

TEIL II

RADIOAKTIVE STOFFE AUS KERNTÉCHNISCHEN ANLAGEN UND URANBERGBAUANLAGEN

***(RADIOACTIVE SUBSTANCES FROM NUCLEAR AND URANIUM MINING
FACILITIES)***

1. Radioaktive Stoffe aus kerntechnischen Anlagen *(Radioactive substances from nuclear facilities)*

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich Strahlenschutz und Umwelt, Berlin und Oberschleißheim, und von der Eigenüberwachung Bundesendlager, Salzgitter

1.1 Allgemeine Angaben über kerntechnische Anlagen *(General data on nuclear facilities)*

In der Bundesrepublik Deutschland bestanden im Jahr 2004 folgende kerntechnische Anlagen:

- 18 in Betrieb befindliche Atomkraftwerke (Tabelle 1.1-1) mit einer elektrischen Bruttoleistung von insgesamt 21.693 MW, einer Gesamtstromerzeugung von 167 TWh und einem Anteil von 28% an der Gesamt-Brutto-Stromerzeugung und von rund 32% an der Stromerzeugung der öffentlichen Versorgung im Jahr 2004. Die Kernkraftwerke Kahl, MZFR Karlsruhe, Rheinsberg, Gundremmingen A, AVR Jülich, Lingen, KNK Karlsruhe, Würgassen, Greifswald, Hamm-Uentrop, Mülheim-Kärlich und Stade haben den Betrieb bereits beendet.
- 5 Forschungsreaktoren (Tabelle 1.1-2) mit einer thermischen Leistung von insgesamt 58 MW.
- 4 Kernbrennstoff verarbeitende Betriebe: NUKEM GmbH, SIEMENS AG Brennelementewerk Hanau: Betriebs- teil MOX-Verarbeitung und Betriebsteil Uran-Verarbeitung, ADVANCED NUCLEAR FUELS GmbH (ANF) Brennelement-Fertigungsanlage Lingen und URENCO D Urananreicherungsanlage Gronau. Die Betriebe NUKEM GmbH und SIEMENS AG haben die Brennelementeproduktion eingestellt und werden zurzeit rückgebaut.
- 7 Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente: Zwischenlager Greifswald für abgebrannten Brennstoff (ZAB) Lubmin, Transportbehälterlager Ahaus (TBL-A), AVR-Behälterlager im Forschungszentrum Jülich, Transportbehälterlager Gorleben (TBL-G), Zwischenlager im KKW Obrigheim, Transportbehälterlager im Zwischenlager Nord (ZLN) Rubinow und Standort-Zwischenlager Lingen.
- 4 Interimslager für abgebrannte Brennelemente: Interimslager Neckarwestheim, Philippsburg, Biblis und Krümmel.
- Das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) hat im Jahr 2004 keine radioaktiven Abfälle zur Endlagerung angenommen (Tabelle 1.1-3).

Bei kerntechnischen Anlagen werden von der zuständigen Aufsichtsbehörde im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren zusätzlich Höchstwerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser festgelegt. In einem radioökologischen Gutachten ist dabei nachzuweisen, dass auch bei voller Ausschöpfung dieser Genehmigungswerte die Dosisgrenzwerte nach § 47 StrlSchV nicht überschritten werden. Darüber hinaus besteht nach § 6 StrlSchV die Verpflichtung, jede Strahlenexposition auch unterhalb der Grenzwerte so gering wie möglich zu halten.

Die Ableitungen aus Anlagen oder Einrichtungen sind nach § 48 StrlSchV zu überwachen und nach Art und Aktivität spezifiziert der zuständigen Aufsichtsbehörde mindestens jährlich mitzuteilen. Die Anforderungen der Emissions- und Immissionsüberwachung sind in der "Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen" (REI) aufgeführt. Ziel dieser Richtlinie ist es, eine Beurteilung der aus der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser resultierenden Strahlenexposition des Menschen zu ermöglichen und die Kontrolle der Einhaltung der Emissions- und Dosisgrenzwerte zu gewährleisten.

Die im Rahmen der Emissionsüberwachung bei Kernkraftwerken erforderlichen Messungen, die Dokumentation der Messergebnisse und die Berichterstattung an die jeweils zuständige Aufsichtsbehörde sind gemäß den sicherheitstechnischen Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA) 1503.1 (Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Kaminfortluft bei bestimmungsgemäßem Betrieb) und 1504 (Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser) durchzuführen. Die Überwachung der Emissionen der Forschungsreaktoren erfolgt gemäß der KTA-Regel 1507 (Überwachung der Ableitungen radioaktiver Stoffe bei Forschungsreaktoren).

Die Messprogramme gliedern sich in die Teile "Überwachungs- und Bilanzierungsmessungen des Betreibers" und "Kontrolle der Bilanzierungsmessungen des Betreibers durch einen unabhängigen Sachverständigen". Dabei hat der Betreiber einer kerntechnischen Anlage sämtliche Ableitungen von Radionukliden zu erfassen und zu bilanzieren, um eine Grundlage für die Beurteilung der Strahlenexposition in der Umgebung der Anlage zu schaffen. Die von den Betreibern vorzunehmenden Messungen werden durch Kontrollmessungen behördlich eingeschalteter Sachverständiger (Landesmessstellen, Bundesamt für Strahlenschutz) entsprechend der Richtlinie zur "Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken" überprüft. Betreiber und Sachverständige sind gehalten, zur internen Kontrolle der Messqualität an vom Bundesamt für Strahlenschutz in Zusammenarbeit mit der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt durchgeführten Ringvergleichen teilzunehmen.

Die Überwachung der Emissionen wird ergänzt durch die Überwachung der Immissionen in der Umgebung kerntechnischer Anlagen. Auch bei der Umgebungsüberwachung ist ein Messprogramm vom Betreiber der Anlage und ein ergänzendes und kontrollierendes Programm von unabhängigen Messstellen durchzuführen. Diese Überwachungsprogramme sind für die jeweilige kerntechnische Anlage unter Berücksichtigung örtlicher und anlagenspezifischer Gegebenheiten zu erstellen. Für die Beurteilung der Immissionsverhältnisse in der Umgebung von Atomkraftwerken sind die für die Ausbreitung radioaktiver Stoffe bedeutsamen meteorologischen Einflussgrößen gemäß der KTA-Regel 1508 (Instrumentierung zur Ermittlung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre) zu messen und zu registrieren. Die Ergebnisse der Immissionsüberwachung dienen der Beweissicherung, der Beurteilung der Einhaltung der Dosisgrenzwerte im bestimmungsgemäßen Betrieb sowie zur Beurteilung von Störfallauswirkungen.

Über diese Überwachungsprogramme hinaus verfügt die atomrechtliche Aufsichtsbehörde mit der Kernreaktor-Fernüberwachung über ein System zur laufenden Kontrolle sicherheitsrelevanter Betriebs-, Emissions- und Immissionsdaten, um sich von der Einhaltung der den Strahlenschutz betreffenden rechtlichen Verpflichtungen der Betreiber zu überzeugen.

Die bilanzierten Jahreswerte der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser der Atomkraftwerke, der Forschungszentren Karlsruhe, Jülich, Rossendorf, Geesthacht, Garching und des Hahn-Meitner-Instituts Berlin sowie der Kernbrennstoff verarbeitenden Betriebe, der Forschungsreaktoren und des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben für das Jahr 2004 sind in den Kapiteln 1.2 und 1.3 getrennt nach Fortluft und Abwasser angegeben. In den Ableitungen der Forschungszentren sind die Emissionen der dort betriebenen Leistungs- und Forschungsreaktoren enthalten. Aus den für 2004 ermittelten Ableitungswerten geht hervor, dass die von den zuständigen Behörden festgelegten Höchstwerte für die jährlichen Emissionen in allen Fällen eingehalten wurden.

Die aus den Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser aus kerntechnischen Anlagen berechneten Werte der Strahlenexposition der Bevölkerung sind in Kapitel 1.5 zusammengefasst. Weiterhin wird der Beitrag ausländischer kerntechnischer Anlagen zur Strahlenexposition der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland ermittelt. Im benachbarten Ausland waren 2004 in Grenznähe bis zu einer Entfernung von 30 km zur deutschen Grenze die in Tabelle 1.1-4 aufgeführten kerntechnischen Anlagen in Betrieb. Das Kernkraftwerk Mühleberg in der Schweiz wird trotz seiner großen Entfernung zur Grenze ebenfalls aufgeführt, weil es im Einzugsgebiet des Rheins liegt. Über die jährlichen Emissionsraten kerntechnischer Anlagen in EU-Ländern informiert die Kommission der Europäischen Union in den Berichten "Radioactive effluents from nuclear power stations and nuclear fuel reprocessing plants in the European Community". Die jährlichen Emissionen der Schweizer Anlagen werden in den Jahresberichten "Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz" des Bundesamtes für Gesundheit, Bern, veröffentlicht.

Tabelle 1.1-1 Atomkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland
(Nuclear power plants in the Federal Republic of Germany)

Atomkraftwerk/Standort	Typ a)	elektr. Bruttoleistung (MW)	Bruttostromerzeugung 2004 *) (MWa)	Beginn / Ende des nuklearen Betriebes	Vorfluter
Versuchsatomkraftwerk Kahl	SWR	16	0	1960/1985	Main
MZFR Karlsruhe	D2O-DWR	58	0	1965/1984	Rhein
Kernkraftwerk Rheinsberg	WWER	70	0	1966/1990	Stechlinsee
Kernkraftwerk Gundremmingen A	SWR	252	0	1966/1977	Donau
Versuchsatomkraftwerk AVR Jülich	HTR	15	0	1966/1988	Rur/Maas
Kernkraftwerk Lingen	SWR	268	0	1968/1977	Ems
Kernkraftwerk Obrigheim	DWR	357	313	1968	Neckar
Kernreaktoranlage KNK Karlsruhe	NaR	20	0	1971/1991	Rhein
Kernkraftwerk Würgassen	SWR	670	0	1971/1994	Weser
Kernkraftwerk Stade	DWR	672	0	1972/2003	Elbe
Kernkraftwerk Greifswald 1 - 5	WWER	je 440	0	1973/1990	Ostsee
Kernkraftwerk Biblis A	DWR	1225	1166	1974	Rhein
Kernkraftwerk Biblis B	DWR	1300	1060	1976	Rhein
Kernkraftwerk Neckarwestheim 1	DWR	840	731	1976	Neckar
Kernkraftwerk Brunsbüttel	SWR	806	579	1976	Elbe
Kernkraftwerk Isar 1	SWR	912	805	1977	Isar
Kernkraftwerk Unterweser	DWR	1410	1167	1978	Weser
Kernkraftwerk Philippsburg 1	SWR	926	757	1979	Rhein
Kernkraftwerk Grafenrheinfeld	DWR	1345	1218	1981	Main
Kernkraftwerk Krümmel	SWR	1316	1148	1983	Elbe
Kernkraftwerk Hamm-Uentrop	HTR	307	0	1983/1988	Lippe
Kernkraftwerk Gundremmingen B	SWR	1344	1234	1984	Donau
Kernkraftwerk Grohnde	DWR	1430	1294	1984	Weser
Kernkraftwerk Gundremmingen C	SWR	1344	1015	1984	Donau
Kernkraftwerk Philippsburg 2	DWR	1458	1240	1984	Rhein
Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich	DWR	1302	0	1986/1988	Rhein
Kernkraftwerk Brokdorf	DWR	1440	1326	1986	Elbe
Kernkraftwerk Isar 2	DWR	1475	1397	1988	Isar
Kernkraftwerk Emsland	DWR	1400	1343	1988	Ems
Kernkraftwerk Neckarwestheim 2	DWR	1365	1279	1988	Neckar

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

*) Daten aus Atomwirtschaft, atw 3/2005

Tabelle 1.1-2 Forschungsreaktoren (ausgenommen Nullleistungsreaktoren) in der Bundesrepublik Deutschland
(Research reactors - not including reactors with zero output - in the Federal Republic of Germany)

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

*) im Dauerbetrieb

Tabelle 1.1-3 Endlager für radioaktive Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland
(Ultimate disposal facilities for radioactive wastes in the Federal Republic of Germany)

Standort	Betreiber	Bezeichnung	Beginn des Betriebes	Inventar (Stand 31.12.2004)
Morsleben	Bundesamt für Strahlenschutz	ERAM	1971	36.815 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 1,3 E14 Bq.

Tabelle 1.1-4 Grenznahe kerntechnische Anlagen im benachbarten Ausland
(Nuclear facilities in neighbouring countries located close to the German border)

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

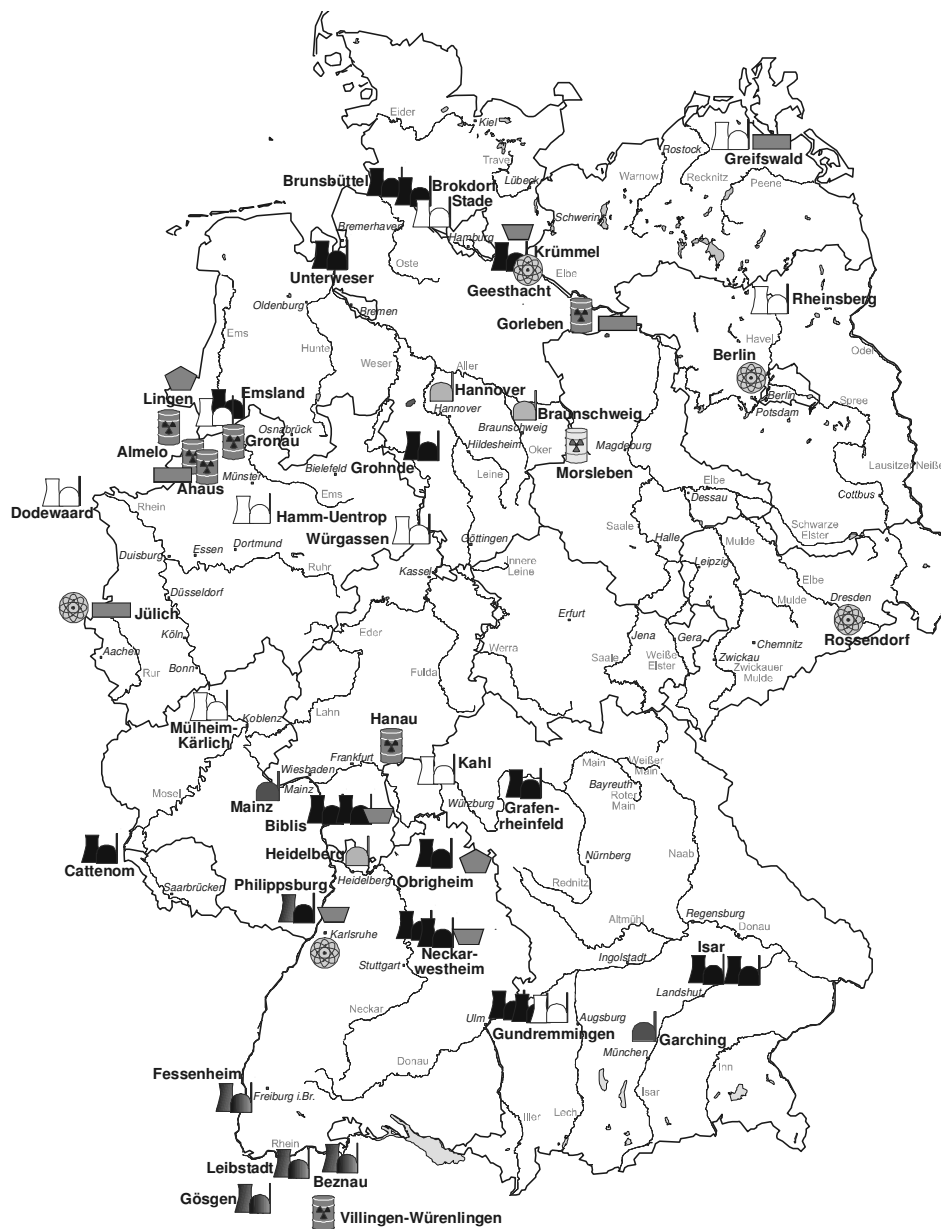


Abb.4-1: Standorte kerntechnischer Anlagen

- | | | | | | |
|--|--------------------------------|--|-------------------------------------|--|----------------------------------|
| | Kernkraftwerk in Betrieb | | Forschungseinrichtung | | Standortzwischenlager in Betrieb |
| | Kernkraftwerk nicht in Betrieb | | Forschungsreaktor in Betrieb | | Zentrallager in Betrieb |
| | Kernkraftwerk stillgelegt | | Forschungsreaktor stillgelegt | | Interimslager in Betrieb |
| | Kerntechnischer Betrieb | | Kerntechnischer Betrieb stillgelegt | | |

Stand Mai 2005

BfS

Standorte kerntechnischer Anlagen in der Bundesrepublik Deutschland sowie im grenznahen Bereich (2004)
(Sites of nuclear facilities both within the Federal Republic of Germany and close to the German border – year 2004)

1.1-1

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

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich Strahlenschutz und Umwelt,
Oberschleißheim

Die nuklidspezifisch nachgewiesenen Aktivitätsableitungen werden vom Betreiber vierteljährlich und jährlich dokumentiert und an die zuständige Aufsichtsbehörde übermittelt. Aus der lückenlosen Bilanzierung der Ableitungen radioaktiver Stoffe wird die Strahlenexposition der Bevölkerung in der Umgebung der kerntechnischen Anlagen ermittelt und die Einhaltung der Dosisgrenzwerte des § 47 StrlSchV überprüft. Auf die Bestimmung der Strahlenexposition aus den Emissionsdaten muss deshalb zurückgegriffen werden, weil die Aktivitätskonzentrationen der aus kerntechnischen Anlagen abgeleiteten Radionuklide in den Umweltmedien Luft und Wasser und in Nahrungsmitteln im Allgemeinen so gering sind, dass sie messtechnisch nicht nachgewiesen werden können. Die Aktivitätsableitungen sind dagegen genügend genau erfassbar (Tabellen 1.2-1 bis 1.2-8).

Die bilanzierten Jahreswerte der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft der Atomkraftwerke im Jahr 2004 sind in Tabelle 1.2-1 für die Nuklidgruppen radioaktive Edelgase und Schwebstoffe (Halbwertszeit > 8 Tage), sowie für die Radionuklide Jod-131, Kohlenstoff-14 ($^{14}\text{CO}_2$ -Anteil) und Tritium aufgeführt. Die Jahresableitungen von MZFR, KNK und AVR sind in den Ableitungswerten der Forschungszentren Karlsruhe und Jülich enthalten (Tabelle 1.2-5). Die einzelnen in einer Nuklidgruppe zusammengefassten Radionuklide zeigen entsprechend ihrer chemisch-physikalischen Natur in den Umweltmedien und im menschlichen Körper ein unterschiedliches Verhalten. Daher ist für die Berechnung der Strahlendosis die Kenntnis der Zusammensetzung des abgeleiteten Nuklidgemisches erforderlich. Die auf Grund von Einzelnuklidmessungen ermittelte Zusammensetzung der 2004 abgeleiteten Edelgase ist aus Tabelle 1.2-2 zu ersehen. Tabelle 1.2-3 enthält die Zusammensetzung der schwebstoffgebundenen Radionuklide einschließlich der β -Strahler Strontium-89 und -90 sowie der α -Strahler Plutonium-238, -239, -240, Americium-241, Curium-242 und -244.

