239+240)	4	< 0,6	3	0,2	7	< 0,37 (0,09 - < 0,56)
	Sr-90					3	0,5 (0,3 - 0,6)
KWO Obrigheim	Cs-137	8	8,7	8	7,9	8	7,0 (3,1 - 9,5)
GKN Neckarwestheim	Cs-137	8	11,3	8	8,4	8	8,7 (2,8 - 14,0)
KKP Philippsburg	Cs-137	8	12,5	8	12,3	8	10,1 (1,1 - 19,0)
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	9	20,9	8	21,1	8	17,6 (6,2 - 28,9)
KKW Fessenheim (Frank- reich)	Cs-137	4	14,4	4	14,1	4	11,3 (8,8 - 12,7)
TRIGA Heidelberg	Cs-137	2	15,5	a	a	a	a
BAYERN							
VAK Kahl	Cs-137	2	8,6	2	11,3	2	37,0 (36,9 - 37,0)
KRB Gundremmingen	Cs-137	8	29,5	10	37,2	10	37,9 (22,0 - 61,0)
KKI Isar	Cs-137	12	40,8	12	46,2	12	38,0 (12,0 - 66,0)

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg TM					
		2006		2007		2008	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	10	5,5	10	5,4	10	6,4 (4,1 - 9,6)
Forschungsreaktor München	Cs-137	4	52,6	4	62,0	4	74,5 (38,0 - 130,0)
Framatome ANP Erlangen KWU	Cs-137	4	22,8	4	19,7	4	15,0 (5,0 - 20,0)
	Pu-238	2	^b 0,05; 0,23	2	^b < 0,09; < 0,09	2	^b 0,18; 0,24
	Pu-(239+240)	4	< 0,09	4	< 0,13	4	< 0,19 (< 0,08 - 0,33)
	U-235	4	< 0,43	4	0,36	4	< 0,76 (0,39 - < 1,3)
	U-238	4	6,8	4	7,9	4	7,8 (2,2 - 12,0)
	Am-241	4	< 0,07	4	< 0,08	4	< 0,07 (< 0,03 - < 0,12)
Framatome ANP Karlstein KWU	Cs-137	2	12,9	2	11,6	2	11 (10,0 - 12,0)
	Pu-238	2	< 0,1	2	< 0,1	2	^b < 0,12; 0,15
	Pu-(239+240)	2	< 0,14	2	< 0,13	1	< 0,11
	U-235	2	0,33	2	0,2	2	^b 0,16; < 0,3
	U-238	2	7,0	2	5,2	2	^b 3,4; 6,0
SBWK Karlstein	Gesamt-α	a	a	a	a	a	a
BERLIN							
Forschungsreaktor BER II	Cs-137	9	13,1	6	13,6	9	11,7 (1,1 - 16,5)
BRANDENBURG							
KKR Rheinsberg	Cs-137	8	8,4	8	8,3	8	10,0 (4,9 - 19,0)
HESSEN							
KWB Biblis	Cs-137	10	7,5	10	6,8	10	7,5 (5,0 - 9,4)
Nuklearbetriebe Hanau	Gesamt-α	a	a	a	a	a	a
	Asche						
	Rest-β Asche	a	a	a	a	a	a
	Pu-(239+240) Asche	a	a	a	a	a	a
MECKLENBURG-VORPOMMERN							
KGR Greifswald	Cs-137	6	5,6	8	10,4	8	9,5 (3,0 - 13,0)
	U-235	a		a		a	
Zwischenlager Nord	Cs-137	18	< 5,2	24	10,1	12	9,7 (0,8 - 20,0)
NIEDERSACHSEN							
KKS Stade	Cs-137	8	10,8	8	9,9	8	10,4 (2,6 - 16,0)
	Sr-90	a					
KKU Unterweser	Cs-137	12	16,9	12	16,0	18	13,4 (1,9 - 27,0)
	Sr-90	a					
KWG Grohnde	Cs-137	10	11,0	10	14,6	10	16,6 (7,2 - 46,0)

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg TM					
		2006		2007		2008	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
KKE Emsland	Sr-90	a					
	Cs-137	10	13,8	10	16,1	10	16,2 (2,3 - 32,0)
	Sr-90	a					
Zwischenlager Gorleben	Cs-137	27	26,9	26	28,8	26	25,9 (6,9 - 53,0)
	Sr-90	3	3,0	4	5,0	4	4,6 (1,9 - 6,9)
	Pu-238	2	< 0,08	2	0,3	2	^b < 0,12; < 0,13
	Pu-(239+240)	2	< 0,07	2	< 0,1	2	^b 0,12; < 0,13
FMRB Braunschweig	Cs-137	a	a	a	a	a	a
	Gesamt-α	a	a	a	a	a	a
Schacht Konrad II ^c	Cs-137	a	a	a	a	a	a
	Sr-90	a	a	a	a	a	a
Advanced Nuclear Fuels Lin- gen	Cs-137	12	< 9,9	a	a	a	a
	U-234	a	a	a	a	a	a
	U-235	a	a	a	a	a	a
	U-238	a	a	a	a	a	a
Schachanlage Asse	Cs-137	2	11,0	4	10,6	a	a
NORDRHEIN-WESTFALEN							
FZ Jülich	Cs-137	10	7,0	10	7,7	10	9,2 (4,5 - 18,5)
	Sr-90	6	1,4	6	1,0	6	0,9 (0,6 - 1,6)
KWW Würgassen	Cs-137	20	19,4	20	13,2	20	11,7 (5,2 - 32,1)
THTR Uentrop	Cs-137	8	32,9	8	19,3	8	13,9 (5,1 - 30,1)
	Sr-90	a					
Zwischenlager Ahaus	Cs-137	5	9,5	5	6,7	4	10,5 (6,2 - 16,3)
	Sr-90	5	0,4	5	0,5	4	0,5 (0,4 - 0,5)
UAG Gronau	U-238	10	< 0,2	10	< 0,2	10	< 0,1 (< 0,1 - < 0,1)
RHEINLAND-PFALZ							
KMK Mülheim-Kärlich	Cs-137	4	10,3	4	10,5	4	8,9 (2,0 - 13,0)
KKW Cattenom (Frankreich)							
SACHSEN							
VKTA Dresden-Rossendorf	Cs-137	16	8,2	16	7,3	12	5,4 (1,5 - 11,0)
SACHSEN-ANHALT							
Endlager Morsleben	Cs-137	8	7,9	a	a	8	7,2 (3,2 - 11,0)
	Sr-90	4	0,3	a	a	4	0,2 (0,2 - 0,2)0
	Gesamt-β	4	605	a	a	4	575 (530 - 610)

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg TM					
		2006		2007		2008	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
SCHLESWIG-HOLSTEIN							
GKSS Geesthacht	Cs-137	10	11,8	10	10,7	10	9,7 (5,1 - 15,0)
	Sr-90	2	0,4	2	0,3	2	0,3 (0,3 - 0,3)
KKB Brunsbüttel	Cs-137	8	25,9	8	24,7	8	25,1 (13,0 - 49,0)
	Sr-90	2	^b 0,9; 3,9	2	^b 0,9; 3,1	2	2,5 (1,0 - 4,01)
KKK Krümmel	Cs-137	12	6,4	12	6,6	12	6,0 (3,7 - 8,1)
	Sr-90	6	0,6	6	0,8	6	0,7 (0,4 - 1,0)
KBR Brokdorf	Cs-137	16	< 17,4	16	14,3	16	14,4 (2,6 - 27,0)
	Sr-90	8	1,9	8	1,7	8	1,7 (0,6 - 2,9)

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 2.3.2-2 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 FM					
		2006		2007		2008	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
BADEN-WÜRTTEMBERG							
FZ Karlsruhe	Cs-137	6	0,15*	6	< 0,16	12	< 0,42 (0,08 - 1,08)
	Pu-238	4	<,17*	a		4	< 0,09 (< 0,04 - < 0,14)
	Pu-(239+240)	4	< 0,09*	a		4	< 0,05 (< 0,02 - < 0,07)
KWO Obrigheim	Cs-137	9	< 0,31*	4	< 0,27	8	< 0,33 (0,1 - 0,71)
GKN Neckarwestheim	Cs-137	8	< 0,14*	4	< 0,40	9	< 0,92 (0,18 - 2,87)
KKP Philippsburg	Cs-137	8	< 0,18*	4	< 0,48	8	< 0,5 (0,04 - 1,24)
	Sr-90	a		a		a	
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	9	0,9*	a		8	1,8 (0,73 - 4,03)
KKW Fessenheim (Frank- reich)	Cs-137	4	0,15*	a		4	0,56 (0,08 - 1,47)
TRIGA Heidelberg	Cs-137	2	0,06*	a		a	
BAYERN							
VAK Kahl	Cs-137	2	0,06*	2	< 0,56	2	0,92*(0,88 - 0,96)
KRB Gundremmingen	Cs-137	8	< 0,35	10	< 0,23	10	< 0,39 (0,6 - 1,1)
KKI Isar	Cs-137	12	0,42	12	0,46	12	1,1 (0,12 - 7,7)
KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	10	< 0,31	10	< 0,29	10	< 0,24 (< 0,09 - < 0,43)

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg FM					
		2006		2007		2008	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
Forschungsreaktor Mün- chen	Cs-137	4	0,82	4	4,05	4	0,63 (0,33 - 0,89)
Framatome ANP Erlangen KWU	Cs-137	4	< 1,17	4	< 0,45	4	< 0,35 (< 0,1 - 0,53)
	Pu-238	2	< 0,03	2	< 0,08	2	< 0,04 (< 0,04 - < 0,04)
	Pu-(239+240)	4	< 0,05	4	< 0,04	4	< 0,02 (< 0,01 - < 0,03)
	U-235	4	< 0,06	4	< 0,04	4	< 0,03 (< 0,01 - < 0,06)
	U-238	4	< 0,05	4	< 0,13	4	< 0,06 (< 0,04 - 0,09)
	Am-241	4	< 0,04	4	< 0,02	4	< 0,02 (< 0,01 - < 0,03)
Framatome ANP Karlstein KWU	Cs-137	2	< 0,4 *	2	< 0,24*	2	< 0,39* (0,10 - < 0,67)
	Pu-238	2	< 0,06*	2	b < 0,02; < 0,07 *	2	b < 0,006; < 0,07*
	Pu-(239+240)	2	< 0,09*	2	b < 0,02; < 0,11 *	1	< 0,008
	U-235	2	< 0,04*	2	b < 0,03; < 0,05 *	2	b < 0,006; < 0,05*
	U-238	2	< 0,06*	2	b 0,01; 0,4 *	2	b < 0,09; 0,026*
	Am-241	2	< 0,05*	2	b < 0,01; < 0,05 *	2	b < 0,005; 0,05*
SBWK Karlstein	Gesamt-α	a		a		a	
BERLIN							
Forschungsreaktor BERII	Cs-137	8	< 0,54	6	< 0,5	8	< 0,39 (< 0,12 - 1,0)
	Sr-90			1	0,63	a	a
BRANDENBURG							
KKR Rheinsberg	Cs-137	8	1,09 *	8	1,26	8	1,69 (0,29 - 5,9)
HESSEN							
KWB Biblis	Cs-137	10	< 0,28*	10	< 0,20	10	< 0,16 (< 0,05 - < 0,33)
Nuklearbetriebe Hanau	Gesamt-α	a		a		a	a
	Asche						
	Rest-β Asche	a		a		a	a
	Pu-(239+240) Asche	a		a		a	a
MECKLENBURG-VORPOMMERN							
KGR Greifswald	Cs-137	10	< 0,29	8	< 0,25	8	< 0,14 (< 0,10 - 0,25)
Zwischenlager Nord	Cs-137	18	< 0,32*	24	0,20	12	< 0,20 (0,08 - < 0,16)
NIEDERSACHSEN							
KKS Stade	Cs-137	8	< 0,12	8	< 0,41	8	0,12 (0,01 - 0,3)
KKU Unterweser	Cs-137	12	< 0,11	12	< 1,3	12	< 0,15 (0,02 - < 0,33)
	Sr-90	a					

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg FM					
		2006		2007		2008	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
KWG Grohnde	Cs-137	10	< 0,53	10	< 0,25	10	< 0,14 (< 0,04 - 0,35)
Zwischenlager Grohnde	Cs-137	1	1,88	1	< 0,24	1	< 0,35
KKE Emsland	Cs-137	10	0,58	10	< 0,66	10	< 0,38 (0,18 - 1,2)
Zwischenlager Lingen	Cs-137	a	a	a		a	
Zwischenlager Gorleben	Cs-137	20	<2,36	20	<5,93	20	3,01 (0,12 - 15,0)
	Sr-90	4	2,21	4	2,9	4	2,4 (0,7 - 4,2)
FMRB Braunschweig	Cs-137	a		a		a	a
Schacht Konrad II ^c	Cs-137	a		a		a	a
	Sr-90	a		a		a	a
	Gesamt- α	a		a		a	a
Advanced Nuclear Fuels Lingen	Cs-137	4	< 1,03	a		a	a
	Pu-238 d	1	< 0,0011	a		a	a
	Pu-(239+240) d	1	< 0,0011	a		a	a
	U-234 d	6	0,046	1	2,1*	1	0,008
	U-234						
	U-235 d	6	< 0,004	1	< 5,4*	1	< 0,003
	U-235						
	U-238 d	6	0,046	1	2,3*	1	0,007
	U-238						
Schachanlage Asse	Cs-137	2	< 0,22	4	< 0,2	a	a
NORDRHEIN-WESTFALEN							
FZ Jülich	Cs-137	9	< 0,63	10	< 0,23*	10	< 0,24*(0,08 - < 0,5)
	Sr-90	a		a			
KWW Würgassen	Cs-137	10	< 0,14 *	12	< 0,3*	12	< 0,18*(0,05 - 0,34)
	Sr-90	a		a		a	
THTR Uentrop	Cs-137	8	< 0,49*	8	< 0,76*	8	< 0,82* (0,04 - 2,6)
	Sr-90	a		a			
Zwischenlager Ahaus	Cs-137	10	0,28 *	11	0,21*	10	1,07 (0,19 - 2,78)
	Sr-90	9	0,32*	10	0,33*	10	1,61 (0,91 - 2,48)
UAG Gronau	U-238						
	Uran	5	< 0,4	4	< 0,3*	5	< 0,1*($<0,1$ - < 0,1)
	Fluor (mg/kg TM)	12	< 0,19*	12	< 0,16*	12	< 0,17*(0,05 - < 0,23)
		12	< 2,0	12	< 1,6	12	< 1,7 (< 1,5 - 3,3)
RHEINLAND-PFALZ							
KMK Mülheim-Kärlich	Cs-137	4	< 0,37	4	< 0,17	4	< 0,22 (< 0,06 - 0,36)

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg FM					
		2006		2007		2008	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
SACHSEN							
VKTA Rossendorf	Cs-137	16	< 0,24*	16	< 0,27*	12	< 0,39* (0,06 - < 0,8)
SACHSEN-ANHALT							
Endlager Morsleben	Cs-137	8	< 0,3	a		8	< 0,26(< 0,1 - < 0,45)
	Gesamt-β	4	270	a		4	230 (190 - 270)
SCHLESWIG-HOLSTEIN							
GKSS Geesthacht	Cs-137	8	< 0,25	8	< 0,38	8	< 0,47 (0,16 - 1,3)
KKB Brunsbüttel	Cs-137	8	< 0,08	8	< 0,13	8	< 0,11 (0,05 - < 0,16)
	Sr-90	a					
KKK Krümmel	Cs-137	8	< 0,12	8	0,26	8	0,35 (0,1 - 0,59)
	Sr-90	6	0,43	6	0,49	6	0,51 (0,24 - 0,93)
KBR Brokdorf	Cs-137	14	< 0,17	14	< 0,27	14	< 0,42 (< 0,07 - 1,4)
	Sr-90	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)

* 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 2008 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 H-3.

Grundwasser

Die Überwachung von Grundwasser wurde an 46 Probenentnahmestellen vorgenommen.

Die Aktivitätskonzentrationen für Cs-137 liegen ausschließlich unterhalb der bei den Messungen ermittelten Nachweisgrenzen (NWG) von 0,87 mBq/l bis 42 mBq/l, die im Wesentlichen vom Volumen des zur Messung aufbereiteten Wassers abhängen. Der Median sämtlicher Werte beträgt <6,0 mBq/l (2007: <5,9 mBq/l).

In 33% der gemessenen Proben konnte Sr-90 mit Aktivitätskonzentrationen von 0,31 mBq/l bis 17 mBq/l (2007: 0,21 bis 27 mBq/l) nachgewiesen werden. Der Median aller Werte liegt bei <2,0 mBq/l (2007: 2,0 mBq/l).

In einer Probe wurde H-3 mit einem Wert von 1,3 Bq/l bestimmt, die gefundenen Nachweisgrenzen liegen zwischen 1,6 Bq/l und 10 Bq/l.

Trinkwasser

Die Überwachung von Roh- und Reinwässern wurde an 87 bzw. 84 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 weiteren Betrachtungen werden die Reinwasserwerte benutzt.

Für Cs-137 liegen fast alle Messwerte unterhalb der bei den Messungen erreichten Nachweisgrenzen von 0,12 mBq/l bis 39 mBq/l, der tatsächlich gemessene Wert liegt bei 5,8 (2007: 4,2 und 8,0 mBq/l). Der Median aller mitgeteilten Werte liegt bei <8,4 mBq/l (2007: <7,3 mBq/l).

In 41% der untersuchten Proben konnte Sr-90 nachgewiesen werden. Die Aktivitätskonzentrationen liegen zwischen 1,0 mBq/l und 7,0 mBq/l (2007: 0,80 und 8,0 mBq/l), der Median sämtlicher Werte liegt bei 3,5 mBq/l (2007: 3,4 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 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 von 5,8 mBq/l und Sr-90 von 7 mBq/l zu Grunde, ergeben sich bei einem angenommenen jährlichen Trinkwasserverzehr von 700 Liter für den Erwachsenen Ingestionsdosen von 0,000053 bzw. 0,000137 Millisievert pro Jahr, bei einem angenommenen jährlichen Trinkwasserverzehr von 340 Liter für den Säugling (0 bis 1 Jahr) von 0,000041 bzw. 0,00055 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	2008						2007
		Anzahl gesamt	Anzahl <NWG	Minimal- wert ^a	Maximal- wert ^a	Mittel- einzel- wert ^a	Median	Median
Grundwasser (mBq/l)								
	K-40	87	48	34	900		130	<150
	Cs-137	87	87				<6,0	<5,9
	Sr-90	43	29	0,31	17		<2,0	2,0
	H-3	47	46		1.300		<4.400	<3.700
Trinkwasser (mBq/l)								
Rohwasser	K-40	110	70	37	4.600		<160	150
	Cs-137	116	113	2,6	3,6		<6,3	<5,7
	Sr-90	55	28	0,034	50	4,0	3,5	<3,5
	H-3	58	50	1.100	4.500		<5.000	4.500
Reinwasser	K-40	237	153	21	5.300		<160	<140
	Cs-137	237	236		5,8		<8,4	<7,3
	Sr-90	71	29	1,0	7,0	3,5	<3,5	<3,4
	H-3	64	57	1.200	8.300		<5.000	<4.000

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 2008 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 130 Grundwassermessstellen mitgeteilt.

Für Cs-137 liegt ein Messwert über den angegebenen Nachweisgrenzen von 0,36 mBq/l bis 67 mBq/l (2007: 0,36 bis 62 mBq/l). Der Messwert liegt bei 12 mBq/l, der Median aller mitgeteilten Werte liegt bei <17 mBq/l (2007: <20 mBq/l).

Die Werte für die Sr-90-Aktivitätskonzentrationen (57% der Messwerte über der Nachweisgrenze) liegen zwischen 1,7 mBq/l und 7,2 mBq/l (2007: 2,1 bis 70 mBq/l). Der Median liegt bei 3,8 mBq/l (2007: 2,9 mBq/l).

Die Gesamt-Alpha-Aktivitätskonzentrationen liegen zwischen 0,010 Bq/l und 0,150 Bq/l (2007: 0,010 bis 0,073 Bq/l), mit einem Median sämtlicher Werte von <0,047 Bq/l (2007: <0,070 Bq/l).

Die Rest-Beta-Aktivitätskonzentrationen wurden in 18 Proben gemessen. Alle Werte lagen unter den gefundenen Nachweisgrenzen von 0,070 Bq/l bis 0,10 Bq/l. Der Median aller Werte beträgt <0,07 Bq/l (2007: <0,13 Bq/l).

In 13% der untersuchten Wasserproben wurde H-3 im Konzentrationsbereich von 1,3 Bq/l bis 31 Bq/l nachgewiesen (2007: 1,1 Bq/l bis 280 Bq/l), der Median aller Werte liegt bei <7,4 Bq/l (2007: <7,4 Bq/l). Einzelwerte liegen damit teilweise deutlich über den derzeitigen Aktivitätskonzentrationen im Niederschlag in der Größenordnung zwischen 1 Bq/l und 2 Bq/l.

