Radioaktivität und  
Strahlenschutz 11

# Überwachung der baden- württembergischen Umgebung kerntechnischer Anlagen auf Radioaktivität

 Jahresbericht 2005

Baden-Württemberg



# Überwachung der baden- württembergischen Umgebung kerntechnischer Anlagen auf Radioaktivität

 Jahresbericht 2005

<b>HERAUSGEBER</b>	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg 76231 Karlsruhe • Postfach 100163 <a href="http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de">www.lubw.baden-wuerttemberg.de</a>
<b>BEARBEITUNG</b>	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Abteilung 3 – Technischer Arbeits- und Umweltschutz; VIVA IDEA, 70178 Stuttgart (Satz)
<b>REDAKTION</b>	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Abteilung 3 – Technischer Arbeits- und Umweltschutz Referat „Radioaktivität, Strahlenschutz“
<b>BEZUG</b>	Verlagsauslieferung der LUBW bei JVA Mannheim-Druckerei Herzogenriedstr. 111, 68169 Mannheim Telefax: 06 21 / 39 8-3 70
<b>ISSN</b>	1436-2783 (Bd. 11, 2006)
<b>STAND</b>	Juni 2006, 1. Auflage
<b>DRUCK</b>	Grube & Speck, 76137 Karlsruhe gedruckt auf Recyclingpapier
<b>BILDNACHWEIS</b>	Luftbild Brugger GmbH, Stuttgart

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	4
<b>I EINLEITUNG</b>	6
<b>II MASSNAHMEN UND MESSPROGRAMME FÜR DEN BESTIMMUNGSGEMÄSSEN BETRIEB UND MASSNAHMEN ZUR ÜBERWACHUNG DER UMGEBUNG IM STÖRFALL/UNFALL</b>	8
<b>III DURCHFÜHRUNG VON PROBENAHMEN UND MESSUNGEN</b>	23
<b>IV ZUSAMMENFASSENDE DARSTELLUNG UND BEWERTUNG DER MESSERGESBNISSE</b>	27
<b>V EINZELMESSERGESBNISSE BEI DEN ÜBERWACHTEN ANLAGEN</b>	44
1. Forschungszentrum Karlsruhe	44
2. Kernkraftwerk Obrigheim	66
3. Gemeinschaftskernkraftwerk Neckarwestheim	89
4. Kernkraftwerk Philippsburg	112
5. Kernkraftwerke Beznau und Leibstadt	132
6. Forschungsreaktor TRIGA, Heidelberg	164
7. Kernkraftwerk Fessenheim	171
<b>VI INTERIMSLAGER: MESSPROGRAMME, ERGESBNISSE UND BEWERTUNG</b>	208
<b>VII AUSBREITUNGSVERHÄLTNISSE</b>	214
<b>VIII ÜBERSICHTSKARTEN DER MESS- UND PROBENAHMEORTE</b>	217
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>	238
<b>VERÖFFENTLICHUNGEN DER REIHE RADIOAKTIVITÄT UND STRAHLENSCHUTZ</b>	239

# Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Radioaktivitätsüberwachung aus der Umgebung von kerntechnischen Anlagen durch die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW) für das Jahr 2005 dargestellt. Im Einzelnen sind dies innerhalb der Landesgrenzen von Baden-Württemberg das Forschungszentrum Karlsruhe, die Kernkraftwerke Obrigheim, Neckarwestheim und Philippsburg sowie der Forschungsreaktor TRIGA Heidelberg. Nahe der Grenze liegen die schweizerischen Kernkraftwerke Beznau/Leibstadt sowie das Forschungszentrum „Paul-Scherrer-Institut“ bei Villigen und das französische Kernkraftwerk Fessenheim. Die Überwachung umfasst die Messung der Gamma-Ortsdosis, der Aerosole und des Niederschlags in der Umgebung, des weiteren werden Boden, Bewuchs, pflanzliche Nahrungsmittel, Milch und Milchprodukte, Oberflächenwasser, Sedimente, Fische und Trinkwasser untersucht. Je nach Medium werden die Proben ganzjährig oder saisonabhängig eingeholt. Besonderheiten von Regionen, wie z. B. Weinbau, werden dabei berücksichtigt.

In den Messergebnissen spiegeln sich nur noch schwach die langlebigen Nuklide der früheren oberirdischen Kernwaffenversuche und des Reaktorunfalles von Tschernobyl wieder. Auch Spuren von genehmigten Ableitungen aus dem Betrieb der Anlagen waren in Einzelfällen, vor allem im aquatischen Bereich nachweisbar. Die Werte liegen in unbedenklichen Bereichen und sind für die Strahlenbelastung der Bevölkerung bedeutungslos. Hinweise auf höhere als die zur Ableitung genehmigten Aktivitäten wurden nicht festgestellt.

Seit dem Jahr 2002 hinzugekommen ist die Überwachung von Interimslagern, die auf dem Gelände der Kernkraftwerke Philippsburg und Neckarwestheim zur Lagerung von abgebrannten Brennelementen benötigt werden. Auch diese Programme sowie die Ergebnisse sind diesem Bericht enthalten. Die Messwerte der Gammaortsdosis und der Neutronendosis liegen unter oder nur wenig über der Nachweisgrenze.



# I Einleitung

Zur Ermittlung und Überwachung der Immissionen, die durch den Betrieb kerntechnischer Anlagen in deren Umgebung auftreten können, werden Radioaktivitätsmessungen an Umweltproben vorgenommen und an verschiedenen Orten die Gammadosisleistung und die auf dem Boden abgelagerte Radioaktivität gemessen. Sowohl für den bestimmungsgemäßen Betrieb als auch bei störfallbedingten Aktivitätsfreisetzungen sind Überwachungsmaßnahmen sowohl vom Betreiber einer kerntechnischen Anlage als auch von einer unabhängigen Messstelle vorzunehmen.

Insgesamt sollen die Messungen eine Beurteilung der Strahlenexposition ermöglichen, die infolge von Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Abluft und Abwasser aus kerntechnischen Anlagen beim Menschen auftreten kann. Deshalb werden folgende Messgrößen ermittelt:

- Direktstrahlung (bzw. Ortsdosis und Ortsdosisleistung)
- Radioaktivitätsgehalte in Luft, Niederschlägen, Oberflächen- und Grundwässern
- Radioaktivitätsgehalte in Nahrungsketten (auf dem Land und in Gewässern).

Die Messungen dienen v. a. zur Erfüllung der in §§ 46, 47, 48 und 51 der Strahlenschutzverordnung\* genannten Vorschriften und orientieren sich an den Vorgaben der vom Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit erlassenen „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen“ (REI)\*\* sowie an Festlegungen der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde. Die REI behandelt in Anhang A u. a. die Umgebungsüberwachung bei inländischen Kernkraftwerken sowie in Anhang C Teil C1 die von Zwischen- bzw. Interimslagern. Für Überwachungsmaßnahmen bei sonstigen kerntechnischen Anlagen gemäß Anhang D (Forschungseinrichtungen, Prototypanlagen u. ä.) gilt Anhang A unter Anwendung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes sinngemäß.

Die rechtlichen Grundlagen für die von der LUBW vorgenommenen Überwachungsmaßnahmen bilden:

- bei kerntechnischen Anlagen in Baden-Württemberg: Anordnungen der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde vom Dezember 1993 sowie daraufhin ergangene Aufträge der Kernkraftwerksbetreiber und Forschungseinrichtungen
- bei Anlagen im grenznahen Ausland: Erlasse der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde (in Baden-Württemberg: Umweltministerium (UM))\*\*\*

In den aus diesen rechtlichen Grundlagen abgeleiteten Aufträgen und Anordnungen ist ausnahmslos die LUBW als diejenige unabhängige Messstelle benannt, die auf baden-württembergischem Gebiet – unabhängig vom Messprogramm des Betreibers – die entsprechenden Überwachungsmaßnahmen durchzuführen hat. Es sind dies:

- beim Forschungszentrum Karlsruhe (FZK): Anordnung des Umweltministeriums vom 30.12.1993, Az.: 52-4632.31, Ziff. 1.2 sowie das Schreiben der FZK GmbH vom 21.1.2000 (Programmänderung)
- beim Kernkraftwerk Obrigheim (KWO): Anordnung des Umweltministeriums vom 28.12.1993, Az.: 52-4632.31, Ziff. 1.3 sowie der Auftrag der KWO GmbH vom 24.5.1994 und 27.6.1994, Az.: 007/45019750
- beim Gemeinschaftskernkraftwerk Neckar (GKN I, GKN II): Anordnung des Umweltministeriums vom 28.12.1993, Az.: 52-4632.31, Ziff. 1.3 sowie der Auftrag der EnBW Kernkraft GmbH KKW Neckarwestheim (GKN) vom 3.2.2005
- beim Kernkraftwerk Philippsburg (KKP I und KKP II): Anordnung des Umweltministeriums vom 28.12.1993, Az.: 52-4632.31, Ziff. 1.3 sowie der Auftrag der EnBW Kraftwerke GmbH vom 30.12.2004
- beim Forschungsreaktor TRIGA in Heidelberg (TRIGA HD): Anordnung des Umweltministeriums vom Dezember 1993

\* Verordnung für die Umsetzung von Euratom-Richtlinien zum Strahlenschutz vom 20.7.2001, BGBl, S. 1714

\*\* Gemeinsames Ministerialblatt Nr. 29 vom 19.08.1993, S. 501 (gültig bis 31.12.2005); ab 1.1.2006: Gemeinsames Ministerialblatt Nr. 14-17 vom 23.3.2006, S. 253 – S. 336;

\*\*\* Das UM Baden-Württemberg wurde gebeten, die Überwachung des deutschen Staatsgebietes in Bundesauftragsverwaltung durchzuführen und dabei die gleichen Rechtsgrundlagen wie bei der Überwachung inländischer Anlagen zugrunde zu legen.

sowie der Auftrag des Deutschen Krebsforschungszentrums Heidelberg vom 12.01.1996

Bei den ausländischen Anlagen der Nord-Schweiz:

- **Kernkraftwerk Leibstadt (KKL):** Erlass des seinerzeit zuständigen Ministeriums für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung vom 09.07.1979, Az.: III/6-3450.1/A/79; Erlass des Umweltministeriums vom 10.10.1989, Az.: 52-(KKL); Erlass des Umweltministeriums vom 01.03.1993, Az.: 52-4632.31
- **Kernkraftwerk Beznau (KKB I und KKB II):** Erlass des seinerzeit zuständigen Ministeriums für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung vom 09.07.1979, Az.: III/6-3450.1/A/79; Erlass des seinerzeit zuständigen Ministeriums für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung vom 10.10.1980, Az.: VII/5-3412.15/80
- **Paul-Scherrer-Institut (PSI):** Erlass des seinerzeit zuständigen Ministeriums für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung vom 09.07.1979, Az.: III/6-3450.1/A/79; Erlass des seinerzeit zuständigen Ministeriums für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung vom 10.10.1980, Az.: VII/5-3412.15/80
- **Kernkraftwerk Fessenheim (FSH I, FSH II):** Erlass des seinerzeit zuständigen Ministeriums für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung vom 29.11.1978, Az.: III/5-3450.2/A/78; Erlass des Umweltministeriums vom 10.10.1989, Az.: 52-(KKL)

Die im Berichtsjahr programmgemäß vorzunehmenden Maßnahmen sind in Kapitel II und VI dieses Berichtes zusammengestellt, die Vorgehensweise bei Probenentnahme und Messungen in Kapitel III und IV.

Im Berichtsteil Kapitel V „Einzelmessergebnisse“ sind für jedes überwachte Gebiet die einzelnen Messergebnisse, nach Umweltmedien und Probenentnahmeorten geordnet, aufgeführt. Aus technischen Gründen werden gelegentlich auch noch Ergebnisse von im Dezember 2004 und im Januar 2006 entnommenen Proben mitgeteilt. Messergebnisse aus der Überwachung der Interimslager werden im Kapitel VI mitgeteilt.

Zur Bereithaltung von Mess- und Auswertverfahren, die im Stör- oder Unfall angewandt werden müssen, werden regelmäßig bestimmte Maßnahmen nach dem eigens hierzu aufgestellten Störfallmessprogramm (s. Messprogramme) trainiert. Die Mess- und Probenentnahmeorte sind mit wenigen Ausnahmen mit denjenigen des Katastrophenschutzes abgestimmt. Zwar sind die dort im Verlauf des Berichtsjahres vorgenommenen Maßnahmen zu dokumentieren, jedoch wird in den zusammenfassenden Jahresberichten nicht über die bei diesen Übungen gewonnenen Ergebnisse berichtet, da sie für die Umgebungsüberwachung des

bestimmungsgemäßen Betriebes ohne Belang sind. Messergebnisse aufgrund von angeordneten, außerplanmäßigen Sondermessungen werden in getrennten Einzelberichten unverzüglich nach der Messung an die Aufsichtsbehörde übermittelt.

Die Betreiber führen ebenfalls – allerdings nach eigenen Programmen – Messungen der Radioaktivität und der Ortsdosisleistung durch. Ihre Ergebnisse teilen sie getrennt in eigenen detaillierten Berichten mit.

Folgende Medien werden behandelt:

#### ■ LUFT, NIEDERSCHLÄGE, STRAHLUNG

- 1.1 Gamma-Strahlung (integrierende Ortsdosimeter)
- 1.2 Aerosole
- 1.3 Gamma-Strahlung (Ortsdosisleistung)
- 1.4 Neutronen-Strahlung (Halbjahresdosis)
2. Niederschlag

#### ■ NAHRUNGSKETTEN AUF DEM LAND

3. Boden/Bodenoberfläche
4. Futtermittel (Gras)
5. Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft sowie sonstige Nahrungsmittel einschließlich Wein
6. Kuhmilch

#### ■ WASSER UND NAHRUNGSKETTEN IM WASSER:

- 7.1 Oberflächenwasser
- 7.2 Sediment (ggf. Wasserpflanzen)
8. Fischfleisch
9. Trinkwasser
10. besondere Medien (Tabak, Wein)

Über die Messergebnisse bei diesen Umweltmedien wird quartalsweise auf elektronischem Weg an das UM berichtet. Der vorliegende Jahresbericht stellt eine geschlossene Zusammenfassung der Quartalsberichte dar und berücksichtigt weitestgehend die Empfehlungen des Fachverbandes für Strahlenschutz zur Berichterstattung von Immissionsmessergebnissen bei kerntechnischen Anlagen. Lagen Messergebnisse unterhalb der messtechnischen Erkennungsgrenze, wird die Nachweisgrenze nach DIN 25482 angegeben. Dabei wird durchgängig eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,14 % zugrundegelegt, was einem Vertrauensniveau von 99,7 % (d. h.  $k_{1-\alpha}=3$ ) entspricht. Eine Zusammenstellung verfahrensbedingter Nachweisgrenzen wird für übliche Probengrößen in Kapitel III gegeben.

Die in der Nähe der Landesgrenzen in anderen Bundesländern gelegenen Kernkraftwerke Gundremmingen und Biblis werden von den dort zuständigen Aufsichtsbehörden überwacht.

# II Maßnahmen und Messprogramme der LUBW

## ZUR ÜBERWACHUNG DER UMGEBUNG KERntechnischer ANLAGEN BEI BESTIMMUNGSGEMÄSSEM BETRIEB UND MASSNAHMEN FÜR DEN STÖRFALL/UNFALL

Im Folgenden werden, nach Standorten untergliedert, die programmgemäß innerhalb eines Jahres durchzuführenden Maßnahmen zur Überwachung der Umgebung der jeweiligen kerntechnischen Anlage(n) im bestimmungsgemäßen Betrieb im Detail sowie die im Hinblick auf Störfälle erforderlichen Maßnahmen in allgemeiner Form genannt.

Die Übersichtskarte im Kapitel VIII vermittelt einen Überblick über die Gebiete in Baden-Württemberg, in denen eine anlagenbezogene radiologische Umgebungsüberwachung durchgeführt wird. Sie enthält darüber hinausgehend auch Informationen über die Kernreaktor-Fernüberwachung (KFÜ) sowie über Messstationen der LUBW im Rahmen der allgemeinen Umweltüberwachung nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz, der speziellen Überwachung grenznaher ausländischer Kernanlagen sowie weiterer spezieller Luftüberwachungsmaßnahmen durch Institutionen des Bundes.

Die daran anschließenden Detailkarten zeigen für jedes Überwachungsgebiet die Verteilung der Probenentnahme- und Messorte der radiologischen Umgebungsüberwachung für den bestimmungsgemäßen Betrieb.

Der besseren Übersicht wegen sind die Auslegungsorte der Ortsdosimeter in getrennten Karten aufgenommen worden.

Darüber hinaus sind im Kapitel VIII auch Übersichtskarten für Messorte, die im Störfall/Unfall beprobt werden, enthalten.

Im Mai 2005 wurde das Kernkraftwerk Obrigheim entsprechend dem so genannten Ausstiegsvertrag abgeschaltet. Die programmgemäßen Messungen wurden dennoch vollständig im Berichtszeitraum fortgeführt, da der Kernbrennstoff noch vorhanden ist. Anders verhält es sich beim ehemaligen Forschungsreaktor TRIGA in Heidelberg. Nachdem dessen Kernbrennstoff vollständig abtransportiert worden war, wurden die Störfalltrainingsmessungen eingestellt, die Maßnahmen nach dem Programm für den bestimmungsgemäßen Betrieb jedoch weitergeführt. Diese Maßnahmen fallen unter den so genannten Restbetrieb, wo die Anlage sicher eingeschlossen oder abgebaut wird.

Programm- punkt nach Tabelle D2	überwachtes Medium bzw. Strahlenart	Messgröße*	Probenahme- bzw. Messort	Art und Häufigkeit der Probenahmen und der Messungen	Bemerkungen
Luft, Niederschlag, Strahlung					
1.1	Gamma-Strahlung	Gamma- Ortsdosis	44 Messorte mit redundanten Festkörper- dosimetern, davon 22 am Zaun des FZK, 22 in der Umgebung des FZK	jährliche Auswertung	
1.2	Aerosole	γ	Eggenstein-Leopoldshafen; FZK-Messsta- tion Südwest und Linkenheim-Hochstetten; FZK-Messstation Nordost; FZK-Messstation Forsthaus	vierteljährliches Ausmessen von Teilen aller Einzelfilter	
2	Niederschlag	a) γ b) H-3	Eggenstein-Leopoldshafen; FZK-Messsta- tion Südwest; FZK, nordöstlich Tritiumlabor; FZK, südwestlich Tritiumlabor; Linkenheim- Hochstetten, FZK-Messstation Forsthaus	ständige Sammlung bei Mess- stationen; monatliche Messung, beim Tritiumlabor: vierteljährlich	bei Tritiumlabor: nur H-3; Proben aus Niederschlags- sammlern des FZK
Nahrungsketten auf dem Land					
3	Boden	a) γ b) Pu	Stutensee-Friedrichstal; Eggenstein; Karlsruhe-Durlach (Referenzort)	2 x jährlich; für b): entfällt beim Referenzort	
4	Futtermittel (Gras)	a) γ b) Pu	Stutensee-Friedrichstal; Eggenstein, Karlsruhe-Durlach (Referenzort)	2 x jährlich vor 1. und 2. Heuernte; für b): entfällt beim Referenzort	
5	Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft	a) γ b) Sr-90	Bereich Stutensee-Friedrichstal; Stutensee- Staffort und Eggenstein-Leopoldshafen, sowie Karlsruhe-Durlach (Referenzort)	bis zu 18 Proben/a für b): an bis zu einem Drittel der Nahrungsmittelproben	vorwiegend Gemüse, Obst und Getreide
6	Kuhmilch	a) γ b) Sr-90	Stutensee-Friedrichstal oder Stutensee- Staffort und Stutensee-Spöck	je 2 Stichproben während der Grünfütterzeit	
Wasser und Nahrungsketten in Wasser					
7.1	Oberflächen- wasser	a) γ b) H-3	eine Probenahmestelle im Hirschkanal nach Sandfang VI und Baggerseen (wechselnd)	kontinuierliche Probenahme für a): vierteljährliche Messung, für b): monatliche Messung für b) Stichprobe	
7.2	Sediment	γ	eine Probenahmestelle im Hirschkanal nach Sandfang VI	vierteljährlich	
8	Fischfleisch	γ	Einleitungsstelle Rhein km 373,74	halbjährlich	Fischart variabel
9	Trinkwasser	a) γ b) Sr c) H-3	Linkenheim-Hochstetten: Rathaus; Brunnen des Reiterhofs beim Forsthaus; Brunnen Sportplatz FV Linkenheim; bei Einzelent- nehmern im Gebiet bis Rheinsheim	zu a) und c): vierteljährlich zu b): jährlich Stichproben	im Gebiet Rheinsheim: nur Stichproben auf H-3

\* H-3: Tritium-Aktivitätskonzentration; Pu: Plutonium-Aktivitätskonzentration; Sr-90: Strontium-90-Aktivitätskonzentration  
I-131: Iod-131-Aktivitätskonzentration; γ: Gammaskopmetrische Bestimmung der Einzelradionuklidaktivität