Tabelle 1.2-4 zeigt die zeitliche Entwicklung der jährlichen Gesamtableitungen für Edelgase und I-131 mit der Fortluft und die Gesamt-Bruttostromerzeugung der Atomkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland. Die Summe der Jahresableitungen radioaktiver Edelgase war 2004 mit $2,8 \cdot 10^{13}$ Becquerel höher als 2003 mit $1,4 \cdot 10^{13}$ Becquerel. Ebenso lag die Gesamtableitung an I-131 2004 mit $2,5 \cdot 10^8$ Becquerel über dem Vorjahreswert von $1,4 \cdot 10^8$ Becquerel. Diese jährlichen Schwankungen sind abhängig von den Betriebsbedingungen der Atomkraftwerke.

In Tabelle 1.2-5 sind die Angaben über die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus den Forschungszentren Karlsruhe, Jülich, Rossendorf, Geesthacht und Garching und dem Hahn-Meitner-Institut Berlin im Jahr 2004 zusammengefasst. Die Ableitungen radioaktiver Stoffe aus den übrigen Forschungsreaktoren sind in Tabelle 1.2-6 angegeben.

Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abluft aus dem Endlager Morsleben ist in Tabelle 1.2-7 zusammengestellt. Am Schacht Bartensleben werden jährlich etwa 1 Milliarde m^3 Abwetter aus dem untertägigen Kontrollbereich abgegeben. Die Ableitungswerte für radioaktive Stoffe liegen z. T. um Größenordnungen unterhalb der genehmigten Werte.

Bei den Kernbrennstoff verarbeitenden Betrieben werden die mit der Fortluft emittierten α -strahlenden Schwebstoffe ermittelt (Tabelle 1.2-8). Die abgeleitete α -Aktivität lag 2004 mit insgesamt $3,0 \cdot 10^6$ Becquerel höher als 2003 mit $5,9 \cdot 10^5$ Becquerel.

Die für das Jahr 2004 ermittelten Werte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus kerntechnischen Anlagen entsprechen in der Summe etwa den Werten der vorhergehenden Jahre, wenn auch Einzelwerte je nach den betrieblichen Bedingungen erheblich voneinander abweichen können; sie unterschreiten im Allgemeinen deutlich die jeweiligen Genehmigungswerte, wie beispielsweise für Atomkraftwerke der Vergleich zwischen den Werten der Tabelle 1.2-1 und üblichen Genehmigungswerten von ca. 10^{15} Becquerel für Edelgase, ca. $3 \cdot 10^{10}$ Bq für Schwebstoffe und ca. 10^{10} Bq für I-131 zeigt.

Die im Rahmen der Emissionsüberwachung ermittelten jährlichen Ableitungen radioaktiver Stoffe dienen als Grundlage für die Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung in der Umgebung der kerntechnischen Anlagen. Maß des Strahlenrisikos ist nicht die abgeleitete Aktivität, sondern die effektive Dosis (Anhang, Abschnitt 1). Die aus den Jahresableitungen unter Berücksichtigung von meteorologischen, ökologischen und biologischen Parametern berechneten Jahresdosen sind in Kapitel 1.5 angegeben.

Tabelle 1.2-1 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Atomkraftwerken im Jahr 2004
(Discharges of radioactive substances with exhaust air from nuclear power plants in the year 2004)

Kernkraftwerk	Edelgase	Schwebstoffe ^{a)}	Jod-131	¹⁴ CO ₂	Tritium
	Aktivität in Bq				
Kahl ^{b)}	-	8,8 E04	-	-	-
Rheinsberg ^{c)}	nn	3,3 E06	nn	-	nn
Gundremmingen A ^{d)}	-	1,8 E03	-	-	2,0 E10
Lingen ^{d)}	-	nn	-	6,5 E08	7,2 E07
Obrigheim	8,8 E11	6,5 E05	nn	7,9 E09	1,4 E11
Stade ^{g)}	9,9 E11	1,1 E05	nn	6,0 E10	6,9 E11
Würgassen ^{e)}	-	4,5 E06	-	7,9 E08	4,9 E10
Greifswald ^{c)}	-	8,0 E06	-	-	3,3 E08
Biblis A	4,6 E11	1,0 E05	6,2 E04	1,4 E10	1,1 E11
Biblis B	1,4 E12	4,1 E05	4,7 E06	4,2 E10	1,9 E11
Neckar 1	5,1 E11	3,1 E05	2,0 E04	1,4 E10	1,3 E11
Brunsbüttel	3,9 E12	3,7 E07	7,7 E06	2,6 E11	5,7 E10
Isar 1	1,3 E12	nn	2,4 E07	3,4 E11	9,5 E10
Unterweser	3,4 E12	2,5 E06	3,5 E04	3,8 E10	3,6 E11
Philippsburg 1	3,4 E12	1,9 E07	1,3 E08	4,1 E11	4,5 E10
Grafenrheinfeld	9,5 E10	1,2 E06	nn	5,2 E10	2,1 E11
Krümmel	7,0 E11	5,4 E06	7,3 E07	1,7 E11	3,7 E10
Gundremmingen B und C	6,4 E11	nn	3,1 E05	8,0 E11	1,0 E12
Grohnde	5,2 E12	3,8 E05	5,6 E04	4,5 E10	6,9 E11
Hamm-Uentrop ^{f)}	-	nn	-	nn	2,0 E08
Philippsburg 2	9,1 E11	1,8 E05	1,6 E04	3,0 E10	1,8 E11
Mülheim-Kärlich ^{f)}	nn	nn	nn	7,3 E08	8,8 E09
Brokdorf	1,3 E11	nn	nn	8,3 E10	2,9 E11
Isar 2	1,4 E11	nn	nn	4,7 E10	4,2 E11
Emsland	3,9 E11	nn	8,9 E04	1,2 E11	1,3 E12
Neckar 2	3,5 E12	2,8 E05	6,0 E06	2,3 E11	1,3 E11

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

b) Betrieb beendet 1985

c) Betrieb beendet 1990

d) Betrieb beendet 1977

e) Betrieb beendet 1994

f) Betrieb beendet 1988

g) Betrieb beendet 2003

nn nicht nachgewiesen (Aktivitätsableitung unter Nachweisgrenze)

- Messung / Angabe nicht erforderlich

¹⁴C wird in Tabelle 1.2-1 in Form von ¹⁴CO₂ angegeben, hauptsächlich deshalb, weil Kohlendioxid über Assimilation in die Nahrungskette gelangt und damit zu einer Ingestionsdosis führt. Besonders von Druckwasserreaktoren wird zusätzlich organisch gebundenes ¹⁴C abgeleitet, dessen Dosisbeitrag vernachlässigbar ist. Die Gesamtsumme an abgeleitetem ¹⁴C über die Fortluft im Jahr 2004 beträgt an den in Tabelle 1.2-1 aufgeführten Standorten etwa 5,0 E12 Bq.

Tabelle 1.2-2 Ableitung radioaktiver Edelgase mit der Fortluft aus Atomkraftwerken im Jahr 2004 in Becquerel
(Discharges of radioactive noble gases with exhaust air from nuclear power plants in the year 2004 in Becquerel)

	Kahl/ Rheins- berg	Gundremm. A /Lingen	Obrigheim	Würgassen	Stade *)	Greifswald	Biblis A	Biblis B
Ar 41			8,8 E10				2,5 E10	4,6 E10
Kr 85m							2,1 E07	1,1 E10
Kr 85							4,3 E11	3,9 E11
Kr 87							2,0 E07	3,5 E09
Kr 88							1,6 E08	7,2 E09
Kr 89							1,6 E08	1,5 E08
Xe 131m							4,4 E08	5,8 E09
Xe 133m							2,2 E08	1,2 E10
Xe 133			6,4 E11				3,0 E08	8,3 E11
Xe 135m								2,2 E09
Xe 135			1,6 E11				5,4 E07	1,2 E11
Xe 137								1,3 E08
Xe 138							4,7 E08	1,9 E08

*) Werte der nuklidspezifischen Messung liegen unter der Erkennungsgrenze

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

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

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

Tabelle 1.2-3 Ableitung radioaktiver Schwebstoffe mit der Fortluft aus Atomkraftwerken im Jahr 2004 in Becquerel (Jod-131: Tabelle 1.2-1)
(Discharges of radioactive aerosols with exhaust air from nuclear power plants in the year 2004 expressed in becquerel - iodine-131: Table 1.2-1)

	Kahl	Rheins- berg	Gund- remmingen A	Lingen	Obrig- heim	Würgas- sen	Stade	Greifs- wald	Biblis A
Cr 51									
Mn 54									
Fe 59									
Co 57									
Co 58					2,3 E05				
Co 60	4,2 E04	1,8 E05	6,0 E02		2,1 E05	2,3 E06	4,5 E04	7,0 E06	
Zn 65									
Sr 89									
Sr 90	5,9 E02	5,5 E04				1,3 E04			
Zr 95									
Nb 95									
Ru 103									
Ru 106									
Ag 110m					1,7 E05				
Sn 113									
Sb 124									
Sb 125									
Te 123m									1,0 E05
Cs 134					3,3 E04				
Cs 137	4,6 E04	2,2 E05	1,2 E03			2,2 E06	6,8 E04	1,0 E06	
Ba 140									
La 140									
Ce 141									
Ce 144									
Eu 152		2,0 E06							
Eu 154		7,8 E05							
Eu 155		6,3 E04							
Pu 238/ Am 241									
Pu 239/ Pu 240									
Pu 241									
Cm 242									
Cm 244									

	Biblis B	Neckar 1	Brunsbüt- tel	Isar 1	Unter- weser	Philipps- burg 1	Grafen- rheinfeld	Krüm- mel	Gundrem- mingen B,C
Cr 51			2,6 E06			2,1 E06	4,3 E04		
Mn 54			5,8 E06			2,1 E05	4,0 E03	6,7 E05	
Fe 59			5,1 E05					8,8 E04	
Co 57									
Co 58			5,4 E05			2,0 E04	4,4 E04	8,7 E04	
Co 60		2,0 E05	1,0 E07		2,5 E06	1,9 E06	9,3 E05	3,1 E06	
Zn 65			1,4 E07			2,5 E06		3,8 E05	
Sr 89			1,7 E05			2,8 E06		5,5 E05	
Sr 90			9,9 E03			3,8 E04		3,4 E03	
Zr 95			2,0 E04				7,0 E04		
Nb 95			5,1 E04				1,2 E05		
Ru 103									
Ru 106						3,0 E04			
Ag 110m		1,1 E05							
Sn 113									

	Biblis B	Neckar 1	Brunsbüt- tel	Isar 1	Unter- weser	Philipps- burg 1	Grafen- rheinfeld	Krüm- mel	Gundrem- mingen B,C
Sb 124	4,1 E05		6,4 E04		2,9 E04				
Sb 125									
Te 123m									
Cs 134				3,5 E04			5,1 E04		
Cs 137				2,7 E06			1,8 E05	1,3 E04	
Ba 140				1,2 E05			5,5 E06	3,5 E05	
La 140				1,2 E05			3,8 E06	1,4 E05	
Ce 141				5,3 E03			1,8 E05		
Ce 144									
Eu 152									
Eu 154									
Eu 155									
Pu 238/ Am 241									
Pu 239/ Pu 240									
Pu 241									
Cm 242									
Cm 244									

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

Wird kein Zahlenwert angegeben, liegt die Aktivitätsabgabe unterhalb der Nachweisgrenze oder die Messung war nicht erforderlich (vgl. Tabelle 1.2-1)

Tabelle 1.2-4 Ableitung radioaktiver Edelgase, von Jod-131 und Schwebstoffen (ohne Jod-131, einschließlich Strontium und Alphastrahler) mit der Fortluft und Gesamt-Bruttostromerzeugung der Atomkraftwerke in den Jahren 1994 bis 2004
(Discharges of radioactive noble gases, of iodine-131 and aerosols (excluding iodine-131, including strontium and alpha sources) with exhaust air from nuclear power plants in the years from 1994 to 2004)

Jahr	Aktivität in Bq			Bruttostromerzeugung in MWa
	Edelgase	Jod-131	Aerosole	
1994	4,2 E13	8,0 E08	2,6 E08	17256
1995	9,8 E13	5,5 E08	5,2 E08	17596
1996	6,2 E13	3,4 E08	3,6 E08	18459
1997	3,8 E13	3,0 E08	3,7 E08	19451
1998	2,7 E13	1,8 E08	2,7 E08	18460
1999	1,9 E13	2,5 E08	1,4 E08	19374
2000	2,6 E13	2,2 E08	1,1 E08	19371
2001	1,5 E13	2,8 E08	7,4 E07	19552
2002	1,8 E13	3,3 E08	5,7 E07	18816
2003	1,4 E13	1,4 E08	6,2 E07	18847*
2004	2,8 E13	2,5 E08	8,3 E07	19071*

*) Quelle: Atomwirtschaft

Tabelle 1.2-5 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Forschungszentren im Jahr 2004
(Discharges of radioactive substances with exhaust air from research centres in the year 2004)

Forschungszentrum	Aktivität in Bq					
	Edelgase	Schwebstoffe a)	Jod-131	Jod-129	Kohlenstoff-14	Tritium
Forschungszentrum Karlsruhe (einschließlich Wiederaufarbeitungsanlage)	6,7 E11	7,3 E06 b)	1,0 E07	2,6 E06	2,3 E10	9,8 E11
Forschungszentrum Jülich (einschließlich Versuchsreaktor AVR)	5,7E11	2,9 E05	8,6 E05	-	3,2 E11	3,5 E12
Forschungszentrum Rossendorf	1,6 E10	2,5 E06	nn	nn	3,2 E09	7,4 E09
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht	9,1 E11	2,1 E04	1,8 E05	-	8,5 E08	9,0 E10
Hahn-Meitner-Institut Berlin (einschließlich Zentralstelle für radioaktive Abfälle)	4,4 E11	2,8 E04	7,9 E05	-	2,8 E09	7,9 E10
Garching, FRM I	-	nn	nn	-	5,0 E06	4,1 E09
Garching, FRM II	6,5 E10	nn	nn	-	8,4 E07	1,9 E10

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

b) davon Alphastrahler: 1,3 E05 Bq

nn nicht nachgewiesen (Aktivitätsableitung unter Nachweisgrenze)

Tabelle 1.2-6 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Forschungsreaktoren im Jahr 2004
(Discharges of radioactive substances with exhaust air from research reactors in the year 2004)

Forschungsreaktor	Edelgase	Schwebstoffe	Jod-131	Kohlenstoff-14	Tritium
	Aktivität in Bq				
Braunschweig	nn	nn	nn	7,6 E06	nn
Heidelberg	nn	3,2 E03	2,0 E05	-	2,0 E06
Mainz	1,5 E11	nn	nn	-	4,3 E06

- Messung / Angabe nicht erforderlich
 nn: nicht nachgewiesen

Die Jahresableitungen von FRJ1, FRJ2, RFR, FRG1, FRG2 und BER II sind in den Ableitungen der Forschungszentren Karlsruhe, Jülich, Rossendorf, Geesthacht und des Hahn-Meitner-Instituts Berlin enthalten (Tabelle 1.2-5). Der Forschungsreaktor Braunschweig wurde Ende 1995 endgültig abgeschaltet und der Forschungsreaktor Heidelberg Ende November 1999.

Tabelle 1.2-7 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus dem Endlager Morsleben im Jahr 2004
(Discharges of radioactive substances with exhaust air from the Morsleben final disposal facility in the year 2004)

Nuklid	Aktivität in Bq
Tritium	1,4 E10
Kohlenstoff-14	7,3 E 08
langlebige Aerosole	9,1 E 05
Radon-Folgeprodukte	7,0 E 09

Tabelle 1.2-8 Ableitung radioaktiver Stoffe (α -Aktivität) mit der Fortluft aus Kernbrennstoff verarbeitenden Betrieben im Jahr 2004
(Discharges of radioactive substances - α -activity) with exhaust air from processing facilities for nuclear fuels in the year 2004)

Betrieb	Aktivität in Bq
NUKEM GmbH (Hanau) *)	2,4 E06
SIEMENS AG Brennelementewerk Hanau	
Betriebsteil MOX-Verarbeitung *)	<1,3 E03
Betriebsteil Uran-Verarbeitung *)	<5,7 E05
ANF GmbH (Lingen)	<1,4 E04
URENCO D (Gronau)	2,6 E04

*) Brennelementeproduktion eingestellt, Gebäude großteils abgerissen

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

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich Strahlenschutz und Umwelt, Berlin

In den Tabellen 1.3-1 bis 1.3-3 sind die von den Kernkraftwerken, Forschungszentren und Kernbrennstoff verarbeitenden Betrieben in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2004 mit dem Abwasser abgegebenen radioaktiven Stoffe zusammengestellt. Aus dem Kontrollbereich des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) wurden 2004 insgesamt 6,1 m³ Abwasser abgeleitet (Tabelle 1.3-4).

Sämtliche Abgaben radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus Kernkraftwerken (Tabelle 1.3-1) 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 0,69 GBq bzw. 1,3 GBq. Die Tritiumabgaben lagen für die Druckwasserreaktoren bei 193 TBq und für die Siedewasserreaktoren bei 11 TBq.

Die Abgaben radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus den Kernforschungszentren (Tabelle 1.3-2) und den Kernbrennstoff verarbeitenden Betrieben (Tabelle 1.3-3) liegen bezüglich der einzelnen Radionuklidgruppen ebenfalls in der Größenordnung der Abgaben der letzten Jahre.

Tabelle 1.3-1 Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus Atomkraftwerken in Deutschland im Jahr 2004 (Summenwerte, Tritium und Alphastrahler)
(Discharges of radioactive substances with waste water from nuclear power plants in Germany in the year 2004 - summation values, tritium and alpha sources)

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

1) Anlage stillgelegt

Wird kein Zahlenwert angegeben, liegt die Aktivitätsableitung unterhalb der Nachweisgrenze

Tabelle 1.3-2 Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus Forschungszentren im Jahr 2004
(Discharges of radioactive substances with waste water from research centres in the year 2004)

Forschungszentrum	Spalt- und Aktivierungsprodukte (außer Tritium)	Tritium	α-Strahler
	Aktivität in Bq		
Karlsruhe (einschließlich Wiederaufbereitungsanlage)	1,9 E07	9,3 E11	1,2 E06
Jülich	1,2 E08	4,2 E11	
GKSS Geesthacht	2,2 E08	1,6 E08	1,6 E04
HMI Berlin	1,2 E06	6,6 E08	
FRM Garching	1,9 E06	7,4 E06	
FRZ/VKTA Rossendorf ¹⁾	9,3 E06	1,5 E11	5,7 E05

1) vormals ZfK Rossendorf

Wird kein Zahlenwert angegeben, liegt die Aktivitätsabgabe unterhalb der Nachweisgrenze

Tabelle 1.3-3 Ableitungen radioaktiver Stoffe (α-Aktivität) mit dem Abwasser aus Kernbrennstoff verarbeitenden Betrieben im Jahr 2004
(Discharges of radioactive substances - alpha activity - with waste water from nuclear fuel production plants in the year 2004)

Betrieb	α-Strahler
	Aktivität in Bq
NUKEM GmbH	3,8 E06
SIEMENS AG Brennelementwerk Hanau Betriebsteil MOX-Verarbeitung ¹⁾ Betriebsteil Uran-Verarbeitung ¹⁾	4,6 E06
ANF GmbH (Lingen)	
URENCO (Gronau)	1,4 E03

¹⁾ Brennelementproduktion eingestellt

Wird kein Zahlenwert angegeben, liegt die Aktivitätsabgabe unterhalb der Nachweisgrenze

Tabelle 1.3-4 Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus dem Endlager Morsleben im Jahr 2004
(Discharges of radioactive substances with waste water from the final repository Morsleben in the year 2004)

Radionuklid	Jahresaktivitätsabgabe (Bq)
Tritium	1,3 E04
Nuklidgemisch (außer Tritium)	9,2 E02

1.4 Strahlenexposition durch kerntechnische Anlagen (*Radiation exposures from nuclear facilities*)

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich Strahlenschutz und Umwelt, Oberschleißheim und Berlin und von der Eigenüberwachung Bundesendlager, Salzgitter

Die für das Jahr 2004 ermittelten Daten über die Ableitung radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser aus kerntechnischen Anlagen sind in den Abschnitten II 1.2 bzw. 1.3 zusammengefasst. Sie dienen als Grundlage für die Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung in der Umgebung der einzelnen Anlagen. Diese Berechnung wurde entsprechend des Entwurfs der "Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 StrlSchV: Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen" durchgeführt.