Die maximalen Tritiumkonzentrationen bis 31 Bq/l (2007: 280 Bq/l - Forschungszentrum Jülich) wurden auf dem Gelände des Freilagers für radioaktive Abfälle des Forschungszentrums Dresden-Rossendorf gemessen. Bei diesen Stichproben wurden auch Co-60-Kontaminationen von bis zu 0,070 Bq/l (2007: 0,096 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 6 Bq/l auf.

Trinkwasser

Im Jahr 2008 wurden im Rahmen der Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen Messwerte von 36 Rohwasser- und 23 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 64 mBq/l (2007: keine Messwerte oberhalb der Nachweisgrenzen) ermittelt. Der Median aller Cs-137-Werte liegt bei <11 mBq/l (2007: <11 mBq/l).

Die Aktivitätskonzentrationen für Sr-90 liegen bei 1,6 mBq/l und 5,7 mBq/l (2007: 0,30 bis 6,3 mBq/l), mit einem Median aller Werte von <4,0 mBq/l (2007: 4,7 mBq/l).

In 3 von 68 gemessenen Proben wurde H-3 in Konzentrationen zwischen 6,9 Bq/l und 51 Bq/l (2007: 1,3 bis 59 Bq/l) nachgewiesen, der Median aller Werte liegt bei <5,4 Bq/l (2007: <5,7 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 belastet 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 lediglich Tritiumkonzentrationen von <10 Bq/l auf. Selbst unter der Annahme, dass der gesamte Trinkwasserbedarf mit Wasser aus den Einzelwasserversorgungen gedeckt würde, ergäbe sich nur eine unwesentliche Erhöhung gegenüber der natürlichen Strahlenexposition für die betroffenen Personen.

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	2008						2007
		Anzahl gesamt ^a	Anzahl <NWG	Minimal- wert ^b	Maximal- wert ^b	Mittel- wert ^b	Median	Median
Grundwasser (Bq/l)								
	K-40	158	96	0,016	1,5		<0,41	< 0,43
	Co-60	363	353	0,0069	0,07		0,028	< 0,030
	Cs-137	209	208		0,012		<0,017	< 0,020
	H-3	379	328	1,3	31		<7,4	< 7,0
	Sr-90	21	9	0,0017	0,0072	0,0043	0,0038	0,0029
	R-Beta	18	18				<0,07	< 0,13
	G-Alpha	39	19	0,01	0,15	0,036	0,047	< 0,070
Trinkwasser (Bq/l)								
Rohwasser	K-40	69	48	0,028	0,66		<0,32	<0,19
	Co-60	104	104				<0,017	<0,015
	Cs-137	90	90				<0,013	<0,012
	H-3	112	102	1,3	11		<5,4	<4,7
	Sr-90	22	15	0,00023	0,04		<0,02	<0,0023
	G-Alpha	6	0	0,024	0,082	0,051	0,05	<0,027
Reinwasser	K-40	55	48	0,063	0,19		0,15	< 0,15
	Co-60	60	60				<0,012	< 0,012
	Cs-137	60	60				<0,011	< 0,011
	H-3	68	65	6,9	51		<5,4	< 5,7
	Sr-90	17	15	0,0016	0,0057		<0,004	< 0,0047

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 1999 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 aufgenommen worden. Die Proben, an denen die Messungen vorgenommen wurden, stammen fast ausschließlich aus größeren Sammel tanks 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 werden, basieren auf Messergebnissen der Landesmessstellen 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 2008.

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.

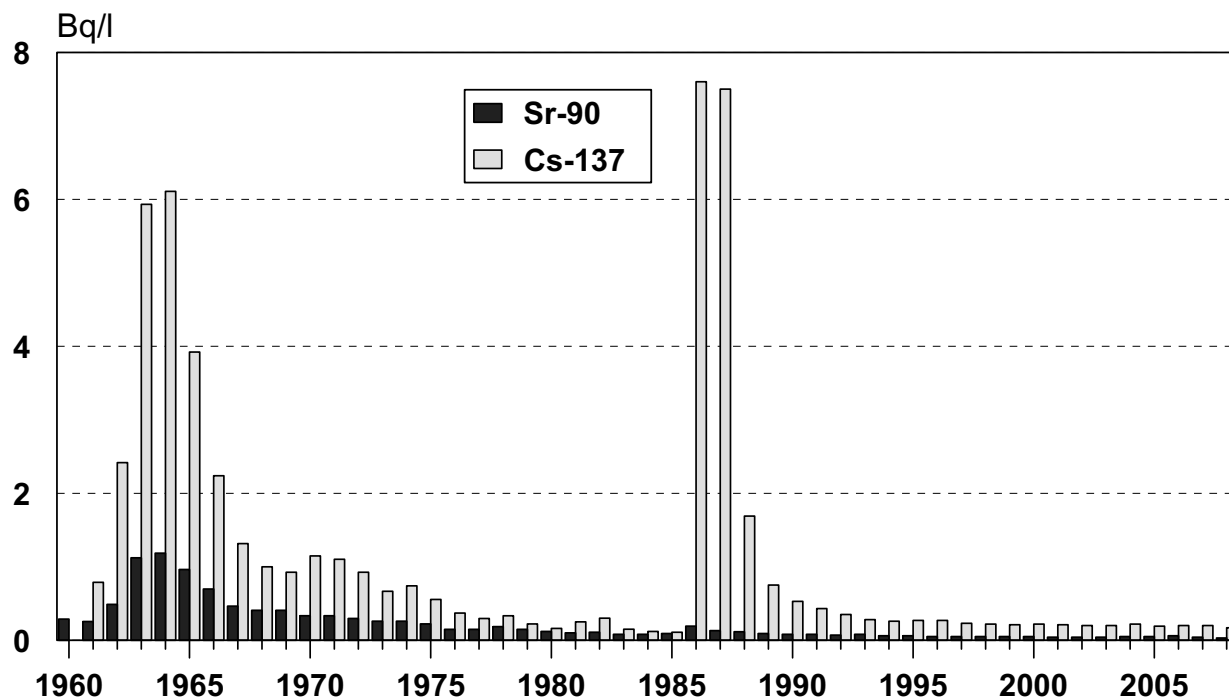


Abbildung 2.4.3-1 Jahresmittelwerte der Sr-90- und Cs-137-Aktivitäten der Rohmilch in der Bundesrepublik Deutschland
(Annual mean values of Sr-90 and Cs-137 activities of raw milk in the Federal Republic of Germany)

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	2006	32	0,05	80	< 0,13
	2007	30	0,07	81	< 0,14
	2008	20	0,06 (0,02 - 0,18)	82	< 0,12 (<0,04 - 0,54)

Bundesland	Jahr	Sr-90 (Bq/l)		Cs-137 (Bq/l)	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
Bayern	2006	88	0,13	253	< 0,22
	2007	43	0,05	244	< 0,20
	2008	32	0,05 (0,01 - 0,11)	216	< 0,17 (0,04 - <0,73)
Berlin	2006	12	0,02	29	< 0,90
	2007	12	0,02	25	< 0,73
	2008	12	0,02 (0,01 - 0,02)	27	< 0,38 (0,03 - 1,59)
Brandenburg	2006	12	0,04	36	< 0,28
	2007	16	0,03	53	< 0,24
	2008	15	0,03 (0,02 - 0,04)	53	< 0,18 (<0,05 - 0,50)
Bremen	2006	12	< 0,02	12	0,58
	2007	12	0,02	12	0,69
	2008	12	0,03 (0,01 - 0,06)	12	0,57 (0,14 - 1,86)
Hamburg	2006	12	0,07	12	< 0,14
	2007	12	0,02	12	< 0,16
	2008	12	0,02 (0,01 - 0,02)	12	< 0,06 (<0,04 - 0,08)
Hessen	2006	20	0,07	43	< 0,07
	2007	19	0,05	43	< 0,07
	2008	19	0,06 (0,03 - 0,14)	50	< 0,08 (<0,03 - <0,14)
Mecklenburg-Vorpommern	2006	24	0,03	48	< 0,18
	2007	13	0,03	52	< 0,19
	2008	12	< 0,02 (0,01 - 0,04)	48	< 0,13 (0,05 - 0,82)
Niedersachsen	2006	91	0,04	213	< 0,25
	2007	61	0,03	209	< 0,25
	2008	62	0,03 (0,01 - 0,06)	194	< 0,21 (<0,06 - 1,05)
Nordrhein-Westfalen	2006	44	0,05	135	< 0,11
	2007	29	0,04	112	< 0,12
	2008	25	0,04 (0,01 - 0,19)	108	< 0,12 (0,04 - 0,68)
Rheinland-Pfalz	2006	21	0,04	36	< 0,08
	2007	22	0,04	38	< 0,06
	2008	24	< 0,03 (<0,01 - 0,04)	50	< 0,06 (0,02 - <0,10)
Saarland	2006	12	< 0,05	12	< 0,20
	2007	12	< 0,03	15	< 0,19
	2008	12	< 0,05 (<0,02 - 0,10)	15	< 0,20 (<0,2 - <0,2)
Sachsen	2006	12	0,03	24	< 0,08
	2007	12	0,03	56	< 0,09
	2008	12	0,02 (0,02 - 0,03)	60	< 0,10 (0,05 - 0,38)

Bundesland	Jahr	Sr-90 (Bq/l)		Cs-137 (Bq/l)	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
Sachsen-Anhalt	2006	12	< 0,02	36	< 0,21
	2007	12	< 0,02	72	< 0,37
	2008	12	< 0,02 (<0,02 - 0,03)	72	< 0,32 (0,09 - 2,51)
Schleswig-Holstein	2006	34	0,04	94	< 0,12
	2007	22	0,04	94	< 0,13
	2008	16	0,03 (0,04 - 0,02)	88	< 0,14 (<0,08 - 0,39)
Thüringen	2006	16	0,02	28	< 0,09
	2007	12	0,02	36	< 0,10
	2008	12	0,02 (0,01 - 0,04)	36	< 0,10 (<0,08 - <0,12)
Bundesrepublik (gesamt)	2006	454	< 0,06	1091	< 0,20
	2007	339	< 0,04	1154	< 0,20
	2008	309	< 0,03 (<0,01 - 0,19)	1123	< 0,17 (0,02 - 2,51)

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	1.154	< 0,34	< 0,01	2,51	< 0,02
Käse	4	< 0,17	< 0,06	1,8	< 0,12
Importe					
Käse	62	< 0,24	< 0,04	< 0,32	< 0,06
Frischkäse	4	< 0,1	< 0,04	0,58	< 0,08
Schafskäse	11	< 0,13	< 0,05	< 0,15	< 0,06
Lakenkäse	1	< 0,1	-	< 0,16	-

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				
		2007		2008		
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)	
BADEN-WÜRTTEMBERG						
FZ Karlsruhe	Cs-137	1	0,05	2	<0,04	(< 0,04 - < 0,04)
	Sr-90	1	0,02	2	<0,04	(0,03 - < 0,05)
	I-131 (nur Bereich)	1	< 0,008	2		< 0,06 - < 0,06
KWO Obrigheim	Cs-137	4	<0,05	4	< 0,14	(< 0,04 - < 0,4)
	Sr-90	4	0,02	4	0,02	(0,02 - 0,03)

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/l			
		2007		2008	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
GKN Neckarwestheim	I-131 (nur Bereich)	10	< 0,007 - < 0,009	10	< 0,004 - < 0,01
	Cs-137	4	< 0,04	4	< 0,06 (< 0,03 - < 0,08)
	Sr-90	4	0,02	4	0,03 (0,02 - 0,03)
	I-131 (nur Bereich)	10	< 0,007 - < 0,009	10	< 0,007 - < 0,009
KKP Philippsburg	Cs-137	3	< 0,04	4	< 0,04 (< 0,02 - < 0,08)
	Sr-90	3	0,02	3	0,03 (0,02 - 0,04)
	I-131 (nur Bereich)	10	< 0,005 - < 0,011	11	< 0,006 - < 0,07
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	8	< 0,05	7	< 0,03 (< 0,02 - < 0,04)
	Sr-90	5	0,04	5	0,03 (0,02 - 0,04)
	I-131 (nur Bereich)	11	< 0,005 - < 0,009	11	< 0,004 - < 0,008
KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	7	< 0,04	6	< 0,04 (< 0,03 - < 0,06)
	Sr-90	4	0,05	4	0,03 (0,02 - 0,05)
	I-131 (nur Bereich)	10	< 0,005 - < 0,009	9	< 0,007 - < 0,01
BAYERN					
KRB Gundremmingen	Cs-137	6	0,03	6	< 0,02 (< 0,01 - 0,03)
	Sr-90	6	0,01	6	< 0,02 (< 0,01 - 0,02)
	I-131 (nur Bereich)	18	< 0,008 - < 0,01	18	< 0,008 - < 0,01
KKI Isar	Cs-137	4	0,07	4	0,06 (0,04 - 0,09)
	Sr-90	4	< 0,01	4	< 0,01 (< 0,01 - < 0,01)
	I-131 (nur Bereich)	12	< 0,009 - < 0,01	12	< 0,008 - < 0,009
KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	6	< 0,15	6	< 0,11 (< 0,05 - < 0,14)
	Sr-90	6	< 0,01	6	< 0,02 (< 0,02 - 0,03)
	I-131 (nur Bereich)	18	< 0,004 - < 0,01	18	< 0,004 - < 0,01
FRM II	Cs-137	2	< 0,08	2	< 0,13 (0,05 - < 0,2)
	Sr-90	2	< 0,02	2	< 0,02 (< 0,02 - 0,02)
BRANDENBURG					
KKR Rheinsberg	Cs-137	4	< 0,10	4	< 0,10 (< 0,07 - < 0,11)
	Sr-90	4	0,02	4	0,02 (0,01 - 0,02)
	I-131 (nur Bereich)	a		a	
HESSEN					
KWB Biblis	Cs-137	10	< 0,05	10	< 0,09 (< 0,02 - < 0,18)
	Sr-90	10	0,02	4	0,02 (0,01 - 0,02)
	I-131 (nur Bereich)	30	< 0,004 - < 0,011	29	< 0,004 - < 0,011
MECKLENBURG-VORPOMMERN					
KGR Greifswald	Cs-137	4	< 0,13	4	< 0,10 (0,06 - 0,17)

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/l			
		2007		2008	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
	Sr-90	4	< 0,02	4	0,02 (0,01 - 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	4	< 0,19 (< 0,07 - < 0,51)
	Sr-90	4	0,04	4	0,04 (0,03 - 0,05)
	I-131 (nur Bereich)	12	< 0,006 - < 0,025	12	< 0,004 - < 0,029
KWG Grohnde	Cs-137	4	< 0,06	4	< 0,08 (< 0,07 - < 0,1)
	Sr-90	4	0,03	4	0,03 (0,02 - 0,03)
	I-131 (nur Bereich)	12	< 0,004 - < 0,017	12	< 0,005 - < 0,017
KKE Emsland	Cs-137	4	< 0,08 (0,06 - 0,11)	4	< 0,08 (0,06 - 0,11)
	Sr-90	4	0,03 (0,02 - 0,03)	4	0,03 (0,02 - 0,03)
	I-131 (nur Bereich)	12	< 0,004 - < 0,012	12	< 0,004 - < 0,012
Zwischenlager Gorleben	Cs-137	24	0,34 (0,11 - 0,67)	24	0,34 (0,11 - 0,67)
	Sr-90	12	0,04 (0,02 - 0,06)	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	< 0,04	4	< 0,07 (< 0,05 - < 0,09)
	Sr-90	4	0,03	4	0,03 (0,02 - 0,03)
	I-131 (nur Bereich)	38	< 0,004 - < 0,01	41	< 0,002 - 0,033
KWW Würgassen	Cs-137	a		a	
	Sr-90	a		a	
THTR Uentrop	Cs-137	a		a	
	Sr-90	a		a	
UAG Gronau	Uran (Bq/l)	12	< 0,23	12	< 0,23 (< 0,23 - < 0,23)
	Fluor (mq/l)	12	< 0,42	12	< 0,42 (< 0,42 - < 0,42)
RHEINLAND-PFALZ					
KMK Mülheim-Kärlich	Cs-137	2	< 0,08	2	< 0,09 (< 0,08 - < 0,09)
	Sr-90	a		a	
	I-131 (nur Bereich)	a		a	

LAND/ Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/l				
		2007		2008		
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)	
SACHSEN						
VKTA Rossendorf	Cs-137	2	<0,05	2	<0,1	(< 0,08 - < 0,12)
	Sr-90	1	0,03	2	0,02	(0,02 - 0,02)
	I-131 (nur Bereich)	2	< 0,08 - <0,08	2	< 0,07 - <0,1	
SACHSEN-ANHALT						
Endlager Morsleben	Cs-137	a		4	< 0,21	(< 0,13 - 0,32)
	Sr-90	a		a		
SCHLESWIG-HOLSTEIN						
GKSS Geesthacht	Cs-137	4	<0,14	4	<0,12	(< 0,1 - < 0,14)
	Sr-90	4	0,04	4	0,05	(0,02 - 0,1)
	I-131 (nur Bereich)	12	< 0,007 - < 0,01	12	< 0,004 - < 0,01	
KKB Brunsbüttel	Cs-137	4	<0,08	4	<0,05	(0,03 - 0,09)
	Sr-90	4	0,03	4	0,03	(0,03 - 0,04)
	I-131 (nur Bereich)	32	< 0,007 - < 0,01	32	< 0,008 - < 0,01	
KKK Krümmel	Cs-137	8	<0,09	8	<0,009	(< 0,03 - 0,21)
	Sr-90	8	0,03	8	0,03	(0,02 - 0,06)
	I-131 (nur Bereich)	24	< 0,007 - < 0,01	24	< 0,008 - < 0,01	
KBR Brokdorf	Cs-137	8	<0,07	8	<0,06	(< 0,03 - <0,14)
	Sr-90	8	0,03	8	0,03	(0,03 - 0,03)
	I-131 (nur Bereich)	24	< 0,007 - < 0,01	24	< 0,008 - < 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 2008 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 2008 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 (2008)
(*Specific Cs-137 activity in freshwater fish - year 2008*)

Messungen der Bundesländer

Gewässer	Region	spez. Cs-137-Aktivität in Bq/kg FM					
		2008					2007
		N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
Binnenseen	Süddeutschland	26	2	< 0,12	24	1,3	0,86
	Mitteldeutschland	4	2	< 0,1	129	0,12	13
	Norddeutschland	56	4	0,06	38	2,1	1,9
Fischteiche	Süddeutschland	21	8	< 0,1	0,42	0,14	0,22
	Mitteldeutschland	25	12	< 0,1	1,3	0,12	0,17
	Norddeutschland	11	4	< 0,1	1,2	0,21	0,27
Fließgewässer	Süddeutschland	6	0	0,07	2,3	0,20	0,14
	Mitteldeutschland	30	14	< 0,1	2,7	0,17	0,18
	Norddeutschland	7	0	0,30	1,1	0,40	0,25
nicht spezifizierte Gewässer	Süddeutschland	2	1	< 0,12	0,24	< 0,18	< 0,2
	Mitteldeutschland	1	0	0,32	0,32	0,32	0,57
	Norddeutschland	0	0				

Der in der Region „Mitteldeutschland“ berichtete Maximalwert geht auf eine Flussbarschprobe aus dem Arendsee in Sachsen-Anhalt zurück. Die Ergebnisse der Messungen von Fischen aus Seen in diesem Gebiet Sachsen-Anhalts, die ab 2007 begonnen wurden und höhere Cs-137-Werte zeigten, wurden im entsprechenden Kapitel des Jahresberichts des Vorjahres [2] bereits erörtert und bewertet.

