



**Die Umgebungsüberwachungsprogramme in der deutschen Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI)**

Bearbeiter: M. Winter, Stutensee, ehem. Forschungszentrum Karlsruhe GmbH  
A. Neu, Durmersheim, ehem. Landesanstalt für Umweltschutz, Baden-Württemberg  
H. Weiß, ESN Sicherheit und Zertifizierung GmbH, Schwentimental

**Inhaltsverzeichnis**

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | Zur Entwicklung der REI seit 1974 .....   | 1  |
| 2   | Grundsätze und allgemein gültige Anforderungen der REI an die Immissionsüberwachung .....   | 2  |
| 3   | Struktur und Umfang der Überwachungsprogramme .....   | 5  |
| 3.1 | Kernkraftwerke (Anhang A der REI) .....   | 5  |
| 3.2 | Brennelementfabriken (Anhang B der REI) .....   | 10 |
| 3.3 | Brennelementzwischenlager mit Luftkühlung (Trockenlager) (Anhang C, Teil C.1 der REI) ..... | 12 |
| 3.4 | Endlager für radioaktive Abfälle (Anhang C, Teil C.2 der REI) .....                         | 13 |
| 3.5 | Sonderfälle .....   | 15 |
| 4   | Literatur .....   | 15 |
| 5   | Anhang: Geforderte Nachweisgrenze nach REI und AVV-IMIS .....                               | 17 |

**1 Zur Entwicklung der REI seit 1974**

Gemäß § 48 der Strahlenschutzverordnung können die zuständigen Behörden – das sind die Umweltministerien der Länder – die Durchführung von Ortsdosismessungen und Aktivitätsmessungen an Proben aus der Umgebung nach einem festzulegenden Plan anordnen. Mit dem Ziel einer Vereinheitlichung bestehender und künftiger Überwachungsprogramme wurden erstmals 1974 für die Bundesrepublik Deutschland "Richtlinien für Maßnahmen zur Überwachung der Umgebung von Kernkraftwerken mit leichtwassergekühltem Reaktor" [1] erlassen, die vom damaligen Bundesgesundheitsamt im Zusammenwirken mit zahlreichen anderen Institutionen erarbeitet worden waren. Die Strahlenschutzverordnung vom 13. Oktober 1976 und nicht zuletzt das darin in § 45 formulierte sog. 30 mrem-Konzept boten Anlass zur Erarbeitung der wesentlich umfangreicheren und detaillierteren "Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen" (REI), die im November 1979 vom Bundesminister des Innern bekanntgemacht wurde [2]. Die Programme zur Umgebungsüberwachung in Betrieb befindlicher kerntechnischer Anlagen waren daraufhin bis zum 1. Januar 1981 der REI-1979 anzupassen.

Im Juni 1989 wurde eine Neufassung der Strahlenschutzverordnung [3] bekanntgemacht, womit im Strahlenschutz u. a. neue Maßeinheiten und der Begriff der effektiven Dosis eingeführt wurden. Im September 1989 wurden außerdem die neuen Dosisfaktoren [4] veröffentlicht, die bis heute gelten. Nach fast zehnjährigen praktischen Erfahrungen der REI-Anwender wurden im Juli 1989 erste konkrete Empfehlungen zu einer Aktualisierung der REI von 1979 vom Arbeitskreis Umweltüberwachung des Fachverbandes für Strahlenschutz e. V. publiziert [5]. Seit November 1989 befasste sich eine Arbeitsgruppe der Strahlenschutzkommission mit der Erarbeitung einer Neufassung der REI, deren allgemeiner Teil mit den Anhängen A und D nach Zustimmung des Länderausschusses für Atomkernenergie im August 1993 erschienen ist [6]. Bestehende Überwachungsprogramme für die von den Anhängen A und D betroffenen Anlagen waren bis zum 1. Januar 1994 an die neue REI anzupassen. Gut zwei Jahre später, im März 1996, erschienen die Anhänge B und C zur neuen REI [7]. Die Messprogramme der von den Anhängen B und C betroffenen Anlagen waren bis zum 1. Januar 1997 an die damals gültige, neue REI anzupassen.