Berechnete obere Werte der Strahlenexposition

Die in den Tabellen 1.4-1 bis 1.4-6 angegebenen Expositionswerte für die kerntechnischen Anlagen stellen obere Werte dar, da sie gemäß § 47 Abs. 2 StrlSchV für eine Referenzperson an den ungünstigsten Einwirkungsstellen ermittelt wurden. Die Referenzperson ist eine fiktive Person, für die in der Strahlenschutzverordnung (Anlage VII, Teil A bis C) die zu berücksichtigenden Expositionspfade, Lebensgewohnheiten und übrigen Annahmen festgelegt sind mit dem Ziel, dass bei deren Anwendung die Strahlenexposition des Menschen nicht unterschätzt wird. Die ungünstigsten Einwirkungsstellen sind die Stellen in der Umgebung einer Anlage, bei denen auf Grund der Verteilung der abgeleiteten radioaktiven Stoffe in der Umgebung durch Aufenthalt oder durch Verzehr dort erzeugter Lebensmittel die höchste Strahlenexposition der Referenzperson zu erwarten ist. Nach der Strahlenschutzverordnung darf die effektive Dosis hierbei höchstens 300 µSv, die Schilddrüsendosis höchstens 900 µSv und die Knochenoberflächendosis höchstens 1800 µSv pro Jahr betragen.

Tabelle 1.4-1 enthält die Ergebnisse aus den Berechnungen der Strahlenexposition der Bevölkerung im Jahr 2004 in der Umgebung von Atomkraftwerken durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft. Angegeben ist die effektive Dosis für Erwachsene (Altersgruppe >17 Jahre) und Kleinkinder (Altersgruppe >1 bis ≤2 Jahre) sowie die Schilddrüsendosis für Kleinkinder. Tabelle 1.4-1 zeigt als größten Wert der effektiven Dosis für Erwachsene 3 µSv (1% des Dosisgrenzwertes nach StrlSchV) sowie für Kleinkinder 5 µSv (rund 2% des Dosisgrenzwertes) beim Kernkraftwerk Philippsburg. Der größte berechnete Wert der Schilddrüsendosis für Kleinkinder ergibt sich mit 7 µSv (unter 1% des Dosisgrenzwertes) ebenfalls beim Kernkraftwerk Philippsburg.

In Tabelle 1.4-2 sind die aus den Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus Kernkraftwerken 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 1000 Stunden am Flussufer oder auf Wiesen in Flussnähe. Der größte Wert der effektiven Dosis und der Dosis für das kritische Organ (rotes Knochenmark) beträgt jeweils 1,3 µSv/Jahr für Kleinkinder (entsprechend ca. 0,4% des Grenzwertes) am Standort des Kernkraftwerkes Emsland.

Entsprechend des Entwurfs der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 Strahlenschutzverordnung wurde die Strahlenexposition am Unterlauf der Flüsse näher betrachtet, wobei jeweils sämtliche Emittenten berücksichtigt wurden. Für das Mündungsgebiet des Neckar wurde eine effektive Jahresdosis von etwa 1,0 µSv für Erwachsene und 1,6 µSv für Kleinkinder ermittelt; für die Weser und die Donau 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 und am Rhein bei 0,1 µSv bzw. 0,2 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.

Tabelle 1.4-1 Strahlenexposition im Jahr 2004 in der Umgebung von Atomkraftwerken durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft
(Radiation exposures in the surroundings of nuclear power plants in the year 2004 due to the discharge of radioactive substances with exhaust air)

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

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

Tabelle 1.4-2 Strahlenexposition im Jahr 2004 in der Umgebung von Atomkraftwerken durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser
(Radiation exposures in the surroundings of nuclear power plants in the year 2004 due to the discharge of radioactive substances with waste water)

Kernkraftwerk	Oberer Wert der effektiven Dosis	
	für Erwachsene in μSv	für Kleinkinder in μSv
Kahl	< 0,1	< 0,1
Gundremmingen A, B und C	0,6	0,5
Obrigheim	0,2	0,3
Stade	< 0,1	0,1
Würgassen	< 0,1	< 0,1
Biblis A und B	0,2	0,3
Neckar 1 und 2	0,5	0,9
Brunsbüttel	< 0,1	< 0,1
Isar 1 und 2	0,2	0,4
Unterweser	0,1	0,1
Philippsburg 1 und 2	0,1	0,2
Grafenrheinfeld	0,3	0,5
Krümmel	< 0,1	< 0,1
Grohnde	0,3	0,5
Mülheim-Kärlich	< 0,1	< 0,1
Brokdorf	< 0,1	0,1
Emsland	0,7	1,3
Rheinsberg *)	0,1	0,1
Greifswald *)	< 0,1	< 0,1

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

Die in Tabelle 1.4-3 angegebenen Werte für die entsprechenden Strahlenexpositionen durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Forschungszentren stammen teilweise aus den Jahresberichten der Forschungszentren Karlsruhe, Jülich, Rossendorf, Geesthacht und des Hahn-Meitner-Instituts Berlin. Die Tabelle weist für die effektive Dosis im Jahr 2004 als höchsten Wert 5 μSv (rund 2% des Grenzwertes) für Erwachsene und 8 μSv (rund 3% des Grenzwertes) für Kleinkinder beim Forschungszentrum Jülich auf. Der höchste Wert der Schilddrüsendosis für Kleinkinder ergibt sich mit 7 μSv (rund 1% des Grenzwertes) ebenfalls beim Forschungszentrum Jülich.

Tabelle 1.4-3 Strahlenexposition im Jahr 2004 in der Umgebung von Forschungszentren durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft *)
(Radiation exposures in the surroundings of research centres in the year 2004 due to the discharge of radioactive substances with exhaust air)

Forschungseinrichtung	Oberer Wert		
	der effektiven Dosis (μSv)		der Schilddrüsendosis (μSv) für Kleinkinder
	für Erwachsene	für Kleinkinder	
Forschungszentrum Karlsruhe (einschl. Wiederaufarbeitungsanlage) *	0,8	1,1	2,1
Forschungszentrum Jülich (einschl. Versuchsreaktor AVR) *	5	8	7
Forschungszentrum Rossendorf (FZR) *	0,6	1,0	1,0
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht *	0,2	0,5	0,5
Hahn-Meitner-Institut Berlin (einschl. Zentralstelle für radioaktive Abfälle)*	0,4	0,6	0,9
Garching, FRM I und FRM II	<0,1	<0,1	<0,1

*) Entnommen den Jahresberichten 2004 der Forschungszentren Karlsruhe, Jülich, Rossendorf, Geesthacht und des Hahn-Meitner-Instituts Berlin

In Tabelle 1.4-4 wird die Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe über das Abwasser aus den Forschungszentren Karlsruhe, Jülich, Rossendorf und Geesthacht angegeben. Im Jahr 2004 wurde mit 22 µSv der höchste Wert der effektiven Dosis für Erwachsene beim Forschungszentrum Rossendorf berechnet.

Tabelle 1.4-4 Strahlenexposition im Jahr 2004 in der Umgebung von Forschungszentren durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser *)
(Radiation exposures in the surroundings of research centres in the year 2004 due to the discharge of radioactive substances with waste water)

Forschungseinrichtung	Oberer Wert der effektiven Dosis für Erwachsene (µSv)
Forschungszentrum Karlsruhe (einschl. Wiederaufarbeitungsanlage)	0,1
Forschungszentrum Jülich (einschließl. Versuchsreaktor AVR)	1
Forschungszentrum Rossendorf	22
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht	< 100

*) Entnommen den Jahresberichten 2004 der Forschungszentren Karlsruhe, Jülich und Rossendorf

Für die Kernbrennstoff verarbeitenden Betriebe in Hanau, Lingen und Gronau sind in Tabelle 1.4-5 die für eine Referenzperson an den ungünstigsten Einwirkungsstellen berechneten oberen Werte der effektiven Dosis für Erwachsene und Kleinkinder sowie die oberen Werte der Knochenoberflächendosis für Kleinkinder durch die Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft angegeben. Die höchsten Werte der Strahlenexposition einer Referenzperson treten beim Betrieb NUKEM auf. Infolge höherer Emissionen, bedingt durch Abrissarbeiten, ergeben sich hier für eine Referenzperson größere Expositionswerte als im Vorjahr. Sie sind vergleichbar mit 2002 und betragen für die effektive Dosis für Erwachsene 1 µSv (rund 0,3% des Grenzwertes) und für Kleinkinder 3 µSv (1% des Grenzwertes). Die Knochenoberflächendosis für Kleinkinder errechnet sich zu 60 µSv (rund 3% des Grenzwertes).

Tabelle 1.4-5 Strahlenexposition im Jahr 2004 in der Umgebung der Kernbrennstoff verarbeitenden Betriebe durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abluft
(Radiation exposures in the surroundings of processing facilities for nuclear fuels in the year 2004 due to the discharge of radioactive substances with exhaust air)

Betrieb	Oberer Wert		
	der effektiven Dosis (µSv)		der Knochenoberfläche (µSv)
	für Erwachsene	für Kleinkinder	für Kleinkinder
NUKEM GmbH (Hanau)	1	3	60
SIEMENS AG Brennelementwerk Hanau			
Betriebsteil MOX-Verarbeitung	<0,1	<0,1	<0,1
Betriebsteil Uran-Verarbeitung	<0,1	<0,1	<0,2
ANF GmbH (Lingen)	<0,1	<0,1	<0,1
URENCO D (Gronau)	<0,1	<0,1	<0,1

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 1.4-6 aufgeführt. Wie in den Vorjahren liegen die Werte bei jeweils weniger als 0,1 µSv.

Tabelle 1.4-6 Strahlenexposition im Jahr 2004 in der Umgebung Kernbrennstoff verarbeitender Betriebe durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser
(Radiation exposures in the surroundings of processing facilities for nuclear fuels in the year 2004 due to the discharge of radioactive substances with waste water)

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

Die Strahlenexposition in Folge der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abluft und mit dem Abwasser aus dem Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) ist in Tabelle 1.4-7 aufgeführt. Der durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft ermittelte obere Wert der effektiven Dosis für Erwachsene betrug 2004 0,15 μSv , für Kleinkinder (Altersgruppe 1 bis 2 Jahre) 0,4 μSv und für mit Muttermilch ernährte Säuglinge 1,2 μSv ; dies sind ca. 0,5%, 0,1% bzw. 0,4% des Grenzwertes nach der Strahlenschutzverordnung. Die Dosis des kritischen Organs (rotes Knochenmark) errechnete sich zu 0,3 μSv für Erwachsene, 1,1 μSv für Kleinkinder (Altersgruppe 1 - 2 Jahre) und 3,7 μSv für mit Muttermilch ernährte Säuglinge (ca. 0,1%, 0,4% bzw. 1,2% des Grenzwertes). Aus den Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser wurden 2004 obere Werte der effektiven Dosis unterhalb von 0,1 μSv für Erwachsene und Kleinkinder berechnet.

Tabelle 1.4-7 Strahlenexposition im Jahr 2004 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 in the year 2004 due to the discharge of radioactive substances with exhaust air and waste water)

	Abluft		Abwasser
	Oberer Wert (μSv)		Oberer Wert (μSv)
	der effektiven Dosis	der Organdosis	der effektiven Dosis
Erwachsene	0,15	0,3	< 0,1
Kleinkinder (Altersgruppe 1 bis 2 Jahre)	0,4	1,1	< 0,1
Mit Muttermilch ernährte Säuglinge	1,2	3,7	< 0,1

Bewertung

Die für 2004 aus den Jahresableitungen nach dem Entwurf der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 StrlSchV berechneten Werte der Strahlenexposition haben die in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Dosisgrenzwerte nicht überschritten. Sie liegen im Bereich der entsprechenden Werte des Vorjahres und betragen bei der effektiven Dosis und bei den einzelnen Organdosen weniger als 10% des jeweiligen Dosisgrenzwertes. Damit sind die oberen Werte der Strahlenexposition durch Ableitungen radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen 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 2004 deutlich unter 10 μSv pro Jahr.

1.5 Überwachung der Umweltmedien in der Umgebung kerntechnischer Anlagen (Monitoring of environmental media from the surroundings of nuclear facilities)

1.5.1 Luft und Niederschlag (Air and precipitation)

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich Strahlenschutz und Umwelt, Freiburg, und dem Deutschen Wetterdienst, Offenbach am Main

Gemäß der REI (Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen) sind die Aktivitätskonzentrationen von gasförmigem Jod-131 und von schwebstoffgebundenen Radionukliden gammaspektrometrisch zu ermitteln. Die geforderten Nachweisgrenzen liegen für I-131 bei 2 mBq/m³ und für Co-60 bei 0,4 mBq/m³.

Die Aktivitätskonzentrationen des gasförmigen Jod-131 haben sich mit den jeweils erreichten Nachweisgrenzen gegenüber dem Vorjahr nicht verändert.

Bezugsnuclid für die Überwachung der Aktivitätskonzentration der Luft ist Cobalt-60. Die Aktivitätskonzentrationen für Co-60 lagen 2004 an allen Messstellen unterhalb der jeweils erreichten Nachweisgrenzen (vgl. Tabelle 1.5.1-2).

Die Veränderungen der Jahresmittelwerte der kontinuierlich gemessenen γ -Dosisleistung (Tabelle 1.5.1-3) sind im Vergleich zum Vorjahr im Allgemeinen gering und entsprechen den natürlichen Schwankungen

Tabelle 1.5.1-1 Jahresmittelwerte der Aktivitätskonzentrationen des gasförmigen Jod-131
(Annual mean values for activity concentrations of gaseous iodine-131)
(in Millibecquerel pro Kubikmeter, Messwerte der Betreiber)

Probenahmestelle	Messwerte in mBq/m ³							
	N	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
HMI Berlin	2	<0,29	<0,31	<0,2	<0,31	<0,32	[<0,22] ⁶	<0,33
KKW Brunsbüttel	2	a	a	[<0,2] ⁹	<0,2	<0,15	[<0,21] ³	<0,32
KKW Brokdorf	2	a	a	<0,54	<0,43	<0,40	[<0,35] ³	<0,39
KKW Krümmel	3	a	a	<0,36	<0,36	<0,39	[<0,38] ³	<0,37
GKSS Geesthacht	1	a	a	[<0,43] ⁶	<0,45	<0,43	[<0,24] ³	<0,24
KKW Stade	1	[<0,38] ⁹	<0,37	a	a	a	[<0,45] ⁶	[<0,41] ⁹
KKW Unterweser	2	[<2,00] ⁹	<2,00	<2,00	[<2,00] ^{6,d}	<2,0	<2,0	<2,0
KKW Grohnde	3	<0,44	<0,47		[<0,69] ⁹	<0,65	<0,58	<0,59
KKW Emsland	2	<0,31	<0,37		[<0,31] ⁹	<0,32	<0,32	<0,3
KKW Würzgassen	3	*	*	*	*	*	*	*
KFA Jülich	3	0,63**	0,25**	0,76**	0,72**	0,68**	1,2**	<2,0
THTR Hamm-Uentrop	2	*	*	*	*	*	*	*
KKW Biblis	2	<0,50	<0,57	[<0,65] ⁹	[<0,76] ⁹	-	[<0,74] ⁹	[<0,56] ⁶
KKW Philippsburg	4	<0,62	<0,60	<0,62	<0,64	[<0,53] ⁹	<0,53	<0,49
KKW Obrigheim	3	<0,80	<0,79	<0,85	<0,86	<0,82	<0,64	<0,37
KKW Neckarwestheim	2	<0,68	<0,64	<0,60	<0,59	[<0,61] ⁹	<0,6	<0,65
KfK Karlsruhe	a	a	a	a	a	a	a	a
KKI Niederaichbach	3	<0,31	a	a	a	a	a	a
KKG Grafenrheinfeld	3	<0,42	a	a	a	a	a	a
KRB Gundremmingen II	3	<0,32	a	a	a	a	a	a
KKW Greifswald	2	<0,08	<0,07	<0,27	[<0,76]*	*	*	*
VKTA Rossendorf	1	<0,06	<0,06	<0,1	[<0,06] ⁹	<0,08	<0,06	<0,06
KKR Rheinsberg	a	a	a	a	a	a	a	a
KKW Mühlheim-Kärlich	2	<0,36	<0,18	*	*	*	*	*

N : Zahl der Messstationen

a : Daten liegen nicht vor

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

* : Messungen eingestellt

** : Jahreswert von einer Messstelle, die Werte der anderen Messstellen lagen unterhalb der Nachweisgrenze

d : zeitweiser Defekt bei Probenahme/Messung

Tabelle 1.5.1-2 Jahresmittelwerte der Aktivitätskonzentrationen von Co-60
(Annual mean values for activity concentrations of Co-60)
(in Millibecquerel pro Kubikmeter, Messwerte der Betreiber)

Probenahmestelle	Messwerte in mBq/m ³							
	N	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
HMI Berlin	2	<0,013	<0,016	<0,08	<0,02	<0,02	[<0,02] ³	<0,02
KKW Brunsbüttel	2	a	a	[<0,06] ⁶	<0,06	<0,06	[<0,06] ³	<0,06
KKW Brokdorf	2	a	a	[0,19] ⁶	<0,19	<0,19	[<0,16] ³	<0,18
KKW Krümmel	3	a	a	[<0,08] ⁶	<0,07	<0,07	[<0,07] ³	<0,07
GKSS Geesthacht	1	a	a	[<0,19] ⁶	<0,18	<0,14	[<0,03] ³	<0,06
KKW Stade	1	[<0,22] ⁹	<0,21	a	a	a	[<0,28] ⁶	[<0,18] ⁹
KKW Unterweser	2	[<0,4] ⁹	<0,40	<0,40	[<0,40] ^{6,d}	<0,40	<0,40	<0,40
KKW Grohnde	3	<0,12	<0,12	-	[<0,12] ⁹	<0,10	<0,11	<0,11
KKW Emsland	2	<0,16	<0,18	-	[<0,18] ⁹	<0,18	<0,17	<0,18
KKW Würgassen	2	<0,10	<0,10	<0,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
KFA Jülich	3	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	[<0,40] ³	<0,4
THTR Hamm-Uentrop	2	<0,04	<0,17	<0,11	<0,05	a	a	a
KKW Biblis	3	<0,18	<0,19	[<0,21] ⁹	[<0,21] ⁹	a	[<0,22] ⁹	[<0,17] ⁶
KKW Philippsburg	4	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	[<0,04] ⁹	<0,04	<0,03
KKW Obrigheim	3	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,07	<0,05
KKW Neckarwestheim	2	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14	[<0,14] ⁹	<0,14	<0,14
KfK Karlsruhe	3	<0,006	<0,008	<0,01	<0,01	[<0,01] ⁹	[<0,01] ⁹	a
KKI Niederaichbach	3	<0,19	a	a	a	a	a	a
KKG Grafenrheinfeld	3	<0,09	a	a	a	a	a	a
KRB Gundremmingen II	3	<0,20	a	a	a	a	a	a
KKW Greifswald	2	<0,07 [#]	<0,13	<0,15	[<0,37] [*]	<0,37	[<0,03] ⁹	0,002
VKTA Rossendorf	3	<0,02	<0,02	<0,02	[<0,02] ⁹	<0,02	<0,02	<0,002
KKR Rheinsberg	2	<0,11	<0,14	<0,10	<0,09	<0,10	<0,10	<0,09
KKW Mühlheim-Kärlich	2	<0,29	<0,18	<0,16	0,15	<0,20	<0,20	<0,15