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 (2008)
(*Specific Cs-137 activity in trout and carp - year 2008*)

Messungen der Bundesländer (aus Binnenseen, Fischteichen und Fließgewässern)

Fisch	spez. Cs-137-Aktivität in Bq/kg FM					
	2008					2007
	N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
Forellen	43	20	< 0,1	0,56	0,14	0,18
Karpfen	32	13	0,070	2,2	0,14	0,19

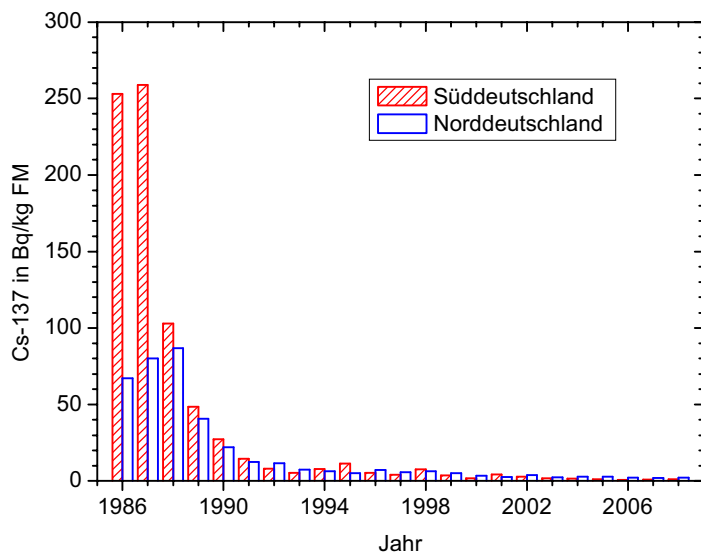


Abbildung 2.4.5-1
Jahresmittelwerte der Cs-137-Aktivität in
Fischen aus Binnenseen in Bq/kg FM
(Annual mean values for Cs-137 activity
in fish from lakes in Bq/kg WW)

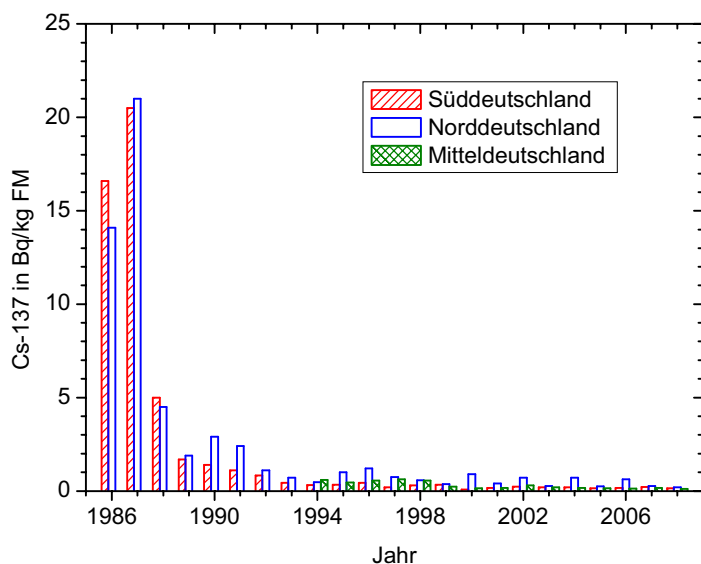


Abbildung 2.4.5-2
Jahresmittelwerte der Cs-137-Aktivität in
Fischen aus Fischteichen in Bq/kg FM
(Annual mean values for Cs-137 activity
in fish from fish farms in Bq/kg WW)

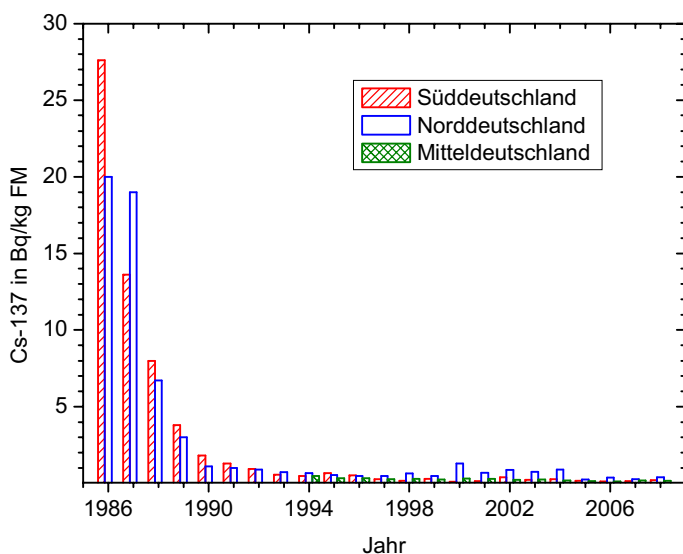


Abbildung 2.4.5-3
Jahresmittelwerte der Cs-137-Aktivität in
Fischen aus Fließgewässern in Bq/kg FM
(Annual mean values for Cs-137 activity
in fish from rivers in Bq/kg WW)

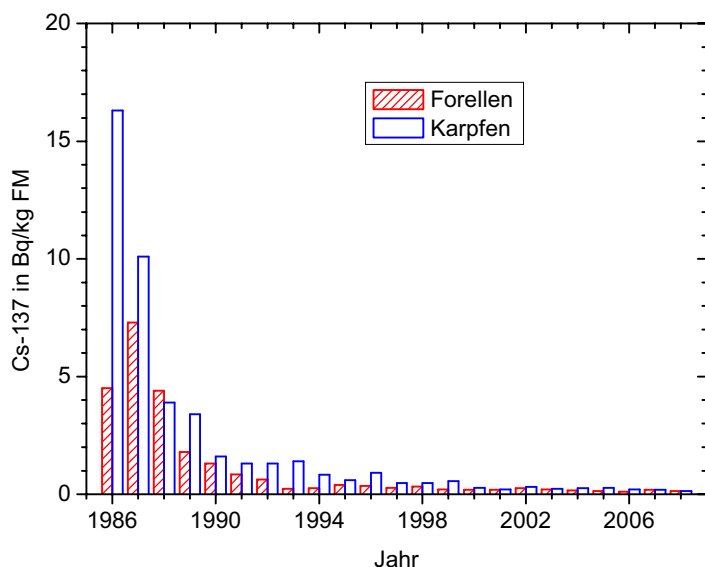


Abbildung 2.4.5-4
Jahresmittelwerte der Cs-137-Aktivität in Karpfen und Forellen in Bq/kg FM
(Annual mean values for Cs-137 activity in trout and carp in Bq/kg WW)

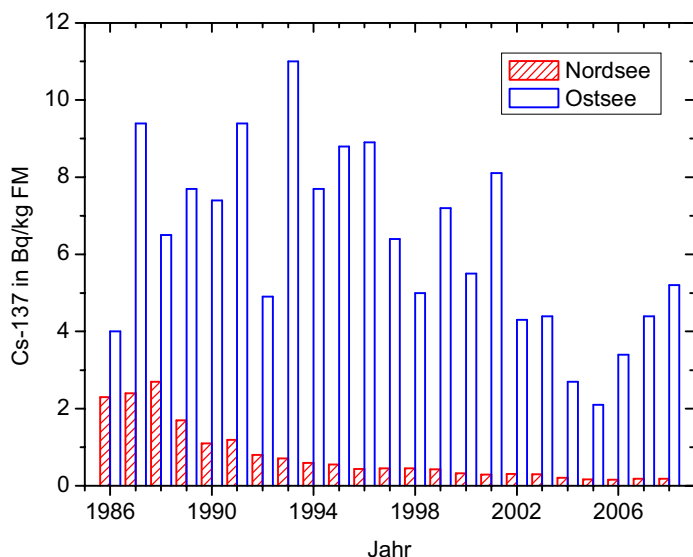


Abbildung 2.4.5-5
Jahresmittelwerte der Cs-137-Aktivität in Fischen aus Nord- und Ostsee in Bq/kg FM
(Annual mean values for Cs-137 activity in fish from the North and Baltic Seas in Bq/kg WW)

In Tabelle 2.4.5-3 sind die mittleren Cs-137-Aktivitätswerte für Fische aus der Nord- und der Ostsee dargestellt. In Fischen aus der Nordsee, die vor Tschernobyl bereits durch Cs-137 aus europäischen Wiederaufarbeitungsanlagen kontaminiert waren, blieben 2008 die Cs-137-Werte zu 95% unter etwa 1 Bq/kg. Der Median liegt wie im Vorjahr bei etwa 0,19 Bq/kg. Zwei höhere Werte, 2,5 und 3,4 Bq/kg, sind vermutlich eher der Ostsee bzw. dem Übergangsbereich zwischen Nord- und Ostsee zuzurechnen.

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 Miesmuschelfleisch wiesen eine mittlere Cs-137-Aktivität von weniger als 0,14 Bq/kg auf; vgl. Tabelle 2.4.5-3. Nahezu alle Einzelwerte lagen unterhalb der Nachweisgrenze.

Die im Jahr 2008 für Proben aus Importen bestimmten Jahresmedianwerte für Cs-137 (Tabelle 2.4.5-4) lagen bei etwa 0,1 Bq/kg (Süßwasserfisch und Seefisch) und 0,04 Bq/kg (Fischereierzeugnisse); für Krusten- und Schalentiere wurden keine signifikanten Werte gefunden.

Tabelle 2.4.5-3 Spezifische Cs-137-Aktivität in Fischen und Krusten- und Schalentieren aus der Nordsee und der Ostsee (2008)
(Specific Cs-137 activity in fish and crustaceans from the North Sea and the Baltic Sea - year 2008)
 Messungen der Bundesländer und der Leitstelle

Gewässer	Probenart	spez. Cs-137-Aktivität in Bq/kg FM					
		2008					2007
		N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
Nordsee	Fische	38	10	0,10	3,4	0,19	0,19
	Garnelen	14	14	< 0,11	< 0,21	< 0,13	< 0,13
	Miesmuscheln	14	13	< 0,10	0,25	< 0,14	< 0,14
Ostsee	Fische	16	0	0,50	14	5,2	4,4

Tabelle 2.4.5-4 Spezifische Cs-137-Aktivität in Importproben von Fisch, Krusten- u. Schalentieren sowie Fischereierzeugnissen (2008)
(Specific Cs-137 activity in samples of imported fish, crustaceans and fishery products - year 2008)

Probenart	spez. Cs-137-Aktivität in Bq/kg FM					
	2008					2007
	N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
Süßwasserfisch	27	17	< 0,1	1,8	0,095	0,14
Seefisch	124	63	0,046	8,0	0,10	0,11
Krusten- u. Schalentiere	10	10	< 0,1	< 0,23	< 0,14	< 0,15
Fischereierzeugnisse	31	27	< 0,1	0,42	0,042	< 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 bei Binnenseen etwa eine halbe Größenordnung höher war als bei Fließgewässern und Fischteichen. 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 2008 noch keine Ergebnisse von Sr-90-Messungen der Leitstelle vor.

Tabelle 2.4.5-5 Spezifische Sr-90-Aktivität in Fischen, Krusten- und Schalentieren (2008)
(Specific Sr-90 activity in fish and crustaceans - year 2008)
 Messungen der Bundesländer

Probenart	Gewässer	spez. Sr-90-Aktivität in Bq/kg FM					
		2008					2007
		N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
Fisch	Binnenseen	18	2	< 0,0078	0,47	0,066	0,019
	Fischteiche	9	4	< 0,0059	0,053	0,018	0,0096
	Fließgewässer	7	4	< 0,0066	0,0099	0,0076	0,0086
Garnelen	Nordsee	13	8	0,015	0,039	0,017	0,019
Miesmuscheln	Nordsee	9	8	0,013	< 0,02	< 0,02	0,017

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 Proben aus dem Berichtsjahr 2008 (Nordsee, Dezember 2008) stehen noch aus. Die schon verfügbaren Cs-137-Werte (11 für die Nordsee, 12 für die Ostsee) wurden in die obigen Auswertungen einbezogen. Engpässe im Labor, bedingt durch einen mehrmonatigen Umzug des Messtechnikraums im Frühjahr 2008, führten zu deutlichen Verzögerungen der entsprechenden Messungen, so dass auch radiochemischen Analysen für Plutonium-Isotope, Am-241 und Sr-90 davon betroffen waren.

Während einer „Sommerreise“ mit FS „Walther-Herwig-III“ wurden aus einem Vergleichsgebiet im Nordostatlantik, vor der Küste Islands, sechs Fischproben (Fischfleisch) genommen. Die Cs-137-Werte von Kabeljau, Seelachs und Schellfisch lagen zwischen 0,1 und 0,18 Bq/kg (Medianwert 0,13 Bq/kg), eine Schollenfleischprobe wies einen kleineren Wert von 0,05 Bq/kg auf. Verglichen damit ist der Medianwert für die Nordsee (0,19 Bq/kg; vgl. Tab. 2.4.5.3) nur noch geringfügig größer. Das ist ein Hinweis darauf, dass der Effekt der Aktivitäts-Einleitungen der Wiederaufarbeitungsanla-

gen Sellafeld (UK, Irische See) und La Hague (FR, Engl. Kanal) auf die Nordseefische, verglichen mit den 1980er und 1990er Jahren, erheblich abgenommen hat und mittlerweile sehr gering geworden ist.

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, 2008: „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung. Jahresbericht 2007“.

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

Im Berichtsjahr 2008 wurden für 26 kerntechnische Anlagen Werte γ -spektrometrischer Messungen (vor allem Cs-137) an 104 Fischfleischproben und 9 Wasserpflanzenproben gemeldet; Sr-90-Messungen wurden an 11 Fischfleischproben durchgeführt. Hinsichtlich der Fischarten ergab sich, dass Proben von 12 Süßwasserfischarten, von Mischungen verschiedener Süßwasserfischarten inkl. „Friedfisch“ und „Raubfisch“, 5 marine Arten aus Flussunterläufen bzw. Ästuar 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-Werte 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 Cs-137-Gehalte auf.

Eine Brachsenprobe, die am 17.11.2008 dem Rhein unterhalb des KKW Biblis entnommen wurde, wies einen geringen Cs-134-Wert auf, der nicht mit dem Tschernobylfallout verträglich ist.

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 genehmigten Ableitungen kerntechnischer und klinischer Anlagen (z. B. I-131), ist lediglich festzustellen, dass erstmalig die Aktivierungsprodukte Mn-54 und Co-58 in Wasserpflanzen aus der Isar, FRM II Garching, berichtet wurden.

Tabelle 2.4.6-1 Spezifische Aktivität von Fischen und Wasserpflanzen 2008
(im Rahmen der Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen)
(Specific activity in fish and aquatic plants in the year 2008
- within the framework of ambient surveillance for nuclear facilities)
(N: Anzahl der Messungen; nn: Anzahl der Werte <NWG)

Gewässer	Anlage	Radio-nuklid	2008					2007
			N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
Fisch (Bq/kg FM)								
Donau	KRB Gundremmingen	Cs-137	6	3	< 0,07	0,52	0,13	0,18
Elbe	GKSS Geesthacht	Cs-137	6	2	< 0,13	0,32	0,21	0,27
	KKK Krümmel	Cs-137	4	0	0,12	0,30	0,17	0,26
	PKA Gorleben	Cs-137	3	0	0,27	0,57	0,36	0,26
	KKS Stade	Cs-137	4	0	0,21	0,37	0,30	0,78
	KBR Brokdorf	Sr-90	5	5	< 0,011	< 0,016	< 0,014	< 0,01
		Cs-137	6	0	0,18	0,68	0,36	0,24
	KKB Brunsbüttel	Cs-137	6	1	< 0,067	0,63	0,37	0,45
Ems	KKE Emsland	Cs-137	7	0	0,20	1,4	0,45	0,42
Greifswalder Bodden	KGR Greifswald	Cs-137	4	0	0,77	4,9	1,9	2,0

Gewässer	Anlage	Radio-nuklid	2008					2007
			N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
Havel (Griebnitzsee)	HMI Berlin	Cs-137	2	0	0,43	0,43	0,43	0,72
Sacrower See		Cs-137	1	0	33	33	33	
Großer Wannensee		Cs-137	1	0	0,76	0,76	0,76	
Isar	KKI 1/2 Isar	Cs-137	4	2	< 0,15	0,47	0,17	< 0,15
	FRM II Garching	Cs-137	1	0	0,43	0,43	0,43	0,62
Main	KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	4	3	< 0,18	0,31	< 0,19	< 0,20
	VAK Kahl	Cs-137						
Mosel	Cattenom	Sr-90	2	1	< 0,02	0,048	< 0,034	
	(Frankreich)	Cs-137	4	3	< 0,07	0,11	< 0,11	
Neckar	GKN Neckarwestheim	Cs-137	1	0	0,067	0,067	0,067	0,07
	KWO Obrigheim	Cs-137	2	1	< 0,1	0,12	< 0,11	< 0,09
Rhein	KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	1	0	0,093	0,093	0,093	0,15
	KWB Biblis	Sr-90	4	2	< 0,02	0,15	0,042	0,022
		Cs-134	1	0	0,04	0,04	0,04	
		Cs-137	8	1	0,06	1,1	0,13	0,12
	KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	4	0	0,092	0,24	0,14	0,076
	KKP Philippsburg	Cs-137	5	1	0,10	0,13	0,11	0,078
	FZ Karlsruhe	Cs-137						0,13
	FZ Jülich	Cs-137	3	0	0,17	2,4	0,24	0,25
Stechlinsee	KKR Rheinsberg	Cs-137	5	0	25	76	62	82
Ellbogensee	KKR Rheinsberg	Cs-137	3	0	8,2	11	8,2	7,9
Weser	KKU Unterweser	Cs-137	6	0	0,084	0,20	0,12	0,16
	KWG Grohnde	Cs-137	6	1	0,035	0,086	0,047	0,099
Wasserpflanzen (Bq/kg TM)								
Ahauser Aa	Ahaus	I-131	1	0	0,48	0,48	0,48	
		Co-60	1	1	< 0,29	< 0,29	< 0,29	< 0,14
Moorbach	Ahaus	Co-60	1	1	< 0,38	< 0,38	< 0,38	< 0,5
Donau	KRB Gundremmingen	Mn-54	1	0	4,2	4,2	4,2	
		I-131	2	0	1,2	4,8	3,0	13
		Cs-137	2	0	6,0	6,4	6,2	5,9
		Co-60	2	1	< 0,5	6,7	< 3,6	
Isar	FRM II Garching	Mn-54	1	0	4,8	4,8	4,8	
		Co-58	1	0	1,7	1,7	1,7	
		Co-60	2	1	< 0,73	3,8	< 2,3	< 0,48
		I-131	2	0	8,4	280	144	117
	KKI 1/2 Isar	Cs-137	2	0	6,7	10	8,4	9,0
		I-131	1	0	29	29	29	7,0
		Cs-137	1	0	7,0	7,0	7,0	7,8
Main	KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	2	2	< 0,26	< 0,34	< 0,30	< 1,4

In der Tabelle 2.4.6-2 sind nachträglich bei der Leitstelle eingegangene Daten aufgeführt, die zu dem Termin der Erstellung des Jahresberichts 2007 und 2006 nicht zur Verfügung standen.

Tabelle 2.4.6-2 Spezifische Aktivität von Fischen und Wasserpflanzen (im Rahmen der Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen): Nachtrag zu 2007
(Specific activity in fish and aquatic plants (within the framework of ambient surveillance for nuclear facilities): Supplement to 2007)

Fluss	Anlage	Radio-nuklid	2007					2006
			N	nn	min. Wert	max. Wert	Medianwert	Medianwert
Wasserpflanzen (Bq/kg TM)								
Isar	FRM II Garching	Co-60	4	4	<0,28	< 0,93	< 0,48	8,9
		I-131	2	0	34	200	117	
		Cs-137	4	0	4,0	12	9,0	

2.4.7 Einzelebensmittel, 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. Wegen der kürzeren Halbwertszeit war Cs-134 nicht mehr nachweisbar. 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 Blütenhonig (Tabelle 2.4.7-13). Für diese Umweltbereiche liegt die Aktivitätskonzentration des Cs-137 erheblich höher als in anderen Lebensmitteln.