Programm- punkt nach Tabelle D2	überwachtes Medium bzw. Strahlenart	Messgröße*	Probenahme- bzw. Messort	Art und Häufigkeit der Probenahmen und der Messungen	Bemerkungen
Luft, Niederschlag, Strahlung					
1.1	Gamma-Strahlung	Gamma- Ortsdosis	30 Messorte mit redundanten Festkörperdosimetern, davon 12 am Zaun des KWO, 18 in der Umgebung des KWO	jährliche Auswertung	
1.2	Aerosole	$\gamma$	KWO-Messstation beim Messmast (in Obrigheim) und Mörtelstein	kontinuierliche Probenahme, vierteljährliches Ausmessen von Teilen aller Einzelfilter	
1.3	Gamma-Strahlung	Gamma- Ortsdosis- leistung	Messstationen aus der KFÜ	kontinuierliche Messung und Überwachung	
2	Niederschlag	$\gamma$	KWO-Messstation beim Messmast (in Obrigheim) und Binau	ständige Sammlung durch Be- treiber, monatliche Messung	
Nahrungsketten auf dem Land					
3	Boden	$\gamma$	Obrigheim; Sinsheim (Referenzort)	je 2 Stichproben pro Jahr	
4	Futtermittel (Gras)	$\gamma$	Obrigheim; Sinsheim (Referenzort)	je 2 Stichproben pro Jahr, vor 1. und 2. Heuernte	
5	Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft	a) $\gamma$ b) Sr-90 c) H-3	aus dem Bereich Obrigheim und Binau sowie aus Eschelbronn (Referenzort)	mehrere Proben über das Jahr ver- teilt, je nach Erntezeit; für b): an etwa der Hälfte der Nahrungsmit- telproben; für c): H-3 nur bei Wein	vorzugsweise Ge- müse, Obst, Getreide, Kartoffeln, Wein (jahr- gangsreine Probe)
6	Kuhmilch	a) $\gamma$ b) Sr-90 c) I-131	Obrigheim, Sammelmilch aus dem Gebiet Obrigheim	für a) und b): 2 Stichproben während der Grünfütterzeit; für c): monatlich während der Grünfütterzeit	
Wasser und Nahrungsketten in Wasser					
7.1	Oberflächen- wasser	a) $\gamma$ b) H-3	je eine Probenahmestelle im Einlaufbauwerk des KWO und Auslaufbauwerk des KWO	kontinuierliche Probenahme, vierteljährliche Auswertung eines aliquoten Anteils der entnommenen Wasserproben	
7.2	Sediment	$\gamma$	bei Neckarbrücke Obrigheim, oberhalb KWO; Neckar, unterhalb KWO; Schleuse Neckargerach-Guttenbach, unterhalb KWO	halbjährlich	
8	Fischfleisch	$\gamma$	Neckar bei Obrigheim und Neckargerach	halbjährlich	Fischart variabel
9	Trinkwasser	a) $\gamma$ b) Sr-90 c) H-3	Tiefbrunnen Mörtelstein	kontinuierliche Probenahme; für a) und c): vierteljährliche Messungen; für b): halbjährliche Messungen	

\* H-3: Tritiumaktivitätskonzentration; Pu: Plutoniumaktivitätskonzentration; Sr-90: Strontium-90 Aktivitätskonzentration;  
I-131: Iod 131 Aktivitätskonzentration;  $\gamma$ : Gammaspktrometrische Bestimmung der Einzelradionuklidaktivität

Programm- punkt nach Tabelle D2	überwachtes Medium bzw. Strahlenart	Messgröße*	Probenahme- bzw. Messort	Art und Häufigkeit der Probenahmen und der Messungen	Bemerkungen
Luft, Niederschlag, Strahlung					
1.1	Gamma-Strahlung	Gamma-Ortsdosis	30 Messorte mit redundanten Festkörperdosimetern, davon 12 am Zaun des GKN, 18 in der Umgebung des GKN	jährliche Auswertung	
1.2	Aerosole	$\gamma$	GKN-Messstation bei Neckarwestheim und GKN-Zaun	kontinuierliche Probenahme, vierteljährliches Ausmessen von Teilen aller Einzelfilter	
1.3	Gamma-Strahlung	Gamma-Ortsdosisleistung	Messstationen aus der KFÜ	kontinuierliche Messung und Überwachung	
2	Niederschlag	$\gamma$	GKN-Messstation bei Neckarwestheim und Kirchheim	ständige Sammlung durch Betreiber, monatliche Messung	
Nahrungsketten auf dem Land					
3	Boden	$\gamma$	Neckarwestheim; Brackenheim; Hausen a. d. Zaber (Referenzort)	je 2 Stichproben pro Jahr	
4	Futtermittel (Gras)	$\gamma$	Neckarwestheim; Brackenheim; Hausen a. d. Zaber (Referenzort)	je 2 Stichproben pro Jahr, vor der 1. und 2. Heuernte	
5	Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft	a) $\gamma$ b) Sr-90 c) H-3	Bereich: Neckarwestheim; Ilsfeld; Talheim; Brackenheim; Hausen a. d. Zaber (Referenzort)	mehrere Proben über das Jahr verteilt, je nach Erntezeit; für b): an etwa der Hälfte der Nahrungsmittelproben; für c): H-3 nur bei Wein	vorzugsweise Salat, Getreide, Obst, Kartoffeln, Wein (jahrgangstreue Probe)
6	Kuhmilch	a) $\gamma$ b) Sr-90 c) I-131	Neckarwestheim-Pfahlhof; Milchzentrale Heilbronn	für a) und b): je 2 Stichproben während der Grünfütterzeit; für c): monatlich während der Grünfütterzeit	
Wasser und Nahrungsketten in Wasser					
7.1	Oberflächenwasser	a) $\gamma$ b) H-3	je eine Probenahmestelle im Einlaufbauwerk des GKN und Auslaufbauwerk des GKN	kontinuierliche Probenahme, vierteljährliche Auswertung eines aliquoten Anteils der entnommenen Wasserproben	Probe aus Auslaufbauwerk zusammengesetzt aus mengenproportionaler Mischung von Teilproben aus den Teilsträngen VC30, QUP30, QUP 40
7.2	Sediment	$\gamma$	Kirchheim, Neckar oberhalb des GKN; Neckarwestheim, Neckar unterhalb des GKN; Lauffen, Neckar unterhalb des GKN	halbjährlich	
8	Fischfleisch	$\gamma$	Neckar bei Neckarwestheim	halbjährlich	Fischart variabel
9	Trinkwasser	a) $\gamma$ b) Sr-90 c) H-3	Neckarwestheim, Tiefbrunnen „In der Au“	kontinuierliche Probenahme; für a) und c): vierteljährliche Messung; für b): halbjährliche Messung	

\* H-3: Tritiumaktivitätskonzentration; Pu: Plutoniumaktivitätskonzentration; Sr-90: Strontium-90 Aktivitätskonzentration; I-131: Iod 131 Aktivitätskonzentration;  $\gamma$ : Gammaskopimetrische Bestimmung der Einzelradionuklidaktivität

Programm- punkt nach Tabelle D2	überwachtes Medium bzw. Strahlenart	Messgröße*	Probenahme- bzw. Messort	Art und Häufigkeit der Probenahmen und der Messungen	Bemerkungen
Luft, Niederschlag, Strahlung					
1.1	Gamma-Strahlung	Gamma- Ortsdosis	24 Messorte mit redundanten Festkörper- dosimetern, davon 12 am Zaun des KKP, 12 in der Umgebung des KKP	jährliche Auswertung	
1.2	Aerosole	$\gamma$	Philippsburg, KKP-Messstation Rhein- schanzinsel; Rheinsheim, KKP-Messstation	vierteljährliches Ausmessen von Teilen aller Einzelfilter	
1.3	Gamma-Strahlung	Gamma- Ortsdosis	Messstationen aus der KFÜ	kontinuierliche Messung und Überwachung	
2	Niederschlag	$\gamma$	Philippsburg KKP-Messstation Rheinschanzinsel	ständige Sammlung durch Betreiber, monatliche Messung	
Nahrungsketten auf dem Land					
3	Boden	$\gamma$	Philippsburg, Rheinschanzinsel; St. Leon (Referenzort)	2 Stichproben/Jahr	
4	Futtermittel (Gras)	$\gamma$	Philippsburg, Rheinschanzinsel St. Leon (Referenzort)	2 Stichproben/Jahr vor 1. und 2. Heuernte	
5	Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft	a) $\gamma$ b) Sr-90	Bereich: Rheinschanzinsel; Rheinhausen/Oberhausen; Philippsburg/Rheinsheim; St. Leon (Referenzort)	mehrere Proben über das Jahr verteilt, je nach Erntezeit; für b): an etwa der Hälfte der Nahrungsmittelproben	vorzugsweise Gemüse, Obst, Ge- treide und Sonder- kulturen wie Tabak
6	Kuhmilch	a) $\gamma$ b) Sr-90 c) I-131	Waghäusel-Kirrlach	für a) und b): 2 Stichproben während der Grünfütterzeit für c): monatlich während der Grünfütterzeit	
Wasser und Nahrungsketten in Wasser					
7.1	Oberflächen- wasser	a) $\gamma$ b) H-3	Philippsburg; je 1 Probenahmestelle aus dem: Einlaufbauwerk des KKP; Auslauf Block I des KKP; Auslauf Block II des KKP	kontinuierliche Probenahme, a) vierteljährliche Auswertung b) monatliche Auswertung	
7.2	Sediment	$\gamma$	Philippsburg, Einlaufbauwerk des KKP; Auslaufbauwerk des KKP; Karlsruhe, LUBW-Messstation, Rhein-km 359	kontinuierliche Probenahme, vierteljährliche Auswertung	
8	Fischfleisch	$\gamma$	Rhein/Altrhein bei Philippsburg	halbjährlich	Fischart variabel
9	Trinkwasser	entfällt, da öf- fentliche Was- serversorgung nicht in Was- serabstrom- richtung liegt			

\* H-3: Tritiumaktivitätskonzentration; Pu: Plutoniumaktivitätskonzentration; Sr-90: Strontium-90 Aktivitätskonzentration;  
I-131: Iod 131 Aktivitätskonzentration;  $\gamma$ : Gammaspектrometrische Bestimmung der Einzelradionuklidaktivität

Programm- punkt nach Tabelle D2	überwachtes Medium bzw. Strahlenart	Messgröße*	Probenahme- bzw. Messort	Art und Häufigkeit der Probenahmen und der Messungen	Bemerkungen
Luft, Niederschlag, Strahlung					
1.1	Gamma-Strahlung	Gamma- Ortsdosis	20 Messorte mit redundanten Festkörperdosimetern in der deutschen Umgebung von Leibstadt	jährliche Auswertung	
1.2	Aerosole	$\gamma$	Dogern, LUBW-Messstation; Waldshut, LUBW-Messstation; Albbruck Bauhof	kontinuierliche Probenahme; bei Dogern: ständige Messung; bei Waldshut, Dogern, Albbruck: monatliche Auswertung von 14-tägigen Aerosolfiltern	
1.3	Gamma-Strahlung	Gamma-Orts- dosisleistung	Dogern, LUBW-Messstation; Waldshut, LUBW- Messstation; Messstationen aus der KFÜ	kontinuierliche Messung und Überwachung	
2	Niederschlag	a) $\gamma$ b) H-3	Dogern, LUBW-Messstation	ständige Sammlung, monatliche Messung	
Nahrungsketten auf dem Land					
3	Boden	$\gamma$	Albbruck; Dogern; Eschbach; Kadelburg (Referenzort)	je 2 Stichproben ungepflügter Kulturboden	
4	Futtermittel (Gras)	$\gamma$	Albbruck; Dogern; Eschbach; Kadelburg (Referenzort)	je 2 Stichproben/Jahr vor 1. und 2. Heuernte	
5	Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft	a) $\gamma$ b) Sr-90	Albbruck; Dogern; mehrere Proben übers Jahr verteilt, Leibstadt (CH); je nach Erntezeit; für b): an ca. der Kadelburg (Referenzort) Hälfte der Nahrungsmittelproben; bei Dogern u. Leibstadt 1 Vergleichs- messung/Jahr mit schweizerischer Messstelle		vorzugsweise Gemüse, Obst, Getreide und Kartoffeln
6	Kuhmilch	a) $\gamma$ b) Sr-90 c) I-131	Albbruck; für a) und b): je 2 Stichproben wä- Dogern; rend Grünfütterzeit; für c): monat- Leibstadt (CH) lich während Grünfütterzeit, bei Do- gern u. Leibstadt 1 Vergleichsmes- sung/Jahr mit schweizer. Messstelle		
Wasser und Nahrungsketten in Wasser					
7.1	Oberflächen- wasser	a) $\gamma$ b) H-3	Reckingen, Rhein, Staustufe Reckingen; Leibstadt (CH), Rhein vor KKL, linkes Ufer; Laufenburg (CH), Rhein nach KKL, linkes Ufer	kontinuierliche Probenahme, vierteljährliche Auswertung	
7.2	Sediment	$\gamma$	Rhein bei: Waldshut-West, oberhalb KKL; Kadelburg, oberhalb KKL; Murg, unterhalb KKL	halbjährlich Stichproben	
8	Fischfleisch	$\gamma$	Rhein bei Albbruck	halbjährlich	
9	Trinkwasser	a) $\gamma$ b) Sr-90 c) H-3	Albbruck Tiefbrunnen; Dogern Tiefbrunnen; Laufenburg (D) Tiefbrunnen	für a): vierteljährlich; für b): halb- jährlich an der Hälfte der Proben; für c): vierteljährlich bei Dogern	

\* H-3: Tritiumaktivitätskonzentration; Pu: Plutoniumaktivitätskonzentration; Sr-90: Strontium-90 Aktivitätskonzentration;  
I-131: Iod 131 Aktivitätskonzentration;  $\gamma$ : Gammaskopimetrische Bestimmung der Einzelradionuklidaktivität

Maßnahmen zur Überwachung der Umgebung des DKFZ durch die LUBW im bestimmungsgemäßen Betrieb

Programm- punkt nach Tabelle D2	überwachtes Medium bzw. Strahlenart	Messgröße*	Probenahme- bzw. Messort	Art und Häufigkeit der Probenahmen und der Messungen	Bemerkungen
Luft, Niederschlag, Strahlung					
1.1	Gamma-Strahlung	Gamma- Ortsdosis	5 Messorte mit redundanten Festkörperdosimetern: beim Gästehaus des DKFZ, beim Max-Planck-Haus, bei der Chirurgie, beim Botanischen Institut, bei der Chemie	jährliche Auswertung	
1.2	Aerosole	$\gamma$	Heidelberg-Neuenheim, LUBW-Messstation	kontinuierliche Probenahme, vierteljährliche Kontrollmessung an Teilproben	
1.3	Gamma-Strahlung	Gammaorts- dosisleistung	Hauptgebäude Ost: Pathologie West: Westturm	kontinuierliche Messungen, erfolgen durch Betreiber	Angabe des Median- wertes sowie Minimal- u. Maximalwerte
2	Niederschlag	H-3	Heidelberg-Neuenheim: DKFZ-Hauptgebäude an jeder Gebäudeseite; Nähe Heizwerk (Referenzort)	ständige Sammlung, monatliche Messung eines aliquoten Teils der vier Proben als Mischprobe	bei DKFZ-Hauptge- bäude: Monatsmisch- probe von vier Sammelstellen
Nahrungsketten auf dem Land					
3	Boden	$\gamma$	Heidelberg-Neuenheim: Kastellweg	halbjährlich	
4	Futtermittel (Gras)	$\gamma$	Heidelberg-Neuenheim bei Pathologie	2 x jährlich	

Maßnahmen zur Überwachung der Umgebung des FSH durch die LUBW im bestimmungsgemäßen Betrieb (rechtsrheinisches Gebiet)

Programm- punkt nach Tabelle D2	überwachtes Medium bzw. Strahlenart	Messgröße*	Probenahme- bzw. Messort	Art und Häufigkeit der Probenahmen und der Messungen	Bemerkungen
Luft, Niederschlag, Strahlung					
1.1	Gamma-Strahlung	Gamma- Ortsdosis	30 Messorte mit redundanten Festkörperdosimetern, 10 entlang des Rheins, 20 in der deutschen Umgebung des KKW Fessenheim	jährliche Auswertung	
1.2	Aerosole	$\gamma$	Hartheim-Bremgarten, LUBW-Messstation , Rhein-km 210; Bad Krozingen; Hartheim; Heitersheim; Neuenburg-Grißheim	nur bei Bremgarten: kontinuierli- che Sammlung, ständige Mes- sung, monatliche Kontrollmessung; ansonsten kontinuierliche Sammlung, monatliche Messung	stationäre Aerosol- sammelstellen
1.3	Gamma-Strahlung	Gamma- Ortsdosis- leistung	Hartheim-Bremgarten, LUBW-Messstation, Rhein-km 210 und Messstationen aus der KFÜ	kontinuierliche Messung und Überwachung	
2	Niederschlag	$\gamma$	Hartheim-Bremgarten, LUBW-Messstation, Rhein-km 210	ständige Sammlung, monatliche Messung	

\* H-3: Tritiumaktivitätskonzentration; Pu: Plutoniumaktivitätskonzentration; Sr-90: Strontium-90 Aktivitätskonzentration;  
I-131: Iod 131 Aktivitätskonzentration;  $\gamma$ : Gammaspktrometrische Bestimmung der Einzelradionuklidaktivität

Programm- punkt nach Tabelle D2	überwachtes Medium bzw. Strahlenart	Messgröße*	Probenahme- bzw. Messort	Art und Häufigkeit der Probenahmen und der Messungen	Bemerkungen
Nahrungsketten auf dem Land					
3	Boden	$\gamma$	Hartheim; Neuenburg- Steinenstadt (Referenzort)	je 2 Stichproben/Jahr	
4	Futtermittel (Gras)	$\gamma$	Hartheim, Neuenburg- Steinenstadt (Referenzort)	je 2 Stichproben/Jahr vor der 1. und 2. Heuernte	
5	Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft	a) $\gamma$ b) Sr-90 c) H-3	Hartheim; Neuenburg-Grißheim; Neuenburg-Steinenstadt (Referenzort) für Wein: Niederrimsingen; Ihringen; Freiburg-Merzhausen	für a): mehrere Proben über das Jahr verteilt, je nach Erntezeit; für b): an etwa der Hälfte der Nahrungsmittelproben; für c): nur bei Wein	vorzugsweise Gemüse, Obst, Ge- treide, Kartoffeln, Wein (jahrgangreine Proben)
6	Kuhmilch	a) $\gamma$ b) Sr-90 c) I-131	Hartheim; Neuenburg-Grißheim	für a) und b): je 2 Stichproben/Jahr während der Grünfütterzeit; für c): monatlich während der Grünfütterzeit	
Wasser und Nahrungsketten in Wasser					
7.1	Oberflächen- wasser	a) $\gamma$ b) H-3	Rhein bei Weil; Rheinseitenkanal bei der Insel Vogelgrün	kontinuierliche Probenahme, monatliche Messung	
7.2	Sediment	$\gamma$	Rhein bei Neuenburg-Grißheim: Rhein-km 206,5 oberhalb des KKW; Breisach: Rhein-km 232 unterhalb des KKW; Weisweil: Rhein-km 251 unterhalb des KKW; Rheinseitenkanal bei der Insel Vogelgrün	je 1 Stichprobe im Frühjahr und im Herbst	
8	Fischfleisch	$\gamma$	Rhein zwischen km 205 und km 248; Rhein bei: Neuenburg-Grißheim; Breisach; Sasbach; Weisweil	halbjährlich	Fischart: variabel
9	Trinkwasser	a) $\gamma$ b) Sr-90 c) H-3	Bad Krozingen; Hausen an der Möhlin; Breisach	für a) und c): vierteljährliche Messung; für b): halbjährliche Messung; bei Bad Krozingen- Hausen: kontinuierliche Probe- nahme; bei Breisach: Stichproben, nur $\gamma$ -Spektrum	

\* H-3: Tritiumaktivitätskonzentration; Pu: Plutoniumaktivitätskonzentration; Sr-90: Strontium-90 Aktivitätskonzentration;  
I-131: Iod 131 Aktivitätskonzentration;  $\gamma$ : Gammaskopimetrische Bestimmung der Einzelradionuklidaktivität

Programm- punkt nach Tab. D4	überwacher Umweltbereich	Art der Messung/ Messgröße*	Probenahme-/Messort**	Häufigkeit der Maßnahmen bzw. des Trainings	Bemerkungen
Luft, Niederschlag, Strahlung					
1.1	Gamma- strahlung	a) Gamma-ODL	Kurzzeitmessung in je 1 Sektor mit je 3 Messorten in Mittel- und Außenzone	halbjährlich, wie in REI	
		b) Gamma- Ortsdosis		s. Messprogramm für bestimmungsgemäßen Betrieb	
1.2	Aerosole	$\gamma$	Kurzzeitsammlung und -messung in je 1 Sektor mit je 3 Messorten in Mittel- und Außenzone	halbjährlich, wie in REI	Messfilter muss auch für gasförmiges Iod geeignet sein.
1.3	gasförmiges Iod	$\gamma$	wie 1.2	halbjährlich, wie in REI	s. 1.2
1.4	Niederschlag	H-3	2 Probenahmeorte nahe Tritiumlabor	s. Messprogramm für bestimmungsgemäßen Betrieb	
Nahrungsketten auf dem Land					
2.1	Bodenoberfläche	In-situ-Gamma- spektrum	Messung in je 1 Sektor, je 3 Messorte in Mittel- und Außenzone	halbjährlich, wie in REI	
2.2	Boden	$\gamma$	Stichproben aus je 1 Sektor mit je 3 Probenahmeorten in Mittel- und Außenzone	jährlich	Probenahme/Messung nur, wenn Messung nach 2.1 nicht mögl.
3	Bewuchs (Gras)	$\gamma$	Stichproben aus je 1 Sektor mit je 3 Probenahmeorten in Mittel- und Außenzone	jährlich	Probenahmeorte v. Boden (2.2) u. Be- wuchs sollten nahe beieinander liegen. Probenahme wie bei 2.2.
4	Kuhmilch	$\gamma$	bei je 1 Milcherzeuger aus Zentral-, Mittel- und Außenzone	jährlich	jährlich Fortschreibung der Auflistung von Milcherzeugern
5.1	Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft	$\gamma$	bei Erzeugern aus badischem Gebiet zwischen Karlsruhe/Philippsburg/Bruchsal	jährlich Stichproben aus je 1 Sektor	vorwiegend Freiland- Blattgemüse, Obst, Getreide, Wurzel- gemüse, Kartoffeln
5.2	Nahrungsmittel tierischer Herkunft	$\gamma$	bei Erzeugern/Jägern aus Zentral- oder Mittelzone	jährlich 1 Probe	
Wasser und Nahrungsketten in Wasser					
6	Oberflächen- wasser	$\gamma$	LUBW-Messstation am Rhein bei Mannheim	halbjährlich	Messung nur bei Bedarf
7	Fisch	$\gamma$	Rheinniederungskanal/ Philippsburger Altrhein	s. Messprogramm für bestimmungsgemäßen Betrieb	
8	Trinkwasser	$\gamma$	Einzelwasserentnehmer aus Rheinniederungs- gebiet zw. Leopoldshafen u. Philippsburg	s. Messprogramm für bestimmungsgemäßen Betrieb	

\* ODL: Kurzzeitmessung der Ortsdosisleistung mit mobilen Messgeräten;  $\gamma$ : Gammaskopimetrische Bestimmung der Einzelradionuklidaktivität; H-3: Tritiumaktivitätskonzentration (Labormessung)

\*\* Die Lage von Mess- und Probenahmeorten, die vorsorglich auf diejenigen in Katastrophenschutzplänen abzustimmen sind, ist den entsprechenden Übersichtskarten zu entnehmen. Beprobte werden grundsätzlich nur baden-württembergische Orte.