N : Zahl der Messstationen

a : Daten liegen nicht vor

: Maximale Nachweisgrenze aus den 4 Quartalsberichten

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

* : Messungen eingestellt

** : Jahreswert von einer Messstelle, die Werte der anderen Messstellen lagen unterhalb der Nachweisgrenze

d : zeitweiser Defekt bei Probenahme/Messung

Tabelle 1.5.1-3 Umgebungsstrahlung bei Atomkraftwerken und Forschungsreaktoren
(Ambient radiation from nuclear power plants and research reactors)
 (γ -Dosisleistung in nSv pro Stunde, Messwerte der Betreiber)

Probenahmestelle	N	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
		nSv/h						
HMI Berlin	2	73	70	71	71	71	[70] ⁶	72
KKW Brunsbüttel	2	75	78	75	85	[83] ⁶	a	a
KKW Brokdorf	2	60	61	61	60	[60] ³	a	a
KKW Krümmel	3	71	68	53	56	[59] ⁶	a	a
GKSS Geesthacht	1	[80] ⁹	84	84	84	84	92b	[82] ⁶
KKW Stade	1	[50] ⁹	[85] ¹¹			[77] ⁹	[60] ⁶ y	[59] ⁹ y
KKW Unterweser	2	[90] ⁹	83	87	[90] ⁶	90	89	93
KKW Grohnde	3	85	85		[88] ⁹	84	86	85
KKW Emsland	2	66	66		[65] ⁹	65	65	74
KKW Würgassen	3	*	*	*	*	*	*	*
KFA Jülich	12	64	64	61	59	58	57	56
THTR Hamm-Uentrop	2	90	90	89	88	87	86	85
KKW Biblis	3	88	88	[88] ⁹	[90] ⁹	a	[93] ⁹	[95] ⁶
KKW Philippsburg	4	105	105	105	100	[98] ⁹	[100] ⁹	103
KKW Obrigheim	2	73	72	70	70	82MT	105	103
KKW Neckarwestheim	2	58	56	56	56	[55] ⁹	[55] ⁹	53
KfK Karlsruhe	6	84	84	82	82	[81] ⁹	[80] ³	[81] ⁶
KKI Niederaichbach c	3	67	a	a	a	a	a	a
KKG Grafenrheinfeld c	3	109	a	a	a	a	a	a
KRB Gundremmingen II c	3	77	a	a	a	a	a	a
KKW Greifswald	20	72	71	71	77	81	80	81
VKTA Rossendorf	3	110	112	106	[109] ⁹	112	[111] ⁶	112
KKR Rheinsberg	4	101	100	99	99	98	98	94z
KKW Mühlheim-Kärlich	2			110	114	113	117	119

a : Daten liegen nicht vor

y : Ersatzwert Sonde NLÖ unweit abgebauter Sonde

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

* : Messungen eingestellt

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

c : teilweise Überwachung durch unabhängige Sachverständige

b : zeitweise Messung mit ungeeichetem Leihgerät

N : Zahl der Messstationen

MT : Austausch des Messsystems

Niederschlag

Gemäß der REI ist die Aktivitätskonzentration des Niederschlags gammaspektrometrisch zu ermitteln. Aus den Aktivitätskonzentrationen und der Niederschlagsmenge wird die Deposition berechnet. Aus den Monatsdepositionen in Becquerel pro Quadratmeter werden Jahresmittelwerte gebildet und berichtet. Bezugsnuklid ist Cobalt-60.

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.

Es wurde kein erhöhter Messwert festgestellt. In Tabelle 1.5.1-4 sind die Nachweisgrenzen bezogen auf Co-60 zusammengefasst.

Tabelle 1.5.1-4 Deposition mit dem Niederschlag bezogen auf Co-60
(Deposition of radioactivity related to Co-60)

Probenahmestelle	N	Messwerte in Bq/m ² oder in Bq/l					
		2002		2003		2004	
		Bq/l	Bq/m ²	Bq/l	Bq/m ²	Bq/l	Bq/m ²
HMI Berlin	1		<0,32		<0,05		<0,11
KKW Brunsbüttel	2		<1,0		[<0,7] ³		<0,9
KKW Brokdorf	2		<1,55		[<1,4] ³		<1,7
KKW Krümmel	4		<0,5		[<0,28] ³		<0,37
GKSS Geesthacht	2		<0,5		[<0,26] ³		<1,7
KKW Stade	2		<2,4		<1,2		[<2,7] ⁹
KKW Unterweser	2	<0,05	+	<0,05	+	<0,05	+
KKW Grohnde	2	<0,04	+	<0,04	+	<0,04	+
KKW Emsland	2	<0,02	+	<0,02	+	<0,03	+
KKW Würgassen	2	<0,005	+	<0,006	+	<0,007	+
KFA Jülich	1	<0,05	+	<0,05	+	<0,05	+
THTR Hamm-Uentrop	*		*		*		*
KKW Biblis	2		<1,4		[<0,82] ¹¹		[<0,68] ⁶
KKW Philippsburg	4		[<1,9] ⁹		<1,1		<1,2
KKW Obrigheim	2		<3,1		<1,5		<1,6
KKW Neckarwestheim	2	<0,04	+	<0,04	+	<0,04	+
KfK Karlsruhe	3		[<2,2] ⁹		[<2,5] ⁹		[<2,2] ⁶
KKI Niederaichbach			a		a		a
KKG Grafenrheinfeld			a		a		a
KRB Gundremmingen II			a		a		a
KKW Greifswald	2		<6,2		<1,2		<2,3
VKTA Rossendorf	2		<0,5		<0,25		<0,47
KKR Rheinsberg	2		<0,35		<0,33		<0,26
KKW Mühlheim-Kärlich	2		<0,8		<0,53		<0,83

a : keine Messwerte

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

d : zeitweiser Defekt bei Probenahme/Messung

N : Zahl der Messstationen

* : Messungen eingestellt

+ : nur Konzentrationsangaben

1.5.2 Boden, Bewuchs und Milch (Soil, vegetation and milk)

Bearbeitet vom Institut für Chemie und Technologie der Milch der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Kiel

Hinsichtlich der radioökologischen Situation in der Umgebung kerntechnischer Anlagen und der beobachteten Schwankungen der Messwerte in diesen Bereichen gelten die gleichen Ausführungen, die bereits in den Kapiteln I 3.2 und I 3.4.2 gemacht wurden. Auch in der Umgebung kerntechnischer Anlagen ist die Situation nach wie vor durch die zurückliegenden Depositionen nach den Kernwaffenversuchen der sechziger Jahre und nach dem Tschernobylunfall im Jahre 1986 geprägt.

Die Ergebnisse der Überwachung nach der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen sind für Boden und Bewuchs in den Tabellen 1.5.2-1 und 1.5.2-2, für Milch in Tabelle 1.5.2-3 zusammengefasst. Die vorliegenden Messwerte lassen im Vergleich mit anderen Orten in der Bundesrepublik keine Erhöhung der Radioaktivität erkennen.

Tabelle 1.5.2-1 Radioaktivität des Bodens in der näheren Umgebung kerntechnischer Anlagen
(Radioactivity of the soil in the vicinity of nuclear power plants)

Bundesland Kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg TM					
		N	Mittelwert Bereich	N	Mittelwert d) e) (Bereich)		
Baden-Württemberg	FZ Karlsruhe	Cs-137		7	Pu-238	Pu-239/240	
		2002	11		15,0	<0,13	0,21
		2003	6		12,3	<0,14	<0,09
	2004	1	19,6	a)	a)		
					Sr-90		
	2002			3	0,8		
	2003			a)			
	2004			a)			
	Kernkraftwerk Obrigheim	2002	8	11,4			
		2003	8	10,0			
		2004	6	10,5 (3,0 - 17,0)			
	Kernkraftwerk Neckarwestheim	2002	4	13,3			
		2003	8	10,2			
		2004	2	10,5 (9,7 - 12,0)			
	Kernkraftwerk Philippsburg	2002	6	11,3			
	2003	8	14,0				
	2004	6	10,3 (3,9 - 24,0)				
Kernkraftwerk Beznau/Leibstadt Schweiz	2002	8	30,9				
	2003	8	24,7				
	2004	8	25,1 (15,1 - 40,9)				
Kernkraftwerk Fessenheim Frankreich	2002	4	12,2				
	2003	4	11,4				
	2004	4	11,1 (8,9 - 15,6)				
TRIGA Heidelberg	2002	2	b) 19,0; 20,6				
	2003	2	b) 15,3; 17,3				
	2004	1	16,5				

Bundesland Kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg TM				
		N	Mittelwert Bereich	N	Mittelwert d) e) (Bereich)	
Bayern Kernkraftwerk Kahl Kernkraftwerk Gundremmingen Kernkraftwerk Isar Kernkraftwerk Grafenrheinfeld Forschungsreaktor München Framatome ANP Erlangen KWU Framatome ANP Karlstein KWU SBWK Karlstein Berlin Forschungsreaktor BERII Brandenburg Kernkraftwerk Rheinsberg			Cs-137		Sr-90	
	2002	2	38,0			
	2003	a)	a)			
	2004	a)	a)			
	2002	10	38,9			
	2003	a)				
	2004	a)				
	2002	12	79,8			
	2003	a)				
	2004	a)				
	2002	10	8,5			
	2003	a)				
	2004	a)				
	2002	2	57,0			
	2003	a)				
	2004	a)				
	2002	4	<24,0	2	Pu-238	Pu-239/240
	2003	a)		a)	<0,04	0,11
	2004	a)		a)		
	2002	4		4	U-235	U-238
2003	a)		a)	0,26	7,9	<0,06
2004	a)		a)			
2002	2	17,0	2	Pu-238	Pu-239/240	
2003	a)		a)	<0,1	<0,1(N=1)	
2004	a)		a)			
2002	2		2	U-235	U-238	Am-241
2003	a)		a)	<0,23	6,8	<0,05
2004	a)		a)			
			Gesamt-α-Aktivität		Sr-90	
2002	a)					
2003	a)					
2004	a)					
			Cs-137			
2002	8	13,4				
2003	8	12,8				
2004	8	13,6 (5,4 - 21,4)				
2002	8	8,3				
2003	8	8,9				
2004	8	9,7 (7,0 - 13,0)				

Bundesland Kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg TM				
		N	Mittelwert Bereich	N	Mittelwert d) e) (Bereich)	
Hessen Kernkraftwerk Biblis	2002 2003 2004	10 10 4	Cs-137	3	Sr-90	
			6,2			
			8,9			
	2004	4	7,8 (7,4 - 8,3)	3	Rest-β-Aktivität Bq/kg Asche	Pu-239/240 Bq/kg Asche
			Gesamt-α-Aktivität Bq/kg Asche		7,0	
			856		<0,58	
	Nuklearbetriebe Hanau	2002 2003 2004	8 8 a)	920	4 a)	
				Cs-137		U-235
				10,0		1,2
	Mecklenburg-Vorp. Kernkraftwerk Greifswald	2002 2003 2004	30 29 19	9,4	18 18 a)	0,8
9,3 (1,2 - 40,0)						
Zwischenlager Nord						
2002 2003 2004	41 30 28	5,8	41 30 28			
		6,6				
		< 7,1 (<0,5 - 20,0)				
Niedersachsen Kernkraftwerk Stade	2002 2003 2004	14 14 11	9,1	a) a) a)		
			8,0			
			9,9 (5,2 - 22,0)			
	Kernkraftwerk Unterweser	2002 2003 2004	12 12 9	18,1	a) a) a)	
				17,2		
				21,0 (3,2 - 40,8)		
	Kernkraftwerk Grohnde	2002 2003 2004	10 10 7	19,2	a) a) a)	
				15,4		
				12,7 (3,6 - 22,0)		
	Kernkraftwerk Emsland	2002 2003 2004	10 10 7	19,1	a) a) a)	
15,8						
17,4 (8,1 - 25,0)						
Zwischenlager Gorleben	2002 2003 2004	20 26 18	23,6	4 4 2	4,1	
			32,6		4,2	
			31,6 (5,0 - 67,0)		0,5 (0,4 - 0,6)	
	2002 2003 2004	2 2 a)	Pu-238 (Bq/kgTM)	2 2 a)	Pu-239/240 (Bq/kg TM)	
			<0,08		<0,08	
			<0,17)		<0,17	
FMRB Braunschweig	2002 2003 2004	8 8 8	Cs-137	a) a) a)	Gesamt-α-Aktivität	
			18,4			
			23,4			
2004	8	13,4 (6,1 - 21,0)	a)			
		Sr-90				
		Schacht Konrad II c)				
2002 2003 2004	8 4 a)	14,9	a) a) a)			
		11,2				

Bundesland Kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg TM					
		N	Mittelwert Bereich	N	Mittelwert d) e) (Bereich)		
			Cs-137		U-234 Bq/kg TM	U-235 (Bq/kg TM)	U-238 (BQ/kg TM)
Advanced Nuclear Fuels Lingen	2002	12	17,6	2	4,8	0,21	5,1
	2003	12	12,0	a)			
	2004	a)		a)			
Advanced Nuclear Fuels Lingen	2002	2	Pu-238 (Bq/kg TM) <0,074	2	Pu-239 (Bq/kgTM) <0,074		
	2003	a)		a)			
	2004	a)		a)			
Nordrhein-Westfalen			Cs-137		Sr-90 (Bq/kg TM)		
KFA Jülich	2002	8	< 7,2	6	1,4		
	2003	10	8,8	6	1,3		
	2004	10	9,8 (4,1 - 29,8)	6	1,0 (0,6 - 1,4)		
Kernkraftwerk Würgassen	2002	20	16,3				
	2003	20	17,7				
	2004	19	15,2 (5,5 - 40,5)				
Kernkraftwerk Uentrop	2002	8	24,9	a)			
	2003	8	15,0	a)			
	2004	8	12,7 (5,7 - 29,5)	a)			
Zwischenlager Ahaus	2002	5	11,3	5	0,6		
	2003	5	15,0	5	0,4		
	2004	6	10,9 (8,4 - 15,4)	5	0,5 (0,2 - 0,8)		
			U-238 TM				
UAG Gronau	2002	10	<0,3				
	2003	10	<0,2 (<0,2 - <0,2)				
	2004	a)					
Rheinland-Pfalz			Cs-137				
Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich	2002	8	8,6				
	2003	8	8,4				
	2004	5	14,9 (6,9 - 19,3)				
Kernkraftwerk Cattenom Frankreich	2002	a)		a)			
	2003	a)		a)			
	2004	a)		a)			
Sachsen							
Rosendorf	2002	8	19,8				
	2003	16	7,1				
	2004	8	7,7 (1,7 - 16,0)				
Sachsen-Anhalt					Sr-90	Gesamt-β-Aktivität	
Endlager Morsleben	2002	8	8,6	4	0,3	620	
	2003	8	10,3	4	0,3	608	
	2004	8	9,5 (3,7 - 15,0)	4	0,3 (0,2 - 0,4)	620 (580 - 660)	

Bundesland Kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg TM			
		N	Mittelwert Bereich	N	Mittelwert d) e) (Bereich)
Schleswig-Holstein			Cs-137		Sr-90
GKSS	2002	5	12,5	1	0,4
Geesthacht	2003	10	11,4	2	0,3
	2004	10	12,0 (5,9 - 18,0)	2	0,3 (0,3 - 0,4)
Kernkraftwerk Brunsbüttel	2002	4	24,7	2	b) 0,9; 3,5
	2003	8	29,8	a)	
	2004	8	30,5 (16,0 - 53,4)	2	b) 0,8; 4,7
Kernkraftwerk Krümmel	2002	6	8,1	3	1,1
	2003	12	7,2	6	0,8
	2004	12	6,6 (3,6 - 8,7)	6	0,8 (0,5 - 1,4)
Kernkraftwerk Brokdorf	2002	8	19,3	4	2,3
	2003	12	20,3	8	2,1
	2004	16	17,1 (5,8 - 34,0)	8	2,0 (0,7 - 3,7)

a) Daten lagen nicht vor

b) Mittelwertberechnung nicht sinnvoll

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

d) Weicht die Anzahl einzelner Messungen in dieser Spalte vom angegebenen N ab, ist sie getrennt aufgeführt

e) Die Erhebung der Sr-90-Daten ist nicht vorgegeben. In einzelnen Ländern wird Sr-90 jedoch zu Übungszwecken gemessen und veröffentlicht

**Tabelle 1.5.2-2 Radioaktivität des Bewuchses in der näheren Umgebung kerntechnischer Anlagen
(Radioactivity of vegetation in the vicinity of nuclear power plants)**

Bundesland kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg TM			
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert d) e) (Bereich)
Baden-Württemberg			Cs-137		Pu-238 Pu-239/240
FZ Karlsruhe	2002	6	0,9	4	<0,04 <0,06
	2003	6	0,9	4	<0,03 <0,03
	2004	1	0,9	a)	
					Sr-90
Kernkraftwerk Obrigheim	2002	8	<0,9		
	2003	8	<0,8		
	2004	6	<1,0 (<0,2 - 3,9)		
Kernkraftwerk Neckarwestheim	2002	4	0,4		
	2003	8	<1,0		
	2004	2	0,6 (0,5 - 0,7)		
Kernkraftwerk Philippsburg	2002	6	<1,1	a)	
	2003	8	<2,6	a)	
	2004	4	0,6 (0,3 - 1,2)	a)	
Kernkraftwerk Beznau/Leibstadt Schweiz	2002	8	1,5		
	2003	8	3,3		
	2004	8	2,3 (0,2 - 7,6)		
Kernkraftwerk Fessenheim Frankreich	2002	4	1,7		
	2003	4	1,8		
	2004	4	0,5 (0,2 - 1,0)		

Bundesland kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg TM			
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert d) e) (Bereich)
			Cs-137		Sr-90
TRIGA Heidelberg	2002	2	0,4		
	2003	2	0,3		
	2004	1	0,5		
Bayern					
Kernkraftwerk Kahl	2002	2	<0,4		
	2003	a)	a)		
	2004	a)	a)		
Kernkraftwerk Gundremmingen	2002	10	<1,9		
	2003	a)			
	2004	a)			
Kernkraftwerk Isar	2002	12	<3,4		
	2003	a)			
	2004	a)			
Kernkraftwerk Grafenrheinfeld	2002	10	<0,5		
	2003	a)			
	2004	a)			
Forschungsreaktor München	2002	2	6,7		
	2003	a)			
	2004	a)			
					Pu-238
					Pu-239/240
Framatome ANP Erlangen (KWU)	2002	4	<4,8	2	<0,004
	2003	a)		a)	<0,008
	2004	a)		a)	
Framatome ANP Karlstein (KWU)	2002	2	b)0,6; 0,3	1	<0,01
	2003	a)		a)	<0,01
	2004	a)		a)	
			Gesamt-α-Aktivität		Sr-90
SBWK Karlstein	2002	a)			
	2003	a)			
	2004	a)			
Berlin			Cs-137		
Forschungsreaktor BERII	2002	7	<1,6		
	2003	8	<1,5)		
	2004	8	< 1,9 (<0,2 - 5,2)		
Brandenburg					
Kernkraftwerk Rheinsberg	2002	8	5,7		
	2003	8	2,9		
	2004	8	3,0 (0,4 - 11,0)		
Hessen					
Kernkraftwerk Biblis	2002	10	<0,4	a)	
	2003	10	<0,7	a)	
	2004	4	<0,3 (<0,3 - <0,4)	a)	

