



LOSEBLATTSAMMLUNG FS-78-15-AKU
EMPFEHLUNGEN ZUR ÜBERWACHUNG
DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT

Blatt: 2.6
Seite: 1 von 10
Stand: März 2007

Radiologische Überwachung während des Restbetriebes von Kernkraftwerken

Bearbeiter: W. Kukla, Kernkraftwerk Obrigheim
W. Seider, EnBW Kraftwerke AG, Kernkraftwerk Philippsburg
E. Voelz, Hannover, ehem. PreussenElektra, Hannover

Inhaltsverzeichnis

1	Restbetrieb einer kerntechnischen Anlage	1
1.1	Nachbetrieb vor Abtransport der Brennelemente.....	1
1.2	Nachbetrieb nach Abtransport der Brennelemente bzw. Stilllegungsbetrieb.....	2
2	Aufgaben der radiologischen Überwachung nach Abtransport der Brennelemente	2
2.1	Überwachung in der Anlage	3
2.2	Emissionsüberwachung	3
2.3	Erfassung der Ausbreitungsverhältnisse	3
2.4	Immissionsüberwachung	4
3	Beweissicherung nach Rückbau.....	4
4	Umsetzung der Aufgaben.....	4
5	Literatur.....	5
Anhang 1	Vorschlag für Tabelle A1 der REI für den Restbetrieb (Betreiber)	6
Anhang 2	Vorschlag für Tabelle A2 der REI für den Restbetrieb (unabhängige Messstellen)	8

1 Restbetrieb einer kerntechnischen Anlage

Aufgrund genehmigungsrechtlicher Vorgaben ist abzusehen, dass jeder Standort eines rückzubauenden Kernkraftwerkes auch ein Standortzwischenlager für Brennelemente und ein Lager für leicht- und mittelaktive Abfälle einschließlich einer Abfallbehandlungseinrichtung erhalten wird. Dieses Loseblatt beschränkt sich auf das rückzubauende Kernkraftwerk. Zusätzliche Maßnahmen für das Standortzwischenlager bleiben hier außer Betracht.

Die Zeit nach dem endgültigen Abschalten eines Kernkraftwerkes (Restbetrieb) kann unterteilt werden in den Nachbetrieb (vom Abschalten bis zur Erteilung einer vollziehbaren Stilllegungsgenehmigung) und in den Stilllegungsbetrieb (Rückbau der Anlage) bzw. in die Zeitspanne des gesicherten Einschlusses mit nachfolgendem Rückbau. Daran schließt sich die Entlassung aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes an.

1.1 Nachbetrieb vor Abtransport der Brennelemente

Die radiologische Überwachung von Kernkraftwerken im Nachbetrieb bleibt im Wesentlichen auf der Grundlage der bis dahin gültigen Betriebsgenehmigung im atomrechtlich genehmigten Umfang unverändert bis alle Brennelemente aus der Anlage endgültig entfernt sind. Ausgehend hiervon bestimmt sich die Fortführung der Überwachung nach den in der Anlage verbliebenen Kernbrennstoffen sowie Spalt- und Aktivierungsprodukten in Abstimmung mit der zuständigen Aufsichtsbehörde.



1.2 Nachbetrieb nach Abtransport der Brennelemente bzw. Stilllegungsbetrieb

Nach dem Abtransport aller Brennelemente in ein Standort- oder externes Zwischenlager tritt für die Überwachung eine völlig neue Situation ein, die durch Folgendes gekennzeichnet ist:

- Radioaktive Edelgase als unmittelbare Spaltprodukte werden nicht mehr gebildet und sind aufgrund ihrer Halbwertszeit bis auf Kr-85 zerfallen. Kr-85 kann jedoch noch in nicht entlüfteten Anlagensystemen vorhanden sein.
- Tritium, das bei Spaltprozessen oder durch Neutroneneinfang entsteht, wird nach dem Abschalten nicht mehr gebildet. Sobald die Brennelemente und - bei Siedewasserreaktoren zusätzlich die Steuer- bzw. Absorberstäbe - entfernt sind, kann es durch Leckagen nicht mehr freigesetzt werden. Es befindet sich dann nur noch in Primärwasserkreisläufen, soweit diese noch nicht entleert sind, in geringem Maße in den Betonstrukturen im kernnahen Bereich, in Abwasser- bzw. Kontrollbehältern sowie in Abfällen (z. B. Harze).
- Iod-131 als Spaltprodukt mit einer Halbwertszeit (HWZ) von 8 Tagen und andere kurzlebige Iodisotope werden nicht mehr gebildet und sind in der Anlage abgeklungen.
- α -Strahler und Iod-129 können sich nur noch in ganz geringem Umfang als Verunreinigungen in der Anlage befinden (z. B. im Brennelement-Lagerbecken, im Reaktordruckbehälter und im Primärkreis). Hierbei ist insbesondere die Historie der Anlage hinsichtlich Brennelementschäden zu berücksichtigen, da in solchen Fällen Kernbrennstoff in den Kühlkreislauf gelangen konnte.
- C-14, das durch eine (n, α)-Reaktion aus O-17 im Reaktorwasser oder durch eine (n, p)-Reaktion aus N-14, z. B. auch im Primärkühlmittel entsteht, wird nicht mehr gebildet, sobald keine freien Neutronen mehr vorhanden sind. Es kann aber noch in der Anlage vorhanden sein.
- Unter den vorhandenen radioaktiven Stoffen sind nur noch die langlebigen Spalt- und Aktivierungsprodukte Cs-137 (HWZ: 30,1 a) Sr-90 (HWZ: 28,0a) und Co-60 (HWZ: 5,3 a) dosisrelevant. Die mengenmäßig nicht zu vernachlässigenden Nuklide Fe-55 (HWZ: 2,6 a) und Ni-63 (HWZ: 100 a) zerfallen durch innere Konversion und tragen somit nicht nennenswert zur Strahlenexposition bei. Unter Berücksichtigung des Stilllegungszeitraumes und einer eventuellen Primärkreisdekontamination verschiebt sich aufgrund der unterschiedlichen Halbwertszeiten der Nuklidvektor zu den langlebigen Nukliden (z. B. den α -Strahlern).

Störfälle mit erheblicher Energiefreisetzung infolge hoher Drücke und hoher Temperaturen sind nicht mehr zu unterstellen, da der nukleare Teil der Anlage drucklos ist und die Brennelemente bereits abtransportiert worden sind.

2 Aufgaben der radiologischen Überwachung nach Abtransport der Brennelemente

Ausgehend vom bisherigen Umfang der radiologischen Überwachung für den bestimmungsgemäßen Betrieb bestimmt sich deren Fortführung nach den in der Anlage verbliebenen radioaktiven Stoffen und den damit verbundenen Ableitungen. Dabei ist der tatsächlich auftretende Nuklidvektor orts- und zeitabhängig und für jede Anlage verschieden.

Die radiologische Überwachung kann mit kontinuierlicher Probenentnahme und diskontinuierlicher Messung durchgeführt werden, wenn hierdurch die Einhaltung der maximal zulässigen Aktivitätsabgaben kontrolliert werden kann.

Die nachfolgend genannten Maßnahmen stehen im Einklang mit den §§ 47 und 50 der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) und mit den Abschnitten 2.4 und 4.5 sowie A.1.3 der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen vom März 2006 (REI 2006) [1]. Dabei kann in Anlehnung an die REI 2006, Abschnitt 4.5, der Umfang der Messungen einvernehmlich mit der atomrechtlichen Aufsichts-



behörde in dem Maße reduziert werden, wie durch Änderung von Art und Aktivität der in der Anlage verbliebenen radioaktiven Stoffe Auswirkungen in der Umgebung nicht mehr zu besorgen sind. Entsprechendes gilt auch für die unter Pkt. 2.1 aufgeführten Maßnahmen.