Programm- punkt nach Tab. D4	überwacher Umweltbereich	Art der Messung/ Messgröße*	Probenahme-/Messort**	Häufigkeit der Maßnahmen bzw. des Trainings	Bemerkungen
Luft, Niederschlag, Strahlung					
1.1	Gammastrahlung	a) Gamma- ODL	Trainingsmessung in je 1 Sektor mit je 3 Messorten in Mittel- und Außenzone	halbjährlich	
		b) Gamma- Ortsdosis	s. Messprogramm für bestimmungsgemäßen Betrieb		
1.2	Aerosole	$\gamma$	Kurzzeitsammlung und -messung in je 1 Sektor mit je 3 Messorten in Mittel- und Außenzone	halbjährlich	Messfilter muss auch für gasförmiges Iod geeignet sein.
1.3	gasförmiges Iod	$\gamma$	wie 1.2	halbjährlich	s. 1.2
Nahrungsketten auf dem Land					
2.1	Bodenoberfläche	In-situ-Gamma- spektrum	Messung in je 1 Sektor, je 3 Messorte in Mittel- und Außenzone	halbjährlich	
2.2	Boden	$\gamma$	Stichproben aus je 1 Sektor mit je 3 Probenahmeorten in Mittel- und Außenzone	jährlich	Probenahme/Messung nur, wenn Messung nach 2.1 nicht mögl.
3	Bewuchs (Gras)	$\gamma$	Stichproben aus je 1 Sektor mit je 3 Probenahmeorten in Mittel- und Außenzone	jährlich	Probenahmeorte v. Boden (2.2) u. Be- wuchs sollten nahe beieinander liegen. Messanforderung s. 2.2.
4	Kuhmilch	$\gamma$	bei je 1 Milcherzeuger aus Zentral-, Mittel- und Außenzone oder bei Milchzentrale Mannheim	jährlich	jährlich Fortschreibung der Auflistung von Milcherzeugern
5.1	Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft	$\gamma$	bei Erzeugern aus dem Gebiet zwischen Helmstadt/Haßmersheim/ Fahrenbach u. Zwingenberg	jährlich Stichproben aus je 1 Sektor	vorwiegend Freiland- Blattgemüse, Obst, Getreide, Wurzel- gemüse, Kartoffeln
5.2	Nahrungsmittel tierischer Herkunft	$\gamma$	bei Erzeugern/Jägern aus Zentral- oder Mittelzone	jährlich 1 Probe	
Wasser und Nahrungsketten in Wasser					
6	Oberflächen- wasser	$\gamma$	LUBW-Messstation am Neckar bei Neckargemünd	halbjährlich	Messung nur bei Bedarf
7	Fisch	$\gamma$	Neckar zwischen KWO und Eberbach	s. Messprogramm für bestimmungsgemäßen Betrieb	
8	Trinkwasser	$\gamma$	Tiefbrunnen Mörtelstein	s. Messprogramm für bestimmungsgemäßen Betrieb	

\* ODL: Kurzzeitmessung der Ortsdosisleistung mit mobilen Messgeräten;  $\gamma$ : Gammaspktrometrische Bestimmung der Einzelradionuklidaktivität; H-3: Tritiumaktivitätskonzentration (Labormessung)

\*\* Die Lage von Mess- und Probenahmeorten, die vorsorglich auf diejenigen in Katastrophenschutzplänen abzustimmen sind, ist den entsprechenden Übersichtskarten zu entnehmen. Beprobte werden grundsätzlich nur baden-württembergische Orte.

Programm- punkt nach Tab. D4	überwachter Umweltbereich	Art der Messung/ Messgröße*	Probenahme-/Messort**	Häufigkeit der Maßnahmen bzw. des Trainings	Bemerkungen
Luft, Niederschlag, Strahlung					
1.1	Gammastrahlung	a) Gamma-ODL	Trainingsmessung in je 1 Sektor mit je 3 Messorten in Mittel- und Außenzone	halbjährlich	
		b) Gamma- Ortsdosis	s. Messprogramm für bestimmungsgemäßen Betrieb		
1.2	Aerosole	$\gamma$	Kurzzeitsammlung und -messung in je 1 Sektor mit je 3 Messorten in Mittel- und Außenzone	halbjährlich	Messfilter muss auch für gasförmiges Iod geeignet sein.
1.3	gasförmiges Iod	$\gamma$	wie 1.2 b	halbjährlich	s. 1.2
Nahrungsketten auf dem Land					
2.1	Bodenoberfläche	In-situ-Gamma- spektrum	Messung in je 1 Sektor, je 3 Messorte in Mittel- und Außenzone	halbjährlich	
2.2	Boden	$\gamma$	Stichproben aus je 1 Sektor mit je 3 Probenahmeorten in Mittel- und Außenzone	jährlich	Probenahme/Messung nur, wenn Messung nach 2.1 nicht mögl.
3	Bewuchs (Gras)	$\gamma$	Stichproben aus je 1 Sektor mit je 3 Probenahmeorten in Mittel- und Außenzone	jährlich	Probenahmeorte v. Boden (2.2) u. Be- wuchs sollten nahe beieinander liegen. Messanforderungen s. 2.2.
4	Kuhmilch	$\gamma$	bei je 1 Milcherzeuger aus Zentral-, Mittel- und Außenzone oder bei Milchzentrale Heilbronn	jährlich 3 Proben	jährlich Fortschreibung der Auflistung von Milcherzeugern
5.1	Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft	$\gamma$	bei Erzeugern aus dem Gebiet zwischen Neckarsulm, Eppingen, Vaihingen/Enz, Ludwigsburg und Beilstein	jährlich Stichproben aus je 1 Sektor	vorwiegend Freiland- Blattgemüse, Obst, Getreide, Wurzel- gemüse, Kartoffeln
5.2	Nahrungsmittel tierischer Herkunft	$\gamma$	bei Erzeugern/Jägern aus der Zentral- oder Mittelzone	jährlich eine Probe	
Wasser und Nahrungsketten in Wasser					
6	Oberflächen- wasser	$\gamma$	LUBW-Messstation am Neckar bei Kochendorf	halbjährlich	Messung nur bei Bedarf
7	Fisch	$\gamma$	Neckar zwischen Kirchheim u. Eberbach	s. Messprogramm für bestimmungsgemäßen Betrieb	
8	Trinkwasser	$\gamma$	flusnahes Wasserwerk zwischen Kirchheim und Obrigheim	s. Messprogramm für bestimmungsgemäßen Betrieb	

\* ODL: Kurzzeitmessung der Ortsdosisleistung mit mobilen Messgeräten;  $\gamma$ : Gammaskopimetrische Bestimmung der Einzelradionuklidaktivität; H-3: Tritiumaktivitätskonzentration (Labormessung)

\*\* Die Lage von Mess- und Probenahmeorten, die vorsorglich auf diejenigen in Katastrophenschutzplänen abzustimmen sind, ist den entsprechenden Übersichtskarten zu entnehmen. Beprobte werden grundsätzlich nur baden-württembergische Orte.

Programm- punkt nach Tab. D4	überwachter Umweltbereich	Art der Messung/ Messgröße*	Probenahme-/Messort**	Häufigkeit der Maßnahmen bzw. des Trainings	Bemerkungen
Luft, Niederschlag, Strahlung					
1.1	Gammastrahlung	a) Gamma-ODL	Trainingsmessung in je 1 Sektor mit je 3 Messorten in Mittel- und Außenzone	jährlich	
		b) Gamma- Ortsdosis	s. Messprogramm für bestimmungsgemäßen Betrieb		
1.2	Aerosole	$\gamma$	Kurzzeitsammlung und -messung in je 1 Sektor mit je 3 Messorten in Mittel- und Außenzone	jährlich	Messfilter muss auch für gasförmiges Iod geeignet sein.
1.3	gasförmiges Iod	$\gamma$	wie 1.2	jährlich	s. 1.2
Nahrungsketten auf dem Land					
2.1	Bodenoberfläche	In-situ-Gamma- spektrum	Messung in je 1 Sektor, je 3 Messorte in Mittel- und Außenzone	jährlich	
2.2	Boden	$\gamma$	Stichproben aus je 1 Sektor mit je 3 Probenahmeorten in Mittel- und Außenzone	jährlich	Probenahme/Messung nur, wenn Messung nach 2.1 nicht mögl.
3	Bewuchs (Gras)	$\gamma$	Stichproben aus je 1 Sektor mit je 3 Probenahmeorten in Mittel- und Außenzone	jährlich	Probenahmeorte v. Boden (2.2) u. Be- wuchs sollten nahe beieinander liegen. Messanforderungen s. 2.2.
4	Kuhmilch	$\gamma$	bei je 1 Milcherzeuger aus der Zentral-, Mittel- und Außenzone oder bei der Milchzentrale Mannheim	jährlich 3 Proben	jährlich Fortschreibung der Auflistung von Milcherzeugern
5.1	Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft	$\gamma$	bei Erzeugern aus dem Gebiet zwischen Mannheim, Wiesloch, Linkenheim	jährlich Stichproben aus je 1 Sektor	vorwiegend Freiland- Blattgemüse, Obst, Getreide, Wurzel- gemüse, Kartoffeln
5.2	Nahrungsmittel tierischer Herkunft	$\gamma$	bei Erzeugern/Jägern aus Zentral- oder Mittelzone	jährlich 1 Probe	
Wasser und Nahrungsketten in Wasser					
6	Oberflächen- wasser	$\gamma$	LUBW-Messstation am Rhein bei Mannheim	halbjährlich	Messung nur bei Bedarf
7	Fisch	$\gamma$	Rhein/Altrhein bei Philippsburg bzw. Großkraftwerk Mannheim	s. Messprogramm für bestim- mungsgemäßen Betrieb	
8	Trinkwasser	$\gamma$	Oberhausen	jährlich	

\* ODL: Kurzzeitmessung der Ortsdosisleistung mit mobilen Messgeräten;  $\gamma$ : Gammaspktrometrische Bestimmung der Einzelradionuklidaktivität; H-3: Tritiumaktivitätskonzentration (Labormessung)

\*\* Die Lage von Mess- und Probenahmeorten, die vorsorglich auf diejenigen in Katastrophenschutzplänen abzustimmen sind, ist den entsprechenden Übersichtskarten zu entnehmen. Beprobet werden grundsätzlich nur baden-württembergische Orte.

Programm- punkt nach Tab. D4	überwachte Umweltbereich	Art der Messung/ Messgröße*	Probenahme-/Messort**	Häufigkeit der Maßnahmen bzw. des Trainings	Bemerkungen
Luft, Niederschlag, Strahlung					
1.1	Gammastrahlung	a) Gamma- ODL	Trainingsmessung in je 1 Sektor mit je 3 Messorten in Mittel- und Außenzone	halbjährlich	
		b) Gamma- Ortsdosis	s. Messprogramm für bestimmungsgemäßen Betrieb		
1.2	Aerosole	$\gamma$	3 fest installierte Aerosolsammler in Albruck, Dogern, Waldshut	vierteljährlicher Wechsel bei Aerosolsammler in Albruck, sonst monatlich	
			Kurzzeitsammlung und -messung in je 1 Sektor mit je 3 Messorten in Mittel- und Außenzone	jährlich	Messfilter muss auch für gasförmiges Iod geeignet sein.
1.3	gasförmiges Iod	$\gamma$	wie 1.2	jährlich	s. 1.2
Nahrungsketten auf dem Land					
2.1	Bodenoberfläche	In-situ-Gamma- spektrum	Messung in je 1 Sektor, je 3 Messorte in Mittel- und Außenzone	jährlich	
2.2	Boden	$\gamma$	Stichproben aus je 1 Sektor mit je 3 Probenahmeorten in Mittel- und Außenzone	jährlich	Probenahme/Messung nur, wenn Messung nach 2.1 nicht mögl.
3	Bewuchs (Gras)	$\gamma$	Stichproben aus je 1 Sektor mit je 3 Probenahmeorten in Mittel- und Außenzone	jährlich	Probenahmeorte v. Boden (2.2) u. Be- wuchs sollten nahe beieinander liegen. Messanforderungen s. 2.2.
4	Kuhmilch	$\gamma$	bei je 1 Milcherzeuger aus der Zentral-, Mittel- und Außenzone oder bei der Milchzentrale Waldshut-Tiengen	jährlich 3 Proben	jährlich Fortschrei- bung der Auflistung von Milcherzeugern
5.1	Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft	$\gamma$	bei Erzeugern aus badischem Gebiet zwischen Stühlingen, Höchenschwand und Schwörstadt	jährlich Stichproben aus je 1 Sektor	vorwiegend Freiland- Blattgemüse, Obst, Getreide, Wurzel- gemüse, Kartoffeln
5.2	Nahrungsmittel tierischer Herkunft	$\gamma$	bei Erzeugern/Jägern aus Zentral- oder Mittelzone	jährlich eine Probe	
Wasser und Nahrungsketten in Wasser					
6	Oberflächen- wasser	$\gamma$	LUBW-Messstation am Rhein bei Weil	halbjährlich	Messung nur bei Bedarf
7	Fisch	$\gamma$	Rhein zwischen Waldshut und Laufenburg	s. Messprogramm für bestimmungsgemäßen Betrieb	
8	Trinkwasser	$\gamma$	Laufenburg	s. Messprogramm für bestimmungsgemäßen Betrieb	

\* ODL: Kurzzeitmessung der Ortsdosisleistung mit mobilen Messgeräten;  $\gamma$ : Gammaskopimetrische Bestimmung der Einzelradionuklidaktivität; H-3: Tritiumaktivitätskonzentration (Labormessung)

\*\* Die Lage von Mess- und Probenahmeorten, die vorsorglich auf diejenigen in Katastrophenschutzplänen abzustimmen sind, ist den entsprechenden Übersichtskarten zu entnehmen. Beprobte werden grundsätzlich nur baden-württembergische Orte.

Das nachstehend genannte Programm wird nur nachrichtlich aufgenommen, da es auf das Normalbetriebsmessprogramm verweist. Störfalltrainingsmessungen wurden zu Beginn des Jahres 2005 aufgegeben. Zuvor war der Kernbrennstoff vollständig aus dem Reaktor entfernt und abtransportiert worden.

Programm- punkt nach Tab. D4	überwacher Umweltbereich	Art der Messung/ Messgröße*	Probenahme-/Messort**	Häufigkeit der Maßnahmen bzw. des Trainings	Bemerkungen
Luft, Niederschlag, Strahlung					
1.1	Gammastrahlung	a) Gamma- ODL	zu a): Trainingsmessung an je 2 Messorten in jeder Himmelsrichtung	vierteljährlich	
		b) Gamma- Ortsdosis	zu b): s. Messprogramm für bestimmungsgemäßen Betrieb		
1.2	Aerosole	$\gamma$	1 fest installierter Aerosolsammler in LUBW-Messstation Heidelberg	vierteljährlicher Wechsel des Aerosolfilters in Heidelberg	
			Kurzzeitsammlung und -messung an je 2 Messorten, davon 1 in aktueller Windrichtung	halbjährlich	
1.3	gasförmiges Iod	$\gamma$	wie Ziff. 1.2 (Kurzzeitmessung)	halbjährlich	Probenahme/Messung nur bei Bedarf
Nahrungsketten auf dem Land					
2.1	Bodenoberfläche	In-situ-Gamma- spektrum	Messung an je 3 von insges. 12–15 Messorten im Umkreis von 5 km, alternierende Orte	halbjährlich	
2.2	Boden	$\gamma$	Probenahmeorte s. 2.1	jährlich	Probenahme/Messung nur, wenn Messung nach 2.1 nicht mögl.
3	Bewuchs (Gras)	$\gamma$	Probenahmeorte s. 2.1	jährlich	Probenahme/Messung nur, wenn Messung nach 2.1 nicht mögl.
5.1	Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft	$\gamma$	aus dem Bereich Schriesheim, Ziegelhausen, Schwetzingen, Leimen	4 Proben über das Jahr verteilt	

\* ODL: Kurzzeitmessung der Ortsdosisleistung mit mobilen Messgeräten;  $\gamma$ : Gammaspktrometrische Bestimmung der Einzelradionuklidaktivität; H-3: Tritiumaktivitätskonzentration (Labormessung)

\*\* Die Lage von Mess- und Probenahmeorten, die vorsorglich auf diejenigen in Katastrophenschutzplänen abzustimmen sind, ist den entsprechenden Übersichtskarten zu entnehmen. Beprobt werden grundsätzlich nur baden-württembergische Orte.

Programm- punkt nach Tab. D4	überwachter Umweltbereich	Art der Messung/ Messgröße*	Probenahme-/Messort**	Häufigkeit der Maßnahmen bzw. des Trainings	Bemerkungen
Luft, Niederschlag, Strahlung					
1.1	Gammastrahlung	a) Gamma-ODL	Trainingsmessung in je 1 Sektor mit je 3 Messorten in Mittel- und Außenzone	halbjährlich	
		b) Gamma-Ortsdosis	s. Messprogramm für bestimmungsgemäßen Betrieb		
1.2	Aerosole	$\gamma$	5 fest installierte Aerosolsammler in Bremgarten, Bad Krozingen, Hartheim, Heitersheim, Neuenburg-Grißheim	monatlicher Wechsel der Aerosolfilter	
			Kurzzeitsammlung und -messung in je 1 Sektor mit je 3 Messorten in Mittel- und Außenzone	jährlich	Messfilter muss auch für gasförmiges Iod geeignet sein.
1.3	gasförmiges Iod	$\gamma$	wie 1.2 (Kurzzeitmessungen)	jährlich	s. 1.2
Nahrungsketten auf dem Land					
2.1	Bodenoberfläche	In-situ-Gamma spektrum	Messung in je 1 Sektor, je 3 Messorte in Mittel- und Außenzone	jährlich	
2.2	Boden	$\gamma$	Stichproben aus je 1 Sektor mit je 3 Probenahmeorten in Mittel- und Außenzone	jährlich	Probenahme/Messung nur, wenn Messung nach 2.1 nicht mögl.
3	Bewuchs (Gras)	$\gamma$	Stichproben aus je 1 Sektor mit je 3 Probenahmeorten in Mittel- und Außenzone	jährlich	Probenahmeorte v. Boden (2.2) u. Bewuchs sollten nahe beieinander liegen. Messanforderungen s. 2.2.
4	Kuhmilch	$\gamma$	bei je 1 Milcherzeuger aus Zentral-, Mittel- und Außenzone oder bei Milchzentrale Freiburg	jährlich 3 Proben	jährlich Fortschreibung der Auflistung von Milcherzeugern
5.1	Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft	$\gamma$	bei Erzeugern aus badischem Gebiet zwischen Weil, Freiburg und Offenburg	jährlich Stichproben aus je 1 Sektor	vorwiegend Freiland-Blattgemüse, Obst, Getreide, Wurzelgemüse, Kartoffeln
5.2	Nahrungsmittel tierischer Herkunft	$\gamma$	bei Erzeugern/Jägern aus Zentral- oder Mittelzone	jährlich eine Probe	
Wasser und Nahrungsketten in Wasser					
6	Oberflächenwasser	$\gamma$	LUBW-Messstation bei der Insel Vogelgruen	halbjährlich	Messung nur bei Bedarf
7	Fisch	$\gamma$	Rhein zwischen Breisach und Weisweil	s. Messprogramm für bestimmungsgemäßen Betrieb	
8	Trinkwasser	$\gamma$	flusnahes Wasserwerk zwischen Breisach und Kehl	s. Messprogramm für bestimmungsgemäßen Betrieb	

\* ODL: Kurzzeitmessung der Ortsdosisleistung mit mobilen Messgeräten;  $\gamma$ : Gammaskopimetrische Bestimmung der Einzelradionuklidaktivität; H-3: Tritiumaktivitätskonzentration (Labormessung)

\*\* Die Lage von Mess- und Probenahmeorten, die vorsorglich auf diejenigen in Katastrophenschutzplänen abzustimmen sind, ist den entsprechenden Übersichtskarten zu entnehmen. Beprobte werden grundsätzlich nur baden-württembergische Orte.

# III Durchführung der Probenahmen und Messungen

Der Umfang der zur Überwachung der Umgebung kerntechnischer Anlagen durchzuführenden Probenahmen, Ortsdosis- und Radioaktivitätsmessungen ist für jedes zu überwachende Gebiet in zuvor beschriebenen Programmen festgelegt. Die in der REI genannten erforderlichen Nachweisgrenzen nach DIN 25 482 für radioaktive Stoffe in Messmedien geben die Art und die Größe der Proben sowie die Messgrößen vor. Diese wiederum bestimmen die anzuwendenden Messmethoden und die passende Probenaufbereitung. Andererseits gibt es auch Messgrößen, die keine Probenentnahme erfordern, wie die Gamma-Ortsdosis bzw. die Gamma-Dosisleistung und die in-situ-Gammaspektrometrie der Bodenoberfläche.