Die Notwendigkeit zur Umsetzung mehrerer EURATOM – Richtlinien erforderten 2001 eine Novellierung der Strahlenschutzverordnung. Im Juli 2001 wurde die Neufassung der Strahlenschutzverordnung [8] bekannt gemacht. Die Begrenzung der Ableitung radioaktiver Stoffe wird in §47 (entsprechend dem früheren §45, alte StrlSchV [3]) geregelt.

Im Jahr 2002 wurden dem BMU vom AKU konkrete Empfehlungen übersandt, die im Hinblick auf eine erneut anstehende Aktualisierung der REI Fehler in der REI-1993/1996 beseitigen sollten und zwischenzeitliche Erfahrungen mit der REI für Brennelementfabriken (REI Anhang B), Zwischenlager (REI Anhang C1), und Endlager für radioaktive Abfälle (REI Anhang C2) beschrieben. Die AKU-Empfehlungen blieben jedoch in der zum 1.1.2006 in Kraft gesetzten Neufassung der jetzt geltenden REI [9] nahezu unberücksichtigt. Bestehende Messprogramme waren nach der REI-2006 bis zum 1.1.2006 anzupassen, obwohl diese Richtlinie verspätet, nämlich erst im März 2006, veröffentlicht wurde.

Eine Arbeitsgruppe des AKU befasste sich in den darauf folgenden Jahren mit den in der REI-2006 hinsichtlich der Immissionsüberwachung vorgenommenen Änderungen und bewertete diese nach ihrer Bedeutung: Schreibfehler, weggefallene oder ergänzende Vorgaben und Änderungen sowie bisher nicht berücksichtigte AKU-Empfehlungen. Ein kommentierter Vergleich der REI – Fassungen von 1993/96 und 2006 wurde im September 2009 im Internet publiziert [10] und anschließend dem BMU übersandt.

## **2 Grundsätze und allgemein gültige Anforderungen der REI an die Immissionsüberwachung**

Da dieser Aufsatz die Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen zum Thema hat, wird im Folgenden selbstverständlich nur auf die Teile der REI eingegangen, die sich mit der Immissionsüberwachung befassen. Einleitend werden unter dem Stichwort Regelungsinhalt im allgemeinen Teil der REI "die Zielsetzungen und Grundsätze sowie die allgemein gültigen Anforderungen der Immissionsüberwachung von Anlagen und Tätigkeiten gemäß §§ 6, 7, 9 und 9b des Atomgesetzes [11] aufgeführt. In Anhängen der REI werden die Anforderungen der Immissionsüberwachung der verschiedenen Anlagen und Tätigkeiten im Einzelnen geregelt". Während die grundsätzlichen Ausführungen der REI von 1979 "insbesondere für Kernkraftwerke" galten, handelt es sich beim sog. allgemeinen Teil der REI von 2006 wie schon bei der REI-1993 um einen Textmantel, in dem die grundsätzlichen Festlegungen und Anforderungen zur Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen aller Art hinreichend allgemein formuliert wurden, so dass sie die detaillierteren und anlagenspezifischen Regelungen in den vier Anhängen widerspruchsfrei umschließen und ergänzen.

Im Inhaltsverzeichnis der REI werden folgende Anhänge aufgeführt:

- Anhang A: Kernkraftwerke
- Anhang B: Brennelementfabriken
- Anhang C: Brennelementzwischenlager, Endlager für radioaktive Abfälle
- Anhang D: Sonderfälle

Das Kapitel 4 des Textmantels der neuen REI befasst sich in 13 Unterkapiteln (Ziffern 4.1 bis 4.13, teilweise weiter untergliedert) mit der Immissionsüberwachung. Unter Ziffer 4.1 wird ausgeführt, dass zwischen Messungen vor Inbetriebnahme, im bestimmungsgemäßen Betrieb, im Störfall/Unfall sowie in der Phase der Stilllegung und des sicheren Einschlusses von Anlagen zu unterscheiden ist.