Hinweise:

- Die Überwachung des Abwassers muss gegebenenfalls über eine wasserrechtliche Erlaubnis geregelt werden.
- Die Messungen für das Kernkraftwerkfernüberwachungssystem können in gleicher Weise reduziert werden. Die Überwachung von Zwischenlagern für Brennelemente bzw. Lager- oder Transportbereitstellungshallen für radioaktive Abfälle am Standort nach den §§ 47 und 48 der StrlSchV bleibt hiervon unberührt, da diese entweder bereits aufgrund einer eigenen Genehmigung nach der StrlSchV betrieben werden oder zukünftig aufgrund einer eigenen Genehmigung betrieben werden sollten.

Die radiologische Überwachung muss während des Restbetriebes folgende Aufgaben erfüllen:

2.1 Überwachung in der Anlage

- Überwachung der Ortsdosisleistung aufgrund der Direktstrahlung aus kontaminierten und/oder aktivierten Komponenten, Systemen oder Raumbereichen
- Überwachung der Kontamination
- Überwachung der Raumluft auf Aerosolaktivität, die z. B. bei laufenden Betriebsvorgängen entsteht, von einer Kontamination herrührt oder die beim Zerlegen aktivierter Komponenten oder Systeme in die Raumluft freigesetzt wird
- Überwachung von weiterhin betriebenen Wasserkreisläufen auf mitgeführte oder abgelagerte radioaktive Stoffe, einschließlich des Tritiums.
- Überwachung der Abfallströme (Aktivitätsinventar und Dosisleistung)

2.2 Emissionsüberwachung

- Überwachung der Fortluft auf Aerosolaktivität aus Spalt- und Aktivierungsprodukten, die z. B. bei Arbeiten in kontaminierten Anlagenbereichen oder an aktivierten Komponenten freigesetzt werden,
- zeitlich begrenzte Überwachung der Fortluft auf Tritium (HWZ: 12,3 a) und C-14 (HWZ: 5730 a).
- Überwachung des Abwassers auf Tritium und auf Spalt- und Aktivierungsprodukte.

Einzelheiten der Durchführung werden im Abschnitt A.1.3 der REI 2006 geregelt.

2.3 Erfassung der Ausbreitungsverhältnisse

- Messung von Windrichtung, -geschwindigkeit, Strahlungsbilanz und Niederschlag zur Bestimmung der Ausbreitungsbedingungen. Redundante Messungen dafür sind aber nicht mehr erforderlich, da die Aufgaben nach Satz 3 der Grundlagen der KTA 1508 [2] für eine Störfall-Instrumentierung jetzt nicht mehr zutreffen.
- Die Dauer der Durchführung wird im Abschnitt A.2.3 der REI 2006 geregelt.



2.4 Immissionsüberwachung

- Überwachung der Direktstrahlung aus der Anlage
- Überwachung von Luft und Niederschlag
- Überwachung von Boden, Bewuchs und oberirdischen Gewässern auf abgelagerte Aerosolaktivität

Einzelheiten der Durchführung werden in den Abschnitten A.3.3 und A.3.4.1 der REI 2006 geregelt.

3 Beweissicherung nach Rückbau

Zur Entlassung der Anlage aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes (AtG) ist zur Beweissicherung für die kerntechnische Anlage eine Bestandsaufnahme der Immissionen und Ortsdosisleistungen am Standort zu machen. Geeignet hierfür sind u.a. auch Kontaminationsmessungen durch In-situ-Gammaspektrometrie, die schon während des Restbetriebes durchgeführt werden können. Ferner sollten die Immissions- und Ortsdosisleistungsmessungen in stark eingeschränktem Maße noch ein Jahr lang fortgesetzt werden. Die Beweissicherung liegt im Interesse des ehemaligen Genehmigungsinhabers nach AtG, um evtl. nachträgliche Ansprüche abwehren zu können. Vorgaben durch die StrlSchV oder die REI 2006 gibt es dafür nicht.