## PROBENARTEN

An ausgewählten Orten sind die verschiedensten Probenarten zu überwachen, die im Wesentlichen folgenden Bereichen zugeordnet werden können:

- Strahlung
- Luft und Niederschläge (Primärmedien)
- Nahrungsketten auf dem Land und
- Wasser mit Nahrungskette im Wasser.

Zur Ermittlung der in der Umgebung einer kerntechnischen Anlage aufgetretenen **Gamma-Ortsdosis** werden strahlungsempfindliche Festkörperdosimeter (Flachgläser) mindestens zwei Meter über Bodenniveau aufgehängt und die über etwa ein Jahr akkumulierte Gamma-Strahlendosis bei der anschließenden Untersuchung der Dosimeter im Labor bestimmt. Diese Dosimeter erfassen auch die durch terrestrische und kosmische Strahleneinwirkung verursachten Anteile an der gesamten Dosis am betreffenden Auslegungsort.

Die ortsspezifischen Pegel streuen wegen der unterschiedlichen terrestrischen Strahleneinwirkung der näheren Umgebung des Auslegungsortes untereinander sehr stark. Um mögliche nennenswerte Beiträge durch den Betrieb einer kerntechnischen

Anlage ermitteln zu können, ist der Vergleich mit den Messergebnissen der Vorjahre notwendig. Allerdings ist dann auch zu berücksichtigen, ob der Auslegungsort eines Dosimeters verlegt oder gar gewechselt werden musste. Dieser Sachverhalt wurde für die seit 1980 über 15 Jahre erhaltenen Dosimeterwerte exemplarisch im Jahresbericht 1996 dargestellt, wobei infolge von Ortswechseln meist auch ein anderer Dosiswert erkennbar war. Diese seinerzeitige Langzeitreihe wird im aktuellen Jahresbericht mit den Tabellen für die Jahre 1995 bis 2005 fortgeführt.

Die Neutronendosisleistungsmessung bei Interimslagern (siehe Kapitel VI) erfolgt in ähnlicher Weise wie die Ermittlung der äußeren Gammastrahlenbelastung. Hier werden redundant bestückte, neutronenempfindliche Dosimeterkarten in der so genannten Bonner Kugel ein halbes Jahr lang auf dem Betriebsgelände der dort herrschenden Neutronenstrahlung exponiert und anschließend ausgewertet.

Neben den integrierenden Verfahren bei der Ermittlung der Langzeitdosis werden in der Umgebung der Kernkraftwerke außerdem **Ortsdosisleistungs-Messstellen** betrieben, deren Messwerte an eine Zentrale mit Alarmfunktion fernübertragen werden. Dieses Netz von derzeit 114 Messstellen mit gammaempfindlichen Strahlungsdetektoren ist ringförmig bzw. bei ausländischen Anlagen halbringförmig um die Kernkraftwerke angeordnet.

Als wichtigstes Primärmedium wird stets die bodennahe **Luft** auf ihren Gehalt an künstlich erzeugten radioaktiven Aerosolen überwacht. Hierzu werden üblicherweise feststehende Glasfaserfilter, teilweise mit Aktivkohlefilter verwendet, in denen die Luft gefiltert wird. An mehreren Stellen erfolgt durch die LUBW jeweils eine gammaspektrometrische Messung bereits schon während der Luftprobenahme

Bei den ausländischen Anlagen gibt es keine aufsichtlichen Betretungsrechte für deutsche Behörden. An grenznahen Standorten wird die behördliche Immissionsüberwachung auf deutschem

Gebiet deshalb intensiviert vorgenommen. Deshalb betreibt die LUBW bei Bremgarten und bei Waldshut zwei Überwachungsstationen mit Datenfernübertragung und Alarmierungsfunktion. In der badischen Umgebung von Fessenheim werden an vier weiteren Stellen Aerosolfilter zur Luftüberwachung eingesetzt. An der Schweizer Grenze befindet sich in Waldshut zusätzlich eine Strahlenpegelmessstation mit online-Datenübertragung, in Albruck wird eine weitere Aerosolsammelstelle ständig betrieben.

Zur Bestimmung des Radioaktivitätseintrags mit **Niederschlägen** wird auch dieses Primärmedium ständig gesammelt und routinemäßig monatlich überprüft. Wegen der stark unterschiedlichen Niederschlagsmengen können die Nachweisgrenzen großen Schwankungen unterworfen sein.

Die Überwachung von **Gras** und **Boden** erfolgt zur Feststellung möglicher abgelagerter oder über die Wurzeln in den Bewuchs aufgenommener Radionuklide. Boden wird mittels zweier verschiedener Verfahren überwacht. Zum einen werden Bodenproben eingeholt und im Labor ausgemessen, zum anderen werden in-situ-Messungen während Trainingsfahrten durchgeführt, die insbesondere für den Störfall vorgesehen sind, da sie eine schnelle Übersicht über die Bodenkontamination erlauben. Hierbei wird vorzugsweise ein tragbarer Messplatz mit Reinst-Germanium-Detektor zur Erzielung hochauflösender Gammaskpektren eingesetzt.

Abhängig von den im überwachten Gebiet hauptsächlich erzeugten Lebensmitteln sowie den gebietstypischen Sonderkulturen werden verschiedenartigste **Nahrungsmittel** untersucht (z. B. Gemüse, Salat, Obst, Kartoffeln, Milch, Getreide und Wein, gelegentlich auch Tabak als Genussmittel). In seltenen Fällen werden auch weitere tierische Produkte in die Überwachung einbezogen. Wegen der radiologischen Bedeutung des kurzlebigen Iod-131, das vorwiegend in der Luft und angereichert in der **Milch** auftauchen kann, wird diese in den Sommermonaten intensiver als im Winter überwacht.

Im so genannten **Wasserpfad** wird neben eingehenden Untersuchungen von repräsentativen **Trinkwasser**proben (Grundwasser aus Brunnen, aber z. T. auch Uferfiltrat oder Wasser aus oberflächennahen Einzelwasserversorgungen) auch abfließendes **Oberflächenwasser** überwacht, wobei die Entnahmen vor und hinter der Einleitungsstelle der kerntechnischen Anlage(n) liegen.

Wegen der Affinität radioaktiver Spurenstoffe zu Schwebeteilchen im Wasser bietet sich die Untersuchung von **Schwebstoffen** oder **Sedimenten** als ein guter Indikator zur Feststellung außer-

gewöhnlicher Radioaktivitätsableitungen an. Je nach Ausstattungsmöglichkeit der Probenentnahmeeinrichtung erhält man bei der Schwebstoffsammlung die Kurzzeitgeschichte über den Sammelzeitraum, bei Sedimenten hingegen meist die gesamte Historie für das Auftreten langlebiger Radionuklide.

Nicht zuletzt werden aus den zu überwachenden Vorfluterabschnitten **Fische** gefangen, um ihre genießbaren Teile auf den Gehalt an künstlichen radioaktiven Stoffen zu untersuchen.

#### **PROBENENTNAHME- UND MESSORTE**

Die Probenentnahmeorte wurden im Hinblick auf die Überwachungsziele aus der Strahlenschutzverordnung ausgewählt. Ein Teil von ihnen muss im Bereich der maximalen Beaufschlagung liegen. Die Orte müssen u. a. repräsentativ und gut zugänglich sein, sollen langfristig verfügbar sein und durch ein Medium überwacht werden, das möglichst den Anfang (z. B. Luft, Niederschlag) oder das Ende einer Nahrungskette (z. B. Milch) bildet. Aus Datenschutzgründen wird ihre Lage nur allgemein beschrieben.

#### **PROBENAHEINTERVALLE**

Die Intervalle der Probenentnahmen und Messungen variieren je nach Art der Probenentnahme zwischen „ständig“ (z. B. kontinuierliche Dosisleistungsmessungen oder ständige Filterbestäubung) bis „jährlich“ (z. B. bei Dosimetern).

Bei kontinuierlicher Sammlung z. B. von Oberflächenwasserproben überwiegt die monatliche bzw. vierteljährliche Auswertung, wohingegen bei stichprobenartigen Probenahmen die halbjährliche Überwachung überwiegt (z. B. Fische). Aus technischen und physikalischen Gründen können die Probenentnahmefrequenzen höher liegen als sich aus den berichteten Werten ersehen lässt (z. B. Aerosolfilter- und Wasserproben).

Grundsätzlich ist bei pflanzlichen und tierischen Produkten die Art und Weise der Erzeugung bestimmend für den Zeitraum und die Intervalle der Überwachung. Dies bedeutet, dass die Mehrzahl der Proben in der ausklingenden Wachstumsperiode zu nehmen ist und dann die Probenahmeintervalle am kleinsten sind. So werden Milchproben grundsätzlich monatlich während der Grünfütterzeit genommen, Freilandblattgemüse, Obst und Getreide im jeweils erntereifen Zustand.

Die bei Sammelproben mitgeteilten Aktivitäten werden jeweils auf die Mitte des Sammelzeitraums bezogen.

## PROBENAUFBEREITUNG

Im Allgemeinen ist der physikalischen Bestimmung des Radioaktivitätsgehalts bei einer Probe ein chemisches oder physikalisches Aufbereitungsverfahren vorzuschalten. Ziel dieser teils aufwändigen Verfahren ist im Wesentlichen einerseits die Konzentrierung der Proben auf kleine Volumina, um die in der einschlägigen Richtlinie geforderten Nachweisgrenzen zu erreichen, andererseits aber auch die Abtrennung von Einzelnukliden wie z. B. Tritium, Strontium-90, Uran u. Ä. Dabei wird grundsätzlich nach den vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit herausgegebenen „Messanleitungen für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt und zur Erfassung radioaktiver Emissionen aus kerntechnischen Anlagen“\* und den Empfehlungen des Arbeitskreises „Umweltüberwachung“ des Fachverbands für Strahlenschutz\*\* vorgegangen. Stets sind die aufbereiteten Proben für die jeweilige physikalische Aktivitätsbestimmung so zu präparieren, dass eine quantitative Aussage mit hinreichendem Vertrauensniveau von  $k_{1-\gamma} = 99,7\%$  und möglichst guter Reproduzierbarkeit erhalten wird.

## MESSMETHODEN

Die Aktivitätsgehalte an gammastrahlenden Radionukliden werden mit Hilfe hochauflösender Halbleitergammaspektrometer bestimmt, mit denen auch die Art der in der Probe enthaltenen gammastrahlenden Nuklide ermittelt werden kann (nuklidspezifische Identifikation).

Würde in Einzelfällen eine Bestimmung der Rest- $\beta$ -Aktivität erforderlich, würde der Kalium-40-Gehalt einer Probe flammenphotometrisch oder gammaspektrometrisch bestimmt und von der Gesamt- $\beta$ -Aktivität subtrahiert werden.

Der Tritiumgehalt in wässrigen Proben wird durch Ausmessen eines Teils der Gesamtprobe in einem Flüssigszintillationszähler bestimmt. Andere spezielle Einzelnuklide wie z. B. Strontium-90, Transurane oder Uranfolgeprodukte werden nach gezielter radiochemischer Trennung nuklidspezifisch ausgemessen:

- in Methandurchflusszählern mit 50 mm-Ø-Schälchen (Strontium-90 nach der Nachbildung von Yttrium-90) bzw.
- mit  $\alpha$ -Sperrschichtzählern oder einer Gitterionisationskammer,
- mit  $\gamma$ -empfindlichen Halbleiterspektrometern.

Die Messmethoden werden so gewählt, dass sie bei üblicher Vorgehensweise die in der einschlägigen Richtlinie aus dem Jahr 1993/2006 genannten, vorgeschriebenen Nachweisgrenzen für das dort genannte Leitnuklid grundsätzlich erreichen.

## ERKENNUNGS- UND NACHWEISGRENZEN,

### MESSUNSICHERHEIT

Die Nachweisgrenze eines Verfahrens nach DIN 25 482 berücksichtigt neben der jeweiligen Erkennungsgrenze eine vorgewählte Größe  $k_{1-\beta}$  zur korrekten Entscheidung für einen Anteil  $1-\beta$  der Messungen, dass ein „Aktivitätsbeitrag in der Probe festgestellt“ ist. Für diesen Anteil  $1-\beta$  der Messungen wird richtigerweise kein Alarm verfehlt. Für die Erkennungsgrenze wird in analoger Weise eine statistische Kenngröße  $k_{1-\alpha}$  vorgegeben, die beschreibt, für welche Anteile  $1-\alpha$  der Messungen korrekterweise die Entscheidung „Aktivitätsbeitrag in der Probe nicht festgestellt“ möglich sind, d. h. es wird bei  $1-\alpha$  Messungen kein Fehlalarm auftreten. Im vorliegenden Bericht wurde  $k_{1-\alpha} = 3$  gewählt, was bedeutet, dass nur bei  $\alpha = 0,14\%$  der gesamten Messungen eine unkorrekte Entscheidung über einen Aktivitätsbeitrag in der Probe gefällt wurde (Fehlalarm). Andererseits sind die Messungen demzufolge mit  $1-2\alpha = 99,7\%$  vertrauenswürdig.

Für die Kenngröße  $k_{1-\beta}$  ist bei der nachfolgenden Tabelle grundsätzlich der Wert 1,645 gewählt, was einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% (Alarmverfehlung) und einem Vertrauensbereich von 90% entspricht.

Am Schluss dieses Kapitels werden die bei üblichen Probengrößen und den routinemäßig vorgewählten Messdauern erreichten Nachweisgrenzen genannt.

Die Messunsicherheit wird in den Ergebnistabellen stets als „Fehler des Messwerts“ angegeben, der auf die jeweilige Messgröße bezogen wird, d. h. als „relativer Fehler mit dem Faktor  $k_V = 1$  für die statistische Sicherheit“. Grundsätzlich wird im vorliegenden Bericht nur die zufallsbedingte Komponente aufgrund statistisch verteilter Zählereignisse mitgeteilt. Gegenüber anderen, möglichen systematischen Fehlern bei den einzelnen Messungen stellt diese Komponente den größten Beitrag zur Messunsicherheit dar. Unsicherheiten bei Probenentnahmen oder Probenaufbereitungen sind darin nicht enthalten.

\* Verlag Urban & Fischer, München, Jena; (Erstausg. 1994); ISBN 3-437-21596-5 (aktueller Stand: (Lieferung 1 bis 7) 1.3.2006)

\*\* Fachverband für Strahlenschutz e. V.: Empfehlungen zur Überwachung der Umweltradioaktivität – Loseblattsammlung des Arbeitskreises Umweltüberwachung (AKU); FS-78-15-AKU, (1979), Stand: 6. Teillieferung, März 2004; ISSN 1013-4506

Erzielte und geforderte Nachweisgrenzen, Teil 1

Nuklid <sup>a)</sup>						
untersuchtes Medium <sup>b)</sup> (Messgröße/Einheit)	Gammastrahlung mSv/a bzw. nSv/h	Aerosole Bq/m <sup>3</sup>	Niederschlag Bq/l	Boden Bq/kg TM	Bodenoberfläche <sup>d)</sup> Bq/m <sup>2</sup>	Bewuchs Bq/kg TM
	1E-1 Jahresdosis <sup>c)</sup> (1E-1 mSv/a)					
	2E+1 Ortsdosisleistung (1E+2nSv/h)					
H-3			8E0			
Be-7		3E-4	4...7E-1	6...8E...E0		5E0
Co-58		3E-5	3...8E-2	6...8E-1		7E-1
Co-60		2E-5 (4E-4)	2...5E-2 (5E-2)	6...10E-1 (5E-1) bzw. (1E+1) <sup>d)</sup>	1,5E2 (2E2)	2...8E-1 (5E-1) Bq/kg FM bzw. (1E+1) <sup>d)</sup>
Sr-90						1...5E-2
Nb-95		3E-5	3...8E-2	7...10E-1		7E-1
Zr-95		6E-5	6...15E-2	1,5...2E0		1,5E0
Ru-106		1,5E-4	1,5...4E-1	6...8E0		5E0
I-131 <sup>e)</sup>		1E-2	1...100E-1	2...3E0		1,5...3E0
Cs-134		2E-5	2...5E-2	7...9E-1		7E-1
Cs-137		2E-5	2...5E-2	7...9E-1		7E-1
Ba-140		4E-3	3...6E0	5...7E0		5E0

Erzielte und geforderte Nachweisgrenzen, Teil 2

Nuklid <sup>a)</sup>						
untersuchtes Medium <sup>b)</sup> (Messgröße/Einheit)	Nahrungsmittel Bq/kg FM	Milch Bq/l	Oberflächenwasser Bq/l	Sediment Bq/kg TM	Fisch Bq/kg FM	Trinkwasser Bq/l
H-3		8E0	8E0 (1E+1)			8E0 (1E+1)
Be-7						3...5E-1
Co-58	4...40E-2		4E-2	1E0	3E-1	4...5E-2
Co-60	2E-1 (2E-1)	1E-1 (2E-1)	5E-2 (5E-2)	2E0 (5E0)	2E-1 (2E-1)	2...5E-2 (5E-2)
Sr-90	3E-2 (4E-2)	<5E-2 (2E-2)	1E-3			1E-2 (2E-2)
Nb-95	4...40E-2	6...8E-2	4E-2	1,5E0	3E-1	4...6E-2
Zr-95	7...70E-2	9...15E-2	7E-2	2,5E0	3...6E-1	7...10E-2
Ru-106	4...30E-1	4...7E-1	3E-1	7E0	1...2E0	2...3E-1
I-131 <sup>e)</sup>	7...70E-2	1E-2 (1E-2)	1...50E-1	4...40E0	2...4E0	5...500E-2
Cs-134	4...40E-2	6...9E-2	3E-2	1E0	1...3E-1	3...4E-2
Cs-137	4...40E-2	5...8E-2	2...4E-2	8E-1	1...3E-1	3...4E-2
Ba-140	2...20E-1	3...4E-1	3...6E-2	8...30E0	3...5E0	1...2E-1

- Die fett grün gedruckten Nuklide sind in der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung (REI 2006) als Bezugsnuklide genannt; zum Vergleich wird die dort geforderte Nachweisgrenze in Klammern (ebenfalls grün) angegeben.
- Probengrößen und Messzeiten variierten bei den einzelnen Medien beträchtlich; übliche Messzeiten liegen bei Aufnahme von Gammasppektren im Labor zwischen 10 und 50 Stunden. Bei manchen Medien wie Milch oder Bewuchs konnten die geforderten, tiefen Nachweisgrenzen wiederholt nicht erreicht werden. Dies hängt vor allem mit der Anwendung der DIN 25 482 und der Verwendung hoher statistischer Sicherheitsfaktoren zusammen.
- Die angegebene Nachweisgrenze ist auf die Gesamtheit der Dosimeter im Überwachungsgebiet bezogen.
- Die Nachweisgrenzenforderung kommt aus der Störfall-Überwachung.
- Bei kurzlebigen Radionukliden wird auf den Probenahmezeitpunkt/die Mitte des Sammelzeitraums bezogen.