Bundesland kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg TM				
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert d) e) (Bereich)	
					Rest-β-Akt. Bq/kg Asche	Pu-239/240 Bq/kg Asche
			Gesamt-α-Aktivität Bq/kg Asche			
Nuklearbetriebe Hanau	2002	6	183	3	a)	<0,56
	2003	3	507	a)		
	2004	a)		a)		
Mecklenburg-Vorp.			Cs-137			Sr-90
Kernkraftwerk Greifswald	2002	20	<0,7			
	2003	20	<0,5			
	2004	14	<2,9 (0,2 - 33,0)			
Zwischenlager Nord	2002	36	<2,4			
	2003	24	<0,5			
	2004	24	< 1,2 (0,1 - 5,3)			
Niedersachsen						
Kernkraftwerk Stade	2002	14	<0,9			
	2003	10	<0,7			
	2004	11	<0,7 (<0,3 - 1,2)			
Kernkraftwerk Unterweser	2002	12	<1,2	a)		
	2003	12	<0,8	a)		
	2004	9	<0,7 (<0,1 - 3,1)	a)		
Kernkraftwerk Grohnde	2002	10	<0,4	a)		
	2003	10	<0,3	a)		
	2004	7	<0,6 (<0,1 - 1,0)			
Kernkraftwerk Emsland	2002	10	<1,3			
	2003	10	1,3			
	2004	7	1,0 (0,3 - 2,0)			
Zwischenlager Gorleben	2002	20	15,8	4	10,4	
	2003	20	15,2	5	10,3	
	2004	12	23,8 (0,4 - 120,0)	2	b) 3,4; 8,3	
FMRB Braunschweig	2002	3	4,8			
	2003	4	8,1			
	2004	4	2,2 (0,6 - 4,8)			
Schacht Konrad II c)	2002	8	<2,3	a)		
	2003	4	<5,5	a)		
	2004	a)		a)		
					Sr-90	Gesamt-α-Aktivität
					Pu-238 (Bq/kgFM)	Pu-239/240 (Bq/kgFM)
Advanced Fuels Lingen	2002	4	0,8	1	<0,01	<0,01
	2003	a)		1	<0,03	<0,03(
	2004	a)		a)		

Bundesland kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg TM					
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert d) e) (Bereich)		
					U-234	U-235 Bq/kgFM	U-238
			Cs-137		U-234	U-235 Bq/kgFM	U-238
Advanced Fuels Lingen	2002			5	0,07	<0,008	0,06
	2003			2	0,10	b)0,004 <0,014	0,11
	2004			1	0,065	0,003	0,059
Nordrhein-Westfalen					Sr-90		
KFA Jülich	2002	9	<0,3	1	0,8		
	2003	10	<0,4	a)			
	2004	10	<0,3 (0,1 - 0,6)	a)			
Kernkraftwerk Würgassen	2002	12	<0,6				
	2003	12	<0,4	a)			
	2004	12	<0,8 (<0,3 - 1,5)	a)			
Kernkraftwerk Uentrop	2002	8	<2,3				
	2003	8	<3,4				
	2004	8	<1,2 (0,2 - 2,6)				
Zwischenlager Ahaus	2002	10	1,2	9	1,3		
	2003	9	<0,9	9	1,1		
	2004	10	<0,9 (<0,3 - 2,7)	8	1,6 (0,7 - 2,4)		
			U-238 Bq/kg TM		Uran Bq/kg TM	Fluor mg/kg TM	
UAG Gronau	2002	3	<0,5	12	<0,29	<1,6 (<1,5 - 3,0)	
	2003	4	<0,4 (<0,4 - <0,4)	16	c)<1,6 (<0,23 - 21,1)	c)<13,5 (<1,5 - 189,0)	
	2004	a)		13	<0,23 (<0,23 - 0,43)	<1,5 (<1,5 - <1,5)	
			Cs-137		Sr-90		
Rheinland-Pfalz							
Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich	2002	8	<0,4				
	2003	7	<0,4				
	2004	4	<0,5 (0,2 - 0,8)				
Kernkraftwerk Cattenom	2002	a)		a)			
	2003	a)		a)			
	2004	a)		a)			
Sachsen-Anhalt					Gesamt-β-Aktivität		
Endlager Morsleben	2002	8	<0,5	4	1180		
	2003	8	<0,7	4	1000		
	2004	8	<1,2 (0,2 - 6,8)	4	1050 (930 - 1200)		
					Sr-90		
Sachsen							
Rosendorf	2002	8	<2,2				
	2003	16	<2,1				
	2004	8	1,0 (0,2 - 2,1)				
Schleswig-Holstein							
GKSS	2002	4	2,3				
Geesthacht	2003	8	2,3				
	2004	8	2,8 (1,6 - 4,7)				

Bundesland kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg TM			
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert d) e) (Bereich)
Kernkraftwerk Brunsbüttel	2002	4	<0,4	a)	Sr-90
	2003	8	0,5	a)	
	2004	8	0,4 (0,2 - 0,8)	a)	
Kernkraftwerk Krümmel	2002	4	0,5	3	2,7
	2003	8	<0,7	6	0,9
	2004	8	<0,4 (<0,2 - 1,0)	6	2,4 (1,5 - 3,3)
Kernkraftwerk Brokdorf	2002	7	0,9	a)	
	2003	8	<0,6	a)	
	2004	14	<0,8 (<0,2 - 1,9)	a)	

- a) Messwerte lagen nicht vor
b) Mittelwertberechnung nicht sinnvoll
c) Der Planfeststellungsbeschluss für das Endlagerprojekt Konrad liegt vor. Gegen diesen Beschluss wurden mehrere Klagen eingereicht. Die Schachanlage befindet sich bis zur gerichtlichen Entscheidung im Offenhaltungsbetrieb
d) Weicht die Anzahl einzelner Messungen in der letzten Spalte vom angegebenen N ab, ist sie getrennt aufgeführt
e) Die hohen Maximalwerte für Fluor und Uran wurden bei Wiederholungsmessungen nicht bestätigt

Tabelle 1.5.2-3 Radioaktive Kontamination der Milch aus unmittelbarer Nähe kerntechnischer Anlagen

(Radioactive contamination of milk from the close vicinity of nuclear power plants)

Bundesland kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/l					
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)	N	Bereich
Baden-Württemberg			Sr-90		Cs-137		I-131
FZ Karlsruhe	2003	2	0,03	2	<0,05	2	<0,005-<0,025
	2004	2	0,02 (0,02-0,02)	2	<0,04 (<0,03-<0,04)	a)	
Kernkraftwerk Obrigheim	2003	4	0,02	4	<0,03	10	<0,007 - <0,010
	2004	2	<0,02 (0,01-<0,02)	2	<0,05 (0,04-<0,06)	4	<0,008 - <0,009
Kernkraftwerk Neckarwestheim	2003	4	0,03	4	<0,04	10	<0,007 - <0,009
	2004	2	0,02 (0,02-0,02)	2	<0,05 (<0,05-<0,05)	5	<0,007 - <0,011
Kernkraftwerk Philippsburg	2003	4	0,03	4	<0,05	12	<0,006 - <0,045
	2004	4	0,02 (0,01-0,02)	4	<0,03 (0,02-<0,05)	12	<0,008 - <0,011
Kernkraftwerk Beznau/Leibstadt, Schweiz	2003	5	0,07	5	<0,05	11	<0,007 - <0,009
	2004	5	0,04 (0,02-0,05)	5	<0,04 (0,03-<0,05)	10	<0,004 - <0,011
Kernkraftwerk Fessenheim, Frankreich	2003	4	0,02	4	<0,05	7	<0,006 - <0,009
	2004	3	0,02 (0,01-0,02)	3	<0,06 (<0,05-<0,06)	8	<0,006 - <0,009
Bayern							
Kernkraftwerk Gundremmingen	2003	a)		a)		a)	
	2004	a)		a)		a)	
Kernkraftwerk Isar	2003	a)		a)		a)	
	2004	a)		a)		a)	
Kernkraftwerk Grafenrheinfeld	2003	a)		a)		a)	
	2004	a)		a)		a)	

Bundesland kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/l					
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)	N	Bereich
Brandenburg			Sr-90		Cs-137		I-131
Kernkraftwerk Rheinsberg	2003	4	0,03	4	<0,10	a)	
	2004	4	0,02 (0,02-0,03)	4	<0,19 (<0,1-0,3)	a)	
Hessen							
Kernkraftwerk Biblis	2003	10	0,01	10	<0,08	30	<0,003 - <0,010
	2004	5	0,02 (0,002-0,04)	2	<0,02 (<0,02-<0,02)	13	<0,004 - <0,010
Mecklenburg-Vorpommern							
Kernkraftwerk Greifswald	2003	6	<0,03	6	<0,41	6	<0,088 - <0,12
	2004	4	0,02 (0,01-0,03)	5	0,15 (0,06-0,36)	3	<0,06 - <0,16
Niedersachsen							
Kernkraftwerk Stade	2003	4	0,03	4	<0,14	12	<0,005 - <0,012
	2004	2	0,02 (0,02-0,03)	2	<0,15 (<0,12-0,18)	4	<0,006 - <0,01
Kernkraftwerk Unterweser	2003	4	0,04	4	<0,09	12	<0,006 - <0,012
	2004	2	0,04 (0,03-0,04)	2	<0,16 (<0,07-0,25)	4	<0,006 - <0,012
Kernkraftwerk Grohnde	2003	4	0,02	6	<0,06	12	<0,004 - <0,013
	2004	4	0,03 (0,02-0,03)	4	<0,06 (<0,04-0,07)	6	<0,006 - <0,009
Kernkraftwerk Emsland	2003	4	0,02	4	0,13	12	<0,005 - <0,014
	2004	4	0,02 (0,02-0,03)	4	<0,10 (<0,07-0,13)	6	<0,007 - <0,021
Schacht Konrad II b)	2003	a)		2	<0,14	2	<0,09 - <0,10
	2004	a)		a)		a)	
Zwischenlager Gorleben	2002	12	0,04	24	0,45	a)	I-129 µBq/l
	2003	12	0,04	24	0,45	a)	
	2004	a)		a)		a)	
Nordrhein-Westfalen							I-131 Bq/l
KFA Jülich	2003	2	0,02	2	<0,09	36	<0,002 - <0,01
	2004	4	0,03 (0,03-0,03)	4	<0,14 (<0,07-<0,22)	32	<0,006 - <0,01
Kernkraftwerk Würgassen	2003	a)		a)			
	2004	a)		a)			
Kernkraftwerk Hamm-Uentrop	2003	a)		a)			
	2004	a)		a)			
UAG Gronau	2003	13	<0,23 (<0,23-<0,23)	13	<0,42 (<0,42-<0,42)		
	2004	12	<0,23 (<0,23-<0,23)	12	<0,42 (<0,42-<0,42)		
Rheinland-Pfalz			Sr-90		Cs-137		
Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich	2003	4	0,05	4	0,06	a)	
	2004	a)		2	<0,10 (<0,09-<0,10)	a)	
Kernkraftwerk Cattenom, Frankreich	2003	a)		a)		a)	
	2004	a)		a)		a)	

Bundesland kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/l					
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)	N	Bereich
Sachsen-Anhalt Endlager Morsleben	2003	a)	Sr-90	4	<0,26	10	I-131
	2004	a)					
Sachsen Rossendorf	2003	3	0,02	4	<0,14	3	<0,04 - <0,13
	2004	2	0,03 (0,03-0,04)	4	<0,19 (<0,07-<0,54)	2	<0,002 - <0,04
Schleswig-Holstein GKSS Geesthacht	2003	4	0,05	4	<0,16	10	<0,005 - <0,009
	2004	4	0,05 (0,03-0,05)	4	<0,17 (<0,11-0,19)	12	<0,004 - <0,009
Kernkraftwerk Brunsbüttel	2003	4	0,03	4	<0,08	28	<0,008 - <0,01
	2004	4	0,04 (0,03-0,05)	4	0,07 (0,03-0,14)	32	<0,007 - <0,01
Kernkraftwerk Krümmel	2003	6	0,03	6	<0,11	20	<0,008 - <0,01
	2004	8	0,03 (0,02-0,05)	8	<0,10 (0,03-0,27)	24	<0,008 - <0,01
Kernkraftwerk Brokdorf	2003	4	0,03	4	<0,04	20	<0,008 - <0,01
	2004	8	0,03 (0,03-0,04)	8	<0,05 (0,02-0,11)	24	<0,008 - <0,01

a) Messwerte lagen nicht vor

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

1.5.3 Oberflächenwasser und Sediment der Binnengewässer (*Surface water and sediment from inland waters*)

Bearbeitet von der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Der vorliegende Beitrag enthält die Ergebnisse der Immissionsmessungen an Wasser- und Sedimentproben aus dem aquatischen Nahbereich kerntechnischer Anlagen gemäß der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) aus dem Jahr 2004. In die Auswertung wurden insgesamt 4870 Einzelwerte einbezogen; sie erfolgte entsprechend der Hinweise in Teil I Abschnitt 3.3.1.

Die Auswirkungen kerntechnischer Anlagen waren in Oberflächenwasser aus dem Nahbereich der jeweiligen Standorte in Einzelfällen nachweisbar. Erhöhte Tritium-Gehalte (H-3) wurden in Proben gemessen, die direkt an Auslaufbauwerken genommen wurden. Die Werte betragen hier im Mittel bis ca. 2.700 Bq/l (Ems, KKW Emsland). In Folge der Durchmischung entlang der Fließstrecke gingen die H-3-Konzentrationen aber wieder zurück (siehe auch Teil I Abschnitt 3.3.1). Die Nuklidgehalte anderer relevanter Spalt- und Aktivierungsprodukte unterschritten in der Regel die Nachweisgrenze der REI von 0,05 Bq/l oder waren wegen der Vorbelastung (siehe Teil I Abschnitt 3.3.1), insbesondere Strontium-90 (Sr-90) und Cäsium-137 (Cs-137) aus anderen Quellen - Kernwaffen-Fallout und Reaktorunfall in Tschernobyl -, praktisch nicht aufzeigbar. Dies gilt auch für Jod-131 (I-131), das meist von nuklearmedizinischen Anwendungen stammen dürfte. Einzelne Bestimmungen von Plutonium-238 (Pu-238) und Pu-239/240 an Wasserproben ließen wegen der niedrigen Werte (unter 0,0003 Bq/l) kaum Auswirkungen der jeweiligen Anlage im Vorfluter erkennen (Kalter Bach, FZ Rossendorf).

In Sedimentproben aus dem Nahbereich kerntechnischer Anlagen lagen die mittleren Gehalte der anlagenspezifischen Radionuklide überwiegend unterhalb der Nachweisgrenze der REI von 5 Bq/kg TM. In wenigen direkt an Auslaufbauwerken entnommenen Sedimentproben wurden geringfügig höhere mittlere Gehalte an Kobalt-60 (Co-60) gemessen: bis 18 Bq/kg TM in der Weser (KKW Würgassen) und 37 Bq/kg TM im Hauptentwässerungskanal des FZ Jülich. Auf Grund der vergleichsweise hohen Vorbelastung an Cs-137 waren Auswirkungen dieses Radionuklids von kerntechnischen Anlagen auch hier praktisch nicht aufzeigbar. Für Alpha-Strahler wurden etwas erhöhte Werte der Gesamt-Alpha-Aktivität mit 620 Bq/kg TM im Mittel im Hirschkanal (FZ Karlsruhe) gemessen; hier konnte zudem Americium-241 (Am-241) mit 2,4 Bq/kg TM nachgewiesen werden. Andere Transurane konnten bei vereinzelt durchgeführten Bestimmungen nicht nachgewiesen werden.

Zu bedenken ist, dass von den kerntechnischen Anlagen mit den Abwässern abgegebene Radionuklide, die im Allgemeinen an Schwebstoffe sorbiert sind, über große Fließstrecken verfrachtet werden können, um in Stillwasserbereichen (Häfen, Stauhaltungen, Altarmen, Bühnenfeldern, Uferböschungen u. a.) zu sedimentieren. Im Falle einer Nutzung oder bei erforderlichen Ausbaumaßnahmen (Schifffahrt) müssen solche Flussabschnitte u. U. mit zu den "ungünstigsten Einwirkungsstellen" gezählt werden.

Strahlenexposition

Die durch Ableitungen radioaktiver Abwässer aus kerntechnischen Anlagen verursachte Aufstockung der Gehalte an Spalt- und Aktivierungsprodukten in Oberflächenwasser und Sediment ist aus radiologischer Sicht vernachlässigbar. (Anmerkung der Redaktion: Im Gegensatz zu anderen Umweltbereichen konnten in Oberflächenwasser und Sediment Radionuklide quantitativ nachgewiesen werden. Der Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung werden gemäß der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift die Messwerte aus der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser zu Grunde gelegt (s. Kapitel II 1.4)).

Geringfügig erhöhte H-3-Gehalte traten als Folge von Ableitungen aus dem französischen KKW Cattenom in der Mosel auf mit Jahresmittelwerten bis ca. 32 Bq/l (siehe Teil I Abschnitt 3.3.1) auf. 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. 0,40 µSv/a. Für Kleinkinder (<= 1 a; 340 l/a Konsum) beträgt der entsprechende Wert 0,70 µSv/a. Hierdurch würde der Dosisgrenzwert von 300 µSv/a nach § 47 der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) zu 0,13 bzw. 0,23% ausgeschöpft werden.