Die Messwerte für Einzelebensmittel, 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 der 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	2007	37	<0,15	(< 0,06 - < 0,19)	9	0,16	(0,10 - 0,25)
	2008	32	<0,14	(< 0,05 - 0,57)	7	0,16	(0,11 - 0,25)
Bayern	2007	42	<0,14	(< 0,05 - < 0,25)	4	0,22	(0,13 - 0,28)
	2008	49	<0,16	(< 0,06 - < 0,25)	8	0,25	(0,09 - 0,37)
Berlin	2007	1	< 0,09		1	0,16	
	2008	1	< 0,12		1	0,1	
Brandenburg	2007	15	<0,12	(< 0,07 - 0,20)	1	0,53	
	2008	23	<0,13	(< 0,05 - 0,30)	2	0,14	(0,009 - 0,18)
Bremen	2007	3	<0,08	(< 0,07 - < 0,10)			
	2008	3	< 0,06	(< 0,06 - < 0,06)			
Hamburg	2007	4	<0,12	(< 0,09 - < 0,14)	1	0,05	
	2008	4	<0,07	(< 0,06 - 0,10)	1	0,1	
Hessen	2007	17	<0,12	(< 0,06 - < 0,18)			

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)			Sr-90 (Bq/kg FM)		
		N	Mittelwert (Bereich)		N	Mittelwert (Bereich)	
Mecklenburg-Vorpommern	2008	16	< 0,11	(< 0,05 - < 0,17)			
	2007	34	< 0,12	(< 0,08 - < 0,19)	2	0,32	(0,17 - 0,47)
	2008	34	< 0,12	(0,05 - < 0,15)	2	0,15	(0,12 - 0,18)
Niedersachsen	2007	34	< 0,20	(< 0,09 - < 0,38)	3	0,07	(0,02 - 0,10)
	2008	42	< 0,24	(< 0,09 - 1,20)	3	0,13	(0,06 - 0,22)
Nordrhein-Westfalen	2007	26	< 0,11	(< 0,05 - < 0,22)	1	0,08	
	2008	25	< 0,11	(< 0,03 - 0,26)	3	0,14	(0,07 - 0,20)
Rheinland-Pfalz	2007	22	< 0,10	(< 0,05 - < 0,18)	3	0,09	(0,07 - 0,12)
	2008	21	< 0,12	(< 0,04 - < 0,50)	4	0,06	(0,02 - 0,08)
Saarland	2007	3	< 0,20	(< 0,20 - < 0,20)			
	2008	3	< 0,20	(< 0,20 - < 0,20)	1	0,13	
Sachsen	2007	30	< 0,10	(< 0,08 - 0,13)	3	0,13	(0,08 - 0,20)
	2008	30	< 0,11	(< 0,08 - < 0,14)	3	0,10	(0,07 - 0,14)
Sachsen-Anhalt	2007	35	< 0,14	(< 0,06 - 0,56)	3	0,15	(0,08 - 0,27)
	2008	31	< 0,13	(< 0,10 - 0,30)	3	0,15	(0,04 - 0,28)
Schleswig-Holstein	2007	33	< 0,15	(< 0,08 - < 0,20)	4	0,16	(0,08 - 0,27)
	2008	33	< 0,14	(0,08 - < 0,19)	4	0,12	(0,08 - 0,22)
Thüringen	2007	34	< 0,12	(< 0,08 - < 0,15)	1	0,09	
	2008	34	< 0,12	(< 0,10 - < 0,14)	1	0,08	
Bundesrepublik (gesamt)	2007	370	< 0,13	(< 0,05 - 0,56)	36	0,16	(0,02 - 0,53)
	2008	381	< 0,14	(< 0,03 - 1,20)	43	0,15	(0,02 - 0,37)

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

Importe	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Finnland	2008	1	0,20
Frankreich	2007	2	< 0,14 (< 0,07 - < 0,20)
	2008	1	< 0,20
Großbritannien	2007	1	< 0,14
	2008	1	< 0,20
Niederlande	2007	1	< 0,10
	2008	1	< 0,08
Tschechische Republik	2008	2	< 0,13 (< 0,11 - < 0,15)

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

Produkt	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)			Sr-90 (Bq/kg FM)		
		N	Mittelwert (Bereich)		N	Mittelwert (Bereich)	
Buchweizen	2008	1	0,08		-		
Gerste	2007	125	< 0,15	(< 0,07 - < 0,38)	11	0,19	(0,08 - 0,41)
	2008	105	< 0,17	(< 0,03 - 1,20)	5	0,26	(0,10 - 0,54)
Hafer	2007	22	< 0,38	(< 0,05 - 2,70)	-		
	2008	23	< 0,43	(< 0,10 - 1,90)	2	0,20	(0,19 - 0,20)
Hirse	2008	12	< 0,11	(< 0,06 - < 0,21)	-		
Mais	2007	3	< 0,11	(< 0,06 - < 0,17)	1	0,02	
	2008	3	< 0,13	(< 0,06 - < 0,21)	-		
Reis	2008	8	< 0,15	(< 0,08 - < 0,28)	-		
Roggen	2007	180	< 0,16	(< 0,05 - 3,00)	16	0,17	(0,07 - 0,34)
	2008	142	< 0,17	(< 0,05 - 0,97)	9	0,19	(0,10 - 0,31)
Triticalen	2007	10	< 0,16	(0,09 - < 0,21)	1	0,16	
	2008	11	< 0,16	(< 0,07 - 0,22)	-		

- 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	2007	6	< 0,33	(0,12 - 0,78)
	2008	6	< 0,85	(< 0,23 - 2,28)
Bayern	2007	5	< 0,33	(0,15 - 0,89)
	2008	7	< 1,70	(< 0,24 - 5,21)
Berlin	2007			
	2008	1	0,68	
Brandenburg	2007	5	2,77	(0,34 - 12,00)
	2008	3	1,83	(0,38 - 2,90)
Bremen	2007	3	1,07	(0,66 - 1,64)
	2008	3	0,69	(0,49 - 1,08)
Hamburg	2007	3	< 0,33	(< 0,13 - 0,72)
	2008	3	0,26	(0,15 - 0,34)
Hessen	2007	3	< 0,20	(< 0,14 - 0,30)
	2008	3	< 0,13	(< 0,12 - < 0,13)

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Mecklenburg-Vorpommern	2007	8	5,15 (0,07 - 18,00)
	2008	5	6,48 (0,37 - 28,9)
Niedersachsen	2007	13	< 0,76 (< 0,11 - 1,94)
	2008	11	< 0,42 (0,10 - 1,40)
Nordrhein-Westfalen	2007	19	< 0,34 (< 0,06 - 1,89)
	2008	16	< 0,41 (< 0,05 - 1,44)
Rheinland-Pfalz	2007	2	0,18 (0,11 - 0,24)
	2008	1	0,65
Saarland	2007	2	< 0,20 (< 0,20 - < 0,20)
	2008	2	< 0,20 (< 0,20 - < 0,20)
Sachsen	2007	3	0,53 (0,11 - 1,28)
	2008	3	< 0,28 (< 0,15 - 0,37)
Sachsen-Anhalt	2007	3	0,82 (0,70 - 0,95)
	2008	3	0,57 (0,41 - 0,74)
Schleswig-Holstein	2007	3	0,97 (0,66 - 1,30)
	2008	3	< 0,61 (< 0,10 - 1,06)
Thüringen	2007	1	< 0,14
	2008	1	0,28
Bundesrepublik (gesamt)	2007	79	< 1,11 (< 0,06 - 18,00)
	2008	72	< 1,07 (< 0,05 - 28,9)

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

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Baden-Württemberg	2007	37	< 0,26 (< 0,11 - < 1,12)
	2008	45	< 0,34 (< 0,10 - 4,20)
Bayern	2007	60	< 0,44 (< 0,07 - 3,43)
	2008	92	< 0,71 (< 0,07 - 9,60)
Berlin	2007	6	< 1,92 (< 0,13 - 3,46)
	2008	6	1,35 (0,17 - 2,91)
Brandenburg	2007	13	< 1,99 (< 0,13 - 9,60)
	2008	8	0,55 (0,20 - 1,10)
Bremen	2007	6	0,79 (0,19 - 2,35)
	2008	5	2,01 (0,05 - 5,55)

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Hamburg	2007	6	< 0,60 ($< 0,19 - 1,63$)
	2008	6	< 0,36 ($< 0,06 - 0,89$)
Hessen	2007	12	< 0,14 ($< 0,11 - 0,20$)
	2008	12	< 0,14 ($< 0,11 - 0,18$)
Mecklenburg-Vorpommern	2007	17	2,10 (0,11 - 7,15)
	2008	14	1,72 (0,03 - 7,99)
Niedersachsen	2007	47	< 1,21 ($< 0,11 - 11,40$)
	2008	49	< 0,88 ($< 0,12 - 5,70$)
Nordrhein-Westfalen	2007	54	< 0,28 ($< 0,05 - 3,60$)
	2008	54	< 0,35 ($< 0,05 - 4,33$)
Rheinland-Pfalz	2007	12	< 0,15 ($< 0,07 - 0,67$)
	2008	11	< 0,11 ($< 0,07 - 0,22$)
Saarland	2007	7	< 0,20 ($< 0,20 - < 0,20$)
	2008	6	< 0,20 ($< 0,20 - < 0,20$)
Sachsen	2007	11	< 0,22 ($< 0,11 - 0,54$)
	2008	12	< 0,31 (0,10 - 1,01)
Sachsen-Anhalt	2007	9	< 0,43 ($< 0,12 - 0,78$)
	2008	10	1,05 (0,17 - 2,49)
Schleswig-Holstein	2007	26	< 0,50 ($< 0,13 - 1,93$)
	2008	26	< 0,70 ($< 0,11 - 3,13$)
Thüringen	2007	10	< 0,14 ($< 0,09 - 0,28$)
	2008	11	< 0,57 ($< 0,10 - 5,20$)
Bundesrepublik (gesamt)	2007	333	< 0,65 ($< 0,05 - 11,40$)
	2008	367	< 0,64 (0,03 - 9,60)

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

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Baden-Württemberg	2007	15	< 0,18 ($< 0,10 - < 0,29$)
	2008	26	< 0,18 ($< 0,10 - < 0,49$)
Bayern	2007	34	< 0,20 (0,09 - 0,40)
	2008	42	< 0,40 ($< 0,07 - 8,83$)
Berlin	2007	6	< 0,19 ($< 0,10 - 0,31$)
	2008	6	< 0,13 (0,08 - < 0,17)

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Brandenburg	2007	15	< 0,18 ($< 0,09 - 0,60$)
	2008	13	< 0,32 ($< 0,05 - 2,50$)
Bremen	2007	8	0,10 (0,03 - 0,16)
	2008	9	< 0,12 (0,05 - 0,19)
Hamburg	2007	6	< 0,12 ($< 0,10 - < 0,14$)
	2008	6	0,11 (0,07 - 0,17)
Hessen	2007	12	< 0,13 ($< 0,08 - < 0,15$)
	2008	12	< 0,12 ($< 0,08 - < 0,17$)
Mecklenburg-Vorpommern	2007	18	< 0,13 (0,04 - 0,56)
	2008	19	< 0,14 (0,04 - 0,39)
Niedersachsen	2007	62	< 0,19 ($< 0,08 - 0,36$)
	2008	63	< 0,22 ($< 0,08 - 1,30$)
Nordrhein-Westfalen	2007	87	< 0,13 ($< 0,04 - 0,33$)
	2008	87	< 0,14 ($< 0,05 - 0,60$)
Rheinland-Pfalz	2007	9	< 0,10 ($< 0,07 - < 0,15$)
	2008	11	< 0,12 ($< 0,09 - 0,15$)
Saarland	2007	4	< 0,20 ($< 0,20 - < 0,20$)
	2008	6	< 0,53 ($< 0,20 - 2,20$)
Sachsen	2007	11	< 0,14 ($< 0,10 - 0,27$)
	2008	11	< 0,13 (0,09 - 0,22)
Sachsen-Anhalt	2007	24	< 0,16 ($< 0,07 - 0,70$)
	2008	24	< 0,11 ($< 0,06 - 0,17$)
Schleswig-Holstein	2007	12	< 0,25 ($< 0,14 - 1,12$)
	2008	12	< 0,18 ($< 0,14 - 0,28$)
Thüringen	2007	14	< 0,13 ($< 0,08 - 0,32$)
	2008	14	< 0,12 ($< 0,09 - 0,22$)
Bundesrepublik (gesamt)	2007	337	< 0,16 (0,03 - 1,12)
	2008	361	< 0,19 (0,04 - 8,83)

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

Produkt	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Fleischprodukte	2007	1	0,04
Lamm	2007	15	< 0,15 ($< 0,08 - 0,47$)

Produkt	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)
Geflügel	2008	18	< 0,32 ($< 0,05 - 3,15$)
	2007	19	< 0,14 (0,04 - < 0,20)
		23	< 0,14 ($< 0,02 - < 0,21$)
	2008	14	< 0,19 ($< 0,08 - 0,61$)
		18	< 0,16 ($< 0,07 - 0,42$)
	2007	125	< 0,15 (0,04 - < 0,83)
		120	< 0,14 ($< 0,03 - 0,82$)
	2008	43	< 0,13 ($< 0,01 - < 0,26$)
Putenfleisch	2007	43	< 0,13 ($< 0,01 - < 0,26$)
	2008	39	< 0,19 ($< 0,05 - < 2,25$)

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	2007	4	< 0,76 ($< 0,11 - < 2,53$)
	2008	1	0,15
Haarwildfleisch	2007	21	< 13,1 ($< 0,07 - 63$)
		21	< 13,9 ($< 0,05 - 102$)
Reh	2007	136	< 33,8 ($< 0,11 - 929$)
	2008	97	< 18,0 ($< 0,12 - 212$)
Rot-/Damwild	2007	8	< 9,79 ($< 0,18 - 47,2$)
	2008	4	4,08 (0,16 - 13,5)
Wildschwein	2007	308	< 217,6 ($< 0,08 - 8.608$)
	2008	180	< 127 ($< 0,14 - 5.106$)
Sonstiges Haarwild	2007	5	< 15,5 ($< 0,08 - 34,0$)
	2008	8	< 55,4 ($< 0,07 - 348$)

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	2007	14	< 0,13 ($< 0,06 - 0,24$)	1	0,05
	2008	8	< 0,15 ($< 0,06 - 0,30$)	1	0,02
Bayern	2007	30	< 0,18 (0,11 - 0,34)	2	0,04 (0,03 - 0,04)
	2008	34	< 0,18 ($< 0,09 - 0,29$)	4	0,04 (0,03 - 0,04)
Berlin	2007	3	< 0,10 ($< 0,06 - < 0,13$)	1	0,01
	2008	4	< 0,10 ($< 0,06 - < 0,18$)	2	0,01 (0,01 - 0,02)

Bundesland	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)			Sr-90 (Bq/kg FM)		
		N	Mittelwert (Bereich)		N	Mittelwert (Bereich)	
Brandenburg	2007	11	< 0,18	(<0,08 - 0,70)	1	0,03	
	2008	7	< 0,13	(<0,09 - < 0,17)	1	0,02	
Bremen	2007	2	0,04	(0,03 - 0,05)			
	2008	2	< 0,10	(< 0,10 - < 0,10)			
Hamburg	2007	2	< 0,14	(<0,13 - < 0,16)			
	2008	2	< 0,08	(<0,07 - 0,09)			
Hessen	2007	5	< 0,12	(<0,10 - < 0,13)	1	0,05	
	2008	5	< 0,14	(<0,12 - < 0,18)	1	0,04	
Mecklenburg-Vorpommern	2007	11	< 0,09	(<0,05 - 0,14)			
	2008	11	< 0,10	(0,05 - 0,17)	1	0,01	
Niedersachsen	2007	56	< 0,24	(<0,08 - 1,40)	6	< 0,05	(0,002 - < 0,20)
	2008	58	< 0,16	(<0,05 - 0,43)	6	< 0,02	(< 0,01 - < 0,02)
Nordrhein-Westfalen	2007	24	< 0,14	(<0,08 - < 0,25)	5	< 0,05	(<0,02 - 0,10)
	2008	17	< 0,12	(<0,06 - < 0,19)	4	0,02	(0,01 - 0,04)
Rheinland-Pfalz	2007	9	< 0,08	(<0,03 - < 0,11)	3	0,10	(0,02 - 0,24)
	2008	6	< 0,07	(<0,03 - < 0,10)	3	0,02	(0,01 - 0,03)
Saarland	2007	2	< 0,20	(<0,20 - < 0,20)			
	2008	2	< 0,20	(<0,20 - < 0,20)			
Sachsen	2007	6	< 0,10	(<0,08 - < 0,15)	1	0,01	
	2008	6	< 0,10	(<0,08 - < 0,14)	1	0,01	
Sachsen-Anhalt	2007	9	< 0,19	(<0,11 - 0,67)	2	< 0,03	(<0,02 - < 0,04)
	2008	9	< 0,14	(<0,11 - < 0,19)	2	< 0,02	(<0,02 - < 0,02)
Schleswig-Holstein	2007	5	< 0,14	(<0,09 - < 0,17)	1	0,02	
	2008	5	< 0,13	(<0,08 - < 0,17)	1	< 0,04	
Thüringen	2007	3	< 0,11	(<0,09 - < 0,12)	1	0,02	
	2008	3	< 0,11	(<0,09 - < 0,12)	1	0,01	
Bundesrepublik (gesamt)	2007	192	< 0,17	(<0,03 - 1,40)	25	< 0,05	(0,002 - 0,24)
	2008	179	< 0,14	(<0,03 - 0,43)	28	< 0,02	(0,01 - 0,04)

- 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	2007	641	< 0,16	(< 0,02 - 1,83)	81	0,18	(0,02 - 0,95)
	2008	736	< 0,17	(< 0,02 - 0,68)	72	< 0,15	(0,01 - 0,83)

Produkt	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)			Sr-90 (Bq/kg FM)		
		N	Mittelwert (Bereich)		N	Mittelwert (Bereich)	
Fruchtgemüse	2007	188	< 0,14	(< 0,03 - 0,36)	8	0,05	(0,01 - 0,10)
	2008	197	< 0,14	(< 0,03 - 1,50)	11	0,07	(0,01 - 0,13)
Sprossgemüse	2007	244	< 0,14	(< 0,03 - 0,77)	16	0,07	(0,01 - 0,26)
	2008	245	< 0,13	(< 0,03 - 0,68)	18	< 0,05	(0,01 - 0,18)
Wurzelgemüse	2007	207	< 0,16	(< 0,04 - 1,40)	20	0,16	(0,04 - 0,45)
	2008	183	< 0,15	(< 0,03 - 2,10)	18	0,10	(0,03 - 0,29)

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	2007	17	< 0,43	(< 0,08 - 2,60)
	2008	6	< 0,19	(< 0,14 - < 0,25)
Kulturpilzprodukte, trocken	2008	1	1,01	
Wild-Blätterpilze	2007	28	< 71,2	(0,10 - 1.600)
	2008	30	< 44,3	(< 0,09 - 426)
Wild-Leisten- u. Trompetenpilze	2007	37	65,9	(1,20 - 331)
	2008	39	< 109	(< 0,33 - 762)
Wild-Röhrenpilze	2007	74	< 213	(< 0,25 - 1.200)
	2008	59	< 128	(< 0,14 - 918)
Sonstige Wildpilze	2007	12	< 16,1	(< 0,11 - 54,5)
	2008	9	< 4,63	(< 0,20 - 139)
Wildpilzmischungen	2007	18	< 67,9	(< 0,26 - 309)
	2008	4	21,4	(3,44 - 40,8)
Wildpilzprodukte	2007	6	< 42,4	(< 2,10 - 106)
	2008	6	< 27,3	(< 0,11 - 105)

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)	-		
	2008	12	< 0,16	(< 0,09 - < 0,31)			
Erdbeeren	2007	82	< 0,14	(< 0,04 - 0,46)	8	< 0,05	(< 0,02 - 0,09)
	2008	98	< 0,13	(< 0,03 - 0,53)	10	0,06	(0,01 - 0,12)
Johannisbeere	2007	30	< 0,13	(< 0,03 - < 0,20)	2	0,15	(0,06 - 0,24)
	2008	19	< 0,16	(< 0,07 - 0,84)	3	0,04	(0,03 - 0,05)

Produkt	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)			Sr-90 (Bq/kg FM)		
		N	Mittelwert (Bereich)		N	Mittelwert (Bereich)	
Stachelbeere	2007	6	< 0,12 (< 0,02 - < 0,20)		1	0,04	
	2008	1	< 0,14		-		
Tafelweintruben	2007	11	< 0,13 (< 0,06 - < 0,20)		1	0,09	
	2008	17	< 0,12 (< 0,06 - < 0,20)		-		
Wald- u. Wildbeeren	2007	27	< 26,5 (< 0,09 - 395)		-		
	2008		< 2,51 (< 0,08 - 87,3)		-		
Kernobst	2007	205	< 0,13 (< 0,03 - < 0,53)		21	< 0,02 (0,005 - 0,08)	
	2008	214	< 0,12 (< 0,03 - 0,28)		25	< 0,02 (0,01 - 0,13)	
Rhabarber	2007	28	< 0,14 (< 0,05 - 0,71)		2	0,35 (0,10 - 0,60)	
	2008	23	< 0,12 (< 0,04 - 0,30)		-		
Steinobst	2007	119	< 0,14 (< 0,03 - < 0,43)		11	< 0,03 (< 0,02 - 0,06)	
	2008	86	< 0,13 (< 0,06 - 0,72)		5	0,05 (0,02 - 0,15)	
Zitrusfrüchte	2007	15	< 0,11 (< 0,02 - < 0,21)		-		
	2008	11	< 0,11 (< 0,02 - < 0,25)		-		
Sonstige Obstarten	2007	8	< 0,14 (< 0,03 - < 0,20)		-		
	2008	5	< 0,17 (< 0,08 - 0,38)		-		

- 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)			
Beerenobstkonfitüre	2008	19	< 0,22	(< 0,13	-	0,67)
Gewürze	2007	2	< 0,80	(< 0,50	-	1,09)
	2008	2	< 0,43	(< 0,43	-	< 0,43)
Heidelbeerwein	2008	1	5,61			
Honig Blütenhonig	2007	23	< 18,4	(0,13	-	153)
	2008	24	< 13,3	(< 0,11	-	191)
Blütenhonigmischungen	2007	14	< 0,46	(< 0,09	-	2,70)
	2008	16	< 1,16	(< 0,08	-	8,70)
Waldhonig	2008	1	< 0,22			
Kernobstkonfitüre	2008	3	< 0,21	(< 0,19	-	< 0,23)
Sauerkirschsaft (Konzentrat)	2008	1	< 0,16			