# IV Zusammenfassende Darstellung und Bewertung der Messergebnisse

Im Jahr 2005 wurden ca. 1 100 Beprobungen (einschließlich der vorgenommenen in-situ-Messungen) im Rahmen der festgelegten Umgebungsüberwachungsprogramme bei kerntechnischen Anlagen durchgeführt. Dies ist in einigen Fällen weniger, als das Programm vorsieht. Die Gründe hierfür liegen wie in jedem Jahr bei entwendeten Dosimetern, technischen Störungen bei Aerosolpumpen, Sammeleinrichtungen für Trink- bzw. Oberflächenwasser oder fehlendem Niederschlag. Auch ist es manchmal unmöglich, Fische aus bestimmten Einzugsbereichen zu erhalten. Diese Verluste sind gegenüber dem Gesamtumfang unbedeutend. Im Einzelnen verteilen sich die tatsächlich erhaltenen Proben auf die Überwachungsbereiche wie folgt:

Übersicht über die im Jahr 2005 eingeholten Proben

Umweltbereich	Probenanzahl bei Medium	FZK	KWO	GKN	KKP	KKL	TRI-GA	FSH	Σ
01	γ-Dosimeter (KTA*)	43	30	29	24	19	5	27	177
01	γ-Dosimeter (IL**)			6	8				14
01	Neutronen-Dosimeter (IL**)			6	8				14
01	Aerosolproben	12	8	8	8	36	13	65	150
01	Aerosole, Iod	12	12	12	6	6		6	54
02	Niederschlag	30	24	24	12	12	24	12	138
03	Boden	6	4	4	4	8	2	4	32
03	Bodenoberfläche	12	12	12	6	6		6	54
04	Wiesenbewuchs(Gras)								0
05	Futtermittel (Gras)	6	4	4	4	8	2	4	32
06	Pflanzl. Nahrungsmittel	18	29	28	13	37		25	150
06	Tabak	1	-	-	-	-		1	2
06	Wein	2	4	-	-	-		9	15
07	Kuhmilch	2	10	10	5	11		10	48
08	Oberflächenwasser	18	8	8	48	12		24	118
08	Sediment	4	6	6	12	9		13	50
09	Fischfleisch	0	2	2	1	2		4	11
10	Trinkwasser	20	4	4	-	12		8	48
99	Sonstige								0
	<b>Summe</b>	184	155	167	159	178	46	218	1107

An den insgesamt 1 107 Proben wurden 1 386 Messungen durchgeführt. Sie verteilen sich auf die einzelnen Medien aller Überwachungsbereiche bzw. nach den einzelnen Bereichen und Messverfahren wie folgt:

Übersicht von Probenzahlen und eingesetzten Messverfahren Alle Überwachungsbereiche

Umweltbereich	Medium	Probenanzahl	Do-sis	Spek-trum	Sr-90	H-3	I-131	Pu	Σ
01	γ-Dosimeter (KTA*)	177	177						177
01	γ-Dosimeter (IL**)	14	14						14
01	Neutronen-Dosimeter (IL**)	14	14						14
01	Aerosolproben	150		150					150
01	Aerosole, Iod	54		54					54
02	Niederschlag	138		106		66			172
03	Boden	32		32				4	36
03	Bodenoberfläche	54		54					54
04	Wiesenbewuchs(Gras)	0							0
05	Futtermittel (Gras)	32		32				4	36
06	Pflanzl. Nahrungsmittel	150		150	73				223
06	Tabak	2		2	1				3
06	Wein	15		15	6	15			36
07	Kuhmilch	48		21	21		46		88
08	Oberflächenwasser	118		68		106			174
08	Sediment	50		50					50
09	Fischfleisch	11		11					11
10	Trinkwasser	48		32	14	48			94
99	Sonstige	0							0
	<b>Summe</b>	1 107	205	777	115	235	46	8	1 386

\*KTA: Kerntechnische Anlage

\*\*IL: Interimslager

Übersicht von Probenzahlen und eingesetzten Messverfahren  
Forschungszentrum Karlsruhe

Umweltbereich	Medium	Probenanzahl	Do-sis	Spek-trum	Sr-90	H-3	I-131	Pu	Σ
01	γ-Dosimeter (KTA*)	43	43						43
01	γ-Dosimeter (IL**)								0
01	Neutronen-Dosimeter (IL**)								0
01	Aerosolproben	12		12					12
01	Aerosole, Iod	12		12					12
02	Niederschlag	30		22		30			52
03	Boden	6		6				4	10
03	Bodenoberfläche	12		12					12
04	Wiesenbewuchs(Gras)								0
05	Futtermittel (Gras)	6		6				4	10
06	Pflanzl. Nahrungsmittel	18		18	9				27
06	Tabak	1		1	1				2
06	Wein								0
07	Kuhmilch	2		2	2				4
08	Oberflächenwasser	18		4		18			22
08	Sediment	4		4					4
09	Fischfleisch	0		0					0
10	Trinkwasser	20		4		20			24
99	Sonstige								0
	<b>Summe</b>	184	43	103	12	68	0	8	234

Übersicht von Probenzahlen und eingesetzten Messverfahren  
Kernkraftwerk Obrigheim

Umweltbereich	Medium	Probenanzahl	Do-sis	Spek-trum	Sr-90	H-3	I-131	Pu	Σ
01	γ-Dosimeter (KTA*)	30	30						30
01	γ-Dosimeter (IL**)								0
01	Neutronen-Dosimeter (IL**)								0
01	Aerosolproben	8		8					8
01	Aerosole, Iod	12		12					12
02	Niederschlag	24		24					24
03	Boden	4		4					4
03	Bodenoberfläche	12		12					12
04	Wiesenbewuchs(Gras)								0
05	Futtermittel (Gras)	4		4					4
06	Pflanzl. Nahrungsmittel	29		29	18				47
06	Tabak	-		-	-				0
06	Wein	2		2	1	2			5
07	Kuhmilch	10		4	4		10		18
08	Oberflächenwasser	8		8		8			16
08	Sediment	6		6					6
09	Fischfleisch	2		2					2
10	Trinkwasser	4		4	4	4			12
99	Sonstige								0
	<b>Summe</b>	155	30	119	27	14	10	0	200

Übersicht von Probenzahlen und eingesetzten Messverfahren  
Kernkraftwerksstandort Neckarwestheim

Umweltbereich	Medium	Probenanzahl	Do-sis	Spek-trum	Sr-90	H-3	I-131	Pu	Σ
01	γ-Dosimeter (KTA*)	29	29						29
01	γ-Dosimeter (IL**)	6	6						6
01	Neutronen-Dosimeter (IL**)	6	6						6
01	Aerosolproben	8		8					8
01	Aerosole, Iod	12		12					12
02	Niederschlag	24		24					24
03	Boden	4		4					4
03	Bodenoberfläche	12		12					12
04	Wiesenbewuchs(Gras)								0
05	Futtermittel (Gras)	4		4					4
06	Pflanzl. Nahrungsmittel	28		28	16				44
06	Tabak	-		-	-				0
06	Wein	4		4	1	4			9
07	Kuhmilch	10		4	4		10		18
08	Oberflächenwasser	8		8		8			16
08	Sediment	6		6					6
09	Fischfleisch	2		2					2
10	Trinkwasser	4		4	2	4			10
99	Sonstige								0
	<b>Summe</b>	167	41	120	23	16	10	0	210

Übersicht von Probenzahlen und eingesetzten Messverfahren  
Kernkraftwerksstandort Philippsburg

Umweltbereich	Medium	Probenanzahl	Do-sis	Spek-trum	Sr-90	H-3	I-131	Pu	Σ
01	γ-Dosimeter (KTA*)	24	24						24
01	γ-Dosimeter (IL**)	8	8						8
01	Neutronen-Dosimeter (IL**)	8	8						8
01	Aerosolproben	8		8					8
01	Aerosole, Iod	6		6					6
02	Niederschlag	12		12					12
03	Boden	4		4					4
03	Bodenoberfläche	6		6					6
04	Wiesenbewuchs(Gras)								0
05	Futtermittel (Gras)	4		4					4
06	Pflanzl. Nahrungsmittel	13		13	7				20
06	Tabak	-		-	-				0
06	Wein	-		-	-	-			0
07	Kuhmilch	5		2	2		5		9
08	Oberflächenwasser	48		12		36			48
08	Sediment	12		12					12
09	Fischfleisch	1		1					1
10	Trinkwasser	-		-	-				0
99	Sonstige								0
	<b>Summe</b>	159	40	80	9	36	5	0	170

Übersicht von Probenzahlen und eingesetzten Messverfahren  
Kernkraftwerksstandort Beznau/Leibstadt

Um- weltbe- reich	Medium	Proben- anzahl	γ-					Pu	Σ
			Do- sis	Spek- trum	Sr-90	H-3	I-131		
01	γ-Dosimeter (KTA*)	19	19					19	
01	γ-Dosimeter (IL**)							0	
01	Neutronen- Dosimeter (IL**)							0	
01	Aerosol- proben	36		36				36	
01	Aerosole, Iod	6		6				6	
02	Niederschlag	12		12		12		24	
03	Boden	8		8				8	
03	Boden- oberfläche	6		6				6	
04	Wiesenbe- wuchs(Gras)							0	
05	Futtermittel (Gras)	8		8				8	
06	Pflanzl. Nah- rungsmittel	37		37	13			50	
06	Tabak	-		-	-			0	
06	Wein	-		-	-			0	
07	Kuhmilch	11		5	5	11		21	
08	Oberflächen- wasser	12		12		12		24	
08	Sediment	9		9				9	
09	Fischfleisch	2		2				2	
10	Trinkwasser	12		12	6	12		30	
99	Sonstige							0	
	<b>Summe</b>	178	19	153	24	36	11	0	243

Übersicht von Probenzahlen und eingesetzten Messverfahren  
Forschungsreaktor TRIGA Heidelberg

Um- weltbe- reich	Medium	Proben- anzahl	γ-					Pu	Σ
			Do- sis	Spek- trum	Sr-90	H-3	I-131		
01	γ-Dosimeter (KTA*)	5	5					5	
01	γ-Dosimeter (IL**)							0	
01	Neutronen- Dosimeter (IL**)							0	
01	Aerosol- proben	13		13				13	
01	Aerosole, Iod							0	
02	Niederschlag	24				24		24	
03	Boden	2		2				2	
03	Boden- oberfläche							0	
04	Wiesenbe- wuchs(Gras)							0	
05	Futtermittel (Gras)	2		2				2	
06	Pflanzl. Nah- rungsmittel							0	
06	Tabak							0	
06	Wein							0	
07	Kuhmilch							0	
08	Oberflächen- wasser							0	
08	Sediment							0	
09	Fischfleisch							0	
10	Trinkwasser							0	
99	Sonstige							0	
	<b>Summe</b>	46	5	17	0	24	0	0	46

Übersicht von Probenzahlen und eingesetzten Messverfahren  
Kernkraftwerksstandort Fessenheim

Um- weltbe- reich	Medium	Proben- anzahl	γ-					Pu	Σ
			Do- sis	Spek- trum	Sr-90	H-3	I-131		
01	γ-Dosimeter (KTA*)	27	27					27	
01	γ-Dosimeter (IL**)							0	
01	Neutronen- Dosimeter (IL**)							0	
01	Aerosol- proben	65		65				65	
01	Aerosole, Iod	6		6				6	
02	Niederschlag	12		12				12	
03	Boden	4		4				4	
03	Boden- oberfläche	6		6				6	
04	Wiesenbe- wuchs(Gras)							0	
05	Futtermittel (Gras)	4		4				4	
06	Pflanzl. Nah- rungsmittel	25		25	10			35	
06	Tabak	1		1	0			1	
06	Wein	9		9	4	9		22	
07	Kuhmilch	10		4	4	10		18	
08	Oberflächen- wasser	24		24		24		48	
08	Sediment	13		13				13	
09	Fischfleisch	4		4				4	
10	Trinkwasser	8		8	2	8		18	
99	Sonstige							0	
	<b>Summe</b>	218	27	185	20	41	10	0	283

Hinzu kommen die online vorgenommenen Dosisleistungsmessungen aus der Kernreaktor-Fernüberwachung, deren Ergebnisse hier ebenfalls in Auszügen veröffentlicht werden, die jedoch nicht in den o. a. Tabellen zu Probenahmen, in-situ- und Labor-messungen enthalten sind.

## 1.1 GAMMA-STRAHLUNG

Die Überwachung der äußeren Gamma-Strahlung erfolgte für den mitgeteilten Auslegungszeitraum mittels so genannter Flachglasdosimeter, die in der Umgebung normalerweise ein Jahr ausgelegt werden. Die Zahl der von der LUBW programmgemäß ausgelegten Dosimeter schwankt in Abhängigkeit von der Größe des zu überwachenden Gebiets und der Ausdehnung der kerntechnischen Anlagen zwischen 5 beim DKFZ und 44 beim FZK. Die in den Ergebnistabellen für den Überwachungszeitraum 2005 aufgeführten Werte sind die Mittelwerte von jeweils zwei gleichartigen am Überwachungsort ausgelegten Dosimetern. Zum Vergleich sind die in den beiden vorangegangenen Jahren ermittelten Ortsdosiswerte – ebenfalls als Mittelwert zusammengefasst – mit in die Tabelle aufgenommen.

Einerseits werden mit Dosimetern ortsspezifische Eigenschaften erfasst, die, soweit die Umgebung nicht verändert wird oder der Auslegungsort gewechselt werden musste, annähernd konstant sind; andererseits erkennt man die von Ort zu Ort auftretenden Unterschiede, die erfahrungsgemäß bei einigen Zehnteln mSv/a liegen können.

Die tiefsten Ortsdosiswerte in Baden-Württemberg bis hinab zu etwa 0,5 mSv/a findet man hauptsächlich im Rheintal in den Überwachungsgebieten des FZK und FSH mit seinen aktivitätsarmen, meist sandigen Böden. Ein Beitrag durch die kerntechnischen Anlagen kann nur unbedeutend sein.

Übersicht über die Extrem- und Mittelwerte der Jahresdosen in den verschiedenen überwachten Gebieten

Überw. Bereich	Zahl auswertb. Dosimeter	Minimum mSv	Maximum mSv	Mittelwert mSv
<b>FZK</b>	43	0,52	0,92	0,70
<b>KWO</b>	30	0,65	1,28	0,86
<b>GKN</b>	29	0,49	1,04	0,74
<b>KKP</b>	24	0,56	1,10	0,70
<b>KKL</b>	20	0,64	1,54	0,99
<b>TRIGA</b>	5	0,66	0,91	0,88
<b>FSH</b>	27	0,43	1,14	0,70

Zahl der ausgelegten gammaempfindlichen Dosimeter: 197  
Davon auswertbar: 192 – Verlust: 5

Dort sind aber auch Ergebnisse mit etwa dem Doppelten dieses Minimalwerts zu finden. Im Überwachungsgebiet am Hochrhein liegen bei einigen Orten die äußeren Ortsdosisleistungen sogar beim Dreifachen des Minimalwertes (z.B. Unterlauchringen/Waldshut). Da diese Extremwerte nur punktuell auftreten und der Mittelwert über alle Dosiswerte eines Gebiets sich – abgesehen von den oben beschriebenen Einflüssen der Ortswechsel – langfristig nicht signifikant verändert hat, können die kerntechnischen Anlagen als Ursache ausgeschlossen werden. Verantwortlich für die Unterschiede in den Ortsdosen sind hauptsächlich der jeweilige geologische Untergrund am Auslegungsort sowie die nähere Umgebung. Veränderungen der natürlichen Umgebung z.B. durch Ausstreuen kaliumhaltiger Dünger oder die Verwendung aktivitätshaltiger Baustoffe, aber auch der gelegentlich notwendige Wechsel zu einem anderen Auslegungsort können den ortsspezifischen Dosiswert erheblich beeinflussen.

Zum Vergleich der aktuell ermittelten Ortsdosiswerte werden im Folgenden nach Standorten getrennt die langfristigen Zeitreihen der Ortsdosen (in mSv/a) für die einzelnen Dosimeterauslegeorte ab 1995 genannt. Der zuvor liegende Zeitraum seit 1980 ist im Jahresbericht 1996 dargestellt.

Wurde der Dosimeterauslegeort gewechselt, ist dies in den nachfolgenden Tabellen durch eine Umrahmung des entsprechenden Feldes ersichtlich; Durchschnittswerte für ortsspezifische Zeitreihen ( $\emptyset$ ) sind in den drei letzten Spalten angegeben. Gelegentlich waren auch Dosimeter aus technischen Gründen nicht auswertbar, was in den Tabellen durch ein „n“ markiert wird, ein „e“ steht für ein entwendetes Dosimeter.

Nr	Auslegungsort	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Ø 1	Ø 2	Ø 3
1	FZK W 1	0,77	0,74	0,79	0,79	0,8	0,83	0,8	0,78	0,8	0,8	0,76	0,77		
2	W 2	0,70	0,68	0,78	0,72	0,68	0,7	0,67	0,67	0,68	0,68	0,69	0,70		
3	W 3	0,70	0,68	0,75	0,72	0,67	0,65	0,62	0,64	0,66	0,65	0,64	0,68		
4	NW 1	0,70	0,71	0,76	0,73	0,68	0,67	0,63	0,64	0,66	0,64	0,66	0,68		
5	NW 2	0,70	0,69	0,73	0,72	0,68	0,65	0,65	0,64	0,65	0,64	0,63	0,67		
6	NW 3	0,70	0,68	0,72	0,69	0,73	0,68	0,61	0,64	0,65	0,69	0,65	0,67		
7	N 1	0,67	0,70	0,73	0,67	0,69	0,67	0,68	0,67	0,7	0,74	0,67	0,67		
8	N 2	0,69	0,65	0,69	0,69	0,67	0,68	0,69	0,68	0,69	0,7	0,68	0,67		
9	N 3	0,66	0,67	0,73	0,66	0,67	0,71	0,75	0,74	0,76	0,73	0,72	0,68		
10	NO 1	0,73	0,72	0,73	0,72	0,69	0,77	e	0,61	0,69	0,64	0,63	0,69		
11	NO 2	0,70	0,69	0,74	0,70	0,7	0,76	0,78	0,81	0,8	0,78	0,79	0,75		
12	NO 3	0,72	0,67	0,72	0,70	0,69	0,7	0,69	0,68	0,69	0,69	0,65	0,69		
13	NO 4	0,72	0,69	0,71	0,70	0,67	0,69	0,65	0,61	0,63	0,67	0,67	0,66		
14	O 1	0,72	0,68	0,73	0,69	0,72	0,68	0,65	0,66	0,67	0,67	0,65	0,68		
15	O 2	0,74	0,69	0,73	0,69	0,66	0,68	0,64	0,66	0,65	0,69	0,65	0,68		
16	SO	0,72	0,70	0,76	0,73	0,66	0,69	0,64	0,66	0,68	0,69	0,63	0,69		
17	S 1	0,69	0,74	0,76	0,71	0,73	0,73	0,71	0,73	0,75	0,77	0,73	0,68		
18	S 2	0,71	0,70	0,76	0,75	0,68	0,65	0,67	0,65	e	0,67	0,66	0,69		
19	S 3	0,67	0,69	0,74	0,69	0,67	0,68	0,65	0,68	0,69	0,68	0,67	0,68		
20	SW 1	0,66	0,66	0,69	0,70	0,64	0,69	0,7	0,7	0,73	0,7	0,69	0,68		
21	SW 2	0,69	0,66	0,72	0,71	0,68	0,68	0,68	0,7	0,73	0,71	0,67	0,69		
22	W 4	0,72	0,70	0,80	0,72	0,72	0,76	0,7	e	0,76	0,73	0,71	0,72		
23	Leopoldshafen	0,66	0,67	0,75	0,66	e	0,63	0,60	e	0,64	e	0,64		0,65	
24	Linkenheim	0,94	0,94	0,99	0,99	0,97	0,96	0,95	0,94	0,98	0,99	0,92		0,95	
25	Hochstetten	0,67	0,72	0,75	0,75	0,70	0,71	0,65	0,65	0,71	0,72	0,71	0,67	0,71	
26	Liedolsheim	0,72	0,69	0,72	0,72	0,66	0,69	0,65	0,66	0,71	e	0,64	0,68		
27	Rußheim	0,73	e	0,78	0,77	0,77	0,76	0,72	0,74	e	0,68	0,66	0,74		
28	Linkenheim-Forsthaus	0,72	0,75	0,84	0,80	0,77	0,8	0,70	0,69	0,73	0,69	0,71	0,72		
29	Graben	0,80	0,70	0,76	0,72	0,69	0,67	0,68	0,66	e	0,71	e		0,68	
30	Friedrichstal-Klärwerk	0,70	e	0,78	0,79	0,76	0,73	0,67	0,73	0,72	0,73	0,70		0,71	
31	Karlsdorf	0,74	0,77	e	0,78	0,72	0,71	0,67	0,79	0,74	0,75	0,67		0,88	0,73
32	Spöck	0,95	0,98	1,02	1,04	1,00	1,01	0,97	0,97	0,95	0,99	1,03		0,98	
33	Bruchsal	0,77	0,78	0,83	0,85	0,78	0,76	0,75	0,77	0,78	0,81	0,78		0,79	
34	Büchenau	0,76	0,77	0,83	0,83	0,77	0,78	0,74	0,75	0,79	0,79	0,77		0,79	
35	Stutensee	0,68	0,69	0,74	0,74	0,66	0,7	0,62	0,66	0,66	0,69	0,66	0,68		
36	Untergrombach	0,72	0,76	0,76	e	0,74	0,73	0,73	e	0,73	0,75	0,73		0,73	
37	Weingarten	0,77	0,76	0,82	0,81	0,76	0,8	0,74	0,78	0,78	0,79	0,73		0,77	
38	Stutensee-I W K	0,68	0,70	0,75	0,71	0,66	e	0,66	e	0,71	0,67	0,64	0,68		
39	KA-Grötzingen	0,93	0,90	0,96	1,02	0,96	0,92	0,89	0,93	0,92	0,76	0,76	0,86		
40	KA-Waldstadt	0,70	0,68	0,69	0,70	0,63	e	0,65	0,65	0,69	0,74	0,73	0,68		
41	KA-Stadion	0,58	0,58	0,66	e	0,54	0,56	0,52	0,55	0,55	0,57	0,52	0,58		
42	KA-Neureut-Kirchfeld	0,70	0,71	0,74	0,70	0,69	0,7	0,67	0,68	0,68	0,71	0,67		0,69	
43	KA-Hertzstraße	0,67	0,67	0,74	0,72	0,64	0,65	0,62	0,61	0,64	0,65	0,66			0,65
44	Eggenstein	0,62	0,71	0,75	0,71	0,68	0,73	0,70	0,72	0,73	0,74	0,72		0,59	0,72
	<b>Jahresmittel</b>	<b>0,72</b>	<b>0,72</b>	<b>0,77</b>	<b>0,75</b>	<b>0,74</b>	<b>0,72</b>	<b>0,69</b>	<b>0,70</b>	<b>0,74</b>	<b>0,72</b>	<b>0,72</b>			