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

Tabelle 1.5.3-1 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 Umwelt- medium	Nuklid	Entnahmestelle	Anzahl		Aktivitätskonzentration			
			N	<NWG	Einzelwerte 2004		Jahresmittelwerte	
					Min. Wert	Max. Wert	2004	2003
RHEIN / KKW Beznau und Leibstadt (Schweiz)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Aare-Einmündung	3	3	<8,0	<8,0	nn	nn
		vor KKW Leibstadt	3	2	<8,0	13	<9,7	nn
		nach KKW Leibstadt	3	3	<8,0	<8,0	nn	nn
	Co-60	vor Aare-Einmündung	3	3	<0,0124	<0,0178	nn	nn
		vor KKW Leibstadt	3	3	<0,0312	<0,0371	nn	nn
		nach KKW Leibstadt	3	3	<0,0293	<0,0448	nn	nn
	Cs-137	vor Aare-Einmündung	3	3	<0,0103	<0,0142	nn	nn
		vor KKW Leibstadt	3	3	<0,0311	<0,0358	nn	nn
		nach KKW Leibstadt	3	3	<0,0221	<0,0409	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Aare-Einmündung	2	2	<0,236	<0,737	nn	-
		vor KKW Leibstadt	2	2	<0,349	<0,612	nn	-
		nach KKW Leibstadt	2	2	<0,397	<0,981	nn	nn
	Cs-137	vor Aare-Einmündung	2	0	6,72	7,64	7,18	-
		vor KKW Leibstadt	2	0	7,95	8,51	8,23	-
		nach KKW Leibstadt	2	0	3,98	6,41	5,20	5,49
RHEIN / KKW Fessenheim (Frankreich)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Weil	9	9	<8,0	<8,0	nn	nn
		Neuf-Brisach	9	9	<8,0	<8,0	nn	nn
	Co-60	Weil	9	9	<0,015	<0,031	nn	nn
		Neuf-Brisach	9	9	<0,0142	<0,0356	nn	nn
	Cs-137	Weil	9	9	<0,0122	<0,0327	nn	nn
		Neuf-Brisach	9	9	<0,0122	<0,028	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Breisach, km 232,0	1	1	<7,23	<7,23	nn	nn
		Neuenburg/Grissheim, km 206,5	1	1	<0,53	<0,53	nn	nn
	Cs-137	Breisach, km 232,0	1	0	4,42	4,42	4,42	4,70
		Neuenburg/Grissheim, km 206,5	1	0	2,66	2,66	2,66	1,78
RHEIN / HIRSCHKANAL/ Forschungszentrum Karlsruhe								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	Gα	Hirschkanal	6	0	0,012	0,051	0,037	0,037
	Gβ		6	1	0,052	0,129	0,104	0,111
	H-3		15	11	1,1	<8,0	<5,4	nn
	Co-60		3	3	<0,0137	<0,0253	nn	nn
	Cs-137		3	3	<0,0093	<0,0217	nn	<0,0008
Sediment (Bq/kg TM)	Gα	Hirschkanal	2	0	589	650	620	590
	Gβ		2	0	1200	1300	1250	1300
	Co-60		5	5	<0,37	<2,4	nn	nn
	Cs-137		5	0	40,8	150	95	143
	Am-241		5	2	1,23	<8,1	2,4	8,0
RHEIN / KKW Philippsburg								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	12	10	<3,4	<8,0	<7,2	<5,6
		am Auslaufbauwerk	12	3	<8,0	62	31	36
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	6	6	<0,0089	<0,029	nn	nn
		am Auslaufbauwerk	6	6	<0,0074	<0,033	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	6	6	<0,0078	<0,030	nn	nn
		am Auslaufbauwerk	6	6	<0,0072	<0,031	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-58	vor Auslaufbauwerk	2	0	1,93	2,36	2,15	1,34
		nach Auslaufbauwerk	2	0	2,19	2,90	2,55	1,59
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	3	1	<0,518	0,775	0,653	0,842
		nach Auslaufbauwerk	3	0	1,49	3,05	2,16	8,66
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	3	0	13,2	16,8	14,9	20,1
		nach Auslaufbauwerk	3	0	12,4	13,7	13,0	14,2

GEWÄSSER/ KT-Anlage Umwelt- medium	Nuklid	Entnahmestelle	Anzahl		Aktivitätskonzentration			
			N	<NWG	Einzelwerte 2004		Jahresmittelwerte	
					Min. Wert	Max. Wert	2004	2003
RHEIN / KKW Biblis								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	4	3	<7,0	47	<18	8,2
		nach Auslaufbauwerk	4	0	5,0	46,6	18,9	115
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,02	<0,04	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	4	4	<0,02	<0,04	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,02	<0,03	nn	nn
nach Auslaufbauwerk		4	4	<0,02	<0,04	nn	nn	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	1	1	<0,8	<0,8	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	1	0	0,69	0,69	0,69	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	1	0	17	17	17	0,5
		nach Auslaufbauwerk	1	0	101	101	101	1,4
RHEIN / KKW Mülheim-Kärlich (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	6	4	<5,8	11	<7	7,8
		nach Auslaufbauwerk	6	4	<5,8	8,8	<6,6	8,5
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	6	6	<0,0143	<0,02	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	6	6	<0,0108	<0,03	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	6	6	<0,01	<0,024	nn	nn
nach Auslaufbauwerk		6	6	<0,0143	<0,03	nn	nn	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	-	-				nn
		nach Auslaufbauwerk	-	-				1,24
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	-	-				15
		nach Auslaufbauwerk	-	-				12
NECKAR / KKW Neckarwestheim								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	5	3	<4,7	19	<9	6,9
		nach Auslaufbauwerk	5	0	74	140	96	192
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	5	5	<0,0239	<0,046	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	5	5	<0,0327	<0,049	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	5	5	<0,0153	<0,062	nn	nn
nach Auslaufbauwerk		5	5	<0,0309	<0,062	nn	nn	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	1	1	<0,746	<0,746	nn	<0,328
		nach Auslaufbauwerk	2	2	<0,506	<0,811	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	1	0	4,83	4,83	4,83	4,46
		nach Auslaufbauwerk	2	0	2,73	4,78	3,76	4,44
NECKAR / KKW Obrigheim								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	5	2	<10	15	15	19,8
		nach Auslaufbauwerk	5	1	<10	33	19	23,3
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	5	5	<0,018	<0,047	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	5	5	<0,0173	<0,026	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	5	5	<0,0155	<0,042	nn	nn
nach Auslaufbauwerk		5	5	<0,0144	<0,03	nn	nn	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	1	1	<0,655	<0,655	nn	<0,35
		nach Auslaufbauwerk	2	2	<0,557	<0,851	nn	<0,45
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	1	1	<0,697	<0,697	nn	0,4
		nach Auslaufbauwerk	2	0	4,02	8,8	6,4	6,22
MAIN / KKW Grafenrheinfeld								
Oberflächen- wasser (Bq/l)			a)					
Sediment (Bq/kg TM)			a)					
MAIN / Versuchsatomkraftwerk Kahl (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	4	2	<3,5	15	10	-
		Auslaufkanal	4	2	<3,7	12	9	-
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,012	<0,017	nn	-
		Auslaufkanal	4	4	<0,014	<0,016	nn	-
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,011	<0,015	nn	-
Auslaufkanal		4	4	<0,013	<0,016	nn	-	
KINZIG / DOPPELBIERGRABEN / Nuklearbetriebe Hanau-Wolfgang								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	Gα	Auslauf Kläranlage Hanau	3	3	<0,16	<0,20	nn	-

GEWÄSSER/ KT-Anlage Umwelt- medium	Nuklid	Entnahmestelle	Anzahl		Aktivitätskonzentration				
			N	<NWG	Einzelwerte 2004		Jahresmittelwerte		
					Min. Wert	Max. Wert	2004	2003	
Sediment (Bq/kg GR) (GR=Glüh- rückstand)			a)						
MOSEL / KKW Cattenom (siehe auch Teil I, Abschnitt 3.3.1)									
Oberflächen- wasser (Bq/l)			a)						
Sediment (Bq/kg TM)			a)						
DONAU / KKW Gundremmingen									
Oberflächen- wasser (Bq/l)			a)						
Sediment (Bq/kg)			a)						
ISAR / KKW Isar 1 und 2									
Oberflächen- wasser (Bq/l)			a)						
Sediment (Bq/kg TM)			a)						
EMS / KKW Emsland									
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	7	<7,0	12	<8	nn	
		am Auslaufbauwerk	8	0	110	6500	2720	2300	
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0043	<0,038	nn	nn	
		am Auslaufbauwerk	8	8	<0,0065	<0,043	nn	nn	
		vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,0044	<0,010	nn	nn	
Cs-137	am Auslaufbauwerk	4	4	<0,0056	<0,0095	nn	<0,0050		
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 84,7	4	4	<0,29	<0,58	nn	nn	
		nach Auslaufbauwerk, km 106,3	4	4	<0,28	<0,62	nn	nn	
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 84,7	4	0	17	39	32	10	
		nach Auslaufbauwerk, km 106,	4	0	18	37	25	34	
WESER / KKW Würgassen (außer Betrieb)									
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	8	<10	<10	nn	nn	
		am Auslaufbauwerk	8	8	<10	<10	nn	nn	
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0018	<0,05	nn	nn	
		am Auslaufbauwerk	8	8	<0,002	<0,05	nn	nn	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Herstelle, km 47,2	2	2	<1,5	<3,5	nn	nn	
		am Auslaufbauwerk, km 49,6	2	0	15	20	18	13	
		Wehrden, km 60,2	2	2	<1,0	<5,0	nn	nn	
	Cs-137	Herstelle, km 47,2	2	0	9,2	32	21	19	
		am Auslaufbauwerk, km 49,6	2	0	19	29	24	25	
		Wehrden, km 60,2	2	0	9,6	19	14	14	
WESER /KKW Grohnde									
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	8	<3,77	<10	nn	nn	
		am Auslaufbauwerk	8	2	<4,98	200	105	137	
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0066	<0,042	nn	nn	
		am Auslaufbauwerk	8	8	<0,0065	<0,044	nn	nn	
		vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,0065	<0,010	nn	nn	
Cs-137	am Auslaufbauwerk	4	4	<0,0054	<0,0098	nn	nn		
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Grohnde, km 122	4	4	<0,22	<0,46	nn	nn	
		Hameln, km 135	4	4	<0,47	<0,51	nn	nn	
	Cs-137	Grohnde, km 122	4	0	7,6	15	12	12	
		Hameln, km 135	4	0	14	14	14	18	
UNTERWESER / KKW Unterweser									
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	8	8	<10	<10	nn	<11	
		am Auslaufbauwerk	8	2	<10	49,5	29	25	
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	8	8	<0,0071	<0,065	nn	nn	
		am Auslaufbauwerk	8	8	<0,0097	<0,069	nn	nn	
		vor Auslaufbauwerk	4	3	0,0073	<0,010	<0,008	nn	
Cs-137	am Auslaufbauwerk	4	4	<0,0066	<0,013	nn	nn		

GEWÄSSER/ KT-Anlage Umwelt- medium	Nuklid	Entnahmestelle	Anzahl		Aktivitätskonzentration			
					Einzelwerte 2004		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	Min. Wert	Max. Wert	2004	2003
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 44,1	4	0	0,69	1,00	0,81	0,53
		nach Auslaufbauwerk, km 60,0	4	0	0,38	0,80	0,53	0,51
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 44,1	4	0	8,2	11	10	7
		nach Auslaufbauwerk, km 60,0	4	0	4,2	6,6	5,4	5,7
RUR / Forschungszentrum Jülich								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Selhausen	30	30	<10	<10	nn	nn
		Jülich-Süd	30	30	<10	<10	nn	nn
	Co-60	Selhausen	30	30	<0,05	<0,05	nn	nn
		Jülich-Süd	30	30	<0,05	<0,05	nn	nn
	Gα	Selhausen	4	4	<0,05	<0,05	nn	nn
		Jülich-Süd	4	4	<0,05	<0,05	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Selhausen	2	2	<1,5	<4,8	nn	nn
		Jülich-Süd	2	2	<2,9	<3,7	nn	nn
	Cs-137	Selhausen	2	0	12	15	14	18
		Jülich-Süd	2	0	20	26	23	20
DINKEL/ GOORBACH / Urananreicherungsanlage Gronau								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	Gα	Retentionsanlage	4	1	<0,06	0,07	<0,07	0,09
		Goorbach ,unterhalb der Straßen- kreuzung	4	3	<0,06	0,06	<0,06	<0,06
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Retentionsanlage	2	2	<2,5	<2,6	nn	nn
		Dinkel, nach Kläranlage Gronau	2	2	<2,1	<2,5	nn	nn
	Cs-137	Retentionsanlage	2	0	55	56	56	44
		Dinkel, nach Kläranlage Gronau	2	0	33	39	36	27
AHAUSER AA / MOORBACH / Brennelement-Zwischenlager Ahaus								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	Gα	Ahauser Aa	4	4	<0,2	<0,2	nn	nn
			4	4	<0,11	<0,11	nn	nn
	H-3	Ahauser Aa	4	4	<10	<10	nn	nn
			4	4	<0,05	<0,05	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Einleitung Moorbach	4	4	<1,4	<4,2	nn	nn
		Ahauser Aa	4	4	<1,3	<2,4	nn	nn
	Cs-137	Einleitung Moorbach	4	0	27	36	32	32
		Ahauser Aa	4	0	31	61	49	43
ELBE / Forschungszentrum Geesthacht								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk, km 578,6	8	8	<5,8	<10	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 579,6	8	8	<5,8	<10	nn	nn
	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 578,6	8	8	<0,018	<0,035	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 579,6	8	8	<0,017	<0,040	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 578,6	8	8	<0,019	<0,031	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 579,6	8	8	<0,017	<0,032	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 578,6	6	6	<0,43	<0,92	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 579,6	6	6	<0,45	<1,1	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 578,6	6	2	0,55	<0,89	0,70	0,7
		nach Auslaufbauwerk, km 579,6	6	6	<0,48	<1,1	nn	<0,7
ELBE / KKW Krümmel								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	16	16	<5,7	<6,5	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	16	16	<5,7	<6,5	nn	nn
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	24	24	<0,009	<0,024	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	24	24	<0,006	<0,023	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	24	24	<0,011	<0,025	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	24	24	<0,0076	<0,026	nn	nn
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 580	4	4	<0,8	<1,1	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 582	4	4	<0,8	<1,1	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 580	4	1	0,69	2,8	1,4	1,4
		nach Auslaufbauwerk, km 582	4	1	0,8	<1,1	0,9	<0,9

GEWÄSSER/ KT-Anlage Umwelt- medium	Nuklid	Entnahmestelle	Anzahl		Aktivitätskonzentration			
			N	<NWG	Einzelwerte 2004		Jahresmittelwerte	
					Min. Wert	Max. Wert	2004	2003
ELBE / KKW Brokdorf								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	16	13	<5,14	9,6	<6,0	nn
		am Auslaufbauwerk	16	1	<5,11	37,6	19,8	22
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	16	16	<0,012	<0,042	nn	nn
		am Auslaufbauwerk	16	16	<0,011	<0,044	nn	nn
		am Auslaufbauwerk	16	16	<0,011	<0,047	nn	nn
Cs-137	vor Auslaufbauwerk	16	16	<0,011	<0,047	nn	nn	
	am Auslaufbauwerk	16	16	<0,012	<0,05	nn	nn	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	4	4	<0,73	<1,6	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	4	4	<0,74	<0,92	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	4	0	0,75	4,9	2,2	3,7
		nach Auslaufbauwerk	4	3	0,57	<0,99	<0,82	nn
ELBE / KKW Stade (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk, km 628,9	13	4	1,2	<10	2,1	nn
		am Auslaufbauwerk	13	3	<5,7	1100	428	64
	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 628,9	13	13	<0,0011	<0,015	nn	nn
		am Auslaufbauwerk	13	13	<0,0094	<0,023	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 628,9	13	4	0,0015	<0,011	0,003	nn
am Auslaufbauwerk		13	13	<0,0071	<0,025	nn	nn	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk, km 654	4	4	<0,16	<0,42	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk, km 660	4	4	<0,31	<0,49	nn	<0,29
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk, km 654	4	0	1,8	8,3	4,4	17
		nach Auslaufbauwerk, km 660	4	0	4,7	9,4	7,2	6,0
ELBE / KKW Brunsbüttel								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	24	24	<4,39	<6,1	nn	nn
		am Auslaufbauwerk	24	22	<4,39	134	<16	nn
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	24	24	<0,0092	<0,024	nn	nn
		am Auslaufbauwerk	24	24	<0,0093	<0,026	nn	nn
	Sr-90	vor Auslaufbauwerk	12	0	0,0035	0,0046	0,0041	0,0047
		am Auslaufbauwerk	12	0	0,0037	0,0048	0,004	0,0048
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	24	20	0,0057	<0,025	<0,017	<0,01
		am Auslaufbauwerk	24	21	0,0087	<0,027	<0,018	<0,010
Pu-238 Pu-239/240	vor Auslaufbauwerk	-	-	-	-	-	nn	
	am Auslaufbauwerk	-	-	-	-	-	0,00017	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	5m oberhalb Auslaufbauwerk	4	4	<1,4	<1,6	nn	nn
		5m unterhalb Auslaufbauwerk	4	4	<0,83	<1,7	nn	nn
	Sr-90	5m oberhalb Auslaufbauwerk	-	-	-	-	-	0,13
		5m unterhalb Auslaufbauwerk	-	-	-	-	-	-
	Cs-137	5m oberhalb Auslaufbauwerk	4	0	2,9	4,1	3,3	4,5
		5m unterhalb Auslaufbauwerk	4	1	<0,83	4,7	2,7	3,5
	Pu-238	5m oberhalb Auslaufbauwerk	-	-	-	-	-	0,015
		5m unterhalb Auslaufbauwerk	-	-	-	-	-	0,0078
Pu-239/240	5m oberhalb Auslaufbauwerk	-	-	-	-	-	0,091	
	5m unterhalb Auslaufbauwerk	-	-	-	-	-	0,05	
ELBE / TBL/PKA Gorleben								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Schnackenburg, km 474,6	8	0	1,84	4,0	2,6	1,9
		Dömitz, km 504,4	8	0	1,9	3,16	2,6	1,1
	Co-60	Schnackenburg, km 474,6	8	8	<0,0010	<0,022	nn	nn
		Dömitz, km 504,4	8	8	<0,0008	<0,071	nn	nn
	Cs-137	Schnackenburg, km 474,6	12	8	0,0003	<0,018	<0,004	nn
		Dömitz, km 504,4	12	5	0,0003	<0,0072	0,0007	0,0008
	Pu-238	Schnackenburg, km 474,6	2	2	<0,0005	<0,0007	nn	nn
		Dömitz, km 504,4	2	2	<0,0005	<0,0007	nn	nn
	Pu-239/240	Schnackenburg, km 474,6	2	2	<0,0005	<0,0007	nn	nn
		Dömitz, km 504,4	2	2	<0,0005	<0,0007	nn	nn

GEWÄSSER/ KT-Anlage Umwelt- medium	Nuklid	Entnahmestelle	Anzahl		Aktivitätskonzentration			
					Einzelwerte 2004		Jahresmittelwerte	
			N	<NWG	Min. Wert	Max. Wert	2004	2003
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Schnackenburg, km 474,6	4	4	<0,20	<0,29	nn	nn
		Dömitz, km 504,4	4	4	<0,15	<0,69	nn	nn
	Cs-137	Schnackenburg, km 474,6	4	0	9,4	17	13	11
		Dömitz, km 504,4	4	0	0,74	22	10	27
	Pu-238	Schnackenburg, km 474,6	2	2	<0,093	<0,14	nn	nn
		Dömitz, km 504,4	2	2	<0,085	<0,15	nn	nn
Pu-239/240	Schnackenburg, km 474,6	2	2	<0,093	<0,14	nn	nn	
	Dömitz, km 504,4	2	2	<0,085	<0,15	nn	nn	
HAVEL / KKW Rheinsberg (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	50m vor Auslaufstelle	5	5	<4,6	<10	nn	nn
		50m nach Auslaufstelle	5	5	<4,6	<10	nn	nn
	Co-60	50m vor Auslaufstelle	16	16	<0,0008	<0,0059	nn	nn
		50m nach Auslaufstelle	16	16	<0,001	<0,007	nn	<0,0022
	Cs-137	50m vor Auslaufstelle	16	0	0,004	0,011	0,006	0,004
50m nach Auslaufstelle		16	0	0,0045	0,0088	0,006	0,0045	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	50m vor Auslaufstelle	3	1	0,10	<0,17	0,15	0,30
		50m nach Auslaufstelle	3	2	<0,08	0,20	<0,13	0,2
	Cs-137	50m vor Auslaufstelle	3	0	7,6	21	16	18
		50m nach Auslaufstelle	3	0	2,9	9,1	5,6	5,4
GREIFSWALDER BODDEN / KKW Greifswald (außer Betrieb)								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Auslaufbauwerk	20	19	<4,6	<5,0	<4,9	<4,3
		nach Auslaufbauwerk	12	12	<5,0	<5,0	nn	<4,5
	Co-60	vor Auslaufbauwerk	20	20	<0,0022	<0,049	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	12	12	<0,028	<0,049	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	20	12	0,0089	<0,063	<0,036	0,027
		nach Auslaufbauwerk	12	11	<0,021	0,074	<0,044	0,030
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	vor Auslaufbauwerk	3	3	<0,18	<0,34	nn	nn
		nach Auslaufbauwerk	3	3	<0,2	<0,22	nn	nn
	Cs-137	vor Auslaufbauwerk	3	0	4,8	7,8	6,6	6,87
		nach Auslaufbauwerk	3	0	5,5	9,5	7,8	5,83
ALLER / Endlager Morsleben								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	vor Salzbach	4	4	<4,0	<4,0	nn	nn
		nach Salzbach	4	4	<4,0	<4,0	nn	nn
	Co-60	vor Salzbach	4	4	<0,005	<0,007	nn	nn
		nach Salzbach	4	4	<0,006	<0,006	nn	nn
	Cs-137	vor Salzbach	4	4	<0,005	<0,006	nn	nn
		nach Salzbach	4	4	<0,005	<0,006	nn	nn
	Gß	vor Salzbach	12	0	0,32	0,48	0,41	0,36
nach Salzbach		12	0	0,40	0,58	0,49	0,45	
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Schwanefeld	1	1	<0,18	<0,18	nn	<0,17
		Belsdorf	1	1	<0,29	<0,29	nn	<0,13
	Cs-137	Schwanefeld	1	0	4,4	4,4	4,4	5,8
		Belsdorf	1	0	5,3	5,3	5,3	3,8
ELBE / KALTER BACH / WESENITZ / Forschungszentrum Rossendorf								
Oberflächen- wasser (Bq/l)	H-3	Kalter Bach	8	0	47	390	230	66
		Wesenitz, Dittersbach	2	1	<5	6,7	<5,9	9,3
	Co-60	Kalter Bach	8	1	<0,0053	0,015	0,011	0,011
		Wesenitz, Dittersbach	2	2	<0,0054	<0,0055	nn	<0,0027
	Cs-137	Kalter Bach	4	2	0,0026	0,0062	0,004	0,009
	Pu-238	Kalter Bach	4	3	<0,0001	0,001	<0,0003	-
		Kalter Bach	4	0	0,0002	0,0005	0,0003	-
Sediment (Bq/kg TM)	Co-60	Kalter Bach	3	0	1,5	2,3	2,0	3,2
		Wesenitz, Dittersbach	2	2	<0,13	<0,22	nn	-
		Elbe unterhalb d. Wesenitz	2	2	<0,12	<0,36	nn	-
	Cs-137	Kalter Bach	3	0	8,0	12	10	16
		Wesenitz, Dittersbach	2	0	3,9	4,2	4,1	8,0
		Elbe unterhalb d. Wesenitz	2	0	2,0	19	11	1,2

- a) Daten lagen nicht vor
nn nicht nachgewiesen / nachweisbar
- Messung / Angabe nicht erforderlich

1.5.4 Fische und Wasserpflanzen (Fish and aquatic plants)

Bearbeitet von der Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg

Der vorliegende Beitrag enthält Messergebnisse der Radioaktivität in Fischen und Wasserpflanzen, die im Rahmen der Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) von den Messstellen der Länder und den Betreibern erhalten wurden. Im Berichtsjahr 2004 wurden für 21 kerntechnische Anlagen γ -spektrometrische Messungen (vor allem Cäsium-137) an 80 Fischfleischproben und 8 Wasserpflanzenproben durchgeführt; Strontium-90-Messungen wurden an 10 Fischfleischproben und an 6 Wasserpflanzenproben im Stechlinsee durchgeführt. Die statistische Auswertung der Daten wurde wie im Teil I, Kapitel 3.4.3 beschrieben durchgeführt. Die Radioaktivitätsdaten in Fischen und Wasserpflanzen sind in Tabelle 1.5.4-1 - nach Fließgewässer und überwachter Anlage sortiert - zusammengefasst.