4 Umsetzung der Aufgaben

4.1 Zur Umsetzung der Aufgaben nach Punkt 2.1 bis 2.2 entfallen entsprechend der eingeschränkten Aufgabenstellung die jetzt nicht mehr benötigten Messstellen und Messungen aus dem bisher genehmigten Überwachungsprogramm in Absprache mit der zuständigen Aufsichtsbehörde. Gleiches gilt auch für Teile der meteorologischen Instrumentierung, soweit diese der Störfallinstrumentierung dienen.

4.2 Die Umsetzung der Aufgaben nach Punkt 2.4 "Immissionsüberwachung" wird über die angepassten Tabellen A.1 und A.2 der REI 2006 geregelt (siehe Anhänge 1 und 2). Die Störfallmessprogramme nach Tabelle A.3 und A.4 der REI 2006 entfallen ersatzlos, da ein Störfall mit erheblichen Auswirkungen auf die Umgebung nicht mehr zu unterstellen ist.

4.3 Zur Beweissicherung während des Restbetriebes wird Folgendes vorgeschlagen:

4.3.1 Emissionsüberwachung

- Edelgase und Iod-131

Noch während der Gültigkeit der Betriebsgenehmigung wird durch die routinemäßigen Messungen nachgewiesen, dass die Anlage frei von Edelgasen und Iod-131 ist. Liegen die Messwerte sechs Monate lang unterhalb der entsprechenden Erkennungsgrenzen, können in Absprache mit der zuständigen Aufsichtsbehörde unter Berücksichtigung des Anlagenzustandes die Messungen eingestellt werden.

- C-14

Nach dem Abtransport der Brennelemente in ein Zwischenlager wird mit der für den Restbetrieb genehmigten Instrumentierung weitergemessen, bis sechs Monate lang die Messwerte für C-14 nicht signifikant über dem natürlichen Untergrund liegen. Danach werden die Messung und die Bilanzierung in Absprache mit der zuständigen Aufsichtsbehörde eingestellt.



- Tritium

Nach dem Abtransport der Brennelemente in ein Zwischenlager - und bei Siedewasserreaktoren zusätzlich nach dem Ausbau und dem Abtransport der Steuer- und Absorberstäbe - wird in der Fortluft mit der für den Restbetrieb genehmigten Instrumentierung weitergemessen, bis sechs Monate lang die Messwerte für Tritium nicht signifikant über dem natürlichen Untergrund liegen. Danach werden die Messung und die Bilanzierung in Absprache mit der zuständigen Aufsichtsbehörde eingestellt.

Die Tritiumüberwachung des Abwassers wird aber weitergeführt.

4.3.2 Immissionsüberwachung

- Gamma-Ortsdosis außerhalb der Anlage

Bis ein Jahr nach der Entlassung der verbleibenden Anlage aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes sollen die 12 Festkörperdosimeter am Rand des ehemaligen Kraftwerksgeländes gemäß Programmpunkt 1.1 der Tabelle A.1 (siehe Anhang 1) zur Beweissicherung beibehalten werden.

- Aerosole

Bis ein Jahr lang nach der Entlassung der verbleibenden Anlage aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes sollen die Messungen in der Umgebung nach Programmpunkt 1.2 der Tabelle A1 (siehe Anhang 1) zur Beweissicherung beibehalten werden.

- Kontaminationsmessungen durch In-situ-Gammaspektrometrie

Diese Messungen, mit denen bereits während des Restbetriebes begonnen werden sollte, eignen sich besonders gut zur Beweissicherung nach Abriss oder zur Entlassung der Anlage aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes.