Nr	Auslegungsort (neueste Bezeich.)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Ø 1	Ø 2	Ø 3	Ø 4
		1	Neckarelz	e	0,90	0,97	0,96	0,91	e	0,87	0,90	0,87	0,90	0,90	0,90	
2	Mosbach	0,86	0,84	e	0,74	0,71	0,67	0,67	0,65	e	0,68	0,68	0,81			
3	Neckarburken	0,86	0,85	0,87	0,89	0,85	0,82	0,82	0,81	0,80	0,85	0,93	0,91			
4	Reichenbuch	1,06	1,03	1,05	1,11	1,04	1,08	1,03	1,03	1,05	e	1,05	1,07			
5	Schreckhof	0,89	0,88	0,90	0,93	0,89	0,91	0,88	0,87	0,89	e	0,78	0,85			
6	Binau-Hang	1,27	1,30	1,35	1,33	1,32	1,35	0,88	0,89	0,92	0,92	0,92	1,32	0,91		
7	Binau-Ort	0,96	0,95	0,97	1,02	1,00	0,99	0,97	0,92	e	1,35	1,28	0,95	1,32		
8	Diedesheim	1,22	e	0,77	0,74	0,70	0,68	0,67	0,68	0,69	0,71	0,71	1,21	0,71		
9	Neckarzimmern	0,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,87			
10	Böttinger Hof	0,86	0,84	0,87	0,89	0,84	0,79	0,82	0,80	0,84	0,83	0,82	0,88			
11	Hardhof	0,71	0,78	0,77	0,74	0,71	0,71	0,71	e	0,75	0,73	0,73	0,75			
12	Hochhausen	0,78	0,76	0,81	e	0,74	0,70	0,72	0,71	0,74	0,71	0,64	0,75	0,71		
13	Finkenhof	0,63	0,61	0,64	0,63	0,59	0,57	0,56	0,57	0,61	0,62	0,62	0,62			
14	Kälbertshausen	0,88	0,72	0,75	0,76	0,73	0,68	0,67	0,63	0,72	0,72	0,69	0,86	0,71		
15	Mörtelstein	0,87	0,98	0,97	1,00	0,88	0,86	0,89	0,84	0,91	e	0,74	0,86			
16	Asbach	1,11	1,11	1,12	1,25	1,23	1,25	1,24	1,29	1,29	1,23	1,17	1,13			
17	Breitenbronn	1,10	1,11	1,06	1,10	1,04	e	1,07	1,05	1,10	1,10	1,06	1,05			
18	Neckarkatzenbach	1,00	1,00	1,05	1,04	1,02	0,93	0,95	0,96	1,05	1,10	0,99	0,98			
19	Obrigheim Höfe	0,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,72			
20	Obrigheim Ort	0,74	0,70	0,76	0,73	0,67	0,68	e	0,64	0,69	0,67	0,65	0,69			
21	O1	-	1,23	e	0,91	0,83	0,74	0,77	0,72	0,76	0,78	0,74				
22	O2	1,00	1,00	1,02	0,99	0,97	0,94	0,94	0,93	0,97	0,93	0,93	0,92			
23	O3	0,98	0,95	0,97	1,00	1,00	0,94	0,92	0,94	1,31	0,95	0,90	0,96			
24	N1	0,93	0,89	0,90	0,88	0,89	0,86	0,82	0,86	0,94	0,88	0,89	0,87			
25	N2	0,88	0,91	0,87	0,91	0,86	0,86	0,84	0,86	0,96	0,88	0,86	0,88			
26	N3	-	0,88	0,86	0,89	0,84	0,82	0,76	0,83	0,96	0,86	0,81	0,79			
27	W1	0,97	0,96	1,00	1,05	0,97	0,93	0,92	0,91	0,99	0,96	0,91	0,95			
28	W2	0,98	1,05	1,06	e	0,93	0,89	0,91	0,89	0,95	0,94	0,94	0,94			
29	W3	1,09	1,27	1,13	1,08	0,99	0,95	0,98	0,96	0,97	0,99	0,93	1,00			
30	S1	0,94	0,97	0,92	0,95	0,87	0,85	0,89	0,83	0,95	0,88	0,89	0,89			
31	S2	0,90	0,99	0,92	0,95	0,87	0,80	0,85	0,82	0,84	0,85	0,80	0,87			
32	S3	0,92	0,94	0,96	0,88	0,89	0,84	0,84	0,83	0,89	0,87	0,81	0,87			
	<b>Jahresmittelwert</b>	<b>0,93</b>	<b>0,94</b>	<b>0,94</b>	<b>0,94</b>	<b>0,89</b>	<b>0,86</b>	<b>0,86</b>	<b>0,85</b>	<b>0,91</b>	<b>0,88</b>	<b>0,86</b>				

Langzeitdosis und Dosismittelwerte in der Umgebung des GKN

Nr	Auslegungsort	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Ø 1	Ø 2	Ø 3
1	NW1	-	0,73	0,76	0,72	0,69	0,66	0,62	0,63	0,68	0,69	0,65	0,68		
2	NW2	-	0,65	0,66	0,66	0,61	0,57	0,58	0,61	0,69	0,62	0,62	0,63		
3	W1	0,74	0,71	0,75	0,73	0,69	0,66	0,65	0,66	0,67	0,69	0,66	0,71		
4	W2	0,73	0,75	0,77	0,75	0,75	0,69	0,69	0,69	0,77	0,71	0,65	0,72		
5	W3	0,80	0,78	0,85	0,78	0,72	0,66	0,68	0,72	0,72	0,71	0,69	0,75		
6	S1	e	0,70	0,71	0,71	0,69	0,64	0,61	0,65	0,67	0,65	0,65	0,70		
7	S2	0,70	0,72	0,73	0,75	0,70	0,65	0,67	0,66	0,70	0,68	0,66	0,73		
8	O1	0,70	0,87	0,91	0,90	0,85	0,91	0,83	0,84	0,86	0,83	0,72	0,82		
9	O2	e	0,78	0,81	0,80	0,76	0,74	0,69	0,73	0,76	0,77	0,72	0,78		
10	N1	0,86	0,84	0,87	0,91	0,85	0,84	e	0,81	0,86	0,83	0,82	0,82		
11	N2	e	e	0,87	e	0,73	e	0,74	0,76	0,83	0,76	0,76	0,75		
12	N3	0,75	0,70	0,74	0,75	0,70	0,71	0,68	0,66	0,70	0,68	0,65		0,70	
13	Neckarwestheim	0,74	0,72	0,75	0,78	e	0,66	0,65	0,62	0,68	0,68	0,72		0,70	
14	Ottmarsheim	0,84	0,82	0,86	0,82	e	0,54	0,50	0,52	0,52	0,54	0,49		0,67	
15	Ilsfeld	0,64	0,65	0,66	0,67	0,62	0,61	0,58	0,64	0,61	e	e		0,65	0,63
16	Schozach	1,03	1,00	1,05	1,07	1,01	0,98	0,96	1,02	1,06	1,02	0,97	0,99		
17	Untergruppenbach	0,92	0,86	0,89	0,88	0,86	0,83	0,80	0,85	0,85	0,90	0,88		0,87	
18	Flein	0,84	0,78	e	0,79	0,73	0,73	0,67	0,71	0,74	0,76	0,74	0,84	0,75	
19	Sontheim	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98	0,96	0,92	0,94	1,06	0,99	0,94	0,97		
20	Horkheim	1,11	1,09	1,10	1,16	1,06	1,11	1,06	1,09	1,09	1,13	1,04	1,05		
21	Talheim	0,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,85		
22	Lauffen	e	0,66	0,66	0,66	0,60	0,61	0,58	0,68	0,58	0,61	0,60	0,69	0,66	0,61
23	Nordheim	e	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0,92	
24	Nordhausen	0,94	0,90	1,01	0,92	0,89	0,95	0,84	0,88	0,90	e	0,94	0,92		
25	Hausen a. d. Zaber	0,86	0,82	e	0,83	0,81	0,81	0,79	0,75	0,66	0,70	0,65	0,80		
26	Meimsheim	0,88	0,83	0,89	0,87	0,83	0,81	0,76	e	0,72	0,81	0,76	0,82		
27	Bönnigheim	0,70	0,68	0,69	0,70	e	e	0,61	0,69	0,65	0,65	0,65	0,71		
28	Erligheim	0,97	1,00	1,00	1,03	0,96	0,95	0,92	1,00	0,94	0,98	0,91	0,94		
29	Löchgau	0,91	0,90	0,95	0,93	0,89	0,87	0,83	0,85	0,99	0,94	0,88	0,88		
30	Besigheim	0,77	0,79	0,74	e	0,65	0,65	0,62	0,61	e	0,68	0,64		0,70	
31	Gemmrigheim	0,78	0,74	0,75	0,71	0,66	0,72	0,67	0,69	0,70	0,70	0,66	0,71		
32	Kirchheim	0,82	0,79	0,84	0,83	0,77	0,75	0,72	0,86	0,83	0,83	0,79	0,79		
	<b>Jahresmittelwert</b>	<b>0,83</b>	<b>0,80</b>	<b>0,83</b>	<b>0,82</b>	<b>0,78</b>	<b>0,76</b>	<b>0,72</b>	<b>0,75</b>	<b>0,78</b>	<b>0,77</b>	<b>0,74</b>			

Langzeitdosis und Dosismittelwerte in der Umgebung des KKP

Nr	Auslegungsort	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Ø 1	Ø 2	Ø 3
1	KKP W 1	0,85	0,88	0,86	0,94	0,90	0,88	0,88	0,88	0,87	0,90	0,87	0,83		
2	KKP N 1	0,90	0,92	0,93	0,97	0,97	0,94	1,01	0,95	0,93	0,90	0,90	0,93		
3	KKP N 2	0,70	0,75	0,77	0,75	0,75	0,71	0,72	0,71	0,71	0,74	0,68	0,70		
4	KKP N 3	0,61	0,68	0,73	e	0,67	0,64	0,62	0,63	0,68	0,69	0,66	0,65		
5	KKP O 1	0,68	0,68	0,68	0,70	0,66	0,63	0,61	0,65	0,70	0,67	0,64	0,67		
6	KKP O 2	0,63	0,72	0,75	e	e	0,67	0,69	0,67	0,71	0,68	0,66	0,68		
7	KKP O 3	0,59	0,69	0,71	e	0,65	0,63	0,65	0,66	0,69	0,65	0,59	0,64		
8	KKP SO	0,68	0,66	0,69	0,70	0,65	0,64	0,65	0,65	0,67	0,65	0,61	0,66		
9	KKP S 1	0,65	0,64	0,64	0,71	0,72	0,66	0,65	0,66	0,78	0,69	0,65	0,64		
10	KKP S 2	0,67	0,67	0,74	e	0,66	0,64	e	0,64	0,67	0,66	0,63	0,79		
11	KKP W 2	0,75	0,77	0,77	0,79	0,75	0,77	0,62	0,72	0,74	0,77	0,75	0,75		
12	KKP W 3	0,69	0,66	0,67	0,72	0,76	0,66	0,62	0,66	0,70	e	0,72	0,68		
13	Rheinhausen	0,71	0,69	0,70	e	0,69	0,68	0,65	0,70	0,67	0,69	0,64	0,70		
14	Philippsburg	0,68	0,66	0,76	0,69	0,66	0,66	0,59	0,63	0,62	0,68	0,63		0,66	
15	Schwetzingen	0,72	0,71	0,65	0,70	0,72	0,70	0,73	0,73	0,80	0,77	0,75	0,71		
16	Hockenheim	0,79	0,76	0,82	0,80	0,79	0,72	0,70	0,74	0,71	0,74	0,72		0,75	
17	Neulußheim	e	0,75	0,75	0,75	0,75	0,73	e	0,74	0,84	0,73	0,71	0,76	0,76	
18	Walldorf	0,70	0,69	0,68	0,75	0,71	0,70	0,67	0,68	0,72	0,75	0,75	0,70		
19	Oberhausen	1,14	1,15	1,18	1,19	1,25	1,18	1,21	1,15	1,32	1,14	1,10	1,10		
20	Waghäusel	0,67	0,64	0,68	0,67	0,65	0,58	0,59	0,64	0,62	0,69	0,65	0,67		
21	Altlußheim	0,63	0,60	0,70	0,70	0,69	0,66	0,65	0,64	0,72	0,69	0,69	0,62	0,68	
22	Wiesental	0,76	0,76	0,78	0,77	0,80	0,73	0,71	0,72	0,79	0,73	0,71	0,75		
23	Huttenheim	0,60	0,64	0,61	0,62	0,60	0,57	0,58	0,57	0,58	0,58	0,56	0,60		
24	Rheinsheim	0,71	0,68	0,70	0,69	0,67	0,65	0,65	0,64	0,66	e	0,63	0,67		
	<b>Jahresmittelwert</b>	<b>0,72</b>	<b>0,73</b>	<b>0,75</b>	<b>0,77</b>	<b>0,74</b>	<b>0,71</b>	<b>0,70</b>	<b>0,71</b>	<b>0,75</b>	<b>0,74</b>	<b>0,70</b>			

Langzeitdosis und Dosismittelwerte in der Umgebung des KKL

Nr	Auslegungsort	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Ø 1	Ø 2	Ø 3	Ø 4
1	Dogern (1)	1,22	1,23	1,27	1,20	1,20	1,30	1,21	1,22	1,20	1,23	1,25			1,24	
2	Dogern (2)	0,74	0,73	0,75	0,70	0,68	0,71	0,69	0,71	0,69	0,70	0,72	0,83			
3	WT-West	e	e	0,87	0,77	0,78	0,82	0,76	0,77	0,78	0,83	e	0,60	0,80		
4	WT-Schmittenuau	0,84	0,80	0,86	0,76	0,77	0,79	0,75	0,78	0,78	0,78	0,77	0,80			
5	WT-Tiengen	0,85	0,81	0,91	0,86	0,80	0,86	0,81	0,78	(e)	0,85	0,89			0,85	
6	Kadelburg	0,68	0,70	0,73	0,66	0,61	0,64	0,61	0,65	0,64	0,67	0,68		0,66		
7	WT-Stadt	0,70	0,69	0,75	0,66	0,63	0,65	0,63	0,64	0,65	0,65	0,64		0,70		
8	Unterlauchringen	1,50	1,48	1,57	1,44	1,44	1,60	1,52	1,61	1,54	1,59	1,54		1,55		
9	Oberlauchringen	0,77	0,78	0,83	0,76	(e)	0,79	0,77	0,76	0,79	0,78	0,77		0,78		
10	Gurtweil	1,10	1,07	1,15	1,03	1,05	1,13	1,04	1,08	1,04	1,13	1,08	1,10			
11	Schmitzingen	1,21	1,21	1,33	1,18	1,15	e	1,03	1,09	1,08	1,11	0,96	1,20			
12	Laufenburg	0,99	1,00	e	0,93	0,91	0,97	1,03	0,97	1,15	1,00	0,93	0,96			
13	Hauenstein	1,26	1,34	1,31	1,26	1,22	1,31	1,27	1,30	1,25	1,32	1,19		1,31		
14	Hochsal	1,05	e	1,07	1,02	0,95	1,02	1,00	1,03	1,11	1,04	0,98			1,04	1,02
15	Schachen	1,21	1,22	1,29	1,24	1,22	1,26	1,26	1,29	1,27	1,29	1,23	1,25	1,27		
16	Buch	1,09	1,11	1,22	1,08	1,05	1,12	1,07	1,02	1,12	1,12	1,01	1,12			
17	Albbruck	1,33	1,30	1,36	1,28	1,28	1,39	1,30	1,33	1,32	1,36	1,30		1,37		
18	Kiesenbach	0,90	0,95	0,98	0,88	0,86	0,94	0,90	0,93	0,91	0,94	0,91		0,95		
19	Birkingen	1,06	1,05	1,09	1,04	1,00	1,02	1,02	1,03	1,06	1,12	1,02				1,04
20	Eschbach	0,85	0,88	1,05	0,95	0,93	1,01	0,99	1,01	1,02	1,02	1,00	0,94			
	<b>Jahresmittelwert</b>	<b>1,02</b>	<b>1,02</b>	<b>1,07</b>	<b>0,99</b>	<b>0,98</b>	<b>1,02</b>	<b>0,98</b>	<b>1,00</b>	<b>1,02</b>	<b>1,03</b>	<b>0,99</b>				

Langzeitdosis und Dosismittelwerte in der Umgebung des TRIGA beim DKFZ

Nr	Auslegungsort	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Ø 1	Ø 2	Ø 3	
1	Chirurgie	e	0,86	e	e	0,83	0,82	e	e	e	e	0,91	0,86			
2	Botanisches Institut	0,91	0,93	1,15	1,07	1,09	1,05	1,04	n	0,87	0,87	0,84	1,03	0,86		
3	Chemisches Institut	0,80	0,78	0,80	0,82	0,84	0,83	0,84	0,83	0,79	e	0,66	0,80			
4	Gästehaus DKFZ	0,83	0,79	e	0,83	e	0,91	0,94	0,88	0,94	e	0,85	0,87			
5	Max-Planck-Haus	1,02	0,99	1,09	0,97	0,95	1,00	0,95	0,73	0,76	0,79	0,74	1,00	0,76		
	<b>Jahresmittelwert</b>	<b>0,89</b>	<b>0,87</b>	<b>1,01</b>	<b>0,92</b>	<b>0,93</b>	<b>0,92</b>	<b>0,94</b>	<b>0,81</b>	<b>0,84</b>	<b>0,83</b>	<b>0,80</b>				

Nr	Auslegungsort	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Ø 1	Ø 2	Ø 3
1	Oberrimsingen	0,87	0,95	0,98	0,92	0,98	1,03	0,96	0,94	0,94	0,92	0,93		0,94	
2	Hausen	0,71	0,74	0,83	0,73	0,73	0,74	0,67	0,68	0,72	0,75	0,67	0,92	0,72	
3	Feldkirch	0,79	0,87	0,91	0,86	0,91	e	0,91	e	1,01	0,90	0,88		0,87	
4	Biengen	0,70	e	0,84	0,83	e	0,85	0,77	0,79	0,76	0,75	e	0,83		
5	Schlatt	0,84	0,97	1,00	0,98	0,94	0,97	0,91	0,96	1,01	0,93	0,96		0,94	
6	Tunsel	0,66	0,73	0,79	0,74	0,69	0,71	0,65	0,68	e	0,71	0,69	0,73		
7	Eschbach	0,79	0,90	0,96	0,86	0,89	0,98	0,94	0,97	1,00	0,95	0,93			0,91
8	Heitersheim	e	0,73	0,78	0,70	0,69	0,70	0,66	0,67	0,71	0,69	e	0,78	0,70	
9	Buggingen	0,67	0,78	0,78	0,75	0,74	0,74	0,68	0,71	0,71	0,71	0,68		0,75	
10	Hügelheim	0,80	0,96	e	1,03	0,97	1,01	e	1,04	1,02	1,02	1,01	0,91		
11	Müllheim	0,68	0,77	0,80	0,72	0,73	0,76	0,68	0,73	0,73	0,73	0,73		0,69	0,73
12	Neuenburg	0,62	0,72	0,71	0,70	0,68	0,68	0,64	0,65	0,67	0,64	0,62	0,67	0,67	
13	Zienken	0,58	0,71	0,67	0,65	0,66	0,69	0,69	0,65	0,64	0,66	0,59		0,66	
14	Grißheim	0,68	0,77	0,75	0,69	0,70	0,72	0,69	0,70	0,73	0,72	0,72		0,76	
15	Bremgarten	0,59	0,68	0,69	0,63	0,63	0,64	0,61	0,64	0,65	0,65	0,64		0,65	
16	Hartheim	0,58	0,68	0,69	0,65	0,66	0,66	0,60	0,66	0,67	0,67	0,59	0,67		
17	Gündlingen	0,63	0,73	0,78	0,67	0,71	0,71	0,68	0,69	0,71	0,72	0,66		0,71	
18	Merdingen	0,73	0,83	0,82	0,77	0,80	0,78	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,83	0,79	
19	Bad Krozingen	0,85	0,95	0,97	0,99	0,97	0,95	0,91	0,95	0,95	0,93	0,93		0,92	
20	Breisach	1,04	1,16	1,18	1,09	1,11	1,09	1,18	1,13	1,12	1,09	1,14	1,08		
21	Rhein-km 206,6	0,51	0,60	0,73	0,49	0,52	0,52	0,47	e	0,48	0,50	0,53	0,58		
22	Rhein-km 207,0	0,57	0,64	0,64	0,60	0,57	e	0,54	0,58	0,58	0,59	0,55	0,59		
23	Rhein-km 208,0	0,45	0,52	0,54	0,50	0,48	0,48	0,45	0,47	0,47	0,46	0,43	0,52		
24	Rhein-km 209,0	0,54	0,64	0,64	0,59	0,58	0,61	0,54	0,57	e	0,56	0,53	0,59		
25	Rhein-km 210,0	0,53	0,64	0,66	0,60	0,60	0,64	0,54	0,57	0,58	0,60	0,56	0,61		
26	Rhein-km 210,5	0,56	0,66	0,67	0,60	0,59	0,62	0,56	0,56	0,60	0,58	0,60	0,63		
27	Rhein-km 211,0	0,52	0,61	0,60	0,59	0,57	0,59	0,55	0,57	0,56	0,56	0,55	0,59		
28	Rhein-km 212,0	0,54	0,65	0,64	0,59	0,60	0,60	0,54	0,57	0,52	0,53	0,54	0,60		
29	Rhein-km 213,0	0,51	0,60	0,60	0,56	0,57	0,55	0,55	0,53	0,54	0,54	e	0,58		
30	Rhein-km 214,6	0,53	0,63	0,66	0,58	0,56	0,55	0,54	0,54	0,55	0,57	0,50	0,61		
	<b>Jahresmittelwert</b>	<b>0,66</b>	<b>0,75</b>	<b>0,77</b>	<b>0,72</b>	<b>0,72</b>	<b>0,73</b>	<b>0,69</b>	<b>0,71</b>	<b>0,73</b>	<b>0,71</b>	<b>0,70</b>			

1.2 AEROSOLE

Luftgetragene radioaktive Stoffe, die als Aerosole vorliegen, werden bei baden-württembergischen Kernkraftwerken gemäß REI jeweils vierteljährlich an Quartalsproben bestimmt. Bei den ausländischen Anlagen werden die Probenahmeintervalle, da die Landesbehörden im Rahmen der Aufsicht keinen direkten Zugriff auf die Emissionswerte der Anlagen haben, dagegen auf jeweils einen Monat verkürzt und somit die dreifache Zahl der Proben gemessen. Die bei der gammaspektrometrischen Messung erreichten messtechnischen Nachweisgrenzen sind dennoch vergleichbar.

Bei den 150 durchgeführten Messungen wurde nur in 15 Proben Cäsium-137 nachgewiesen. Die festgestellten Aktivitätskonzentrationen lagen dabei zwischen 1 und 4 µBq/m³. Die Ergebnisse weichen damit kaum von denen des Vorjahres ab. Darüber hinaus wird zur Dokumentation der Leistungsfähigkeit des Messverfahrens für jede Messung auch die Nachweisgrenze für Co-60 angegeben. Das Nuklid selbst wurde in keiner Probe gefunden, die Nachweisgrenze für Co-60 und deren Schwankungen sind mit der von Cs-137 vergleichbar. Das natürlich vorkommende

Nuklid Be-7 wird immer nachgewiesen. Dessen Konzentration liegt im Bereich einiger µBq/m³ und damit um drei Größenordnungen über der gerade noch feststellbaren Konzentration des künstlichen Cs-137.