Im Herbst 2004 wurden von der Leitstelle erstmalig effektive Halbwertszeiten ermittelt, mit denen die Cs-137-Aktivität seit etwa Anfang 1992 in Fischen der Flüsse abnimmt. Es wurde gefolgert, dass das Cäsium in Flüssen praktisch vollständig auf den Eintrag von Tschernobyl-Cäsium aus den Gewässereinzugsgebieten zurückgeht, die erstaunlich gut übereinstimmenden Werte der effektiven Halbwertszeiten belegen dies. Der Medianwert der Halbwertszeiten lag bei etwa 6 Jahren. Daraus ergibt sich eine jährliche Abnahme von ca. 10% für Cs-137 in Fischen. Dies wiederum deckt sich sehr gut mit den unabhängig davon auch schon in den Vorjahresberichten angeführten jährlichen Rückgängen von Cs-137 (im anlagenweisen Vergleich) in etwa dieser Größe. In Fließgewässern wurde Cäsium-134 im Fisch nicht nachgewiesen.

Die im Messprogramm für das außer Betrieb befindliche Kernkraftwerk Rheinsberg erhaltenen höheren Cs-137-Gehalte im Fisch sind darauf zurückzuführen, dass die Proben nicht einem Fließgewässer, sondern aus Seen (Stechlinsee und Ellbogensee) entnommen wurden. Bedingt durch den Ostsee-Einfluss im Greifswalder Bodden weisen die dort im Überwachungsprogramm des außer Betrieb befindlichen Kernkraftwerks Greifswald genommenen Proben ebenfalls höhere Cäsium-Gehalte auf. Der Maximalwert beim Atomkraftwerk Emsland geht auf zwei Hechtproben zurück, deren Cs-137-Werte etwa 20fach höher als in Brachsen waren, was die u. a. durch den Einfluss der Nahrungskette bedingte mögliche Variabilität von Cs-137 in Fischen an einem Standort eindrucksvoll belegt.

Bei den wenigen in Tabelle 1.5.4-1 mit aufgenommenen Messdaten von Wasserpflanzen, die als Indikatoren für im Wasser vorhandene künstliche Radionuklide dienen, insbesondere aus Ableitungen kerntechnischer und klinischer Anlagen, sind keine Besonderheiten festzustellen.

Tabelle 1.5.4-1 Spezifische Aktivität von Fischen und Wasserpflanzen 2004 (im Rahmen der Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen)
(*Specific activity in fish and aquatic plants in the year 2004 - within the framework of ambient surveillance for nuclear plants*)
(N: Anzahl der Messungen; nn: Anzahl der Werte <NWG)

Fluss	Anlage	Radionuklid	N	nn	Min. Wert	Max. Wert	Medianwert	
Fisch (Bq/kg) FM								
Donau	KGG Gundremmingen		a)					
Elbe	GKSS Geesthacht	Cs-137	6	0	0,19	0,34	0,25	
	KKK Krümmel	Cs-137	4	0	0,16	0,23	0,21	
	PKA Gorleben	Cs-137	4	0	0,23	0,43	0,28	
	KKS Stade	Cs-137	4	0	0,18	0,59	0,27	
	KBR Brokdorf		Sr-90	6	6	<0,007	<0,011	<0,09
			Cs-137	6	0	0,22	0,56	0,30
	KKB Brunsbüttel	Cs-137	6	0	0,11	0,74	0,25	
Ems	KKE Emsland	Cs-137	7	0	0,19	6,7	1,5	
Greifswalder Bodden	Greifswald	Cs-137	8	0	1,0	17	8,0	
Sacrower See	HMI Berlin	Cs-137	1	0	13	13	13	
Wannsee	HMI Berlin	Cs-137	1	0	2,8	2,8	2,8	
Isar	KKI 1/2 Isar		a)					
	FRM		a)					
Main	KKG Grafenrheinfeld		a)					
Neckar	GKN Neckarwestheim	Cs-137	1	1	<0,12	<0,12	<0,12	
	KWO Obrigheim	Cs-137	2	2	<0,076	<0,13	<0,10	

Fluss	Anlage	Radionuklid	N	nn	Min. Wert	Max. Wert	Medianwert
Rhein	Beznau/Leibstadt (Schweiz)	Cs-137	2	0	0,09	0,13	0,11
		Biblis	Sr-90	4	1	0,017	0,032
	Fessenheim (Frankreich)	Cs-137	4	1	0,066	0,13	0,088
		Cs-137	5	1	0,092	0,21	0,12
		KKP Philippsburg	Cs-137	2	0	0,11	0,12
Rur	FZ Jülich	Cs-137	1	0	0,21	0,21	0,21
Stechlinsee	KKR Rheinsberg	Cs-137	3	0	9	170	57
Ellbogensee	KKR Rheinsberg	Cs-137	1	0	9,6	9,6	9,6
Weser	KWG Grohnde	Cs-137	6	0	0,054	0,099	0,077
	KKU Unterweser	Cs-137	6	0	0,18	0,55	0,37
Wasserpflanzen (Bq/kg) TM							
Ahauser Aa	Ahaus	I-131	1	0	2,6	2,6	2,6
		Cs-137	1	0	1,2	1,2	1,2
Stechlinsee	KKR Rheinsberg	Sr-90	6	0	0,92	5,3	2,2
		Cs-137	6	0	1,6	34	5,7
Isar	FRM Garching		a)				
	KKI 1/2 Isar		a)				

a) Daten lagen nicht vor

In der Tabelle 1.5.4-2 sind nachträglich bei der Leitstelle eingegangene Daten aufgeführt, die zu den Terminen der Erstellung der betreffenden früheren Jahresberichte nicht bzw. nur in deutlich kleinerer Anzahl zur Verfügung standen.

Tabelle 1.5.4-2 Spezifische Aktivität von Fischen und Wasserpflanzen (im Rahmen der Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen): Nachträge zu früheren Jahren
(Specific activity in fish and aquatic plants (within the framework of ambient surveillance for nuclear plants): Supplement to earlier years
(N: Anzahl der Messungen; nn: Anzahl der Werte <NWG)

Fluss	Anlage	Radionuklid	N	nn	Min. Wert	Max. Wert	Medianwert
Fisch (Bq/kg) FM							
Nachtrag zu 2003:							
Griebnitzsee	HMI Berlin	Cs-137	1	0	0,66	0,66	0,66
Havel/ Pfaueninsel	HMI Berlin	Cs-137	1	0	0,83	0,83	0,83
Rhein	Biblis	Sr-90	6	0	0,011	0,031	0,020
		Cs-137	8	0	0,06	0,17	0,11
Nachtrag zu 2002:							
Donau	KGG Gundremmingen	Cs-137	6	1	<0,091	0,30	0,19
Isar	KKI 1/2 Isar	Cs-137	4	0	0,19	0,94	0,29
Main	KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	4	1	<0,19	0,71	0,34
		VAK Kahl	Cs-137	2	1	<0,17	1,4
Wasserpflanzen (Bq/kg) TM							
Nachtrag zu 2002:							
Donau	KGG Gundremmingen	Cs-137	2	0	22	44	33
Isar	KKI 1/2 Isar	Co-60	1	0	0,36	0,36	0,36
		I-131	1	0	40	40	40
		Cs-134	1	0	0,15	0,15	0,15
Main	KKG Grafenrheinfeld	Cs-137	1	0	33	33	33
		Cs-137 a)	2	0	0,29	0,32	0,31

a) Werte in Bq/kg FM

1.5.5 Grundwasser und Trinkwasser (Groundwater and drinking water)

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich Strahlenschutz und Umwelt, Berlin

Im Rahmen der Überwachung von Grund- und Trinkwasser nach der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen sind im Jahr 2004 von den amtlichen Messstellen der Länder Messwerte mitgeteilt worden, die in Tabelle 1.5.5-1 zusammengefasst sind. Aufgeführt sind die Anzahl der untersuchten Proben, die Anzahl der Messwerte oberhalb der Nachweisgrenze, der Minimal- und der Maximalwert sowie der Median der Aktivitätskonzentration.

Grundwasser

Im Rahmen der Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen wurden Messwerte von 152 Grundwasserentnahmestellen gemeldet.

Die Aktivitätskonzentrationen für Cäsium-137 liegen bei acht oberflächennahen Grundwasserproben in einem Bereich von 4,8 mBq/l bis 18 mBq/l. Bei allen anderen Grundwasserproben konnte Cäsium-137 nicht nachgewiesen werden. Die dabei aufgetretenen Nachweisgrenzen von 0,12 bis 60 mBq/l (2003: 0,11 bis 90 mBq/l) werden im Wesentlichen durch das Volumen des zur Messung aufbereiteten Wassers bestimmt. Der Median aller mitgeteilten Werte liegt bei < 23 mBq/l (2003: < 30 mBq/l).

In 50% der gemessenen Proben konnte Strontium-90 mit Aktivitätskonzentrationen von 0,84 bis 11 mBq/l (2003: 2,4 bis 11 mBq/l) nachgewiesen werden. Der Median liegt bei 4,1 mBq/l (2003: 4,4 mBq/l). Im Gegensatz zum Cäsium-137 (Halbwertszeit 30 Jahre) wird das ebenfalls langlebige Strontium-90 (Halbwertszeit 28,5 Jahre) nur wenig bei der Bodenpassage zurückgehalten und deshalb häufiger in Grundwässern nachgewiesen.

Die berichtete Gesamt- α -Aktivitätskonzentration liegt zwischen 0,036 und 4,5 Bq/l (2003: 0,020 bis 0,12 Bq/l), mit einem Median sämtlicher Werte von < 0,2 Bq/l (2003: < 0,08 Bq/l).

Die Rest- β -Aktivitätskonzentration wurde in 24 Proben gemessen. Alle Werte lagen unterhalb der gefundenen Nachweisgrenzen (2003: alle Werte unterhalb der Nachweisgrenze). Der Median aller Werte beträgt < 0,10 Bq/l (2003: < 0,10 Bq/l).

In 15% der untersuchten Wasserproben wurde Tritium im Konzentrationsbereich von 0,82 bis 180 Bq/l nachgewiesen (2003: 0,71 Bq/l bis 190 Bq/l), der Median aller Werte liegt bei < 5,3 Bq/l (2003: < 6,5 Bq/l). Die Werte liegen damit teilweise deutlich über den derzeitigen Werten im Niederschlag, die zwischen 1 und 2 Bq/l liegen.

Die maximalen Tritiumkonzentrationen von bis zu 180 Bq/l (2003: bis 190 Bq/l) wurden - wie in den vergangenen Jahren - an Probenentnahmestellen für oberflächennahes Grundwasser auf dem Gelände des Freilagers für radioaktive Abfälle des Forschungszentrums Rossendorf gefunden. Bei diesen Stichproben wurden auch Kobalt-60-Kontaminationen von bis zu 0,14 Bq/l (2003: 0,3 Bq/l) ermittelt. Die erhöhten Tritium- und Co-60-Werte im Grundwasser sind auf eine Kontamination des Untergrundes auf dem Betriebsgelände infolge von Leckagen an (inzwischen nicht mehr genutzten) Beton-Abklingbecken für kontaminierte Wässer zurückzuführen. Alle Proben außerhalb des Forschungsstandortes weisen Tritium-Werte unterhalb der Nachweisgrenze von 6 Bq/l auf.

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

Trinkwasser

Im Jahr 2004 wurden im Rahmen der Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen Messwerte von 19 Reinwasser- und 17 Rohwasser-Entnahmestellen beprobt.

Für Cäsium-137 wurden zwei Messwerte (1,0 und 3,9 mBq/l) oberhalb der jeweiligen Nachweisgrenzen von 0,097 mBq/l bis 50 mBq/l (2003: 0,1 mBq/l bis 60 mBq/l) ermittelt. Der Median aller Cs-137-Werte liegt bei < 15 mBq/l (2003: < 16 mBq/l).

Die Aktivitätskonzentrationen für Strontium-90 liegen zwischen 0,22 mBq/l und 4,9 mBq/l (2003: 0,22 bis 4,4 mBq/l) mit einem Median aller Werte von 2,0 mBq/l (2003: 3,6 mBq/l).

Die Werte für die Gesamt- α -Aktivitätskonzentrationen liegen von 31 bis 50 mBq/l (2003: 48 und 56 mBq/l). Der Median lag bei 41 mBq/l (2003: 52 mBq/l).

In 15 Proben (von 75 gemessenen Proben) wurde Tritium in Konzentrationen zwischen 0,72 und 95 Bq/l (2003: 0,82 bis 44 Bq/l) nachgewiesen, der Median aller Werte liegt bei < 6,5 Bq/l (2003: < 5,8 Bq/l). Die über den derzeitigen Werten im Niederschlag zwischen 1 und 2 Bq/l liegenden Werte sind auf den Eintrag von Oberflächen-

wasser (z. B. als Uferfiltrat) zu erklären, das durch Tritium-Emissionen aus dem Abwasser kerntechnischer Anlagen belastet ist.

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

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

Tabelle 1.5.5-1 Umgebungsüberwachung von kerntechnischen Anlagen 2004
(Grundwasser und Trinkwasser)
(*Surveillance of the surroundings of nuclear facilities in 2004*
groundwater and drinking water)

Land	Nuklid	Anzahl gesamt ^{b)}	Anzahl < NWG	Minimal- werte ^{a)}	Maximal- werte ^{a)}	Mittel- werte ^{a)}	Mediane
Grundwasser in Bq/l							
Bundesrepublik Deutschland	K-40	131	79	0,011	8,7		< 0,4
	Co-60	382	368	0,013	0,14		< 0,034
	Cs-137	262	254	0,0048	0,018		< 0,023
	H-3	397	337	0,82	180		< 5,3
	Sr-90	30	15	0,00084	0,011		0,0041
	R-Beta	24	24				< 0,1
	G-Alpha	83	28	0,036	4,5	1,3	< 0,2
Trinkwasser in Bq/l							
Bundesrepublik Deutschland	K-40	52	38	0,026	0,48		< 0,38
	Co-60	62	62				< 0,018
	Cs-137	63	61	0,001	0,0039		< 0,015
	H-3	75	60	0,72	95		< 6,5
	Sr-90	20	13	0,00022	0,0049		0,002
	G-Alpha	2	0	0,031	0,050	0,041	0,041

- a) Liegen mehr als 50% der gemessenen Werte unterhalb der Nachweisgrenze, werden nur der Minimalwert- und der Maximalwert angegeben. Der arithmetische Mittelwert wurde aus den Messwerten ohne Berücksichtigung der Nachweisgrenzen errechnet
- b) Gemäß REI-Messprogramm ist bei der γ -Spektrometrie die Einhaltung der Nachweisgrenze nur für das Radionuklid Co-60 vorgeschrieben, d. h. für andere γ -strahlende Radionuklide müssen die Nachweisgrenzen von der Messstelle nicht angegeben werden. Da nicht alle Messstellen die Nachweisgrenzen für Cs-137 und K-40 mitteilen, kann für diese Nuklide die Anzahl der gemeldeten Werte kleiner als bei Co-60 sein

1.5.6 Pflanzliche Nahrungsmittel (Foodstuffs of vegetable origin)

Bearbeitet vom Institut für Chemie und Technologie der Milch der Bundesforschungsanstalt für Lebensmittel und Ernährung, Kiel

Hinsichtlich der radioökologischen Situation in der Umgebung kerntechnischer Anlagen und den beobachteten Schwankungen der Messwerte in diesen Bereichen gelten die gleichen Ausführungen, die bereits in den Kapiteln I 3.2 und I 3.4.2 gemacht wurden. Auch in der Umgebung kerntechnischer Anlagen ist die Situation nach wie vor durch die zurückliegenden Depositionen nach den Kernwaffenversuchen der sechziger Jahre und nach dem Tschernobylunfall im Jahre 1986 geprägt.

Die Ergebnisse der Überwachung nach der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen sind für Gemüse und Getreide in den Tabellen 1.5.6-1 und 1.5.6-2, für Obst in Tabelle 1.5.6-3 und für Kartoffeln in Tabelle 1.5.6-4 zusammengefasst. Die vorliegenden Messwerte lassen im Vergleich mit anderen Orten in der Bundesrepublik keine Erhöhung der Radioaktivität erkennen.