Wie bisher wird gefordert (siehe Ziffer 4.2), dass mit den sog. Beweissicherungsmessungen zwei Jahre vor Inbetriebnahme zu beginnen ist, wobei sich der Umfang des Messprogrammes an dem Programm während des bestimmungsgemäßen Betriebes "orientieren" soll. Diese Formulierung wird im Zweifelsfall wohl stets so interpretiert werden, dass sich die Messprogramme zur Beweissicherung und im bestimmungsgemäßen Betrieb nicht voneinander unterscheiden. Hierzu ist allerdings anzumerken, dass es bei den Erhebungsmessungen vor Inbetriebnahme einer kerntechnischen Anlage hauptsächlich um eine möglichst gründliche Erfassung der natürlichen Radioaktivität in den Umweltmedien geht und um die Erfassung eventueller



Vorbelastungen durch andere Emittenten, wie z.B. die verbliebene Cs-137-Kontamination durch den Unfall von Tschernobyl.

Die grundsätzlichen Ausführungen zu den Messungen im bestimmungsgemäßen Betrieb (siehe Ziffer 4.3) verweisen auf die zu überwachenden Expositionspfade, auf die unter Ziffer 4.7 näher eingegangen wird. Gefordert wird ausdrücklich die Einbeziehung von sog. Referenzorten in das Routineüberwachungsprogramm, was unter Ziffer 4.11.2 präzisiert wird.

Auf die Messungen im Störfall/Unfall wird ausführlich und konkret eingegangen. Dies gilt sowohl für den Textmantel (siehe Ziffer 4.4) als auch für die Anhänge. Probenentnahme-, Mess- und Auswerteverfahren für den Störfall/Unfall sollen bereitgehalten und durch regelmäßige Messfahrten eingeübt werden. Eine Dokumentations- und Berichtspflicht für die Übungsmessergebnisse besteht nicht. Lediglich die Tatsache der Durchführung einer Übung (Messfahrt) soll dokumentiert werden. Der Trainingsrhythmus für die Entnahme von Luftproben im Rahmen der Störfalltrainingsmaßnahmen wurde für die unabhängigen Messstellen gelockert und ist nicht mehr starr halbjährlich vorgeschrieben.

Für die verschiedenen, bei störfall-/unfallbedingten Emissionen vorzunehmenden Messungen werden Prioritäten festgelegt, wie sie bereits als Messstrategie in Blatt 3.3.2 dieser Loseblattsammlung beschrieben worden sind. Nach Ziffer 4.13.2 der REI – 2006 sind für den Störfall/Unfall Messverfahren vorzusehen, deren Messbereiche sich lückenlos an die für den bestimmungsgemäßen Betrieb anschließen und auch Dosisbereiche abdecken, die Katastrophenschutzmaßnahmen erfordern.

Messungen in der Phase der Stilllegung und des sicheren Einschlusses von Anlagen (siehe Ziffer 4.5) wurden in der ursprünglichen REI von 1979 noch nicht erwähnt. In späteren REI-Fassungen wird gefordert, dass Maßnahmen der Umgebungsüberwachung so lange fortzusetzen sind, wie in der zu überwachenden Anlage Radioaktivitätsinventare verbleiben und radioaktive Emissionen möglich sind. Das Umgebungsüberwachungsprogramm für den bestimmungsgemäßen Betrieb kann durch die Aufsichtsbehörde in dem Maße reduziert werden, wie sich die potentiellen Auswirkungen der Anlage auf die Umgebung im Verlauf des Stilllegungsprozesses verringern.

Unter Ziffer 4.6 wird festgelegt, dass für die Umgebungsüberwachung kerntechnischer Anlagen zwei Überwachungsprogramme zu erstellen sind, und zwar "ein Programm, das vom Genehmigungsinhaber durchzuführen ist, und ein ergänzendes und kontrollierendes Programm, das von unabhängigen Messstellen durchzuführen ist". Aufgrund einer EU – Vorgabe wird in der REI – 2006 darüber hinaus gefordert, dass Proben von beiden grundsätzlich unabhängig voneinander zu nehmen sind. Dies hätte allerdings bei konsequenter Umsetzung gravierende personelle und finanzielle Auswirkungen.