Produkt	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)				
		N	Mittelwert (Bereich)			
Schalenobst (Nüsse)	2007	7	< 0,81	(< 0,14	-	4,58)
	2008	8	< 0,16	(< 0,11	-	0,28)

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
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 *

Jahr	Sr-90 (Bq/kg FM)			Cs-137 (Bq/kg FM)					
	Weizen	Kartoffeln	Kernobst	Rindfleisch	Schweinefleisch	Kalb- fleisch	Weizen	Kartoffeln	Kernobst
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 *
2008	0,15	< 0,02	< 0,02 *	< 0,64	< 0,19	< 1,07	< 0,14	< 0,14	< 0,12

* 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 mittlere tägliche Cs-137-Aktivitätszufuhr einer Person über die Nahrung kann für 2008 mit 0,33 Bq/(d • p) (d = Tag; p = Person) nach oben 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 0,10 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:

$$\begin{aligned}\text{Sr-90} &: 37 \text{ Bq}/(\text{a} \cdot \text{p}) \\ \text{Cs-137} &: 120 \text{ Bq}/(\text{a} \cdot \text{p})\end{aligned}$$

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	2007	72	< 0,23	(0,04 - 2,07)	19	< 0,12	(< 0,02 - 0,34)
	2008	66	< 0,23	(0,04 - 1,17)	18	< 0,08	(0,03 - 0,27)
Februar	2007	59	< 0,26	(< 0,01 - 2,58)	9	0,09	(0,02 - 0,18)
	2008	55	< 0,25	(< 0,04 - 2,20)	4	0,07	(0,03 - 0,16)
März	2007	65	< 0,28	(< 0,04 - 2,62)	9	0,09	(0,04 - 0,15)
	2008	56	< 0,21	(0,03 - 1,15)	3	0,05	(0,03 - 0,05)
April	2007	57	< 0,28	(0,04 - 2,50)	17	< 0,09	(< 0,04 - 0,23)
	2008	61	< 0,56	(< 0,04 - 15,10)	16	0,08	(0,02 - 0,25)
Mai	2007	65	< 0,21	(< 0,04 - 0,80)	7	< 0,11	(< 0,02 - 0,28)
	2008	55	< 0,90	(< 0,05 - 16,10)	5	< 0,11	(< 0,02 - 0,24)
Juni	2007	63	< 0,21	(< 0,05 - 0,69)	10	< 0,07	(< 0,03 - 0,18)
	2008	62	< 0,47	(0,02 - 14,40)	7	0,11	(0,03 - 0,41)

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)	
Juli	2007	66	< 0,42	(< 0,02 - 10,80)	16	< 0,08	(0,03 - 0,20)
	2008	62	< 0,22	(< 0,04 - 0,80)	14	0,08	(0,03 - 0,24)
August	2007	62	< 0,20	(0,03 - 0,51)	7	< 0,06	(< 0,02 - 0,09)
	2008	58	< 0,20	(< 0,02 - 1,10)	6	< 0,08	(< 0,02 - 0,13)
September	2007	56	< 0,31	(0,00 - 2,81)	6	0,06	(0,04 - 0,10)
	2008	62	< 0,26	(< 0,04 - 3,45)	7	< 0,10	(0,03 - 0,29)
Oktober	2007	65	< 0,25	(0,02 - 1,40)	15	0,12	(0,03 - 0,80)
	2008	64	< 0,21	(0,03 - 1,10)	15	0,13	(0,04 - 0,39)
November	2007	55	< 0,24	(< 0,05 - 1,00)	5	0,11	(0,07 - 0,17)
	2008	55	< 0,21	(< 0,01 - 1,29)	5	0,07	(0,04 - 0,14)
Dezember	2007	52	< 0,21	(0,05 - 0,58)	5	0,09	(0,02 - 0,19)
	2008	56	< 0,27	(0,05 - 2,46)	4	0,22	(0,02 - 0,67)
Jahr (gesamt)	2007	737	< 0,26	(0,00 - 10,80)	125	< 0,09	(< 0,02 - 0,80)
	2008	712	< 0,33	(< 0,01 - 16,10)	104	< 0,10	(< 0,02 - 0,67)

**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	2007	25	< 0,16	(0,02 - 0,71)	10	< 0,03	(< 0,01 - 0,05)
	2008	22	< 0,14	(< 0,02 - 0,68)	10	< 0,05	(< 0,02 - 0,13)
Februar	2007	17	< 0,14	(< 0,03 - 0,56)	5	< 0,03	(< 0,02 - 0,05)
	2008	18	< 0,22	(0,02 - 2,06)	3	< 0,02	(0,02 - 0,03)
März	2007	18	< 0,14	(< 0,04 - 0,38)	3	0,04	(0,03 - 0,05)
	2008	14	< 0,28	(0,03 - 2,56)	4	0,03	(0,01 - 0,05)
April	2007	19	< 0,13	(0,04 - <0,20)	7	< 0,06	(0,01 - 0,18)
	2008	22	< 0,11	(< 0,02 - <0,26)	7	< 0,04	(0,01 - 0,11)
Mai	2007	24	< 0,18	(< 0,03 - 0,47)	1	0,02	(0,02 - 0,02)
	2008	17	< 0,13	(< 0,03 - <0,23)	2	0,02	(0,02 - 0,02)
Juni	2007	21	< 0,11	(< 0,00 - <0,31)	2	0,02	(0,02 - 0,02)
	2008	21	< 0,12	(< 0,02 - <0,35)	1	0,03	(0,03 - 0,03)
Juli	2007	23	< 0,12	(0,03 - <0,20)	12	< 0,03	(< 0,01 - 0,10)
	2008	17	< 0,12	(< 0,02 - <0,22)	6	0,04	(0,02 - 0,07)
August	2007	22	< 0,12	(< 0,02 - 0,25)	4	< 1,44	(0,01 - 5,70)

Monat	Jahr	Cs-137 (Bq/kg FM)		Sr-90 (Bq/kg FM)	
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
September	2008	21	< 0,12 (0,04 - 0,30)	4	0,04 (0,02 - 0,08)
	2007	19	< 0,38 (< 0,04 - 3,90)	3	0,07 (0,01 - 0,18)
	2008	18	< 0,23 (0,05 - 1,85)	5	0,02 (0,01 - 0,04)
Oktober	2007	19	< 0,17 (0,03 - 0,43)	4	< 0,06 (< 0,02 - 0,17)
	2008	18	< 0,10 (< 0,04 - <0,20)	3	0,03 (0,02 - 0,06)
November	2007	20	< 0,12 (< 0,02 - 0,32)	0	0,00 (0,00 - 0,00)
	2008	27	< 0,13 (< 0,02 - 0,41)		
Dezember	2007	22	< 0,14 (< 0,04 - <0,48)	1	0,05 (0,05 - 0,05)
	2008	14	< 0,15 (< 0,05 - <0,34)	2	0,02 (0,01 - 0,03)
Jahr (gesamt)	2007	249	< 0,16 (< 0,00 - 3,90)	52	< 0,15 (< 0,01 - 5,70)
	2008	229	< 0,15 (< 0,02 - 2,56)	48	< 0,04 ((0,01 - 0,13)

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					
		2006		2007		2008	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
BADEN-WÜRTTEMBERG							
FZ Karlsruhe	Cs-137	6	< 0,08	25	< 0,04	19	< 0,05 (< 0,2 - < 0,8)
	Sr-90	1	0,17	4	0,03	4	0,13 (0,4 - 0,2)
KWO Obrigheim	Cs-137	18	< 0,07	18	< 0,06	12	< 0,08 (0,03 - 0,13)
	Sr-90	9	0,14	15	0,20	10	0,12 (0,05 - 0,23)
GKN Neckarwestheim	Cs-137	14	< 0,06	23	< 0,06	11	< 0,08 (< 0,06 - < 0,12)
	Sr-90	8	0,09	19	< 0,10	11	0,08 (0,02 - 0,14)
KKP Philippsburg	Cs-137	6	< 0,05	6	< 0,05	10	< 0,06 (< 0,03 - < 0,10)
	Sr-90	3	0,08	1	0,13	3	0,14 (0,09 - 0,2)
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	9	< 0,07	17	< 0,08	11	< 0,05 (0,02 - 0,07)
	Sr-90	4	0,22	3	0,28	5	0,16 (0,04 - 0,48)

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg FM					
		2006		2007		2008	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	9	< 0,06	17	< 0,07	8	< 0,05 (< 0,03 - 0,07)
	Sr-90	3	0,14	6	0,25	3	0,08 (0,05 - 0,14)
BAYERN							
KRB Gundremmingen	Cs-137	a		1	0,04	1	0,04
	Sr-90	a		1	0,09	1	0,1
KKI Isar	Cs-137	1	< 0,04	1	< 0,05	1	< 0,04
	Sr-90	1	0,10	1	0,09	1	0,13
KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	3	< 0,14	3	< 0,05	3	< 0,03 (< 0,03 - < 0,04)
	Sr-90	3	< 0,11	3	< 0,03	3	< 0,05 (< 0,02 - 0,09)
Forschungsreaktor München	Cs-137			1	< 0,07	1	< 0,06
	Sr-90			1	0,05	1	0,04
BERLIN							
Forschungsreaktor BERII	Cs-137	9	< 0,14	17	< 0,09	16	< 0,14 (0,02 - < 0,25)
	Sr-90	1	0,11	4	0,07	2	0,02 (0,02 - 0,02)
BRANDENBURG							
KKR Rheinsberg	Cs-137	17	< 0,13	18	< 0,13	18	< 0,16 (< 0,10 - < 0,21)
	Sr-90	17	0,19	17	0,23	17	0,24 (0,01 - 1,0)
HESSEN							
KWB Biblis	Cs-137	5	< 0,08	4	< 0,05	5	< 0,09 (< 0,02 - < 0,13)
	Sr-90	5	0,11	4	0,06	5	0,05 (0,03 - 0,06)
Nuklearbetriebe Hanau ^c	Gesamt- α Asche	a		a		a	
	Pu-238 Asche	a		a		a	
	Pu-(239+ 240) Asche	a		a		a	
MECKLENBURG-VORPOMMERN							
KGR Greifswald	Cs-137	a		a		a	
	Sr-90	a		a		a	
NIEDERSACHSEN							
KKS Stade	Cs-137	3	< 0,09	3	< 0,13	4	< 0,08 (< 0,05 - < 0,12)
	Sr-90	3	0,13	a			
KKU Unterweser	Cs-137	7	< 0,09	8	< 0,07	7	< 0,07 (0,05 - < 0,13)
	Sr-90	7	0,17	8	0,14	5	0,07 (0,04 - 0,11)
KWG Grohnde	Cs-137	4	< 0,08	4	< 0,11	5	< 0,07 (< 0,06 - < 0,10)

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg FM					
		2006		2007		2008	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
KKE Emsland	Sr-90	4	0,12	4	0,33	5	0,10 (0,04 - 0,18)
	Cs-137	6	< 0,14	7	< 0,10	6	< 0,09 (< 0,07 - < 0,12)
	Sr-90	6	0,19	7	0,16	6	0,11 (0,05 - 0,24)
Schacht Konrad II ^b	Cs-137	a		a		a	
	Sr-90	a		a		a	
Schachtanlage Asse	Cs-137	3	< 0,09	3	< 0,08	a	
NORDRHEIN-WESTFALEN							
FZ Jülich	Cs-137	4	< 0,25	4	< 0,06	4	< 0,12 (< 0,09 - < 0,2)
	Sr-90	4	0,09	4	0,06	4	0,09 (0,04 - 0,16)
UAG Gronau	Fluor (mg/kg TM)	7	< 4,7	7	6,3	7	< 2,2 (< 1,5 - 4,0)
	Uran (Bq/kg TM)	7	< 0,31	7	< 1,2	7	< 0,30 (< 0,23 - 0,64)
	U-238 (Bq/kg TM)	a		3	< 0,3	a	
RHEINLAND-PFALZ							
KMK Mülheim-Kärlich	Cs-137	a		1	< 0,02	3	< 0,14 (< 0,12 - < 0,15)
	Sr-90	a		a			
SACHSEN							
VKTA Rossendorf	Cs-137	5	< 0,11	2	< 0,22	1	< 0,16
	Sr-90	1	0,19	1	0,24	1	0,17
SACHSEN-ANHALT							
Endlager Morsleben	Cs-137	a		a		2	< 0,18 (< 0,15 - < 0,2)
	Sr-90	a		a		1	0,04
SCHLESWIG-HOLSTEIN							
GKSS Geesthacht	Cs-137	1	< 0,08	1	< 0,09	1	< 0,07
	Sr-90	1	0,07	1	0,08	1	0,09
KKB Brunsbüttel	Cs-137	3	< 0,10	1	< 0,07	1	< 0,09
	Sr-90	2	0,11				
KKK Krümmel	Cs-137	2	< 0,08	2	< 0,06	3	< 0,11 (< 0,03 - 0,21)
	Sr-90	1	0,05	2	0,07	3	0,05 (0,04 - 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

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

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					
		2006		2007		2008	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
BADEN-WÜRTTEMBERG							
FZ Karlsruhe	Cs-137	2	< 0,07	7	<0,11	9	< 0,08 (< 0,06 - < 0,1)
	Sr-90	1	0,33	3	0,14	4	0,15 (0,09 - 0,23)
KWO Obrigheim	Cs-137	6	< 0,09	7	< 0,08	6	< 0,08 (0,05 - < 0,1)
	Sr-90	3	0,1	3	0,13	a)	
GKN Neckarwestheim	Cs-137	6	< 0,09	5	<0,07	6	< 0,08 (0,06 - < 0,11)
	Sr-90	3	0,09	3	0,10	a)	
KKP Philippsburg	Cs-137	8	< 0,08	7	<0,09	5	< 0,08 (< 0,07 - < 0,09)
	Sr-90	3	0,11	2	0,04	3	0,07 (0,05 - 0,09)
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	5	< 0,06	6	< 0,05	6	< 0,06 (< 0,03 - 0,10)
	Sr-90	2	0,17	5	0,13	2	0,26 (0,22 - 0,29)
KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	3	< 0,07	6	<0,08	6	<0,06 (<0,03- <0,10)
	Sr-90	3	0,18	2	0,25	4	0,10 (0,08 - 0,14)
BAYERN							
KRB Gundremmingen	Cs-137	1	0,04	4	< 0,03	4	< 0,3 (< 0,03 - 1,1)
	Sr-90	a		4	< 0,04	4	< 0,01 (< 0,01 - < 0,02)
KKI Isar	Cs-137	5	<0,07	5	<0,31	5	< 0,09 (< 0,04 - 0,32)
	Sr-90	5	<0,07	5	< 0,10	3	< 0,01 (< 0,01 - < 0,01)
KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	1	0,91	2	< 0,04	2	< 0,05 (< 0,04 - < 0,06)
	Sr-90	1	0,08	2	0,04	2	0,05 (0,05 - 0,06)
Forschungsreaktor München	Cs-137	1	< 0,14	1	< 0,09	1	< 0,02
	Sr-90	1	0,16	1	0,09	1	0,15
BERLIN							
Forschungsreaktor BERII	Cs-137	a		a		a	
HESSEN							
KWB Biblis	Cs-137	8	< 0,09	9	< 0,12	8	< 0,13 (< 0,09 - < 0,18)
	Sr-90	8	0,10	9	0,09	8	0,14 (0,06 - 0,21)
Nuklearbetriebe Hanau ^c	Gesamt- α Asche	a		a		a	

LAND / Kerntechnische Anlage	Messver- fahren / Nuklid	Aktivität in Bq/kg FM					
		2006		2007		2008	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
	Pu-238 Asche	a		a		a	
	Pu-(239+ 240) Asche	a		a		a	
MECKLENBURG-VORPOMMERN							
KGR Greifswald	Cs-137	a		5	< 0,11	5	< 0,11 (0,08 - < 0,13)
	Sr-90	a		5	< 0,12	5	0,17 (0,09 - 0,24)
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	< 0,09	2	< 0,09	2	< 0,07 (< 0,05 - < 0,09)
	Sr-90	2	0,31	2	0,52	2	0,23 (0,21 - 0,25)
KKE Emsland	Cs-137	1	0,55	a		1	0,17
	Sr-90	1	0,12	a		1	0,93
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	< 1,6	18	< 1,7 (< 1,5 - 4,2)
	Uran (Bq/kg TM)	18	< 0,23	18	< 0,28	18	< 0,24 (< 0,23 - 0,36)
	U-238 (Bq/kg TM)	4	< 0,3	4	< 0,3	a	
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	

LAND / Kerntechnische Anlage	Messver- fahren / Nuklid	Aktivität in Bq/kg FM					
		2006		2007		2008	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
SACHSEN-ANHALT							
Endlager Morsleben	Cs-137	3	< 0,15	a		4	< 0,14 (< 0,13 - < 0,14)
	Sr-90	2	0,19	a		2	0,21 (0,12 - 0,29)
SCHLESWIG-HOLSTEIN							
GKSS Geesthacht	Cs-137	1	< 0,14	1	< 0,19	1	< 0,12
	Sr-90	1	0,41	1	0,16	1	0,19
KKB Brunsbüttel	Cs-137	a		2	< 0,14	2	< 0,15 (< 0,13 - < 0,16)
	Sr-90	a		2	0,13	2	0,09 (0,08 - 0,1)
KKK Krümmel	Cs-137	2	0,05	2	< 0,08	2	< 0,08 (< 0,03 - < 0,13)
	Sr-90	2	0,24	2	0,12	2	0,21 (0,19 - 0,23)

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

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

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					
		2006		2007		2008	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
BADEN-WÜRTTEMBERG							
FZ Karlsruhe	Cs-137	2	< 0,08	3	< 0,04	3	< 0,04 (< 0,02 - < 0,06)
	Sr-90	1	0,53	a		1	0,03
KWO Obrigheim	Cs-137	6	< 0,06	9	<0,06	6	< 0,07 (0,02 - < 0,14)
	Sr-90	3	0,04	3	0,15	3	0,10 (0,08 - 0,12)
GKN Neckarwestheim	Cs-137	5	< 0,12	6	<0,06	6	< 0,08 (0,02 - < 0,12)
	Sr-90	2	0,07	3	0,19	3	0,17 (0,09 - 0,30)
KKP Philippsburg	Cs-137	5	< 0,08	3	< 0,08	4	< 0,06 (< 0,04 - < 0,10)
	Sr-90	1	0,02	1	0,21	2	0,03 (0,03 - 0,04)
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	6	< 0,06	3	<0,05	5	< 0,06 (< 0,03 - < 0,10)
	Sr-90	4	0,08	3	0,05	4	0,13 (0,03 - 0,29)
KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	3	< 0,07	3	< 0,07	4	< 0,07 (< 0,04 - < 0,10)
	Sr-90	1	0,06	2	0,15	a	
BAYERN							
KRB Gundremmingen	Cs-137	1	< 0,02	2	< 0,02	2	< 0,02 (< 0,02 - < 0,02)
	Sr-90	a		2	< 0,01	2	< 0,01 (< 0,01 - < 0,01)

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg FM					
		2006		2007		2008	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
KKI Isar	Cs-137	a		a		a	
	Sr-90	a		a		a	
	Cs-137	5	< 0,08	2	< 0,02	2	< 0,02 (< 0,02 - < 0,03)
	Sr-90	5	< 0,03	2	< 0,04	2	< 0,04 (< 0,04 - 0,05)
Berlin							
Forschungsreaktor BERII	Cs-137	4	< 0,05	17	< 0,08	10	< 0,09 (< 0,06 - < 0,14)
	Sr-90	1	0,18	3	0,04	4	0,08 (0,01 - 0,19)
BRANDENBURG							
KKR Rheinsberg	Cs-137	a		a		a	
	Sr-90	a		a		a	
HESSEN							
KWB Biblis	Cs-137	9	< 0,03	9	< 0,04	10	< 0,05 (< 0,01 - < 0,16)
	Sr-90	9	0,02	9	0,02	10	0,02 (0,005 - 0,04)
MECKLENBURG-VORPOMMERN							
KGR Greifswald	Cs-137	a		4	< 0,07	4	< 0,07 (< 0,07 - < 0,07)
	Sr-90	a		4	0,06	4	0,03 (0,01 - 0,06)
NIEDERSACHSEN							
KKS Stade	Cs-137	6	< 0,05	6	< 0,05	1	< 0,07
	Sr-90	a		a		a	
KKU Unterweser	Cs-137	a		a		a	
	Sr-90	a		a		a	
KWG Grohnde	Cs-137	1	< 0,07	1	< 0,06	a	
	Sr-90	1	0,03	1	0,04	a	
KKE Emsland	Cs-137	a		a		a	
	Sr-90	a		a		a	
Schacht Konrad II ^b	Cs-137	a		a		a	
	Sr-90	a		a		a	
NORDRHEIN-WESTFALEN							
FZ Jülich	Cs-137	4	< 0,17	3	< 0,04	3	< 0,08 (< 0,06 - < 0,1)
	Sr-90	4	0,05	3	0,04	3	0,03 (0,005 - 0,04)
UAG Gronau	Fluor (mg/kg TM)	2	3,3	2	^b 1,6; 205	2	^b < 1,5; < 1,5
	Uran (Bq/kg TM)	2	< 0,23	2	^b < 0,23; < 0,23	2	^b < 0,23, < 0,23
	U-238 (Bq/kg TM)	6	< 0,3 (Rhabarber)	3	< 0,3 (< 0,3 - < 0,3) (Rhabarber)	a	