- Weitere Messungen

Alle anderen Messungen werden während des Restbetriebes einvernehmlich mit der zuständigen Aufsichtsbehörde und übereinstimmend mit der REI 2006 in dem Maße reduziert, wie durch Änderung von Art und Aktivität der in der Anlage verbleibenden radioaktiven Stoffe Auswirkungen in der Umgebung nicht mehr zu besorgen sind.

4.4 Weitere Maßnahmen

Als Voraussetzung für die Beurteilung der o.a. Maßnahmen müssen zuvor die maximal zulässigen Ableitungen nach § 47 StrlSchV für den Restbetrieb bzw. den gesicherten Einschluss festgelegt werden.

5 Literatur

- [1] Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen, GMBI. 23. März 2006, ISSN 0939-4729, Nr. 14-17, S. 254 ff
- [2] Sicherheitstechnische Regel des KTA; KTA 1508 „Instrumentierung zur Ermittlung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre“, Fassung 11/2006

Anhang 1 Vorschlag für Tabelle A1 der REI für den Restbetrieb (Betreiber)

Anhang 2 Vorschlag für Tabelle A2 der REI für den Restbetrieb (unabhängige Messstellen)



LOSEBLATTSAMMLUNG FS-78-15-AKU
EMPFEHLUNGEN ZUR ÜBERWACHUNG
DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT

Blatt: 2.6
 Seite: 6 von 10
 Stand: März 2007

Anhang 1

Tabelle A. 1: Maßnahmen des Genehmigungshinhabers zur Überwachung der Umgebung während des Restbetriebes eines Kernkraftwerkes

Prog. punkt	überwachter Umweltbereich	Art der Messung, Meßgröße	erforderliche Nachweisgrenze	Probenentnahme- bzw. Meßorte	Art und Häufigkeit der Probenentnahme und Messungen	Bemerkungen
1. 1.1	Luft: Luft/äußere Strahlung	Gamma-Ortsdosis	0,1 mSv im Jahr *	12 Festkörperdosimeter: (1 pro Windrichtungssektor) auf der Grenze zwischen betrieblichem und außerbetrieblichem Überwachungsbereich (Betriebsgeländezaun) verteilt. Zuzüglich 1 Dosimeter im Bereich der ungünstigsten Einwirkungsstelle für Dosisbeiträge durch äußere Bestrahlung, siehe Pkt. 1.2	jährliche Auswertung	Überwachung der Dosisbeiträge aus der Direktstrahlung der Anlage und der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft (§§ 44, 45 StrlSchV); die Messung erfaßt auch die Gammadosis durch radioaktive Stoffe natürlicher Herkunft (Untergrundstrahlung).
1.2	Luft/Aerosole	durch Gamma-spektrometrie ermittelte Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide	0,4 mBq m ⁻³ bezogen auf Co-60	eine Probenentnahmestelle im Bereich der ungünstigsten Einwirkungsstelle für Dosisbeiträge durch Inhalation	kontinuierliche Sammlung über einen Zeitraum von 14 Tagen und 14tägige Auswertung	Auswertung 3 Tage nach der Probenentnahme; bei Überschreitung von 4 mBq m ⁻³ Cs-137 Auswertung auf Sr-90 (erforderliche Nachweisgrenze für Sr-90: 2 mBq m ⁻³)
2.	Niederschlag:	durch Gamma-spektrometrie ermittelter Aktivitätseintrag einzelner Radionuklide	0,05 Bq l ⁻¹ bezogen auf Co-60	eine Probenentnahmestelle im Bereich der ungünstigsten Einwirkungsstelle für Dosisbeiträge durch Bodenstrahlung	kontinuierliche Sammlung, monatliche Auswertung	Die monatliche Niederschlagsmenge in mm ist zu ermitteln und die Radionukliddeposition pro m ² in diesem Zeitraum anzugeben. Die Nachweisgrenze kann bei geringer Niederschlagsmenge u. U. nicht erreicht werden. Minimale Auffangfläche 0,5 m ² .