Auf die Angabe des ebenfalls natürlichen K-40 wird in diesem Umweltmedium verzichtet, da bei der Messung auch der nicht unbedeutende K-40-Anteil des zur Sammlung verwendeten Luftfilters (Glasfaser) erfasst würde. Dieser Tatsache wird seit dem 10. Statusgespräch „Emissions- und Immissionsüberwachung sowie KFÜ“ im Jahr 2004 im Umweltministerium Baden-Württemberg Rechnung getragen. Das Ergebnis der seinerzeit geführten fachlichen Diskussion erlaubt, von den im Erlass vom 2.11.2000 (Az.: 72-4621.42-6) festgelegten „Mindestanforderungen an die Berichterstattung bezüglich der im Rahmen der Immissionsüberwachung von kerntechnischen Anlagen zu überwachenden Radionuklide“ abzuweichen. Da einerseits praktisch kein K-40 als Aerosol in der Luft ist, kann es auch nicht im Niederschlag auftauchen, weshalb dort ebenfalls keine K-40-Werte berichtet werden müssen.

Nuklid		Proben- anzahl	Minimum $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$	Maximum $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$	Mittelwert $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$
<b>Be 7</b>	Messwerte	150	870	7900	2900
	Nachweisgrenze	150	1,7	15	5,2
<b>Co 60</b>	Messwerte	0	-	-	-
	Nachweisgrenze	150	1,7	15	5,2
<b>Cs 137</b>	Messwerte	15	1,1	2,6	2,1
	Nachweisgrenze	135	1,5	20	5,1

Die im Berichtsjahr festgestellten Konzentrationen des künstlichen Radionuklids Cäsium-137 sind radiologisch bedeutungslos angesichts der Tatsache, dass die natürlichen und nicht aus künstlichen Quellen stammenden kurzlebigen Folgeprodukte des Radiums oder Thoriums ständig in wesentlich höheren Konzentrationen auftreten.

### 1.3 ORTSDOSISLEISTUNG

Während die  $\gamma$ -Ortsdosis über den Zeitraum von etwa einem Jahr mit Hilfe der ausgelegten Festkörperdosimeter integrierend ermittelt wird, werden darüber hinaus mit einem anderen Messverfahren an mehr als 110 Messstationsorten der KFÜ in kurzen Messintervallen Ortsdosisleistungsmesswerte erhoben. Die in der Umgebung der kommerziellen kerntechnischen Anlagen installierten Messgeräte übermitteln via Datenleitung oder Datenfunk on-line ihre Messwerte zur Zentrale der KFÜ nach Karlsruhe zur LUBW, wo sie auf Grenzwerte überwacht werden. Die Umstellung und Inbetriebnahme zahlreicher Messgeräte auf die funkgestützte Datenübertragung erfolgte im Verlauf des Berichtszeitraums. Aus formalen mathematischen Gründen wird die Mittelwertbildung bei Messergebnissen getrennt nach den Messgerätetypen vorgenommen, selbst, wenn sie am selben Standort messen. In den Messwertetabellen wird auf die „Funksonden“ durch den Zusatz (FS) hingewiesen.

In den Tabellen 1.3 des Kap V sind aus der KFÜ die aus den Stundenmittelwerten errechneten Jahresmittelwerte für die einzelnen Stationen vermerkt. Im Allgemeinen traten deutlich vom Mittelwert abweichende Erhöhungen nur korreliert mit Niederschlagstätigkeit auf, wenn die Troposphäre von darin enthaltenen natürlichen Radionukliden ausgewaschen wird. Kurzzeitige, durchaus deutliche Abweichungen vom langfristigen Mittelwert stellen demzufolge keine ungewöhnlichen Erscheinungen dar. Da die häufigsten Werte fast ausnahmslos bei den Mittelwerten lagen, wurde auf eine detaillierte Berichterstattung verzichtet. Sowohl historische als auch aktuelle Messwerte der Ortsdosisleistung aus der KFÜ werden im Internet unter:

<http://www2.lfu.baden-wuerttemberg.de/lfu/uis/messwerte.php>

veröffentlicht. Neben den (regelmäßig aktualisierten) Standardtabellen sind auch interaktive Abfragen z.B. mit grafischen Ergebnisdarstellungen möglich. (siehe: Kernreaktor-Fernüberwachung oder Radioaktivitäts-Meßnetz (Strahlenpegel) oder Radioaktivitätsmesswerte Online).

Insgesamt liegen die gemessenen langfristigen Mittelwerte zwischen 0,098 und 0,109  $\mu\text{Sv}/\text{h}$  und damit im Schwankungsbereich der bisherigen langfristig zu beobachtenden Ortsdosisleistungswerte. Kurzzeitig höhere Werte als die Mittelwerte sind radiologisch bedeutungslos und wirken sich im Mittelwert praktisch nicht aus. Das absolute Minimum liegt bei 0,058  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ , das absolute Maximum bei 0,217  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ .

### 2. NIEDERSCHLÄGE

Niederschläge werden seit der ersten Überarbeitung der Richtlinie zur Umgebungsüberwachung d. h. ab 1. 1. 1994 bei allen kerntechnischen Einrichtungen monatlich gesammelt. Mit Ausnahme beim Heidelberger Forschungsreaktor werden in jedem Fall Gamma-Spektren von Eindampfproben aufgenommen, während beim Forschungszentrum und nahe des schweizerischen Paul-Scherrer-Instituts sowohl auf Gammastrahler als auch auf Tritium überwacht wird. Beim FZK sind zudem nordöstlich und südwestlich des Tritiumlabors zusätzlich zwei Probenahmeorte eingerichtet. Die Proben dieser Orte werden nur quartalsweise gesammelt und nur auf Tritium hin untersucht.

Übersicht über Messwerte und Nachweisgrenzen bei Niederschlägen

Nuklid		Proben- anzahl	Minimum $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$	Maximum $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$
<b>Co 60</b>	Messwerte	0	-	-
	Nachweisgrenze	116	1,5	44
<b>Cs 137</b>	Messwerte	0	-	-
	Nachweisgrenze	116	1,2	50
<b>H 3</b>	Messwerte	2	10000	10000
	Nachweisgrenze	71	8 000	8 000

In den im Jahr 2005 gesammelten Proben wurden keine künstlichen Gammastrahler nachgewiesen. Die Nachweisgrenze bei Tritium, das auch natürlicherweise in der Umwelt vorkommt (Bildung durch kosmogene Strahlung und Folgen der oberirdischen Kernwaffenversuche) liegt bei 8,0 Bq/l. Sie wurde im Überwachungszeitraum zweimal knapp überschritten. Auf die Angabe von K-40 wird verzichtet, da dieses Nuklid in Niederschlägen praktisch nicht vorkommen kann.

Gegenüber den durch Kernwaffentests bisher auf der Erd-

oberfläche sedimentierten und ausgewaschenen Aktivitätsmengen ist somit der durch die überwachten kerntechnischen Anlagen erfolgte Aktivitätseintrag unbedeutend. Aufgrund der Niederschlagsmessergebnisse konnte letztlich auch in den nachfolgenden Umweltmedien (z. B. Böden, Bewuchs aus der Nähe des Niederschlagsammelortes) keine nennenswerte Probenkontamination erwartet werden.

### 3. BODEN

In den Bodenproben aus der Umgebung der überwachten Anlagen wurden gammaspektrometrisch an künstlichen Radionukliden lediglich das Cäsium-Isotop mit der Massenzahl 137 gefunden. Es stammt überwiegend aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl und zu einem Teil auch vom Fallout früherer oberirdischer Kernwaffentests. Sofern sich darin auch Anteile infolge des Betriebs kerntechnischer Anlagen befinden, können sie nur untergeordnete Bedeutung haben, zumal alle Referenzorte abseits der Kernkraftwerk-Standorte in den überwachten Orten analoges Verhalten zeigen, ja gelegentlich sogar höhere Werte als die Orte in den Überwachungsgebieten aufweisen.

Übersicht über Messwerte und Nachweisgrenzen bei Böden

Nuklid	Probenanzahl	Minimum Bq/kg (TM)	Maximum Bq/kg (TM)
<b>Pu 238</b>	Messwerte	-	-
	Nachweisgrenze	4	1,2
<b>Pu 239/40</b>	Messwerte	0	-
	Nachweisgrenze	4	0,93
<b>Co 60</b>	Messwerte	0	-
	Nachweisgrenze	32	0,45
<b>Cs 137</b>	Messwerte	32	3,0
	Nachweisgrenze	0	-
<b>K 40</b>	Messwerte	32	340
	Nachweisgrenze	0	-

Die Konzentrationen des Cäsiums in Böden streuen stark über das Landesgebiet. Sie sind verursacht durch den Fallout des Reaktorunfalls von Tschernobyl. Unmittelbar nach dem Unfall von Tschernobyl waren die Streuungen zwischen und innerhalb der Untersuchungsgebiete noch größer. Wegen der zwischenzeitlichen Bodenbearbeitung und wegen des radioaktiven Zerfalls haben sich die Streubreiten innerhalb eines Gebietes wieder verringert. Nach wie vor zeigt sich allerdings anhand der Messwerte der im Jahr 1986 stattgefundenen höheren Eintrag im südbadischen Bereich.

Beim FZK werden die Bodenproben programmgemäß auch auf ihren Gehalt an Plutoniumisotopen untersucht. In diesen

Proben lag die Konzentration dieser Alphastrahler im Berichtszeitraum unterhalb der Nachweisgrenze von ca. 1 Bq/kg. Erfahrungsgemäß streuen auch die Plutoniumgehalte in Böden beträchtlich, da der langfristige Eintrag während der Kernwafferversuchsreihen durch die am Ort herrschende Niederschlagstätigkeit bestimmt war.

Insgesamt um Größenordnungen höher liegt der K-40-Gehalt der Böden. Er schwankt zwischen 340 und 660 Bq/kg und ist – wie schon erwähnt – natürlichen Ursprungs.

### 4. FUTTERMITTEL (GRAS)

Im Jahr 2004 wurde im Bewuchs in 31 der 32 untersuchten Proben das langlebige, aus dem Tschernobyl-Fallout herrührende Spaltnuklid Cs-137 nachgewiesen. Der Vergleichbarkeit wegen werden die Aktivitätsgehalte auf die Trockenmasse (TM) bezogen. Die Aktivitätsgehalte von Cäsium-137 schwanken von Ort zu Ort und spiegeln durchaus noch die im Jahr 1986 erfolgten Einträge über Luft und Niederschläge auf den Boden wieder. Sie liegen im Bereich zwischen 0,14 und 7,62 Bq/kg, im Mittel bei 1,05 Bq/kg. Gelegentlich weisen Referenzorte höhere Werte auf als Orte aus dem Überwachungsgebiet. Somit darf geschlossen werden, dass – wenn überhaupt – nur unbedeutende Beiträge des abgelagerten Cs-137 von den überwachten Anlagen stammen können. Die Nachweisgrenze von Co-60, die ähnlich wie die des Cs-137 liegt, schwankt zwischen 0,13 und 0,39 Bq/kg (Mittelwert 0,28 Bq/kg), damit liegen die Messwerte von Cs-137 meist deutlich über der Nachweisgrenze.

Übersicht über Messwerte und Nachweisgrenzen bei Futtermitteln

Nuklid	Probenanzahl	Minimum Bq/kg (TM)	Maximum Bq/kg (TM)
<b>Pu 238</b>	Messwerte	0	-
	Nachweisgrenze	4	0,021
<b>Pu 239/40</b>	Messwerte	2	0,062
	Nachweisgrenze	2	0,016
<b>Co 60</b>	Messwerte	0	-
	Nachweisgrenze	32	0,16
<b>Cs 137</b>	Messwerte	32	0,25
	Nachweisgrenze	0	-
<b>K 40</b>	Messwerte	32	470
	Nachweisgrenze	0	-

Beim FZK lagen die Ergebnisse für die Gehalte an Transuranen unter oder nahe der Nachweisgrenze (maximal 0,06 Bq/kg TM). Eine signifikante Beeinflussung des Aktivitätsgehaltes bei Gras durch den Betrieb der überwachten Anlagen kann deshalb ausgeschlossen werden.

Das natürliche Radionuklid K-40 liegt auch im Gras um Größenordnungen über den Werten von Cs-137.

Übersicht über Messwerte und Nachweisgrenzen bei pflanzlichen Nahrungsmitteln:

Nuklid	Probenanzahl	Minimum Bq/kg (FM)	Maximum Bq/kg (FM)
<b>Co 60</b>	Messwerte	0	-
	Nachweisgrenze	159	0,014
<b>Cs 137</b>	Messwerte	14	0,019
	Nachweisgrenze	145	0,012
<b>K 40</b>	Messwerte	159	20
	Nachweisgrenze	0	-
<b>Sr 90</b>	Messwerte	79	0,005
	Nachweisgrenze	0	-

### 5. NAHRUNGSMITTEL PFLANZLICHER HERKUNFT

Im Überwachungszeitraum 2005 wurden 150 Proben der unterschiedlichsten pflanzlichen Nahrungsmittel (ohne Tabak und Wein) genommen. In wenigen dieser Proben wurden künstliche Gammastrahler gefunden. Als einziges künstliches gammastrahlendes Radionuklid wurde das vom Tschernobyl-Unfall herrührende Nuklid Cs-137 nachgewiesen. Seine Aktivitätskonzentration lag zwischen 0,02 und 0,44 Bq/kg. Die Aktivitätskonzentration des natürlichen gammastrahlenden Radionuklides K-40 lag dagegen um Größenordnungen höher (20 bis 220 Bq/kg, im Mittel 110 Bq/kg).

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die sortenabhängigen Schwankungsbereiche für die verschiedenen relevanten Radionuklidkonzentrationen des Cs-137, Sr-90 und K-40.

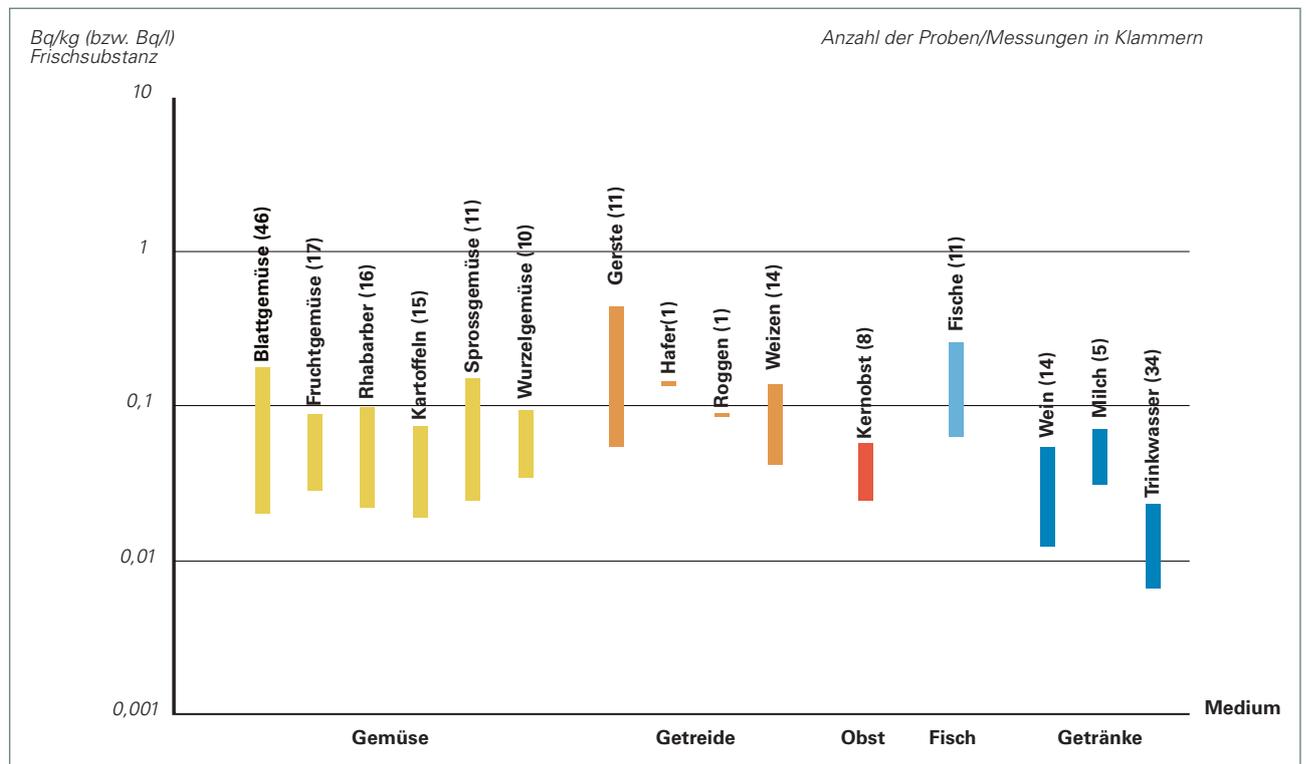


Abb. 1: Cäsium-137 in Nahrungsmitteln 2005

Sofern kein Cäsium gefunden wurde, wird anstelle des Messwertes die Nachweisgrenze eingesetzt. Dieselbe Darstellung zeigt die nachfolgende Abbildung für das natürlich vorkommende Nuklid K-40. Die Werte liegen um 3 Zehnerpotenzen höher als

bei Cs-137.

Ein großer Teil der Proben wurde ferner auf Sr-90 untersucht:

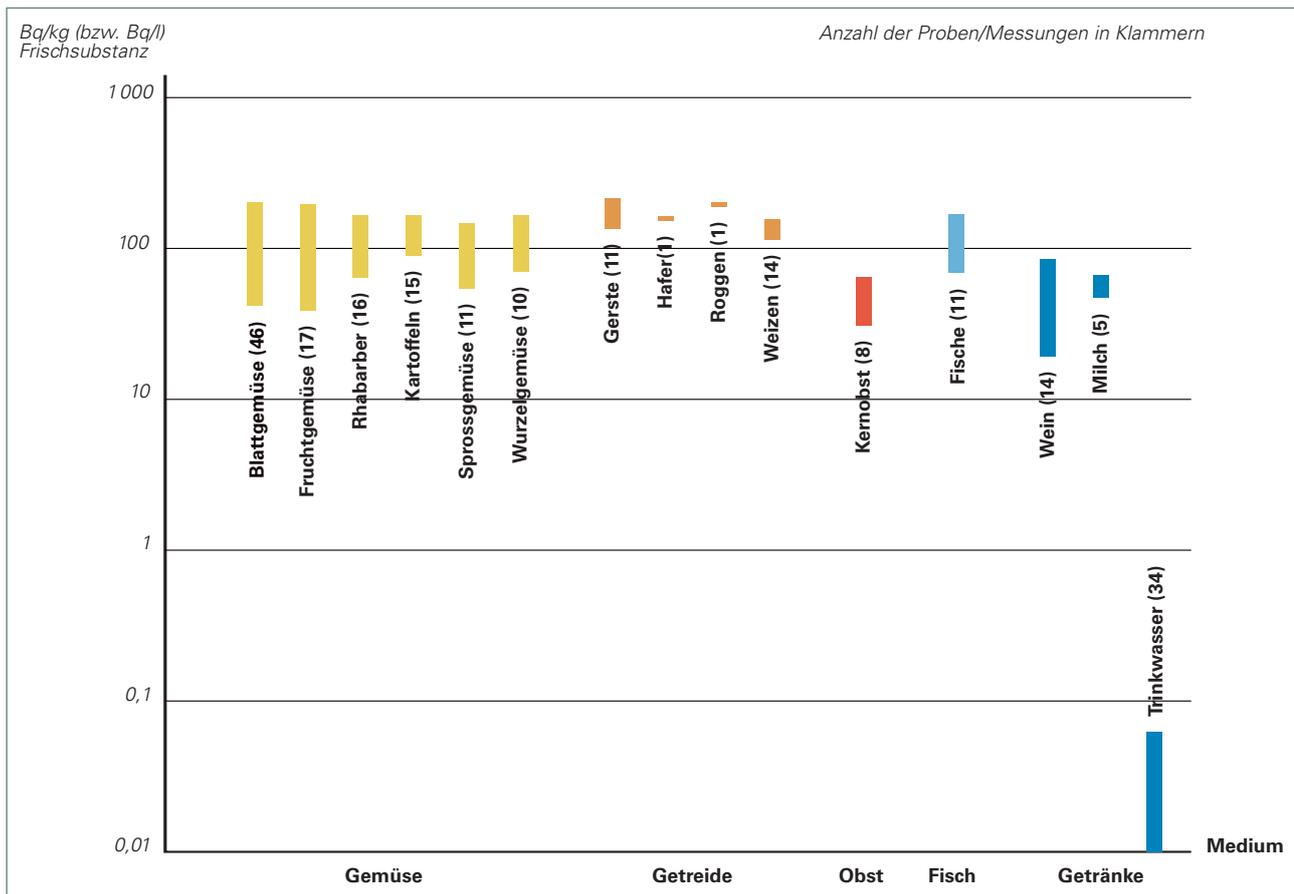


Abb. 2: Kalium-40 in Nahrungsmitteln 2005

Übersicht über Sr-90-Messwerte und Nachweisgrenzen bei pflanzlichen Nahrungsmitteln, Fischen und Getränken:

Medium	Probenanzahl	Minimalwert Bq/kg FS	Maximalwert Bq/kg FS
Blattgemüse	22	0,030	0,610
Fruchtgemüse	8	0,033	0,150
Rhabarber	15	0,038	0,460
Kartoffeln	9	0,010	0,082
Sprossgemüse	3	0,130	0,200
Wurzelgemüse	1	0,044	0,048
Gerste	1	0,105	0,115
Hafer			
Roggen	1	0,105	0,115
Weizen	12	0,051	0,290
Kernobst	1	0,025	0,028
Fische	1	0,015	0,020
Wein	6	0,005	0,025
Milch	21	0,009	0,052
Trinkwasser	15	0,001	0,007

Probe ist und umgekehrt umso größer, je höher der Feststoffanteil liegt.