Tabelle 1.5.6-1 Radioaktivität der pflanzlichen Nahrungsmittel in der näheren Umgebung kerntechnischer Anlagen: Gemüse
(Radioactivity of food of vegetable origin in the vicinity of nuclear facilities: vegetables)

Bundesland Kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg FM					
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert b) (Bereich)		
Baden-Württemberg	FZ Karlsruhe		Cs-137		Sr-90		
		2002	11	<0,04	5	<0,11	
		2003	17	<0,05	2	0,11	
		2004	9	<0,07 (<0,02 - 0,27)	3	0,11 (0,02 - 0,29)	
	Kernkraftwerk Obrigheim	2002	20	<0,07	15	0,13	
		2003	17	<0,07	11	0,13	
		2004	6	<0,08 (<0,06 - <0,09)	4	0,11 (0,05 - 0,16)	
	Kernkraftwerk Neckarwestheim	2002	21	<0,09	15	0,12	
		2003	21	<0,07	11	0,11	
		2004	7	<0,08 (<0,06 - <0,09)	3	0,14 (0,12 - 0,16)	
	Kernkraftwerk Philippsburg	2002	8	<0,06	4	0,12	
		2003	8	<0,05	4	0,06	
		2004	4	<0,03 (0,02 - <0,04)	2	0,05 (0,01 - 0,10)	
	Kernkraftwerk Beznau/Leibstadt Schweiz	2002	8	<0,07	7	0,25	
		2003	16	<0,09	11	0,24	
		2004	12	<0,06 (0,04 - 0,10)	6	0,52 (0,05 - 0,71)	
	Kernkraftwerk Fessenheim Frankreich	2002	22	<0,19	10	0,17	
		2003	29	<0,09	5	0,15	
		2004	15	<0,11 (<0,07 - <0,18)	4	0,14 (0,09 - 0,21)	
	Bayern	Kernkraftwerk Gundremmingen	2002	1	2,3	1	0,15
			2003	a)		a)	
		2004	a)		a)		

Bundesland Kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg FM				
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert b) (Bereich)	
Isar	2002	1	<0,2	1	0,1	
	2003	a)		a)		
	2004	a)		a)		
	Kernkraftwerk Grafenrheinfeld	2002	3	<0,1	3	0,18
		2003	a)		a)	
		2004	a)		a)	
Berlin						
Forschungsreaktor BERII	2002	14	<0,20	5	0,23	
	2003	11	<0,19	6	0,33	
	2004	11	<0,16 (<0,08 - <0,35)	3	0,17 (0,04 - 0,26)	
Brandenburg						
Kernkraftwerk Rheinsberg	2002	11	<0,13	11	0,32	
	2003	10	<0,11	10	0,22	
	2004	18	<0,14 (<0,10 - 0,20)	14	0,11 (0,01 - 0,27)	
Hessen						
Kernkraftwerk Biblis	2002	10	<0,07	10	0,11	
	2003	16	<0,08	16	0,08	
	2004	a)		a)		
Gesamt-α-Aktivität Bq/kg Asche				Pu-238 Bq/kg Asche		
Nuklearbetriebe Hanau	2002	-		1	<0,08	
	2003	-		a)	<0,07	
	2004	-		a)		
Gesamt-α-Aktivität Bq/kg Asche				Pu-239/240 Bq/kg Asche		
Mecklenburg-Vorp.						
Kernkraftwerk Greifswald	2002	7	<0,09	7	0,17	
	2003	2	0,08	2	0,03	
	2004	2	<0,12 (0,04 - <0,20)	2	0,14 (0,03 - 0,26)	
Niedersachsen						
Kernkraftwerk Emsland	2002	7	<0,11	7	0,28	
	2003	5	<0,11	5	0,15	
	2004	7	<0,10 (<0,06 - 0,14)	7	0,24 (0,08 - 0,38)	
Kernkraftwerk Grohnde	2002	7	<0,08	7	0,19	
	2003	4	<0,07	4	0,08	
	2004	5	<0,10 (0,07 - <0,14)	5	0,18 (0,10 - 0,28)	
Kernkraftwerk Stade	2002	5	<0,15	5	0,30	
	2003	5	<0,14	5	0,27	
	2004	4	<0,10 (<0,07 - 0,15)	4	0,14 (0,06 - 0,26)	
Kernkraftwerk Unterweser	2002	7	<0,11	6	0,08	
	2003	7	<0,08	7	0,10	
	2004	7	<0,09 (0,05 - <0,15)	7	0,09 (0,04 - 0,21)	

Bundesland Kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg FM			
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert b) (Bereich)
Schacht Konrad II c)	2002	1	<0,13	1	0,55
	2003	a)		a)	
	2004	a)		a)	
Nordrhein-Westfalen					
KFA Jülich	2002	5	<0,20	5	0,20
	2003	7	<0,08	7	0,14
	2004	10	<0,14 (<0,07 - <0,23)	10	<0,20 (<0,005 - 0,49)
			Fluor (mg/kg TM)		Uran (Bq/kg TM)
					U-238 (Bq/kg TM)
UAG Gronau	2002	2	2,9	2	0,30
	2003	5	3,5	5	<0,9
	2004	5	<2,1 (<1,5 - 3,3)	5	<0,26 (<0,23-0,33)
					<0,3 (<0,3 - <0,3) N=3
Rheinland-Pfalz					
			Cs-137		Sr-90
Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich	2002	a)	<0,05	1	0,1
	2003	1			
	2004	2			
			<0,06 (<0,06 - <0,06)	a)	
Sachsen					
Rossendorf	2002	a)	<0,05	a)	0,13
	2003	2		1	
	2004	1		1	
Sachsen-Anhalt					
Endlager Morsleben	2002	2	<0,14	1	0,13
	2003	2	<0,18	2	0,36
	2004	2	<0,2 (<0,19 - <0,21)	1	0,19
Schleswig-Holstein					
GKSS	2002	1	<0,14	1	0,11
Geesthacht	2003	1	<0,11	1	0,14
	2004	1	<0,10	1	0,15
Kernkraftwerk Krümmel	2002	1	0,07	1	0,14
	2003	1	<0,06	1	0,04
	2004	2	<0,06 (<0,04 - 0,08)	2	0,08 (0,06 - 0,09)
Kernkraftwerk Brunsbüttel	2004	1	<0,07		

a) Daten lagen nicht vor

b) Weicht die Anzahl einzelner Messungen vom angegebenen N ab, ist sie getrennt aufgeführt

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

Tabelle 1.5.6-2 Radioaktivität der pflanzlichen Nahrungsmittel in der näheren Umgebung kern-technischer Anlagen: Getreide
(Radioactivity of foodstuffs of vegetable origin in the vicinity of nuclear facilities: cereals)

Bundesland kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg FM			
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert b) (Bereich)
Baden-Württemberg			Cs-137		Sr-90
FZ Karlsruhe	2002	9	<0,08	1	0,22
	2003	10	<0,07	7	0,18
	2004	7	<0,07 (<0,04 - <0,10)	2	0,32 (0,31 - 0,32)
Kernkraftwerk Obrigheim	2002	7	<0,07	4	0,10
	2003	6	<0,09	3	0,13
	2004	3	<0,12 (<0,12 - <0,13)	a)	
Kernkraftwerk Neckarwestheim	2002	6	<0,07		
	2003	6	<0,07	3	0,11
	2004	1	<0,09	a)	
Kernkraftwerk Philippsburg	2002	4	<0,08	1	0,07
	2003	5	<0,08	3	0,14
	2004	7	<0,07 (<0,05 - <0,13)	4	0,15 (0,05 - 0,42)
Kernkraftwerk Beznau/Leibstadt Schweiz	2002	4	<0,06	4	0,29
	2003	7	<0,07	4	0,27
	2004	2	<0,08 (<0,08 - <0,09)	2	0,22 (0,07 - 0,37)
Kernkraftwerk Fessenheim Frankreich	2002	5	<0,06	4	0,24
	2003	7	<0,09	3	0,19
	2004	3	<0,09 (<0,08 - <0,10)	3	0,20 (0,12 - 0,27)
Bayern					
Kernkraftwerk Gundremmingen	2002	2	<0,2	2	0,06
	2003	a)		a)	
	2004	a)		a)	
Kernkraftwerk Isar	2002	5	<0,2	5	<0,3
	2003	a)		a)	
	2004	a)		a)	
Kernkraftwerk Grafenrheinfeld	2002	2	<0,1	2	0,09
	2003	a)		a)	
	2004	a)		a)	
			Gesamt-α-Aktivität		
SBWK	2002	a)		a)	
Karlstein	2003	a)		a)	
	2004	a)		a)	
Berlin			Cs-137		
Forschungsreaktor BerIII	2002	a)			
	2003	a)			
	2004	a)			

Bundesland kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg FM			
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert b) (Bereich)
Brandenburg			Cs137		Sr-90
Kernkraftwerk Rheinsberg	2002	7	<0,38	7	0,15
	2003	4	<0,14	4	<0,09
	2004	a)		a)	
			Gesamt-α-Aktivität Bq/kg Asche		Pu-238 Bq/kg Asche
Nuklearbetriebe Hanau	2002			a)	
	2003			a)	
	2004			a)	
Mecklenburg-Vorp.			Cs-137		Sr-90
Kernkraftwerk Greifswald	2002	8	<0,13	8	0,27
	2003	5	<0,12	5	0,20
	2004	7	<0,12 (<0,10 - <0,18)	7	0,16 (0,08 - 0,36)
Niedersachsen					
Kernkraftwerk Emsland	2002	a)		a)	
	2003	a)		a)	
	2004	1	<0,17	1	0,55
Kernkraftwerk Grohnde	2002	a)		a)	
	2003	a)		a)	
	2004	2	<0,14 (<0,12 - <0,15)	2	0,43 (0,24 - 0,61)
Kernkraftwerk Stade	2002	a)		a)	
	2003	a)		a)	
	2004	a)		a)	
Kernkraftwerk Unterweser	2002	1	<0,08	1	0,37
	2003	a)		a)	
	2004	a)		a)	
Schacht Konrad II c)	2002	4	<0,21	3	0,21
	2003	a)		a)	
	2004	a)		a)	
Nordrhein-Westfalen					
Zwischenlager Ahaus	2002	a)		a)	
	2003	a)		a)	
	2004	a)		a)	
KFA Jülich	2002	4	<0,22	4	0,14
	2003	a)		a)	
	2004	a)		a)	
			Fluor (mg/kg TM)		Uran (Bq/kg TM)
UAG Gronau	2002	18	<1,5	18	<0,30
	2003	20	<1,6	20	<0,23
	2004	18	<1,5 (<1,5 - <1,5)	18	<0,23 (<0,23 - <0,23)
Rheinland-Pfalz					
Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich	2002	a)		a)	
	2003	a)		a)	
	2004	a)		a)	

Bundesland kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg FM			
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert b) (Bereich)
Sachsen-Anhalt			Cs-137		Sr-90
Endlager Morsleben	2002	5	<0,16	1	0,06
	2003	4	<0,16	1	0,18
	2004	4	0,16 (<0,13 - <0,19)	1	0,22
Schleswig-Holstein					
GKSS	2002	1	<0,11	1	0,27
Geesthacht	2003	1	<0,10	1	0,29
	2004	1	<0,16	1	0,23
Kernkraftwerk Brunsbüttel	2002	2	<0,09	2	0,06
	2003	2	<0,09	2	0,13
	2004	2	<0,10 (<0,09 - <0,10)	2	0,13 (0,11 - 0,14)
Kernkraftwerk Krümmel	2002	2	<0,06	2	0,18
	2003	2	<0,04	1	0,21
	2004	2	<0,06 (0,03 - <0,10)	2	0,32 (0,31 - 0,33)

- a) Daten lagen nicht vor
b) Weicht die Anzahl einzelner Messungen vom angegebenen N ab, ist sie getrennt aufgeführt
c) Der Planfeststellungsbeschluss für das Endlagerprojekt Konrad liegt vor. Gegen diesen Beschluss wurden mehrere Klagen eingereicht. Die Schachanlage befindet sich bis zur gerichtlichen Entscheidung im Offenhaltungsbetrieb

Tabelle 1.5.6-3 Radioaktivität der pflanzlichen Nahrungsmittel in der näheren Umgebung kerntechnischer Anlagen: Obst
(Radioactivity of foodstuffs of vegetable origin in the vicinity of nuclear facilities: fruit)

Bundesland kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg FM			
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert b) (Bereich)
Baden-Württemberg			Cs-137		Sr-90
FZ Karlsruhe	2002	6	<0,03	2	0,15
	2003	6	<0,03	1	0,38
	2004	3	<0,05 (<0,03 - <0,07)	1	0,34
Kernkraftwerk Obrigheim	2002	5	<0,06	2	0,13
	2003	8	<0,06	2	0,05
	2004	4	<0,05 (<0,03 - <0,08)	3	0,10 (0,05 - 0,17)
Kernkraftwerk Neckarwestheim	2002	3	<0,06	a)	
	2003	5	<0,09	2	0,09
	2004	2	<0,05 (<0,04 - <0,05)	2	0,08 (0,07 - 0,09)
Kernkraftwerk Philippsburg	2002	5	<0,06	3	0,19
	2003	3	<0,09	1	0,18
	2004	5	<0,08 (<0,04 - <0,11)	1	0,02
Kernkraftwerk Beznau/Leibstadt	2002	4	<0,05		
	2003	8	<0,06		
	2004	6	<0,06 (<0,03 - <0,10)		
Kernkraftwerk Fessenheim	2002	4	<0,81	a)	
	2003	2	<0,08	2	0,22
	2004	6	<0,09 (<0,07 - <0,13)	2	0,24 (0,23 - 0,24)

Bundesland kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg FM			
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert b) (Bereich)
Bayern			Cs-137		Sr-90
Kernkraftwerk Gundremmingen	2002	1	0,38	1	0,02
	2003	a)		a)	
	2004	a)		a)	
Kernkraftwerk Grafenrheinfeld	2002	3	<0,1	3	0,05
	2003	a)		a)	
	2004	a)		a)	
Berlin					
Forschungsreaktor BERII	2002	7	<0,13	6	0,07
	2003	7	<0,11	1	0,07
	2004	4	<0,11 (<0,05 - 0,16)	1	0,05
Brandenburg					
Kernkraftwerk Rheinsberg	2002	1	<0,14	1	0,15
	2003	1	<0,16	1	0,11
	2004	a)		a)	
Hessen					
Kernkraftwerk Biblis	2002	10	<0,03	10	0,03
	2003	5	<0,03	5	0,04
	2004	a)		a)	
Mecklenburg-Vorp.					
Kernkraftwerk Greifswald	2002	15	<0,14	15	<0,13
	2003	12	<0,12	12	0,11
	2004	14	<0,15 (<0,05 - <0,40)	8	0,06 (0,006 - 0,18)
Niedersachsen					
Kernkraftwerk Emsland	2002	a)		a)	
	2003	a)		a)	
	2004	a)		a)	
Kernkraftwerk Grohnde	2002	a)		a)	
	2003	1	0,06	1	0,02
	2004	a)		a)	
Kernkraftwerk Stade	2002	2	<0,09	2	0,06
	2003	2	<0,06	2	0,05
	2004	3	<0,08 (<0,06 - <0,09)	3	<0,04 (<0,02 - 0,06)
Kernkraftwerk Unterweser	2002	1	<0,06	1	0,04
	2003	a)		a)	
	2004	a)		a)	
Schacht Konrad II c)	2002	2	<0,09	2	0,08
	2003	1	<0,08	a)	
	2004	a)		a)	
Nordrhein-Westfalen					
KFA Jülich	2002	a)		a)	
	2003	a)		a)	
	2004	1	<0,2	1	0,03

Bundesland kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg FM				
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert b) (Bereich)	
UAG Gronau	2002	a)	Fluor (mg/kgTM) <1,5	a)	Uran (Bq/kgTM) <0,23	U-238 (Bq/kgTM) <0,3(<0,3-<0,3) N=4
	2003	1		1		
	2004	a)		a)		
Rheinland-Pfalz			Cs-137		Sr-90	
Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich	2002	8	<0,03	8	0,03	
	2003	4	<0,04	4	0,03	
	2004	2	<0,04 (<0,03 - <0,04)	a)		
Sachsen						
Rosendorf	2002	a)		a)		
	2003	1	<0,09	1	0,04	
	2004	1	<0,08	1	0,02	
Sachsen-Anhalt						
EndlagerMorsleben	2002	5	<0,15	3	<0,05	
	2003	5	<0,13	2	<0,03	
	2004	3	<0,13 (<0,11 - <0,15)	2	<0,14 (0,01 - 0,27)	
Schleswig-Holstein						
Kernkraftwerk Krümmel	2002	a)	a)	a)		
	2003	2	<0,03	2	0,06	
	2004	2	<0,03 (<0,02 - <0,05)	2	0,05 (0,04 - 0,06)	

- a) Daten lagen nicht vor
b) Weicht die Anzahl einzelner Messungen vom angegebenen N ab, ist sie getrennt aufgeführt
c) Der Planfeststellungsbeschluss für das Endlagerprojekt Konrad liegt vor. Gegen diesen Beschluss wurden mehrere Klagen eingereicht. Die Schachanlage befindet sich bis zur gerichtlichen Entscheidung im Offenhaltungsbetrieb

Tabelle 1.5.6-4 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)

Bundesland Kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg FM			
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
Baden-Württemberg			Cs-137		Sr-90
FZ Karlsruhe	2002	4	<0,05	1	0,01
	2003	3	<0,04	2	0,04
	2004	2	<0,03 (0,03 - <0,04)	2	0,02 (0,02 - 0,02)
Kernkraftwerk Obrigheim	2002	2	<0,06	2	0,04
	2003	2	<0,08	2	0,05
	2004	a)		a)	
Kernkraftwerk Neckarwestheim	2002	3	<0,06	3	0,03
	2003	3	<0,06	3	0,05
	2004	a)		a)	
Kernkraftwerk Philippsburg	2002	1	<0,03	1	0,03
	2003	1	<0,09	1	0,03
	2004	2	<0,04 (<0,03 - <0,06)	1	0,02

Bundesland Kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg FM			
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
			Cs-137		Sr-90
Kernkraftwerk Beznau/Leibstadt Schweiz	2002 2003 2004	4 4 2	<0,06 <0,06 <0,05 (<0,05 - <0,05)	4 4 2	0,04 0,04 0,03 (0,02 - 0,04)
Kernkraftwerk Fessenheim Frankreich	2002 2003 2004	2 3 2	<0,10 <0,08 <0,09 (<0,08 - <0,09)	2 2 2	0,05 0,03 0,02 (0,009 - 0,02)
Bayern					
Kernkraftwerk Gundremmingen	2002 2003 2004	a) a) a)		a) a) a)	
Berlin					
Forschungsreaktor BERII	2002 2003 2004	1 1 2	0,19 0,17 <0,20 (<0,11 - 0,28)	a) a) a)	
Brandenburg					
Kernkraftwerk Rheinsberg	2002 2003 2004	a) 1 a)	<0,14	a) 1 a)	0,02
Hessen					
Kernkraftwerk Biblis	2002 2003 2004	2 4 a)	<0,05 <0,07	2 4 a)	0,04 0,03
Mecklenburg-Vorp.					
Kernkraftwerk Greifswald	2002 2003 2004	2 1 1	<0,07 <0,07 <0,08	2 1 a)	0,02 0,01
Niedersachsen					
Kernkraftwerk Grohnde	2002 2003 2004	1 1 1	0,05 0,07 0,07	1 1 1	0,05 0,03 0,06
Kernkraftwerk Unterweser	2002 2003 2004	a) 1 1	a) 0,24 0,21	a) 1 1	
Kernkraftwerk Stade	2002 2003 2004	1 1 1	<0,14 <0,09 0,09	1 1 1	0,06 0,03 0,04
Kernkraftwerk Emsland	2002 2003 2004	1 a) a)	0,2	1 a) a)	0,03

Bundesland Kerntechnische Anlage	Jahr	Aktivität in Bq/kg FM			
		N	Mittelwert (Bereich)	N	Mittelwert (Bereich)
Nordrhein-Westfalen			Cs137		Sr-90
KFA Jülich	2002	a)		a)	
	2003	1	<0,12	1	0,02
	2004	a)		a)	
Rheinland-Pfalz					
Kernkraftwerk	2002	1	<0,04	1	0,03
Mülheim-Kärlich	2003	4	<0,05	4	0,06
	2004	1	<0,03	a)	

a) Daten lagen nicht vor