* für die Erhöhung gegenüber der Untergrunddosis bei statistischer Auswertung der Gesamtheit der Dosimeter



LOSEBLATTSAMMLUNG FS-78-15-AKU
EMPFEHLUNGEN ZUR ÜBERWACHUNG
DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT

Blatt: 2.6
 Seite: 7 von 10
 Stand: März 2007

Anhang 1 (Forts.)

Tabelle A. 1: Maßnahmen des Genehmigungshinhabers zur Überwachung der Umgebung während des Restbetriebes eines Kernkraftwerkes

Prog. punkt	überwachter Umweltbereich	Art der Messung, Meßgröße	erforderliche Nachweisgrenze	Probenentnahme- bzw. Meßorte	Art und Häufigkeit der Probenentnahme und Messungen	Bemerkungen
3.	Boden/ -oberfläche: Boden	durch Gamma-spektrometrie ermittelte spezifische Einzelradionuklidaktivität Kontaminationsdirektmessung durch In-situ-Gammaspektrometrie	0,5 Bq kg ⁻¹ bezogen auf Co-60 und TM 100 Bq/m ² bezogen auf Co 60	jeweils eine Probenentnahmestelle vorzugsweise im Bereich der ungünstigsten Einwirkungsstelle für Dosisbeiträge durch Ingestion und an einem Referenzort Meßorte in der Zentralzone bis 2 km und in den in Hauptausbreitungsrichtung liegenden Sektoren in der Außenzone	zwei Stichproben Boden pro Jahr vierteljährlich an 3 Meßorten	Die Probenentnahmen zu 3. und 4. sollen möglichst zum gleichen Zeitpunkt und am gleichen Ort erfolgen.
4.	Pflanzen/ Bewuchs:	durch Gamma-spektrometrie ermittelte spezifische Einzelradionuklidaktivität	0,5 Bq kg ⁻¹ bezogen auf Co-60 und TM	jeweils eine Probenentnahmestelle vorzugsweise im Bereich der ungünstigsten Einwirkungsstelle für Dosisbeiträge durch Ingestion und an einem Referenzort	jeweils zwei Stichproben Gras pro Jahr	Die Probenentnahmen zu 3. und 4. sollen möglichst zum gleichen Zeitpunkt und am gleichen Ort erfolgen.
5.	Oberirdische Gewässer: Oberflächenwasser	a) durch Gamma-spektrometrie ermittelte Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide b) Tritium-Aktivitätskonzentration	a) 0,05 Bq l ⁻¹ bezogen auf Co-60 b) 10 Bq l ⁻¹	a) je eine Probenentnahmestelle im Ein- und Auslaufbauwerk b) je eine Probenentnahmestelle im Ein- und Auslaufbauwerk	a) kontinuierliche Probenentnahme und vierteljährliche Auswertung b) kontinuierliche Probenentnahme und vierteljährliche Auswertung	a) Probenentnahmestelle gemäß KTA 1504 b) Probenentnahmestelle gemäß KTA 1504
6.	Grundwasser:	Tritium-Aktivitätskonzentration	10 Bq l ⁻¹	geeignete Grundwasserentnahmestellen auf dem Betriebsgelände des KKW	vierteljährliche Entnahme von Stichproben mit anschließender Auswertung	



Anhang 2

Tabelle A. 2: Maßnahmen der unabhängigen Meßstellen zur Überwachung der Umgebung während des Restbetriebes eines Kernkraftwerkes