Der außerdem in Ziffer 4.6 formulierte Grundsatz, "dass vom Genehmigungsinhaber bevorzugt der Nahbereich der Umgebung und die Primärmedien (Luft, Wasser, Boden) zu überwachen sind, von der unabhängigen Messstelle bevorzugt die weitere Umgebung und jene Medien, die am Ende der ökologischen Ketten stehen (Nahrungsmittel, Trinkwasser)" scheint von besonderer Bedeutung für die sog. Sonderfälle (siehe Anhang D der REI) zu sein, in denen die REI - anders als in den Anhängen A, B, und C - auf eine detaillierte, tabellarische Programmbeschreibung verzichtet und somit den Umfang der Umgebungsüberwachungsprogramme in das Ermessen der zuständigen Behörden stellt. Zum Vergleich und zur Kontrolle sind bei ausgewählten Medien einige Proben von beiden Institutionen zu überwachen.

Im Unterkapitel 4.8 werden in Anlehnung an das Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG) [12] die "zu überwachenden Umweltbereiche" genannt (Diese Bezeichnung ersetzt den früher verwendeten Begriff "überwachtes Medium". Im Gegensatz zu den Tabellen des StrVG wird aber in der REI der "zu überwachende Umweltbereich" nur als übergeordneter Begriff benutzt.):

- 4.8.1 Luft (01), Niederschlag (02)
- 4.8.2 Oberirdische Gewässer (08), Ernährungskette Wasser (09), Trink- u. Grundwasser (10)
- 4.8.3 Boden (03), Bewuchs (04), Futtermittel (05)
- 4.8.4 Ernährungskette Land (06), Milch und Milchprodukte (07).



Die Auswahl der zu überwachenden Radionuklide ist nach Ziffer 4.9 dem jeweils zu erwartenden bzw. tatsächlich emittierten Nuklidgemisch anzupassen. Zwar ist in Ziffer 4.9 auch vom Anteil für die Strahlenexposition maßgeblicher Radionuklide die Rede, doch leider wird die Dosisrelevanz der Nuklide für bestimmte Expositionspfade nicht zum Auswahlkriterium für die zu überwachenden Radionuklide gemacht (siehe hierzu auch Blatt 2.5 dieser Loseblattsammlung).

Dass Probenentnahme- und Messverfahren nach den von den Leitstellen für die Überwachung der Umweltradioaktivität erarbeiteten "Messanleitungen" [13] durchzuführen sind, steht in Ziffer 4.10. Der Zusatz, dass gleichwertige Verfahren zulässig sind, ermöglicht, dass auch die "Empfehlungen zur Überwachung der Umweltradioaktivität" dieser Loseblattsammlung des Fachverbandes für Strahlenschutz benutzt werden können.

Gemäß Ziffer 4.11 des Textmantels der REI sind Probenentnahme- und Messorte in der Umgebung kerntechnischer Anlagen festzulegen. Durch diese lapidar formulierte Vorschrift wird erreicht, dass Probenentnahme- und Messorte weder vom Genehmigungsinhaber noch von der unabhängigen Messstelle beliebig oder kurzfristig gewechselt oder verändert werden können. Eine solche Festlegung ist notwendig, um die Verfügbarkeit der Überwachungsergebnisse über längere Zeiträume hinweg gewährleisten zu können. Bei der Festlegung der Orte soll ihre reale Nutzung durch Aufenthalt (äußere Bestrahlung, Bodenstrahlung, Inhalation) oder durch Verzehr dort erzeugter Lebensmittel (Ingestion) berücksichtigt werden. Vernünftigerweise soll die Repräsentativität der ausgewählten Mess- und Probenentnahmeorte Vorrang haben vor einer großen Zahl derartiger Orte. Die Festlegung der Anzahl der Probenentnahme- und Messorte für die zu überwachenden Umweltbereiche soll anlagenspezifisch und im Zusammenhang mit der Festlegung der Probenentnahme- und Messfrequenz (siehe Ziffer 4.12) erfolgen. Bei der Festlegung der Probenentnahme- und Messorte für das Umgebungsüberwachungsprogramm im Störfall/Unfall sind bei den entsprechenden Umweltbereichen Besiedlungsstruktur, Gewässernutzungen und landwirtschaftliche Nutzung vorrangig zu berücksichtigen.