Trinkwasser, das üblicherweise aus geschützten Vorkommen stammt, weist die niedrigsten Konzentrationen sowohl bei den Gammastrahlern als auch bei Sr-90 auf.

Insgesamt sind die hier dargestellten Lebensmittel nicht oder allenfalls unbedeutend durch den Betrieb der untersuchten kerntechnischen Anlagen beeinflusst.

Die Konzentrationen variierten innerhalb der untersuchten Lebensmittel zwischen <0,01 und 0,61 Bq/kg (ohne Trinkwasser). Den niedrigsten Wert mit 0,01 Bq/kg weisen Kartoffeln auf, das absolute Maximum dagegen findet man bei Blattgemüsen. Im Allgemeinen ist die Sr-90-Aktivitätskonzentration in pflanzlichen Nahrungsmitteln umso kleiner, je höher der Wassergehalt der

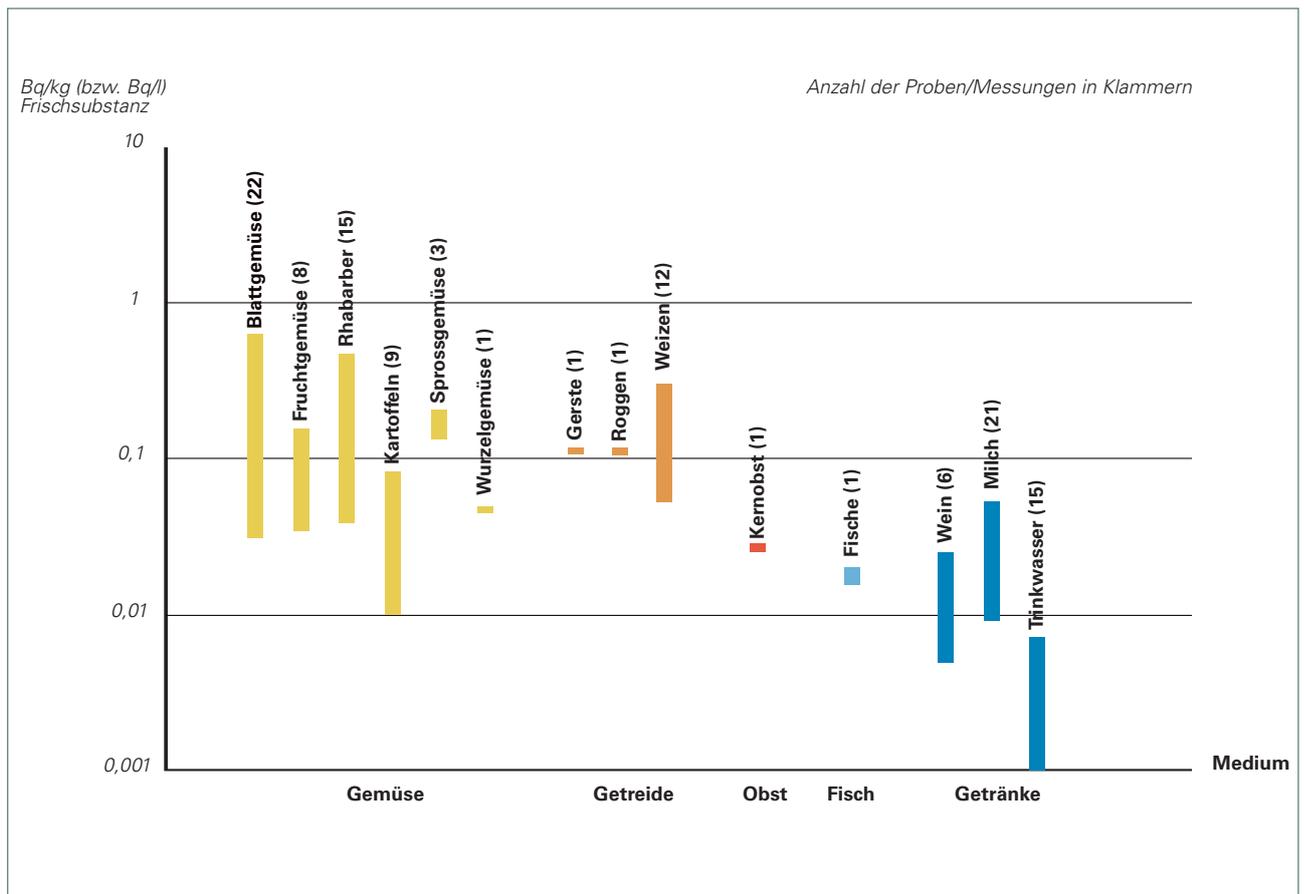


Abb. 3: Sr-90 in Nahrungsmitteln 2005

Neben den in Abb. 3 dargestellten Medien wird auch Tabak auf Sr-90 hin untersucht. Die Werte werden hier der Vergleichbarkeit wegen auf die Trockensubstanz bezogen und liegen bei 9,7 Bq/kg Trockensubstanz und damit weit über den Werten aller untersuchten Lebensmittel. Strontium-90 stammt hauptsächlich von den früheren oberirdischen Kernwaffenversuchen und nicht aus Emissionen der überwachten kerntechnischen Anlagen.

Übersicht über Messwerte und Nachweisgrenzen bei Tabak

Nuklid		Probenanzahl	Minimum Bq/kg (TM)	Maximum Bq/kg (TM)
Co 60	Messwerte	0	-	-
	Nachweisgrenze	2	0,32	0,32
Cs 137	Messwerte	1	0,27	0,27
	Nachweisgrenze	1	0,27	0,27
K 40	Messwerte	2	820	1 200
	Nachweisgrenze	0	-	-
Sr 90	Messwerte	1	9,7	9,7
	Nachweisgrenze	0	-	-

Die Tritium-Konzentrationen in den untersuchten Weinen (15 Proben) lagen im Berichtsjahr unterhalb der messtechnischen Nachweisgrenze (8,0 Bq/l). Sie stimmen mit den derzeit im

Wasserkreislauf (oberflächennahe Wässer und Niederschläge) großräumig herrschenden Konzentrationen überein. Künstliche Gamma-Strahler z.B. Cs-137 waren ebenfalls nicht nachweisbar. Die K-40-Gehalte lagen zwischen 20 und 90 Bq/l, im Mittel bei 55 Bq/l. Die Sr-90-Gehalte lagen sehr niedrig (siehe Abb. 3).

## 6. KUHMLICH

Milch als wichtiges Lebensmittel wurde besonders während der Grünfütterperiode anhand von 48 Proben auf Radioaktivität überwacht. Dabei wurden bei den gammaspektrometrischen Messungen weder die künstlich erzeugten Radionuklide Cs-137, noch das I-131 gefunden. Die Nachweisgrenzen, bezogen auf Co-60, lagen bei einigen mBq/l.

Das radiologisch besonders wirksame (kurzlebige) I-131 war in keinem Fall nachweisbar, so dass ein Einfluss der überwachten Anlagen auf dieses Nahrungsmittel ausgeschlossen werden kann. Es wurde an nahezu allen Milchproben gammaspektrometrisch bestimmt, nachdem die Milch zuvor über Ionenaustauscherharze geschickt wurde. Hierdurch wird die Nachweisgrenze für I-131 wesentlich niedriger und liegt zwischen 4 und 9 µBq/l, im Mittel

Übersicht über Messwerte und Nachweisgrenzen bei Kuhmilch

Nuklid	Probenanzahl	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l
<b>Co 60</b>	Messwerte	0	-
	Nachweisgrenze	5	0,006
<b>Cs 137</b>	Messwerte	0	-
	Nachweisgrenze	5	0,031
<b>K 40</b>	Messwerte	5	49
	Nachweisgrenze	0	69
<b>I 131</b>	Messwerte	0	-
	Nachweisgrenze	46	0,004
<b>Sr 90</b>	Messwerte	21	0,009
	Nachweisgrenze	0	0,052

bei 7 µBq/l.

Das an 21 Milchproben ermittelte, radiologisch besonders wirksame Strontium-90 ist hauptsächlich auf den Fallout früherer oberirdischer Kernwaffentests zurückzuführen.

Die aus Ableitungen der überwachten Anlagen über den so genannten Milchpfad hervorgerufenen potentiellen Strahlenbelastungen sind unbedeutend. Sie gehen im Schwankungsbereich der sonstigen Strahlenbelastungskomponenten bei diesem Nahrungsmittel unter. Zum Vergleich wird die natürlicherweise in jeder Kuhmilch vorliegende Kalium-40-Konzentration von durchschnittlich 50 Bq/l angeführt, die beim Kleinkind zu einer Strahlendosis von 0,6 mSv/a, beim Erwachsenen zu < 0,2 mSv/a führt.

### 7.1 OBERFLÄCHENWÄSSER

In Oberflächenwasserproben waren gammaspektrometrisch bei knapp 70 Messungen keine künstlich erzeugten Radionuklide nachweisbar. Das natürlich vorkommende Radionuklid K-40 konnte in 21 Proben nachgewiesen werden und ist vermutlich auf Schwebstofffrachten der Flüsse oder Einträge kaliumhaltiger Dünger zurückzuführen.

Übersicht über Messwerte und Nachweisgrenzen bei Oberflächenwässern

Nuklid	Probenanzahl	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l
<b>Co 60</b>	Messwerte	0	-
	Nachweisgrenze	63	0,005
<b>Cs 137</b>	Messwerte	0	-
	Nachweisgrenze	63	0,004
<b>K 40</b>	Messwerte	21	0,06
	Nachweisgrenze	44	0,19
<b>H 3</b>	Messwerte	31	6,5
	Nachweisgrenze	67	8,0

Hingegen ließ sich der Beta-Strahler Tritium (98 Messungen) öfter nachweisen. Im Einlauf des Kernkraftwerkes Philippsburg liegen die Werte durchweg unterhalb der Nachweisgrenze, in den Auslaufbauwerken wird Tritium infolge der genehmigten Ableitungen dagegen häufiger gemessen. Im Einlaufbauwerk des GKN lagen die Werte ebenfalls unter der Nachweisgrenze, anders im Einlauf des KWO sowie in den Auslaufbauwerken der beiden Kernkraftwerke. Hier sind die (genehmigten) Ableitungen von Tritium gut nachweisbar. Sie stammen z. T. aus eigenen Ableitungen sowie (bei Obrigheim) aus den Ableitungen des stromaufwärts gelegenen GKN. Im Maximum wurde hier ein Wert (beim Auslauf des Kernkraftwerkes Neckarwestheim) von 230 Bq/l ermittelt. Im Hirschgraben bei Sandfang VI (FZK) liegen die Werte durchweg unterhalb der Nachweisgrenze.

Die Ableitungen der Abwässer des FZK werden in den Vollrhein geführt und sind durch die Messungen am Einlaufbauwerk des KKP kontrolliert. Früher wurden diese Abwässer in den Rheinniederungskanal abgeleitet, wodurch manche Oberflächenwässer und Brunnen der Region heute noch Tritiumwerte über der Nachweisgrenze enthalten, so z. B. der Baggersee Rohrköpfe mit einem Wert von 14 Bq/l.

Indessen würden selbst bei Verwendung dieses Oberflächenwassers als Trinkwasser keine Dosisgrenzwerte der Strahlenschutzverordnung erreicht oder gar überschritten.

Ansonsten ist in anderen Gewässern, die von kerntechnischen Anlagen unbeeinflusst sind, infolge des radioaktiven Zerfalls das durch frühere oberirdische Kernwaffentests entstandene Tritium mittlerweile so weit abgeklungen, dass die messtechnisch erreichbare Nachweisgrenze heute höher liegt als der rechnerische Gehalt an Tritium.

### 7.2 SEDIMENTE

Sedimente sind wie Wasserpflanzen gute Akkumulatoren von radioaktiven Stoffen und empfindliche Indikatoren von in geringen Mengen mit dem Abwasser abgeleiteten Aktivitäten. Allerdings hängt das Vorkommen von Wasserpflanzen von vielen Faktoren ab (Strömungsgeschwindigkeit, Eutrophierung, Wassertemperatur etc.), weshalb sie als Untersuchungsmedium nicht besonders zuverlässig verfügbar sind. Deshalb wurden im Berichtszeitraum nur Sedimente beprobt. Überwacht wurde oberhalb der Kühlwasserentnahmestelle und unterhalb der Einleitung der Abwässer. Es ist durchaus möglich, dass die Cs-137-Konzentration oberhalb der kerntechnischen Anlage vergleich-

bar oder höher liegt als unterhalb. Es ist festzustellen, dass in Sedimenten bei allen kerntechnischen Anlagen künstliche Radionuklide gefunden wurden. Die ermittelten Werte, und besonders die durch Tschernobyl bedingten, schwanken wegen Unzulänglichkeiten bei der ufernahen Probenahme und wegen der unterschiedlichen limnologischen Verhältnisse der beprobten Gewässer sehr stark, so dass ein Vergleich der einzelnen Gebiete nicht ohne weiteres möglich ist.

Übersicht über Messwerte und Nachweisgrenzen bei Sedimenten

Nuklid		Probenanzahl	Minimum Bq/kg (TM)	Maximum Bq/kg (TM)
<b>Am 241</b>	Messwerte	4	1,5	9,6
	Nachweisgrenze	1	1	1
<b>Be 7</b>	Messwerte	43	3,4	190
	Nachweisgrenze	3	2,5	3,7
<b>Co 58</b>	Messwerte	15	0,17	4,9
	Nachweisgrenze	2	0,78	1,8
<b>Co 60</b>	Messwerte	15	0,15	4,3
	Nachweisgrenze	37	0,25	1,5
<b>Cs 137</b>	Messwerte	50	0,4	160
	Nachweisgrenze	1	0,59	0,59
<b>I 131</b>	Messwerte	3	0,88	79
	Nachweisgrenze	40	0,33	290
<b>K 40</b>	Messwerte	52	140	670
	Nachweisgrenze	0	-	-
<b>Mn-54</b>	Messwert	2	0,2	1,3
<b>Zn 65</b>	Messwert	1	3,2	3,2

Die Proben zur Überwachung von am Rhein gelegenen Kernkraftwerken erbrachten wiederholt Hinweise auf geringfügige Ableitungen von Spalt-/Aktivierungsprodukten über den Abwasserpfad. Radionuklide wie Co-58 und Co-60 haben ihren Ursprung eindeutig bei kerntechnischen Anlagen. Sie werden an anderen Orten in offener Form nicht verwendet. Die Spuren waren wegen des Ferntransports von Schwebstoffen in mehreren der untersuchten Sedimentproben nachzuweisen. Das für medizinische Anwendungen typische Radionuklid I-131, das genauso aus kerntechnischen Anlagen herrühren könnte, war im Überwachungszeitraum in drei Sedimentproben nachzuweisen. Die Wahrscheinlichkeit der Herkunft aus dem medizinischen Bereich liegt nahe.

Die im Hirschkanal beim Forschungszentrum Karlsruhe festgestellten deutlich höheren Gehalte von Cs-137 in Sedimenten bis zu max. ca. 160 Bq/kg (TM) sind überwiegend auf genehmigte Ableitungen der früheren Jahre über den Luftpfad aus den dortigen kerntechnischen Anlagen zurückzuführen. Die spezifische Aktivität kann mit den Gehalten des natürlichen K-40 verglichen werden. Auch wurde dort vermehrt das langlebige Americium-241 nachgewiesen, das vor allem aus der Abfallbehandlung stammt. Obwohl dieses Radionuklid bei der Kernenergienutzung nicht direkt erzeugt wird, entsteht es aus dem

Vorgängernuklid Plutonium-241. Dieses zerfällt zwar mit einer Halbwertszeit von 14 Jahren relativ rasch, die lange Halbwertszeit von 432 Jahren beim Americium-241 sorgt jedoch dafür, dass aus physikalischen Gründen dessen Aktivität zwar geringer ist, dafür aber länger ansteht und erst in einigen Jahrzehnten ihr Maximum erreichen wird.

Insgesamt lassen die nachgewiesenen Radionuklide den Schluss zu, dass Ableitungen aus kerntechnischen Anlagen deutlich unterhalb des genehmigten Umfangs stattgefunden haben.

## 8. FISCHFLEISCH

Bei den untersuchten Fischen wurde manchmal das Nuklid Cs-137 nachgewiesen. Die Konzentrationen lagen im Bereich der Nachweisgrenze. Wengleich auch dieser radioaktive Stoff gammaspektrometrisch gut zu erfassen ist, so ist der festgestellte Gehalt für die Strahlendosis unbedeutend. Es darf angenommen werden, dass dieses Radionuklid aus den Freisetzungen beim Reaktorunfall von Tschernobyl stammt und nicht aus den überwachten Anlagen. Die K-40-Konzentration liegt um ein Vielfaches über den Werten von Cs-137 (siehe tabellarische Auflistung).

Übersicht über Messwerte und Nachweisgrenzen bei Fischen

Nuklid		Probenanzahl	Minimum Bq/kg (FM)	Maximum Bq/kg (FM)
<b>Co 60</b>	Messwerte	0	-	-
	Nachweisgrenze	11	0,04	0,18
<b>Cs 137</b>	Messwerte	7	0,07	0,26
	Nachweisgrenze	4	0,06	0,11
<b>K 40</b>	Messwerte	11	70	170
	Nachweisgrenze	0	-	-

Durch den Verzehr von Fisch mit den genannten Konzentrationen ergeben sich keine merklichen Beiträge zur Strahlenbelastung des Menschen.

## 9. TRINKWASSER

Im Berichtszeitraum wurden 34 Trinkwasserproben, die ausschließlich aus Grundwasser gewonnen wurden, gammaspektrometrisch untersucht. Darin waren keine künstlichen gammastrahlenden Radionuklide nachweisbar, wobei eine Nachweisgrenze bezogen auf Co-60 zwischen 6,7 und 28 mBq/l, erreicht wurde.

Die stichprobenweise ermittelten Strontium-90-Gehalte (15

Messungen) bewegten sich je Liter Wasser im  $\mu\text{Bq}$ -Bereich je Liter und sind langfristige Auswirkungen der früheren oberirdischen Kernwaffentestexplosionen.

Bei den meisten Proben lagen die Tritiumgehalte der untersuchten Trinkwässer unter der Nachweisgrenze von etwa 8 Bq/l. Auch die öffentlichen Wasserversorgungen in Ortschaften beim Forschungszentrum bewegten sich in diesem Bereich.

Übersicht über Messwerte und Nachweisgrenzen bei Trinkwässern

Nuklid	Probenanzahl	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l
<b>Co 60</b>	Messwerte	0	-
	Nachweisgrenze	34	0,0067
<b>Cs 137</b>	Messwerte	0	-
	Nachweisgrenze	34	0,0066
<b>K 40</b>	Messwerte	5	0,17
	Nachweisgrenze	28	0,12
<b>Sr 90</b>	Messwerte	6	0,0010
	Nachweisgrenze	9	0,001
<b>H 3</b>	Messwerte	3	5,0
	Nachweisgrenze	47	8,0

Im Gebiet nordwestlich des Forschungszentrums liegen jedoch die Tritiumgehalte im Wasser von Einzelwasserentnehmern teilweise leicht über diesen Konzentrationen. Es ist anzunehmen, dass die meist sporadisch auftretenden Tritiumgehalte im Jahr 2005 auf Speichereffekten in dem komplexen Gewässersystem des Rheingrabens mit seinen Altrheinarmen beruhen. Die Anreicherung von Grundwasservorkommen mit Tritium ist auf Austauschwirkungen des in der Nähe befindlichen Rheinniederungskanaals zurückzuführen, der über mehrere Jahrzehnte als Vorfluter für tritiumhaltige Abwässer des Forschungszentrums Karlsruhe gedient hatte und hiervon erst im Jahr 2001 durch eine direkt zum Rhein führende Abwasserleitung entlastet wurde. Der Grenzwert für Tritium in Trinkwasser liegt nach der geltenden Trinkwasserverordnung bei 100 Bq/l.

Eine radiologische Bewertung dieser festgestellten Maximalwerte zeigt, dass selbst dann, wenn der gesamte Trinkwasserbedarf mit dem Wasser der höchsten genannten Konzentration gedeckt würde, durch den Genuss dieses Trinkwassers weder ein Strahlendosisgrenzwert erreicht noch gar überschritten würde.

## ZUSAMMENFASSUNG

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass durch die hochempfindlichen Radioaktivitätsmessungen an Proben aus der Umgebung kerntechnischer Anlagen in zahlreichen Fällen Spuren von Radionukliden nachzuweisen sind, die von

Tätigkeiten des Menschen herrühren. Diese Radionuklide stammen überwiegend aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl im Jahr 1986 sowie in geringem Maße aus den früheren oberirdischen Kernwaffenversuchen. Lediglich in einigen Proben, bevorzugt aus dem Wasserpfad, wurden Spuren von künstlichen Radionukliden, u. a. auch Spalt- und Aktivierungsprodukte sowie das Radionuklid Tritium aus den überwachten kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen ermittelt.

Die Ergebnisse der umfangreichen und systematischen Untersuchungen geben keinerlei Hinweise darauf, dass im Überwachungsjahr 2005 bei den überwachten kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen Ableitungen über Luft oder Wasser oberhalb der genehmigten Werte erfolgt sind. Die Ergebnisse der LUBW bestätigen die Ergebnisse der Eigenüberwachung der Betreiber der kerntechnischen Anlagen, die in gesonderten Berichten veröffentlicht sind. Eine unzulässige Strahlenbelastung durch den Betrieb der überwachten kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen kann für die Bevölkerung in Baden-Württemberg auf Grund der ermittelten Radioaktivitätsgehalte in den überwachten Medien mit Sicherheit ausgeschlossen werden.