Prog. punkt	überwachter Umweltbereich	Art der Messung, Meßgröße	erforderliche Nachweisgrenze	Probenentnahme- bzw. Meßorte	Art und Häufigkeit der Probenentnahme und Messungen	Bemerkungen
1.1	Luft: Luft/äußere Strahlung	Gamma-Ortsdosis	0,1 mSv im Jahr *	12 Festkörperdosimeter: (1 pro Windrichtungssektor) auf der Grenze zwischen betrieblichem und außerbetrieblichem Überwachungsbereich (Betriebsgeländezaun) verteilt;	jährliche Auswertung	Überwachung der Dosisbeiträge aus der Direktstrahlung der Anlage und der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft (§§ 44, 45 StrlSchV); die Messung erfaßt auch die Gammadosis durch radioaktive Stoffe natürlicher Herkunft (Untergrundstrahlung)
1.2	Luft/Aerosole	durch Gamma-spektrometrie ermittelte Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide	0,4 mBq m ⁻³ bezogen auf Co-60	aus den Einzelproben des Genehmigungsinhabers erstellt die unabhängige Meßstelle vierteljährliche Mischproben	vierteljährliche Auswertung der Mischproben	
2.	Niederschlag	durch Gamma-spektrometrie ermittelter Aktivitätseintrag einzelner Radionuklide	0,05 Bq l ⁻¹ bezogen auf Co-60	Anteile aus Proben des Genehmigungsinhabers	kontinuierliche Sammlung, monatliche Auswertung	Die monatliche Niederschlagsmenge in mm ist zu ermitteln und die Radionukliddeposition pro m ² in diesem Zeitraum anzugeben. Die Messung entfällt bei zu geringer Niederschlagsmenge.
3.	Boden/ -oberfläche: Boden	durch Gamma-spektrometrie ermittelte spezifische Einzelradionuklidaktivität	0,5 Bq kg ⁻¹ bezogen auf Co-60 und TM	eine Probenentnahmestelle vorzugsweise im Bereich der ungünstigsten Einwirkungsstelle für Dosisbeiträge durch Ingestion	zwei Stichproben Boden pro Jahr	die Probenentnahmen zu 3. und 4. sollen möglichst zum gleichen Zeitpunkt und am gleichen Ort erfolgen
4.	Futtermittel: Weide- und Wiesenbewuchs	durch Gamma-spektrometrie ermittelte spezifische Einzelradionuklidaktivität	0,5 Bq kg ⁻¹ bezogen auf Co-60 und TM	eine Probenentnahmestelle vorzugsweise im Bereich der ungünstigsten Einwirkungsstelle für Dosisbeiträge durch Ingestion	jeweils zwei Stichproben Gras pro Jahr vor erster und zweiter Heuernte	

* für die Erhöhung gegenüber der Untergrunddosis bei statistischer Auswertung der Gesamtheit der Dosimeter



Anhang 2 (Forts.)

Tabelle A. 2: Maßnahmen der unabhängigen Messstellen zur Überwachung der Umgebung während des Restbetriebes eines Kernkraftwerkes