Der Textmantelcharakter von Kapitel 4 der REI wird am Beispiel von Ziffer 4.13, Nachweisgrenzen und Messbereiche, besonders deutlich. Im allgemeinen Text der REI-1979 wurden für Messungen vor Inbetriebnahme und im bestimmungsgemäßen Betrieb Nachweisgrenzen gefordert, die einem Drittel der Dosisgrenzwerte der (heutigen) §§ 46 und 47 StrlSchV entsprechen. Die erforderlichen Nachweisgrenzen bei der Aktivitätsmessung von Einzelnukliden sollten  $\frac{1}{30}$  der jeweiligen Dosisgrenzwerte entsprechen. Dieses sog. Drittelprinzip zur Festlegung von Mindestnachweisgrenzen findet man in der REI-2006 nur im Anhang A für Kernkraftwerke unter Ziffer A.3.4.1 wieder. Diese detaillierten Festlegungen für die zu fordernden Nachweisgrenzen konnten schon in den Textmantel der REI von 1993 nicht übernommen werden, da sich dieses sog. Drittelprinzip nicht uneingeschränkt auf alle kerntechnischen Anlagen übertragen lässt. In Ziffer 4.13.1 wird deshalb nur bestimmt, dass die zur Beurteilung der Einhaltung der Dosisgrenzwerte erforderlichen Nachweisgrenzen "abhängig von den Dosisbeiträgen durch äußere und innere Bestrahlung zur Gesamtdosis" festzulegen sind.

Messverfahren, die für Messungen im Störfall/Unfall vorgesehen sind, müssen gemäß Ziffer 4.13.2 über Messbereiche verfügen, die eine lückenlose Erfassung der Immissionen jenseits des bestimmungsgemäßen Betriebes bis hin zu Unfällen erlauben. Dies bedeutet, dass für solche Messungen sowohl Mindestnachweisgrenzen als auch Messbereichsendwerte zu fordern sind.

Im Anhang zu diesem Los Blatt sind die derzeit geforderten Nachweisgrenzen aufgelistet, die einerseits in der REI und andererseits in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Strahlenschutzvorsorgegesetz [14] genannt sind. Es ist zu unterscheiden, ob eine Überwachungsmaßnahme für den bestimmungsgemäßen Betrieb erfolgt oder ob sie im Störfall oder Unfall (REI) bzw. im Intensivbetrieb (IMIS) vorgenommen wird.

Das Kapitel 5 des allgemeinen Teils der REI von 2006 enthält Vorschriften zur Dokumentation und Berichterstattung für Genehmigungsinhaber und unabhängige Messstellen. Quartalsberichte sind innerhalb von zwei Monaten nach Quartalsende, Jahresberichte innerhalb von drei Monaten nach Jahresende der



zuständigen Behörde vorzulegen. Vorgaben für Form und Inhalt der Berichte und für die Darstellung der Ergebnisse der Immissionsüberwachung enthält die Anlage 2 der REI. Hervorzuheben sind die folgenden Details:

- zu jedem Messergebnis ist die Messunsicherheit anzugeben,
- bei Messwerten unterhalb der Erkennungsgrenze ist anstelle des Messwertes die erreichte Nachweisgrenze mit (<) anzugeben

Die Berichterstattung an das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit in Form ausgedruckter Messwertetabellen war grundsätzlich nur noch bis Ende 2007 zulässig. Die seitdem stattdessen zu verwendende elektronische Berichterstattung lehnt sich in der Form eng an die Berichte / Datenblätter des integrierten Mess- und Informationssystems (IMIS) [14] nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz an. Die Verpflichtung zur Verteilung der Berichte an Bundesbehörden in elektronischer Form (mit Übergangsregelung und möglicher Ausnahme) ab 2008 wendet sich nur an die Aufsichtsbehörden, also an Länderbehörden, greift aber letztlich auch beim Genehmigungsinhaber und bei der unabhängigen Messstelle, da diese die entsprechenden Quartals- und Jahresberichte liefern müssen. Wegen der vielfältigen Berührungspunkte mit den Strukturen des IMIS (z.B. der elektronischen Datenerfassung, der Codierung von Parametern, der einheitlichen Beschreibung von Umweltbereichen, dem Datenprotokoll, der Datenübertragung, der Validierung und der Berichtsform) finden sich an mehreren Stellen der REI entsprechende Vorgaben.

Es wird darauf hingewiesen, dass vor allem die für Jahresberichte erforderlichen Text- und Grafikteile (siehe REI, Anlage 2, Ziff. 2) nicht innerhalb des IMIS erstellt werden können. Lediglich die innerhalb eines Kalenderjahres angefallenen Messdaten sind analog zu den tabellarischen Quartalsberichten in den Jahresbericht problemlos einzubinden.