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg FM					
		2006		2007		2008	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
RHEINLAND-PFALZ							
KMK Mülheim-Kärlich	Cs-137 Sr-90	3 a	< 0,04	3 a	< 0,02	1 a	< 0,04
SACHSEN							
VKTA Rossendorf	Cs-137 Sr-90	1 a	< 0,09	1 1	< 0,12 0,02	1 1	< 0,15 0,02
SACHSEN-ANHALT							
Endlager Morsleben	Cs-137 Sr-90	4 2	< 0,14 < 0,03	a a		4 1	< 0,14 (< 0,12 - < 0,17) 0,13
SCHLESWIG-HOLSTEIN							
KKK Krümmel	Cs-137 Sr-90	2 2	< 0,04 0,05	2 2	< 0,04 0,04	2 2	< 0,04 (< 0,03 - < 0,06) 0,06 (0,05 - 0,06)

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 2.4.8-4 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					
		2006		2007		2008	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
BADEN-WÜRTTEMBERG							
FZ Karlsruhe	Cs-137	a		3	< 0,05	4	< 0,07 (0,05 - 0,09)
	Sr-90	a		2	0,02	2	0,08 (0,03 - 0,12)
KWO Obrigheim	Cs-137	2	< 0,07	2	< 0,06	3	< 0,06 (< 0,03 - < 0,08)
	Sr-90	2	0,04	2	0,06	3	0,04 (0,02 - 0,08)
GKN Neckarwestheim	Cs-137	3	< 0,06	3	< 0,22	2	< 0,05 (< 0,04 - < 0,06)
	Sr-90	3	0,02	3	0,03	2	0,02 (0,02 - 0,03)
KKP Philippsburg	Cs-137	1	< 0,05	a		1	< 0,08
	Sr-90	1	0,03	a		1	0,07
KKW Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	6	< 0,06	5	< 0,06	5	< 0,04 (0,03 - < 0,04)
	Sr-90	4	0,05	5	0,03	2	0,03 (0,02 - 0,04)
KKW Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	3	< 0,05	3	< 0,05	3	< 0,05 (< 0,04 - < 0,06)
	Sr-90	1	0,06	1	0,08	2	0,03 (0,03 - 0,03)
BAYERN							
KRB Gundremmingen	Cs-137	a		a		a	

LAND / Kerntechnische Anlage	Nuklid / Mess- verfahren	Aktivität in Bq/kg FM					
		2006		2007		2008	
		N	Mittelwert	N	Mittelwert	N	Mittelwert (Bereich)
KKG Grafenrheinfeld	Sr-90	a		a		a	
	Cs-137	a		1	< 0,04	1	< 0,04
	Sr-90	a		1	< 0,02	1	< 0,02
BERLIN							
Forschungsreaktor BERII	Cs-137	2	< 0,1	3	< 0,07	4	< 0,15(< 0,06 - 0,27)
	Sr-90	a		2	0,03	1	0,02
BRANDENBURG							
KKR Rheinsberg	Cs-137	1	< 0,12	a		a	
	Sr-90	a		a		a	
HESSEN							
KWB Biblis	Cs-137	6	< 0,05	6	< 0,03	6	< 0,10 (< 0,05 - < 0,16)
	Sr-90	6	0,03	6	< 0,03	6	0,04 (0,01 - 0,07)
MECKLENBURG-VORPOMMERN							
KGR Greifswald	Cs-137	a		a		a	
	Sr-90	a		a		a	
NIEDERSACHSEN							
KKS Stade	Cs-137	1	0,13	1	< 0,09	1	< 0,08
	Sr-90	1	0,12	a		a	
KKU Unterweser	Cs-137	1	< 0,08	a		1	< 0,09
	Sr-90	1	0,03	a		1	0,03
KWG Grohnde	Cs-137	1	< 0,09	1	< 0,08	1	< 0,09
	Sr-90	1	0,04	1	0,08	1	0,1
KKE Emsland	Cs-137	1	0,09	1	< 0,12	1	0,09
	Sr-90	1	0,03	1	0,06	1	0,02
Schachtanlage Asse	Cs-137	1	< 0,08	1	< 0,09	a	
NORDRHEIN-WESTFALEN							
FZ Jülich	Cs-137	1	< 0,09	1	< 0,1	2	< 0,09 (< 0,08 - < 0,10)
	Sr-90	1	0,02	2	0,02	2	0,03 (0,02 - 0,04)
RHEINLAND-PFALZ							
KMK Mülheim-Kärlich	Cs-137	1	< 0,04	1	0,03	1	0,06
	Sr-90	a		a		a	

a Messwerte lagen nicht vor

2.5 Bedarfsgegenstände, Arzneimittel und deren Ausgangsstoffe (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, Tees und Gewürze dienen.

Der Schwerpunkt der Überwachung liegt bei gammastrahlenden Radionuklide, insbesondere Cs-137, einem Falloutbestandteil der oberirdischen Kernwaffenversuche sowie des Reaktorunfalls von Tschernobyl.

Die untersuchten Ausgangsstoffe für Arzneimittel pflanzlicher Herkunft stammen überwiegend aus osteuropäischen Ländern. Die Messdaten von pflanzlichen Ausgangsstoffen aus europäischen Ländern der Jahre 2002 - 2007 sind in Tabelle 2.5-1 zusammengefasst. Bitterkleeblätter und Islandmoos zählten in den vergangenen Jahren zu den pflanzlichen Ausgangsstoffen mit den höchsten Cs-137-Kontaminationen.

Die höchsten spezifischen Aktivitäten des Cs-137 wurden mit 220 - 550 Bq/kg (TM) bei Bitterkleeblättern aus Polen und 200 - 460 Bq/kg (TM) bei Islandmoos aus Rumänien gemessen.

Die spezifischen Aktivitäten des natürlich vorkommenden Radionuklids K-40 lagen mit maximal 1.300 Bq/kg (TM) bei Melissenblättern und minimal 60 Bq/kg (TM) bei Islandmoos im Rahmen der natürlichen Schwankungsbreite.

Die Aktivitäten von K-40 schwanken im Wesentlichen entsprechend dem Kaliumgehalt der untersuchten Pflanzenproben, da der Gehalt dieses Elements in der Pflanze geregelt wird.

Die gemessenen spezifischen Aktivitäten des Radionuklids Cs-137 können je nach Art und lokalen Gegebenheiten, z. B. der Bodenbeschaffenheit oder -kontamination in den Anbaubereichen, erhebliche Variabilitäten aufweisen. Als Beispiel sind in Tabelle 2.5-2 die von der Leitstelle gemessenen Gehalte von Cs-137 in Islandmoos, einem vergleichsweise hoch kontaminierten pflanzlichen Ausgangsstoff, für verschiedene europäische Herkunftsgebiete der Jahre 2002 bis 2007 zusammengestellt.

Im Vergleich dazu sind pflanzliche Proben aus Ländern, die vom Reaktorunfall von Tschernobyl nicht betroffen wurden, erwartungsgemäß nur sehr gering kontaminiert. Die spezifischen Aktivitäten von Cs-137 bei 0,08 Bq/kg (TM) für Ginkgoblätter aus China und 0,33 Bq/kg (TM) für Ringelblumenblüten aus Ägypten.

Die spezifischen Aktivitätswerte des natürlich vorkommenden Radionuklids K-40 lagen mit maximal 1200 Bq/kg (TM) bei Ringelblumenblüten und minimal 310 Bq/kg (TM) bei Ginkgoblättern 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 die Jahre 2002 - 2007 aus europäischen und nichteuropäischen Ländern
(Annual mean value of Cs-137 and K-40 specific activities in different medicinal plants and products for pharmaceuticals for the years 2002 - 2007 from european and non-european countries)

Artikel	Ursprungsland	K-40 (Bq/kg TM)			Cs-137 (Bq/kg TM)		
		Min	Max	Mittelwert	Min	Max	Mittelwert
Bitterkleeblätter	Polen	790	930	840	220	550	370
Island Moos geschnitten	Bosnien-Herzegowina	60	74	65	23	100	51
Island Moos geschnitten	Rumänien	90	110	97	200	460	330
Johanniskraut geschnitten	Polen	430	510	450	0,14	1,70	0,60
Lindenblüten silber ganz	Bulgarien	550	610	570	1,10	1,90	1,60
Melissenblätter geschnitten	Serbien	710	900	810	0,46	1,20	0,78
Melissenblätter geschnitten	Bulgarien	1.000	1.300	1.200	0,60	1,40	1,00
Pfefferminzblätter fein geschnitten	Bulgarien	720	770	740	1,90	2,00	1,90
Pfefferminzblätter fein geschnitten	Mazedonien	610	650	630	1,00	1,50	1,20
Salbei KBA ganz	Kroatien	370	500	420	0,26	1,00	0,67
Salbei KBA ganz	Türkei	480	580	530	0,68	1,20	0,92
Thymian gerebelt	Polen	280	630	500	0,63	2,30	1,30
Ringelblumenblüten o. Kelch ganz	Ägypten	450	1.200	950	0,33	0,71	0,49
Ginkgoblätter geschnitten	China	310	460	350	0,08	0,27	0,18

Tabelle 2.5-2 Spezifische Aktivitäten von Cs-137 und K-40 in Islandmoos für die Jahre 2002 - 2007 mit Angabe des jeweiligen Herkunftslandes
(Specific activities of Cs-137 and K-40 in iceland moss for the years 2002 - 2007 and indication of their country of origin)

Probenjahr	Ursprungsland	K-40 (Bq/kg TM)	Cs-137 (Bq/kg TM)
2002	Polen	86	360
2003	Bosnien-Herzegowina	74	100
2004	Rumänien	87	456
2005	Rumänien	107	203
2006	Bosnien-Herzegowina	63	31
2007	Bosnien-Herzegowina	60	23

2.6 Abwasser und Klärschlamm (Waste water and sewage sludge)

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

Dem Bericht für das Jahr 2008 liegen die Messergebnisse aus 90 Abwasserreinigungsanlagen zu Grunde. Die Messwerte für Abwässer beziehen sich auf gereinigte kommunale Abwässer (Klarwässer) aus den Abläufen der Kläranlagen, die Messwerte für Klärschlämme auf konditionierte oder stabilisierte Schlämme in der Form, in der sie die Kläranlagen verlassen, z. B. auf teilentwässerte Schlämme oder Faulschlämme.

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

K-40 und die Uranisotope U-234, U-235 und U-238 sind natürliche Bestandteile des Bodens und damit geogenen Ursprungs. Die Gehalte in Abwasser und Klärschlamm variieren in Abhängigkeit der regionalen geologischen Gegebenheiten in weiten Grenzen. Die Messwerte im Jahr 2008 lagen im üblichen Bereich, z. B. im Klärschlamm für K-40 bis 780 Bq/kg TM (Vorjahr bis 1.500 Bq/kg TM) und für U-234 und U-238 bis 140 bzw. 120 Bq/kg TM (Vorjahr 170 bzw. 150 Bq/kg TM). Wie stets wurde das in der oberen Atmosphäre durch Einwirkung der kosmischen Strahlung 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: 36 Bq/kg TM; Maximalwert: 2.300 Bq/kg TM, Vorjahr 41 bzw. 1.400 Bq/kg TM), in Einzelfällen auch das sehr kurzlebige Technetium-99m (Tc-99m; Maximalwert für Abwasser: 4,4 Bq/l, Maximalwert für Klärschlamm: 17.000 Bq/kg TM) sowie Thallium-201 (Tl-201; Maximalwert: 67 Bq/kg TM), Thallium-202 (Tl-202; Maximalwert: 1,6 Bq/kg TM) und Indium-111 (In-111; Maximalwert: 180 Bq/kg TM). Im Klärschlamm der Kläranlage Stade wurde zweimalig in sehr geringen Konzentrationen von 0,3 bis 1 Bq/kg TM Co-60 festgestellt. In Spuren von 0,01 bis 0,02 Bq/kg TM wurden die Plutoniumisotope Pu-239/240, die bei Kernwaffenversuchen in den 50er und 60er Jahren freigesetzt worden sind, in einer Hamburger Kläranlage nachgewiesen.

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 aus der Zeit der atmosphärischen Kernwaffenversuche von 1945 bis etwa 1975 bedingt sind. Das kurzlebige Cäsiumisotop Cs-134 ist praktisch nicht mehr nachzuweisen. 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 2008 zwischen 0,0016 und 0,036 Bq/l, bei einem Median von < 0,033 Bq/l (2007: zwischen 0,0014 und 0,032 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 2008 - wie seit bereits mehr als 15 Jahren - die Klärschlämme aus der Kläranlage Tannheim (Baden-Württemberg) mit

56 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, 65 und 56 Bq/kg TM.

Der zeitliche Verlauf der Jahresmittelwerte für die Cs-137-Gehalte der Klärschlämme aller Bundesländer in den letzten fünf Jahren ist in Abbildung 2.6-1 dargestellt.

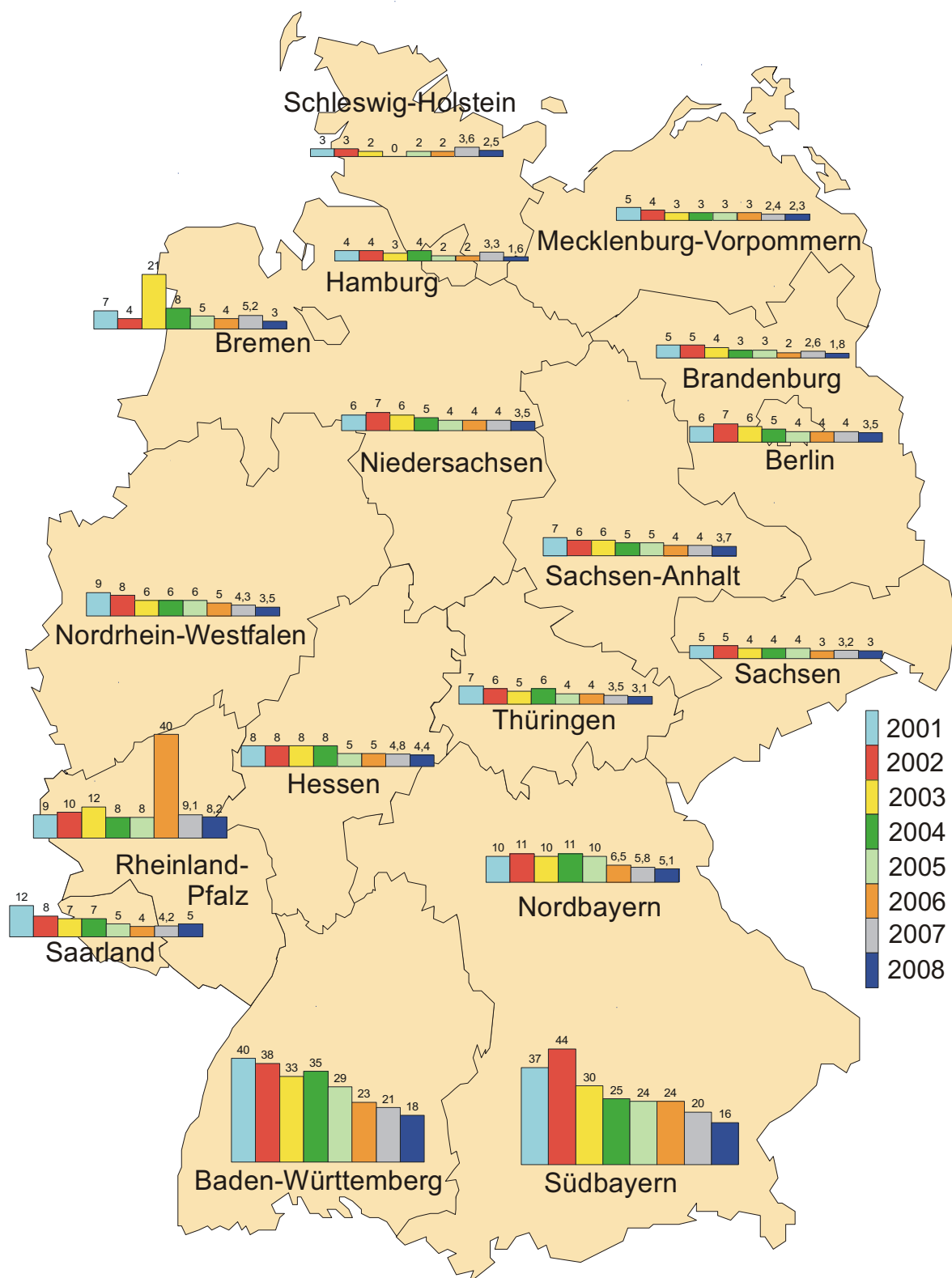


Abbildung 2.6-1 Cs-137 im Klärschlamm in Bq/kg TM (Jahresmittelwerte in den Bundesländern)
(Cs-137 in sewage sludge in Bq/kg dry weight, annual mean values in the Federal states)

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 Baden-Württemberg, Bayern, Thüringen und Nordrhein-Westfalen. Im Zeitraum von 1988 bis 2008 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, 20 und 16 Bq/kg TM. 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 hauptsächlich 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 56 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 10 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 0,05%. 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.