Prog. punkt	überwachter Umweltbereich	Art der Messung, Meßgröße	erforderliche Nachweisgrenze	Probenentnahme- bzw. Meßorte	Art und Häufigkeit der Probenentnahme und Messungen	Bemerkungen
5.	Ernährungskette Land: Nahrungsmittelpflanzlicher Herkunft	durch Gamma-spektrometrie ermittelte spezifische Einzelradionuklidaktivität	0,2 Bq kg ⁻¹ bezogen auf Co-60 und FM	mehrere Probenentnahmestellen entsprechend den örtlichen Gegebenheiten, vorzugsweise aus dem Gebiet der ungünstigsten Einwirkungsstelle für Dosisbeiträge durch Ingestion	jeweils typische Proben von erntereifen Produkten	möglichst über das Jahr verteilte Stichproben, vorzugsweise Freiland-Blattgemüse, Obst und Getreide
6.	Oberirdische Gewässer: Oberflächenwasser	a) durch Gamma-spektrometrie ermittelte Aktivitätskonzentrationen einzelner Radionuklide b) Tritium-Aktivitätskonzentration	a) 0,05 Bq l ⁻¹ bezogen auf Co-60 b) 10 Bq kg ⁻¹	je eine Probeentnahme und vierteljährliche Auswertung je eine Probenentnahmestelle im Ein- und Auslaufbauwerk	kontinuierliche Probenentnahme und vierteljährliche Auswertung	aliquoter Anteil aus den vom Genehmigungsinhaber kontinuierlich entnommenen Wasserproben aliquoter Anteil aus den vom Genehmigungsinhaber kontinuierlich entnommenen Wasserproben
6.2	Sediment*	durch Gamma-spektrometrie ermittelte spezifische Einzelradionuklidaktivität	5 Bq kg ⁻¹ bezogen auf Co-60 und TM	je eine Probenentnahmestelle im Nahbereich, vorzugsweise beim Auslaufbauwerk, sowie oberhalb des KKW	halbjährliche - im Tidebereich von Fließgewässern vierteljährliche – Entnahme von Stichproben mit anschließender Auswertung	Besondere ortsspezifische ökologische Verhältnisse sind bei der Überwachung zu berücksichtigen.
7.	Ernährungskette Wasser: Fisch	durch Gamma-spektrometrie ermittelte spezifische Einzelradionuklidaktivität	0,2 Bq kg ⁻¹ bezogen auf Co-60 und TM	je eine Probenentnahmestelle im Bereich des Auslaufbauwerkes und unterhalb des KKW	halbjährliche Stichproben und halbjährliche Auswertung	Auswertung von Fischfleisch; besondere ortsspezifische ökologische Verhältnisse sind bei der Überwachung zu berücksichtigen.

* Die Ergebnisse der Sedimentuntersuchung sollen in Bq kg⁻¹ und in Bq m⁻² angegeben werden.



LOSEBLATTSAMMLUNG FS-78-15-AKU
EMPFEHLUNGEN ZUR ÜBERWACHUNG
DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT

Blatt: 2.6
 Seite: 10 von 10
 Stand: März 2007

Anhang 2 (Forts.)

Tabelle A. 2: Maßnahmen der unabhängigen Messstellen zur Überwachung der Umgebung während des Restbetriebes eines Kernkraftwerkes

Prog. punkt	überwachter Umweltbereich	Art der Messung, Meßgröße	erforderliche Nachweisgrenze	Probenentnahme- bzw. Meßorte	Art und Häufigkeit der Probenentnahme und Messungen	Bemerkungen
8.	Trinkwasser:	a) durch Gammaspektrometrie ermittelte Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide b) durch Gammaspektrometrie ermittelte Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide c) Tritium-Aktivitätskonzentration	a) 0,05 Bq l ⁻¹ bezogen auf Co-60 b) 0,05 Bq l ⁻¹ bezogen auf Co-60 c) 10 Bq l ⁻¹	a) nächstgelegener Brunnen, der zur Trinkwasserversorgung genutzt wird b) nächstgelegenes Wasserwerk unterhalb des KKW c) nächstgelegener Brunnen, der zur Trinkwasserversorgung genutzt wird; nächstgelegenes Wasserwerk unterhalb des KKW	a) vierteljährliche Entnahme von Stichproben mit anschließender Auswertung b) halbjährliche Auswertung der über einen Sammelzeitraum von einem halben Jahr kontinuierlich gewonnenen Probe c) vierteljährliche Entnahme von Stichproben mit anschließender Auswertung; halbjährliche Auswertung der über einen Sammelzeitraum von einem halben Jahr kontinuierlich gewonnenen Proben	a) Überwachung nur, wenn ein Brunnen in der Umgebung (vorzugsweise im Grundwasserabstrom des KKW) wie angegeben benutzt wird. b) nur Wasserwerke, die Oberflächenwasser oder Uferfiltrat aufbereiten c) Überwachung nur, wenn ein Brunnen in der Umgebung (vorzugsweise im Grundwasserabstrom des KKW) wie angegeben benutzt wird. nur Wasserwerke, die Oberflächenwasser oder Uferfiltrat aufbereiten