Konkrete und ausführliche Empfehlungen zur Berichterstattung werden in Blatt 2.4 dieser Loseblattsammlung gegeben.

### **3 Struktur und Umfang der Überwachungsprogramme**

#### **3.1 Kernkraftwerke (Anhang A der REI)**

Der Anhang A gliedert sich in drei Kapitel. Kapitel A.1 ist der Emissionsüberwachung von Kernkraftwerken gewidmet, die nicht zum Thema dieses Losens Blatts gehört. Das kurze Kapitel A.2 enthält die Vorschriften zur Erfassung der Ausbreitungsverhältnisse von radioaktiven Stoffen am Standort eines Kernkraftwerkes. Bezüglich der atmosphärischen Ausbreitung wird auf die hierfür maßgebende KTA-Regel 1508 verwiesen [15]. Bezüglich der Ausbreitungsverhältnisse im Vorfluter für die Abwässer wird lediglich festgestellt, dass Regelungen zu ihrer Erfassung gemäß den wasserrechtlichen Vorschriften der Länder zu treffen sind. Die Erfassung der Ausbreitungsverhältnisse kann erst dann eingestellt werden, wenn nach Stilllegung auch keine Emissionsüberwachung mehr erforderlich ist.

Die Immissionsüberwachung von Kernkraftwerken wird in allen Einzelheiten in Kapitel A.3 geregelt. In drei Unterkapiteln (A.3.1 bis A.3.3) werden die Maßnahmen zur Umgebungsüberwachung

- vor Inbetriebnahme und im bestimmungsgemäßen Betrieb,
- im Störfall/Unfall und
- in der Phase der Stilllegung und des sicheren Einschlusses

festgelegt.

Mit dem Überwachungsprogramm für den bestimmungsgemäßen Betrieb ist zwei Jahre vor Inbetriebnahme eines Kernkraftwerkes zu beginnen. Für Genehmigungsinhaber und unabhängige Messstelle werden entsprechend den Vorgaben im allgemeinen Teil der REI zwei unterschiedliche Überwachungsprogramme festgelegt. Die Art der durchzuführenden Messungen, die dazu erforderlichen Nachweisgrenzen, die Vorgaben



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

**Blatt: 2.1**

Seite: 6 von 18

Stand: Dezember 2011

über Anzahl und Lage der Probenentnahme- und Messorte sowie die Vorgaben über Art und Häufigkeit der Probenentnahmen und Messungen werden in tabellarischer Form dargestellt, und zwar für den Genehmigungsinhaber in Tab. A.1 und für die unabhängige Messstelle in Tab. A.2 (siehe auch Blatt 2.2 und Blatt 2.3 dieser Loseblattsammlung).

Für den Mindestumfang der Umgebungsüberwachungsprogramme vor Inbetriebnahme und im bestimmungsgemäßen Betrieb (Genehmigungsinhaber und unabhängige Messstelle) ergeben sich pro Jahr und pro Kernkraftwerksstandort insgesamt folgende Zahlen:

- Direktmessungen (Gamma-Ortsdosis und Gamma-Ortsdosisleistung): 80 Messorte und ebensoviele Auswertungen und zwei Messorte mit kontinuierlicher Registrierung,
- Radioaktivitätsmessungen: Mindestens 22 Probenentnahmeorte für mindestens 226 Proben, was insgesamt mindestens 264 Einzelmessungen erforderlich macht (siehe Tab. 1).

Tab. 1: Radioaktivitätsmessungen durch den Genehmigungsinhaber (G) und die unabhängige Messstelle (M) im Rahmen der Umgebungsüberwachung bei bestimmungsgemäßen Betrieb für ein Kernkraftwerk (gemäß REI, Anhang A)