Tabelle 2.6-1 Allgemeine Überwachung von Abwasser und Klärschlamm im Jahr 2008 - Minimal-, Maximal- und Mittelwerte
(General surveillance of waste water and sewage sludge in the year 2008 - minimum, maximum, and mean values)

Land	Nuklid	Anzahl		Minimal- wert ¹	Maximal- wert ¹	Mittel-/ Einzelwert ¹	Median	
		Gesamt	<NWG				2008	2007
Abwasser aus Kläranlagen, Ablauf (Bq/l)								
Schleswig-Holstein	K-40	20	19	2,8	2,8		<0,7	<0,54
	Co-60	20	20				<0,082	<0,053
	I-131	20	11	0,14	0,63		0,14	0,11
	Cs-137	20	20				<0,083	<0,071
	Sr-90	4	4				<0,1	<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	3	1,4	1,4		<1,4	<2,7
	Co-60	4	4				<0,051	<0,07
	I-131	4	0	0,27	0,92	0,53	0,46	0,24
	Cs-137	4	4				<0,054	<0,083
	Sr-90	4	0	0,00076	0,0009	0,0008	0,00078	0,0012
	U-234	4	4				<0,00017	<0,00029
	U-235	4	4				<0,000086	<0,00011
	U-238	4	4				<0,00016	<0,0002
Niedersachsen	K-40	48	18	0,29	2,5	0,74	<0,67	0,66
	Co-60	48	48				<0,026	<0,024
	I-131	48	13	0,03	0,99	0,16	0,09	0,089
	Cs-137	48	46	0,021	0,036		<0,021	<0,02
	Sr-90	6	4	0,0057	0,013		<0,0071	0,0068
	U-234	4	0	0,00061	0,0065	0,0027	0,0019	0,0021
	U-235	4	4				<0,0006	<0,00058
	U-238	4	0	0,00065	0,0052	0,0022	0,0016	<0,0015
Bremen	K-40	8	1	0,58	1,8	0,98	0,92	1,3
	Co-60	8	8				<0,057	<0,059
	I-131	8	2	0,053	0,46	0,3	0,24	0,26
	Cs-137	8	8				<0,061	<0,066
	Sr-90	4	1	0,014	0,24	0,021	0,019	<0,013
	U-234	4	0	0,0021	0,0041	0,0033	0,0035	0,0036
	U-235	4	2	0,00039	0,00046		<0,00044	<0,00077
	U-238	4	0	0,0017	0,0043	0,003	0,0031	0,0029

Land	Nuklid	Anzahl		Minimal- wert ¹	Maximal- wert ¹	Mittel-/ Einzelwert ¹	Median	
		Gesamt	<NWG				2008	2007
Nordrhein-Westfalen	K-40	40	29	0,64	3,7		<1,1	<1,1
	Co-60	40	40				<0,055	<0,048
	I-131	40	22	0,011	1,0		<0,16	0,13
	Cs-137	40	39	0,032	0,032		<0,056	<0,051
	Sr-90	4	2	0,019	0,052		0,019	0,052
	U-234	4	0	0,0028	0,011	0,0073	0,0075	0,0078
	U-235	4	4				<0,0015	<0,0022
	U-238	4	0	0,002	0,0089	0,0051	<0,0031	<0,0059
Hessen	K-40	20	20				<1,2	<1,2
	Co-60	20	20				<0,047	<0,048
	I-131	20	20				<0,16	<0,12
	Cs-137	20	20				<0,049	<0,05
	Sr-90	4	4				<0,019	<0,055
	U-234	4	2	0,011	0,049		0,011	0,01
	U-235	4	4				<0,005	<0,005
	U-238	4	2	0,007	0,034		0,007	0,008
Abwasser aus Kläranlagen, Ablauf (Bq/l)								
Rheinland-Pfalz	K-40	20	9	0,47	2,5	1,2	0,79	0,97
	Co-60	20	20				<0,027	<0,027
	I-131	20	4	0,045	0,83	0,26	0,15	0,082
	Cs-137	20	20				<0,027	<0,026
	Sr-90	4	0	0,0014	0,0023	0,0018	0,0018	0,002
	U-234	4	0	0,0041	0,036	0,019	0,018	0,021
	U-235	4	4				<0,002	<0,0017
	U-238	4	0	0,0043	0,038	0,019	0,018	0,022
Baden-Württemberg	K-40	40	6	0,11	0,75	0,43	0,42	0,48
	Co-60	40	40				<0,019	<0,018
	I-131	40	30	0,026	0,52		<0,039	<0,042
	Cs-137	40	40				<0,017	<0,017
	Sr-90	4	2	0,0037	0,005		<0,01	0,002
	U-234	4	0	0,00072	0,0049	0,0027	0,0027	0,0031
	U-235	4	4				<0,00047	<0,00032
	U-238	4	0	0,00062	0,0035	0,0022	0,0023	0,0025
Bayern	K-40	39	36	1,2	1,4		<1,3	<1,4
	Co-60	39	39				<0,098	<0,1
	I-131	38	32	0,12	1,2		<0,28	0,25
	Cs-137	39	35				<0,099	<0,1
	Sr-90	4	0	0,0023	0,0048	0,0037	0,0038	0,006
	U-234	4	0	0,0019	0,012	0,0074	0,0076	0,0085
	U-235	4	4				<0,00097	<0,00064
	U-238	4	0	0,0023	0,013	0,0075	0,0074	0,0079
Saarland	K-40	8	0	0,51	1,1	0,81	0,83	0,84
	Co-60	8	8				<0,007	<0,007
	I-131	2	1	0,099	0,099		0,099	<0,007
	Cs-137	8	8				<0,0071	<0,0065
	Sr-90	2	0	0,0023	0,0033	0,0028	0,0028	0,0032
	U-234	2	0	0,0015	0,002	0,0018	0,0018	0,0032
	U-235	2	2				<0,00018	<0,00019
	U-238	2	0	0,001	0,0014	0,0012	0,0012	0,0025
Berlin	K-40	4	0	0,7	1,1	0,86	0,81	0,87
	Co-60	4	4				<0,001	<0,0011
	I-131	4	4				<0,023	<0,026
	Cs-137	4	2	0,0016	0,0019		0,0019	<0,0022
	Sr-90	4	0	0,0025	0,0035	0,003	0,003	<0,0025
	U-234	4	0	0,0029	0,0051	0,0036	0,0033	0,0034
	U-235	4	0	0,000068	0,00025	0,00015	0,00014	0,00016
	U-238	4	0	0,0023	0,0044	0,0031	0,0028	0,0029

Land	Nuklid	Anzahl		Minimal- wert ¹	Maximal- wert ¹	Mittel-/ Einzelwert ¹	Median	
		Gesamt	<NWG				2008	2007
Brandenburg	K-40	32	10	0,6	2	0,99	0,9	0,9
	Co-60	32	32				<0,016	<0,015
	I-131	32	14	0,03	0,4	0,18	<0,083	0,08
	Cs-137	32	23	0,0017	0,0032		<0,017	<0,014
	Sr-90	12	1	0,002	0,003	0,0024	0,0024	0,0029
	U-234	12	3	0,0005	0,01	0,0025	0,0011	<0,0005
	U-235	12	10	0,00008	0,001		<0,00022	<0,0002
	U-238	12	3	0,0003	0,01	0,0023	0,0011	0,00055
Mecklenburg- Vorpommern	K-40	20	0	0,26	1,0	0,71	0,68	0,65
	Co-60	20	20			0,056	<0,01	<0,01
	I-131	20	9	0,013	0,16		0,021	<0,019
	Cs-137	20	20				<0,0076	<0,0091
	Sr-90	4	3	0,0024	0,0024		<0,0031	0,0031
	U-234	4	3	0,0024	0,0024		<0,011	0,0056
	U-235	4	4				<0,0048	<0,0051
	U-238	4	3	0,0022	0,0022		<0,0086	0,0041
Abwasser aus Kläranlagen, Ablauf (Bq/l)								
Sachsen	K-40	20	8	0,44	1,7	0,83	0,93	0,93
	Co-60	20	20				<0,071	<0,072
	I-131	20	6	0,076	0,31	0,16	0,13	0,15
	Cs-137	20	20				<0,062	<0,068
	Sr-90	4	4				<0,014	<0,013
	U-234	4	0	0,0015	0,0093	0,0048	0,0043	0,0027
	U-235	4	4				<0,0016	<0,0013
	U-238	4	0	0,0012	0,009	0,0047	0,0043	0,003
Sachsen-Anhalt	K-40	20	6	0,41	1,0	0,72	0,8	0,71
	Co-60	20	20				<0,011	<0,01
	I-131	20	9	0,018	0,27	0,15	0,091	0,045
	Cs-137	20	20				<0,012	<0,0096
	Sr-90	4	4				<0,1	<0,1
	U-234	4	0	0,013	0,044	0,03	0,031	0,0049
	U-235	4	4				<0,0005	<0,00043
	U-238	4	0	0,013	0,033	0,023	0,024	0,0038
Thüringen	K-40	20	18	0,89	2,3		<1,6	<2,1
	Co-60	20	20				<0,076	<0,084
	I-131	20	16	0,069	0,3		<0,091	<0,097
	Cs-137	20	20				<0,079	<0,089
	Sr-90	4	4				<0,0033	<0,0033
	U-234	4	0	0,0076	0,074	0,035	0,03	0,022
	U-235	4	3	0,0034	0,0034		<0,0025	<0,00087
	U-238	4	0	0,0051	0,037	0,018	0,015	0,014
Bundesrepublik Deutschland	K-40	363	183	0,11	3,7		<0,83	<0,86
	Co-60	363	363				<0,037	<0,031
	I-131	356	193	0,011	1,2		<0,11	<0,099
	Cs-137	363	349	0,0016	0,036		<0,033	<0,03
	Sr-90	72	33	0,00076	0,052	0,006	0,0037	0,0048
	U-234	70	16	0,0005	0,074	0,01	0,004	0,0035
	U-235	70	61	0,000068	0,0034		<0,00063	<0,00064
	U-238	70	16	0,0003	0,038	0,0078	0,0036	0,0029
Klärschlamm (Bq/kg TM)								
Schleswig-Holstein	K-40	20	0	35	140	73	64	80
	Co-60	20	20				<0,98	<0,54
	I-131	20	0	4,6	93	27	23	17
	Cs-137	20	6	1,3	8,5	2,5	<1,7	2
	Sr-90	4	0	1,5	3,4	2,5	2,5	2,6
	U-234	4	0	12	17	14	13	17
	U-235	4	4				<5	<5
	U-238	4	0	10	14	12	12	14

Land	Nuklid	Anzahl		Minimal- wert ¹	Maximal- wert ¹	Mittel-/ Einzelwert ¹	Median	
		Gesamt	<NWG				2008	2007
Hamburg	K-40	8	0	110	410	240	230	390
	Co-60	8	8				<1	<1,6
	I-131	8	0	12	77	45	40	66
	Cs-137	8	2	1,1	2,6	1,6	<1,8	<3,1
	Sr-90	4	0	1,0	1,5	1,2	1,2	1,4
	U-234	4	0	12	16	14	14	13
	U-235	4	0	0,51	0,66	0,59	0,6	0,54
	U-238	4	0	11	13	12	12	12
Niedersachsen	K-40	40	4	56	780	180	98	110
	Co-60	40	38	0,29	1,0		<0,35	<0,37
	I-131	38	0	5,6	2.300	270	58	67
	Cs-137	40	1	0,59	14	3,5	2,5	3,6
	Sr-90	4	0	1,7	4	2,4	1,9	3
	U-234	4	0	15	140	54	30	20
	U-235	4	0	0,7	1,6	2,2	1,3	0,86
	U-238	4	0	14	110	44	26	17
Klärschlamm (Bq/kg TM)								
Bremen	K-40	8	0	170	410	340	360	360
	Co-60	8	8				<2,8	<2,8
	I-131	8	0	6,2	150	62	45	51
	Cs-137	8	2	1,7	4,8	3,0	3,3	<3,6
	Sr-90	5	0	1,2	1,7	1,4	1,4	1,6
	U-234	4	0	1,4	20	12	13	14
	U-235	4	3	2,4	2,4		2,4	2,9
	U-238	4	0	1,3	15	10	12	13
Nordrhein-Westfalen	K-40	40	0	40	460	180	140	140
	Co-60	40	40				<0,26	<0,24
	I-131	40	0	2,2	340	67	48	45
	Cs-137	40	1	1,2	11	3,5	3,2	3,6
	Sr-90	5	0	1,4	12	5,5	2,5	2,1
	U-234	4	0	31	36	34	35	36
	U-235	4	0	1,3	1,9	1,7	1,8	1,4
	U-238	4	0	23	31	28	29	28
Hessen	K-40	20	0	91	220	150	150	150
	Co-60	20	20				<1,1	<1,1
	I-131	20	2	8,8	130	44	35	40
	Cs-137	20	5	1,2	10	4,4	3,5	3,6
	Sr-90	4	0	0,3	1,3	0,83	0,87	<0,83
	U-234	4	0	18	140	79	78	83
	U-235	4	0	0,62	4,2	2,3	2,2	2,7
	U-238	4	0	13	91	52	52	56
Rheinland-Pfalz	K-40	20	0	83	320	180	150	190
	Co-60	20	20				<0,57	<0,57
	I-131	20	2	2,5	240	48	11	19
	Cs-137	20	4	1,2	55	8,2	3,9	3,4
	Sr-90	4	0	1,5	4,8	2,9	2,7	3,1
	U-234							51
	U-235							1,6
	U-238							38
Baden-Württemberg	K-40	39	0	64	440	180	170	150
	Co-60	39	39				<0,77	<0,75
	I-131	39	7	0,59	210	61	26	52
	Cs-137	39	0	2,2	77	18	8,3	10
	Sr-90	4	0	1,0	1,5	1,2	1,2	1,1
	U-234	4	0	29	52	41	42	40
	U-235	4	0	0,97	2,7	1,8	1,7	1,6
	U-238	4	0	21	49	35	35	35
Baden-Württemberg (West ²)	Co-60	28	28				< 0,76	<0,67
	Cs-137	28	0	2,2	39	9,0	5,2	5,7
	Sr-90	2	0	1,0	1,5	1,3	1,3	0,94

Land	Nuklid	Anzahl		Minimal- wert ¹	Maximal- wert ¹	Mittel-/ Einzelwert ¹	Median	
		Gesamt	<NWG				2008	2007
Baden-Württemberg (Ost ³)	Co-60	11	11				<1,1	<0,88
	Cs-137	11	0	17	77	42	43	51
	Sr-90	2	0	1,0	1,3	1,2	1,2	1,2
Bayern	K-40	40	0	58	630	240	210	250
	Co-60	40	40				<1,6	<1,5
	I-131	39	2	5,0	730	87	47	48
	Cs-137	40	0	1,5	31	11	8,9	10
	Sr-90	4	0	2,9	4,0	3,5	3,5	5,6
	U-234	4	0	32	65	47	46	46
	U-235	8	0	1,4	13	5,9	3,8	5,1
	U-238	4	0	31	54	43	43	44
Bayern (Nord ²)	Co-60	20	20				<1,7	<1,6
	Cs-137	20	0	1,5	12	5,1	4,8	5,4
	Sr-90	2	0	3,5	3,5	3,5	3,5	5,6
Klärschlamm (Bq/kg TM)								
Bayern (Süd ³)	Co-60	20	20				< 1,4	< 1,5
	Cs-137	20	0	6,1	31	16	16	18
	Sr-90	2	0	2,9	4,0	3,5	3,5	5,3
Saarland	K-40	8	0	130	440	230	180	240
	Co-60	8	8				<0,34	<0,33
	I-131	6	0	5,3	980	180	18	18
	Cs-137	8	0	1,3	11	5	4,4	3,8
	Sr-90	4	0	2,0	5,5	3,1	2,4	2,6
	U-234	4	0	61	80	67	63	54
	U-235	4	0	1,8	2,9	2,3	2,2	2
	U-238	4	0	43	60	49	46	40
Berlin	K-40	4	0	32	87	62	65	64
	Co-60	4	4				<0,74	<0,6
	I-131	4	0	34	130	93	100	93
	Cs-137	4	0	0,67	1,9	1,4	1,4	2,6
	Sr-90	2	0	0,97	1,6	1,3	1,3	1,3
	U-234	2	0	6,9	15	11	11	14
	U-235	2	0	0,24	0,78	0,51	0,51	0,65
	U-238	2	0	5,6	13	9,3	9,3	13
Brandenburg	K-40	32	0	33	160	87	90	97
	Co-60	32	32				<0,26	<0,24
	I-131	32	0	3,6	320	100	74	46
	Cs-137	32	0	0,8	4,7	1,8	1,5	1,9
	Sr-90	10	0	1,4	4,0	2,4	2,0	2,2
	U-234	10	0	13	21	18	19	19
	U-235	10	0	0,6	1	0,87	0,93	0,93
	U-238	10	0	12	20	17	18	17
Mecklenburg- Vorpommern	K-40	20	0	52	240	120	100	110
	Co-60	20	20				<0,26	<0,31
	I-131	20	0	7,1	310	100	98	66
	Cs-137	20	0	0,46	6,4	2,3	1,5	2,1
	Sr-90	4	0	1,5	3,4	2,5	2,5	4,1
	U-234	4	0	0,19	19	12	15	26
	U-235	4	3	0,9	0,9	0,95	<1,1	1,2
	U-238	4	0	12	20	16	16	25
Sachsen	K-40	20	0	81	180	140	140	130
	Co-60	20	20				<0,61	<0,63
	Cs-137	20	0	0,88	6,5	3,0	1,9	2,1
	Sr-90	4	0	1,3	2,0	1,7	1,8	2
	U-234	4	0	63	86	74	74	52
	U-235	4	1	2,1	4,1	3,3	3,7	<2,9
	U-238	4	0	60	81	63	64	48

Land	Nuklid	Anzahl		Minimalwert ¹	Maximalwert ¹	Mittel-/Einzelwert ¹	Median	
		Gesamt	<NWG				2008	2007
Sachsen-Anhalt	K-40	20	0	90	370	180	150	170
	Co-60	20	20				<0,23	<0,21
	I-131	20	9	0,079	430	57	1,4	42
	Cs-137	20	0	1,4	13	3,7	2,4	2,8
	Sr-90	4	2	0,6	0,76		<5	<5
	U-234	4	0	100	140	110	110	95
	U-235	15	0	3,5	5,3	4,3	4,2	4
	U-238	16	0	40	120	85	89	72
Thüringen	K-40	20	0	77	480	210	200	220
	Co-60	20	20				<0,51	<0,44
	I-131	20	4	3,9	230	72	30	32
	Cs-137	20	0	1,4	6,6	3,1	3,0	3,4
	Sr-90	4	0	1,1	1,3	1,2	1,2	1,3
	U-234	4	0	46	120	82	82	100
	U-235	4	0	1,5	3,5	2,5	2,5	2,9
	U-238	4	0	27	68	47	46	57
Klärschlamm (Bq/kg TM)								
Bundesrepublik Deutschland	K-40	359	4	32	780	170	140	140
	Co-60	359	357	0,29	1,0		<0,55	<0,5
	I-131	334	26	0,079	2.300	96	36	<41
	Cs-137	359	21	0,46	77	6,0	3,0	3,5
	Sr-90	70	2	0,3	12	2,3	1,7	2,1
	U-234	64	0	0,19	140	43	27	34
	U-235	79	11	0,24	13	2,8	2,1	1,9
	U-238	76	0	1,3	120	42	30	31
Bundesrepublik Deutschland (Nord ²)	Co-60	328	326	0,29	1		<0,52	<0,45
	Cs-137	328	21	0,46	55	4,0	2,7	3,2
	Sr-90	66	2	0,3	12	2,3	1,7	2,2
Bundesrepublik Deutschland (Süd ³)	Co-60	31	31				<1,2	<1,2
	Cs-137	31	0	6,1	77	25	17	23
	Sr-90	4	0	1,0	4,0	2,3	2,1	1,7

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 Südlich bzw. östlich der Linie Radolfzell-Eichstätt-Regensburg-Zwiesel

2.7 Abfälle (Waste)

Bezüglich allgemeiner Aspekte zur Radioaktivitätsüberwachung von Abfällen wird auf Teil A - II - 2.7 verwiesen. Von den amtlichen Messstellen der Bundesländer wurden der Leitstelle im Jahr 2008 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 (H-3). Bei der Auswertung der Cs-137-Werte wurde zwischen Probenentnahmeorten nördlich und südlich der Linie Radolfzell - Eichstätt - Regensburg - Zwiesel unterschieden, da diese etwa die Grenze zwischen den durch den Atomkraftwerksunfall von Tschernobyl im Jahr 1986 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.

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 0,32 Bq/l bzw. 0,54 Bq/l (2007: 0,50 Bq/l bzw. 0,59 Bq/l), der Median aller Werte beträgt 0,061 Bq/l (2007: 0,055 Bq/l).

Bei dem natürlich vorkommenden K-40 liegt die Konzentration im Bereich von 0,026 Bq/l bis 75 Bq/l, der Median bei 17 Bq/l (2007: 0,037 bis 59 Bq/l, Median: 13 Bq/l).

Tritium wurde in 78% der untersuchten Proben mit Werten zwischen 5,4 und 250 Bq/l (2007: 3,3 bis 400 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 (2007: 350 Bq/kg TM), für das Gebiet der übrigen Bundesrepublik liegt er bei 110 Bq/kg TM (2007: 70 Bq/kg TM).

Die spezifische Aktivität des natürlich vorkommenden Nuklids K-40 liegt im Bereich von 47 Bq/kg TM bis 3.800 Bq/kg TM, der Median bei 1100 Bq/kg TM (2007: 280 bis 2.800 Bq/kg TM, Median: 1.300 Bq/kg TM). In zahlreichen Proben konnte das in der Nuklearmedizin angewandte Nuklid I-131 mit Werten von 0,26 Bq/kg TM bis 140 Bq/kg TM (2007: 0,20 bis 77 Bq/kg TM) nachgewiesen werden.

Für **Rohschlacke mit und ohne Filterstaub** beträgt der Maximalwert der spezifischen Aktivität von Cs-137 8,4 Bq/kg TM (2007: 11 Bq/kg TM). Die gemessenen Werte südlich/östlich der Linie Radolfzell - Eichstätt - Regensburg - Zwiesel liegt bei 3,4 bis 7,5 Bq/kg TM (2007: 4,1 bis 14 Bq/kg TM).

Für K-40 wurden Messwerte von 93 Bq/kg TM bis 1.900 Bq/kg TM (2007: 53 bis 2.900 Bq/kg TM) angegeben, für I-131 wurden Werte von 0,40 Bq/kg TM bis 81 Bq/kg TM (2007: 0,27 bis 4,6 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 2,8 Bq/kg TM (2007: 3,2 Bq/kg TM). Für die Länder nördlich dieser Linie wurde ein Median von 1,9 Bq/kg TM (2007: 2,1 Bq/kg TM) berechnet.

Die K-40-Messwerte liegen im Bereich von 3,9 Bq/kg TM bis 1.400 Bq/kg TM (2007: 1,4 bis 2.000 Bq/kg TM) mit einem Median von 97 Bq/kg TM (2007: 110 Bq/kg TM). Für I-131 wurden Messwerte von 0,18 Bq/kg TM bis 3.000 Bq/kg TM (2007: 0,30 bis 580 Bq/kg TM) ermittelt.

Bei den **flüssigen Rückständen aus Rauchgasreinigungsanlagen** (Abwasser bzw. Prozesswasser) liegt der ermittelte Wert für Cs-137 in den höher belasteten Gebieten unterhalb der gefundenen Nachweisgrenze (2007: alle Werte kleiner Nachweisgrenze), für das Gebiet der Bundesrepublik wurde ein Median von <0,10 Bq/l (2007: <0,098 Bq/l) berechnet.

I-131 wurde in 28 Proben mit Werten zwischen 0,20 Bq/l und 5.000 Bq/l (2007: 0,019 und 8.000 Bq/l) angegeben, der Median liegt bei 9,1 Bq/l (2007: 4,2 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 21 Bq/kg TM bis 53 Bq/kg TM (2007: 15 bis 40 Bq/kg TM) mit einem Median von 21 Bq/kg TM (2007: 19 Bq/kg TM). In den Gebieten nördlich davon liegen die ermittelten Werte zwischen 2,6 Bq/kg TM und 16 Bq/kg TM (2007: 1,1 bis 21 Bq/kg TM), der Median liegt bei 5,8 Bq/kg TM (2007: 6,3 Bq/kg TM).

Die spezifische Aktivität des natürlich vorkommenden Nuklids K-40 liegt im Bereich von 40 Bq/kg TM bis 1.400 Bq/kg TM, der Median bei 440 Bq/kg TM (2007: 61 bis 850 Bq/kg TM, Median: 430 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 festzustellen, dass der Gehalt an Cs-137 in Abfällen 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 Abfällen im Jahr 2008
(Monitoring of wastes in the year 2008)

Land	Nuklid	Anzahl gesamt	Anzahl <NWG	Minimal- wert ^a	Maximal- wert ^a	Mittel- werte ^a	Median 2008	Median 2007
Sickerwasser (Bq/l)								
Nördlich *	Cs-137	64	31	0,0067	0,32	0,093	<0,06	0,052
Südlich *	Cs-137	6	1	0,045	0,54	0,19	0,099	0,34
Alle Länder	K-40	70	7	0,26	75	17	15	13
	H-3	69	15	5,4	250	51	22	27
Filterstaub (Bq/kg TM)								
Nördlich *	Cs-137	56	2	0,35	110	24	19	21

Land	Nuklid	Anzahl gesamt	Anzahl <NWG	Minimal- wert ^a	Maximal- wert ^a	Mittel- werte ^a	Median 2008	Median 2007
Südlich *	Cs-137	4	0	180	350	280	300	280
Alle Länder	K-40	60	0	47	3.800	1.300	1.100	1.300
	I-131	56	33	0,26	140		<0,99	<1,4
Schlacke (Bq/kg TM)								
Nördlich *	Cs-137	67	1	0,15	8,4	2,3	1,5	1,4
Südlich *	Cs-137	4	0	3,4	7,5	6,1	6,8	5,3
Alle Länder	K-40	71	0	93	1.900	350	290	290
	I-131	64	54	0,4	81		<0,36	<0,38
Feste Rückstände der Rauchgasreinigung (Bq/kg TM)								
Nördlich *	Cs-137	44	13	0,42	61	13	1,9	2,1
Südlich *	Cs-137	4	0	0,38	5,8	2,9	2,8	3,2
Alle Länder	K-40	48	2	3,9	1.400	410	97	110
	I-131	47	7	0,18	3.000	130	4,0	4,4
Flüssige Rückstände der Rauchgasreinigung / Prozesswasser (Bq/l)								
Nördlich *	Cs-137	35	22	0,11	1,2		<0,1	<0,098
Südlich *	Cs-137	2	2				<0,086	<0,11
Alle Länder	K-40	37	10	0,7	68	13	5,4	3,6
	I-131	37	7	0,2	5.000	280	9,1	4,2
Kompost (Bq/kg TM)								
Nördlich *	Cs-137	70	0	2,6	16	6,7	5,8	6,3
Südlich *	Cs-137	6	1	21	53	29	21	19
Alle Länder	K-40	76	0	40	1.400	460	440	430

* 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- und Cs-134- Aktivität durchgeführt, wobei ab dem Jahr 1998 kein Cs-134 mehr nachgewiesen werden konnte. Die Jahres- und Monatsmittelwerte für die einzelnen Referenzgruppen sind in den Tabellen 2.8-1 und 2.8-2 zusammengefasst und in den Abbildungen 2.8-1 bis 2.8-4 dargestellt. Unter „Jahresmittelwert“ wird hier der Mittelwert über die Monate, in denen Messwerte vorliegen, verstanden. Dargestellt sind die Ergebnisse der Ganzkörpermessstelle der Leitstelle Inkorporationsüberwachung des BfS am Standort Neuherberg für die Referenzgruppe München sowie der Messstelle am Forschungszentrum Karlsruhe. Die übrigen Messstellen verfolgen nicht mehr regelmäßig ihre Referenzgruppen. Ein Trend für den Gehalt an radioaktivem Cäsium 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 radioaktivem Cäsium 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 22 Jahre seit dem Unfall in Tschernobyl etwa 0,23 mSv bzw. 0,15 mSv für Frauen.

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
2008	421	49	< 1,15	339	54	< 0,9
Monatsmittelwerte für 2008						
Januar	39	51	< 1,2	28	56	< 0,9
Februar	37	52	< 1,2	30	56	< 1,0
März	34	50	< 1,2	27	54	< 0,9
April	38	53	< 1,2	28	57	< 1,0
Mai	40	50	< 1,1	29	55	< 0,9
Juni	37	50	< 1,1	33	56	< 0,9
Juli	34	50	< 1,1	28	54	< 0,9
August	23	49	< 1,1	24	54	< 0,9
September	34	47	< 1,1	28	51	< 0,8
Oktober	37	47	< 1,2	31	49	< 0,9
November	36	44	< 1,2	28	52	< 1,0
Dezember	32	47	< 1,1	25	51	< 0,8

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
2008	81	48	0,07	69	64	0,15
Monatsmittelwerte für 2008						
Januar	8	51	0,10	4	66	0,17
Februar	9	47	0,03	5	61	0,32
März	7	47	0,02	6	61	0,13
April	6	47	0,11	7	61	0,17
Mai	6	47	0,03	7	62	0,20
Juni	12	47	0,01	7	63	0,11
Juli	7	50	0,07	6	63	0,08
August	2	53	0,00	7	64	0,14
September	5	48	0,14	7	63	0,20
Oktober	5	48	0,17	3	64	0,15
November	7	50	0,15	6	67	0,14
Dezember	7	44	0,05	4	68	0,01

a Mai 1996 keine Messungen

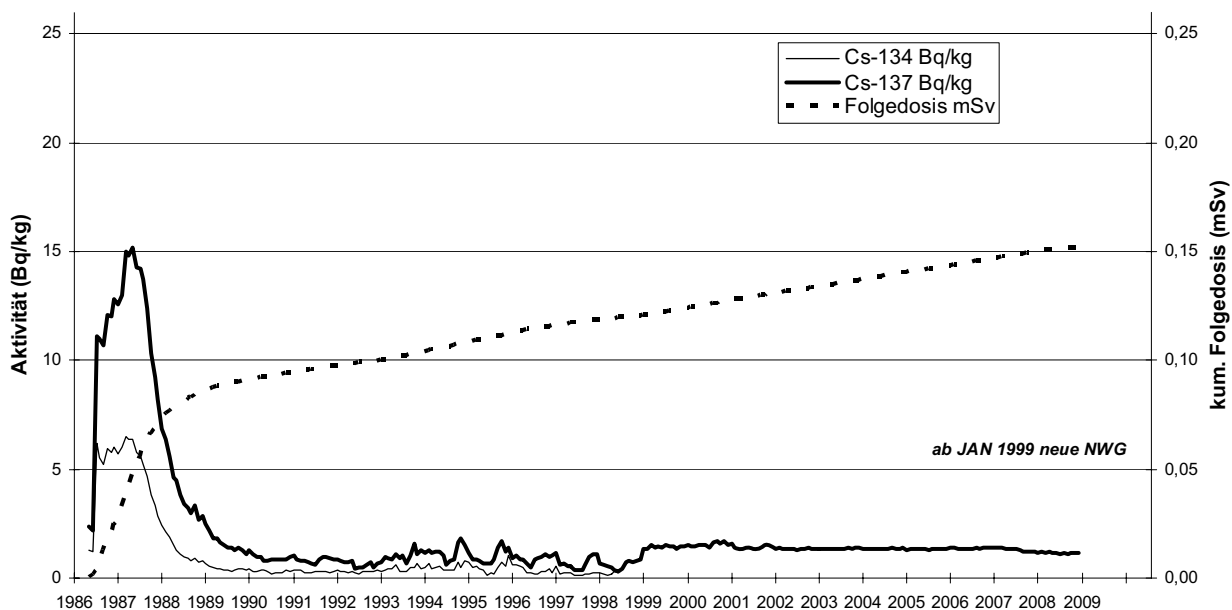


Abbildung 2.8-1 Inkorporiertes Cs-134, Cs-137 und resultierende Strahlenexposition
Referenzgruppe: BfS-München, Frauen
*(Incorporated radiocesium and resulting radiation exposure
Reference group: BfS Munich, women)*

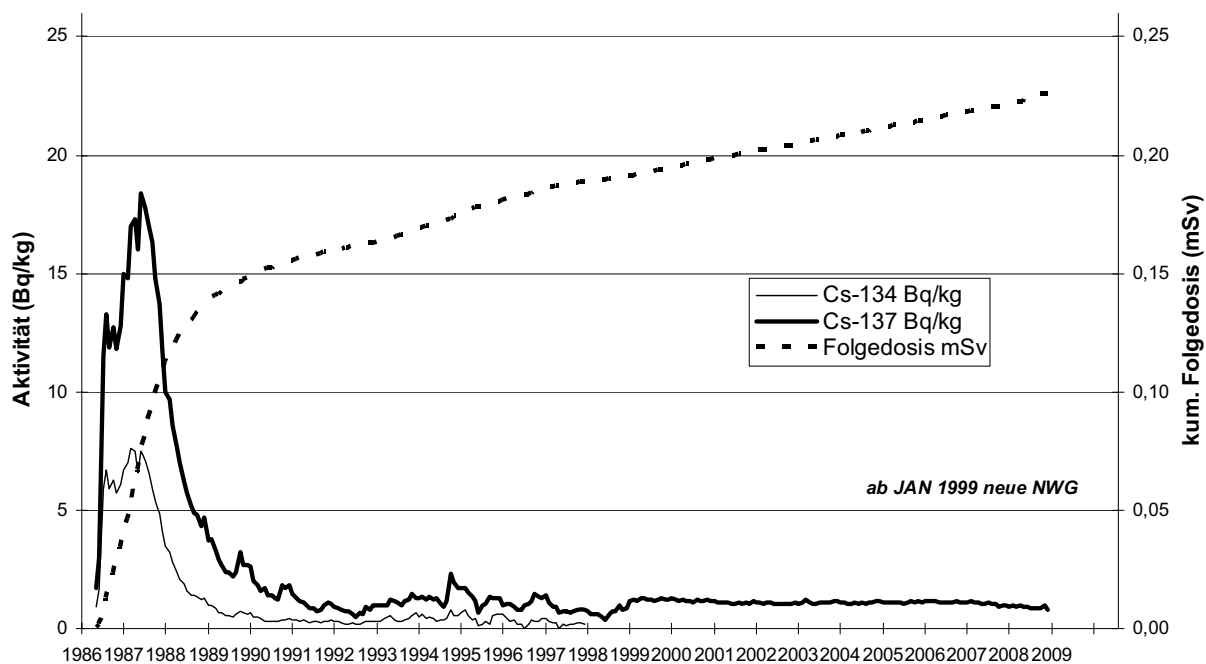


Abbildung 2.8-2 Inkorporiertes Cs-134, Cs-137 und resultierende Strahlenexposition
Referenzgruppe: BfS-München, Männer
*(Incorporated radiocesium and resulting radiation exposure
Reference group: BfS Munich, men)*

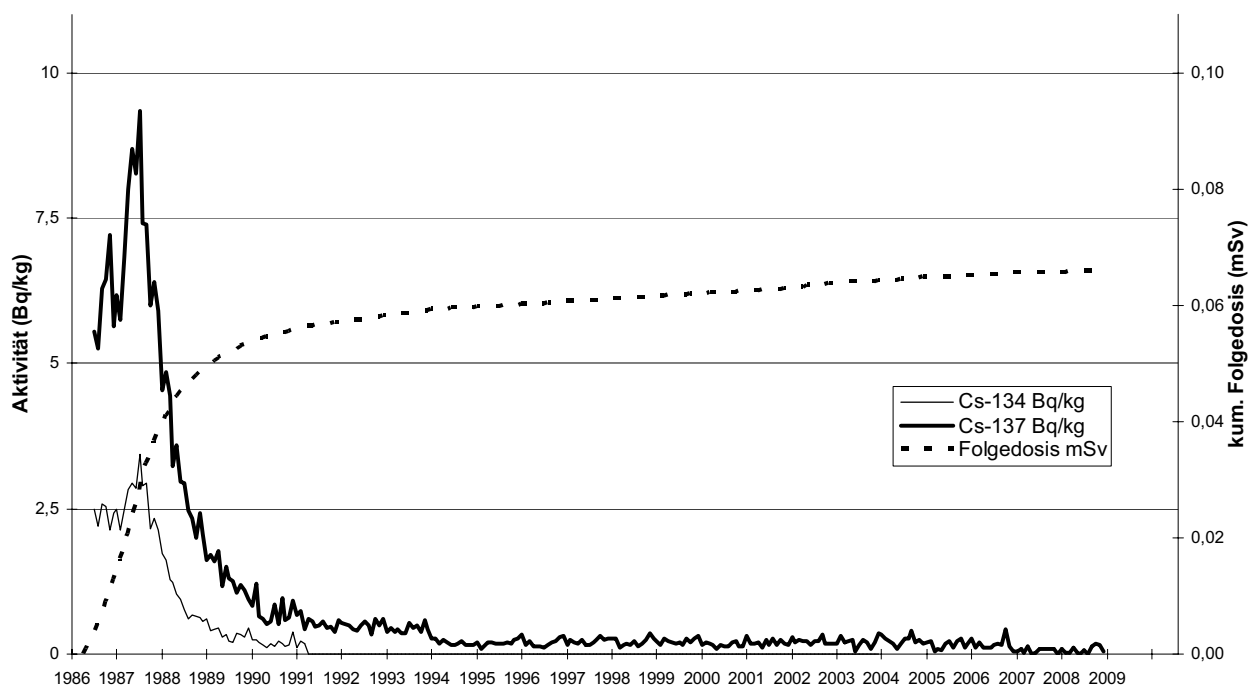


Abbildung 2.8-3 Inkorporiertes Cs-134, Cs-137 und resultierende Strahlenexposition
Referenzgruppe: Karlsruhe, Frauen
*(Incorporated radiocesium and resulting radiation exposure
Reference group: Karlsruhe, women)*

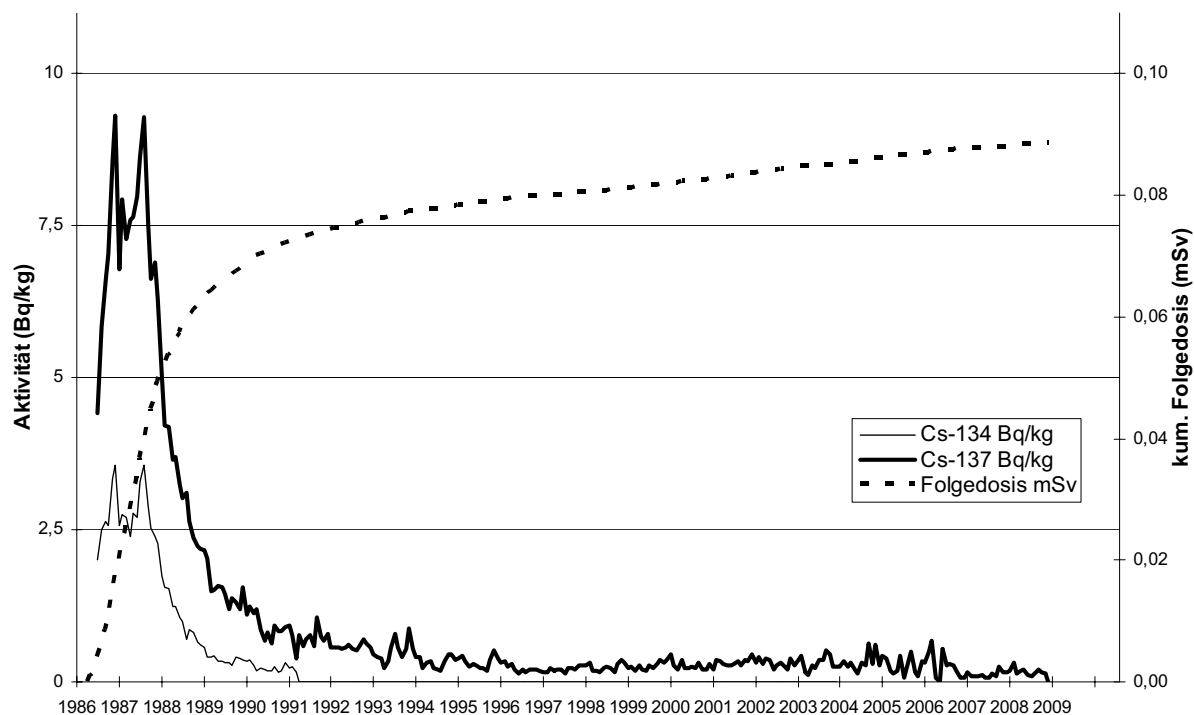


Abbildung 2.8-4 Inkorporiertes Cs-134, Cs-137 und resultierende Strahlenexposition
Referenzgruppe: Karlsruhe, Männer
*(Incorporated radiocesium and resulting radiation exposure
Reference group: Karlsruhe, men)*

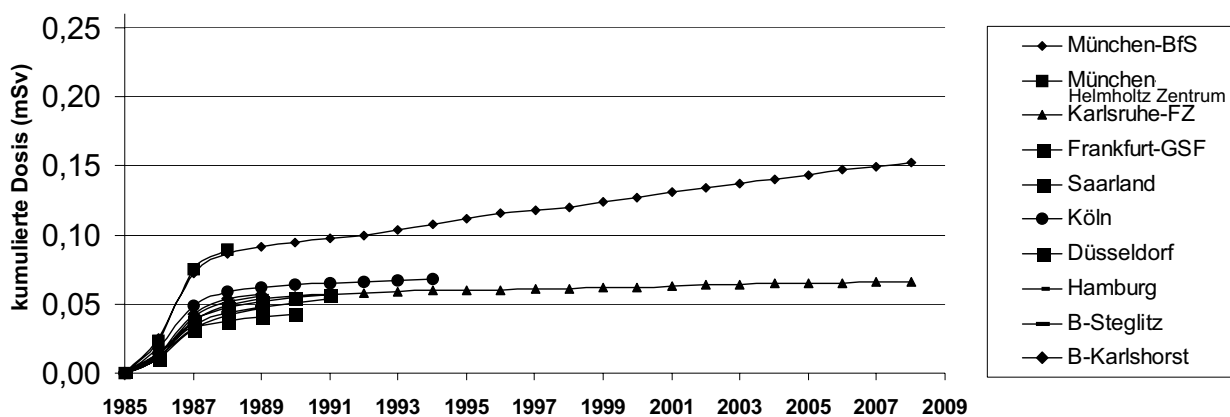


Abbildung 2.8-5 Strahlenexposition aus inkorporiertem radioaktivem Cäsium
Vergleich der Referenzgruppen: Frauen
(Radiation exposure from incorporated radioactive cesium
Comparison of reference groups: women)

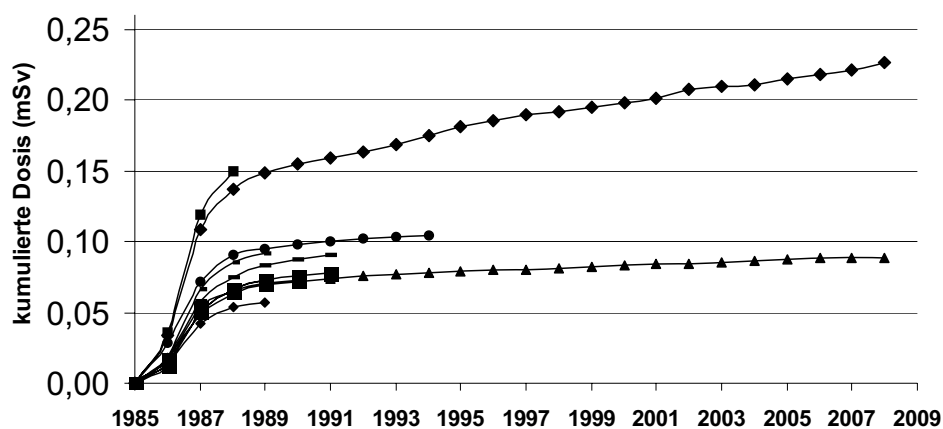


Abbildung 2.8-6 Strahlenexposition aus inkorporiertem radioaktivem Cäsium
Vergleich der Referenzgruppen: Männer
(Radiation exposure from incorporated radioactive cesium
Comparison of reference groups: men)