| Überwacher Umweltbereich | Anzahl der Probenentnahmeorte |                 | Anzahl der Proben pro Jahr |                    | Anzahl der Einzelmessungen pro Jahr |           |       |    |           |           |           |            | Summe der Einzelmessungen pro Jahr |           |
|--------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------|-------------------------------------|-----------|-------|----|-----------|-----------|-----------|------------|------------------------------------|-----------|
|                          |                               |                 |                            |                    | $\gamma$ -Spektr                    |           | I-131 |    | Sr-90     |           | H-3       |            |                                    |           |
|                          | G                             | M               | G                          | M                  | G                                   | M         | G     | M  | G         | M         | G         | M          | G                                  | M         |
| Luft / Aerosole          | 2                             | -               | 52                         | 8 <sup>2</sup>     | 52                                  | 8         | -     | -  | -         | -         | -         | -          | 52                                 | 8         |
| Luft / gasförmiges Iod   | 2 <sup>1</sup>                | -               | 52                         | -                  | -                                   | -         | 52    | -  | -         | -         | -         | -          | 52                                 | -         |
| Niederschlag             | 2                             | 2               | 24                         | 24                 | 24                                  | 24        | -     | -  | -         | -         | -         | -          | 24                                 | 24        |
| Boden                    | 2                             | 2               | 4                          | 4                  | 4                                   | 4         | -     | -  | -         | -         | -         | -          | 4                                  | 4         |
| Bewuchs (Gras)           | 2 <sup>1a</sup>               | 2 <sup>1a</sup> | 4                          | 4                  | 4                                   | 4         | -     | -  | -         | -         | -         | -          | 4                                  | 4         |
| pflanzl. Nahrungsmittel  | -                             | $\geq 2^3$      | -                          | $\geq 6$           | -                                   | $\geq 6$  | -     | -  | -         | $\geq 6$  | -         | -          | -                                  | $\geq 12$ |
| Kuhmilch                 | -                             | 2               | -                          | 12                 | -                                   | 4         | -     | 12 | -         | 4         | -         | -          | -                                  | 20        |
| Oberflächenwasser        | 2                             | -               | 8                          | 8 <sup>2</sup>     | 8                                   | 8         | -     | -  | -         | -         | 8         | 8          | 16                                 | 16        |
| Sediment                 | -                             | 2               | -                          | 4(+4) <sup>6</sup> | -                                   | 4(+4)     | -     | -  | -         | -         | -         | -          | -                                  | 4(+4)     |
| Fisch                    | -                             | 2               | -                          | 4                  | -                                   | 4         | -     | -  | -         | -         | -         | -          | -                                  | 4         |
| Grundwasser              | $\geq 2^4$                    | -               | $\geq 8$                   | -                  | $\geq 8$                            | -         | -     | -  | -         | -         | $\geq 8$  | -          | $\geq 16$                          | -         |
| Trinkwasser              | -                             | $\leq 2^5$      | -                          | $\leq 6^5$         | -                                   | $\leq 6$  | -     | -  | -         | $\leq 2$  | -         | $\leq 6$   | -                                  | $\leq 14$ |
| Summe                    | $\geq 10$                     | $\geq 12$       | $\geq 152$                 | $\geq 74$          | $\geq 100$                          | $\geq 66$ | 52    | 12 | -         | $\geq 10$ | $\geq 16$ | $\geq 8$   | $\geq 168$                         | $\geq 96$ |
| Gesamtsumme G + M        | $\geq 22$                     |                 | $\geq 226$                 |                    | $\geq 166$                          |           | 64    |    | $\geq 10$ | $\geq 24$ |           | $\geq 264$ |                                    |           |

- 1 Probenentnahmeort ist mit dem für Aerosole identisch
- 1a Probenentnahmeort ist mit dem für Boden identisch
- 2 Anteile aus Proben des Genehmigungsinhabers; keine eigenständige Probenentnahme
- 3 Mehrere Probenentnahmeorte; Gebiet der ungünstigsten Einwirkungsstelle und Referenzort; vorzugsweise Blattgemüse, Obst und Getreide
- 4 Geeignete Grundwasserentnahmestellen auf dem Betriebsgelände
- 5 Nächstgelegenes Wasserwerk unterhalb des KKW (Überwachung nur bei Aufbereitung von Oberflächenwasser oder Uferfiltrat; halbjährlich); nächstgelegener Brunnen (Überwachung nur bei Nutzung zur Trinkwasserversorgung; vierteljährlich)
- 6 Halbjährliche Stichproben (vierteljährliche Stichproben nur im Tidebereich von Fließgewässern)

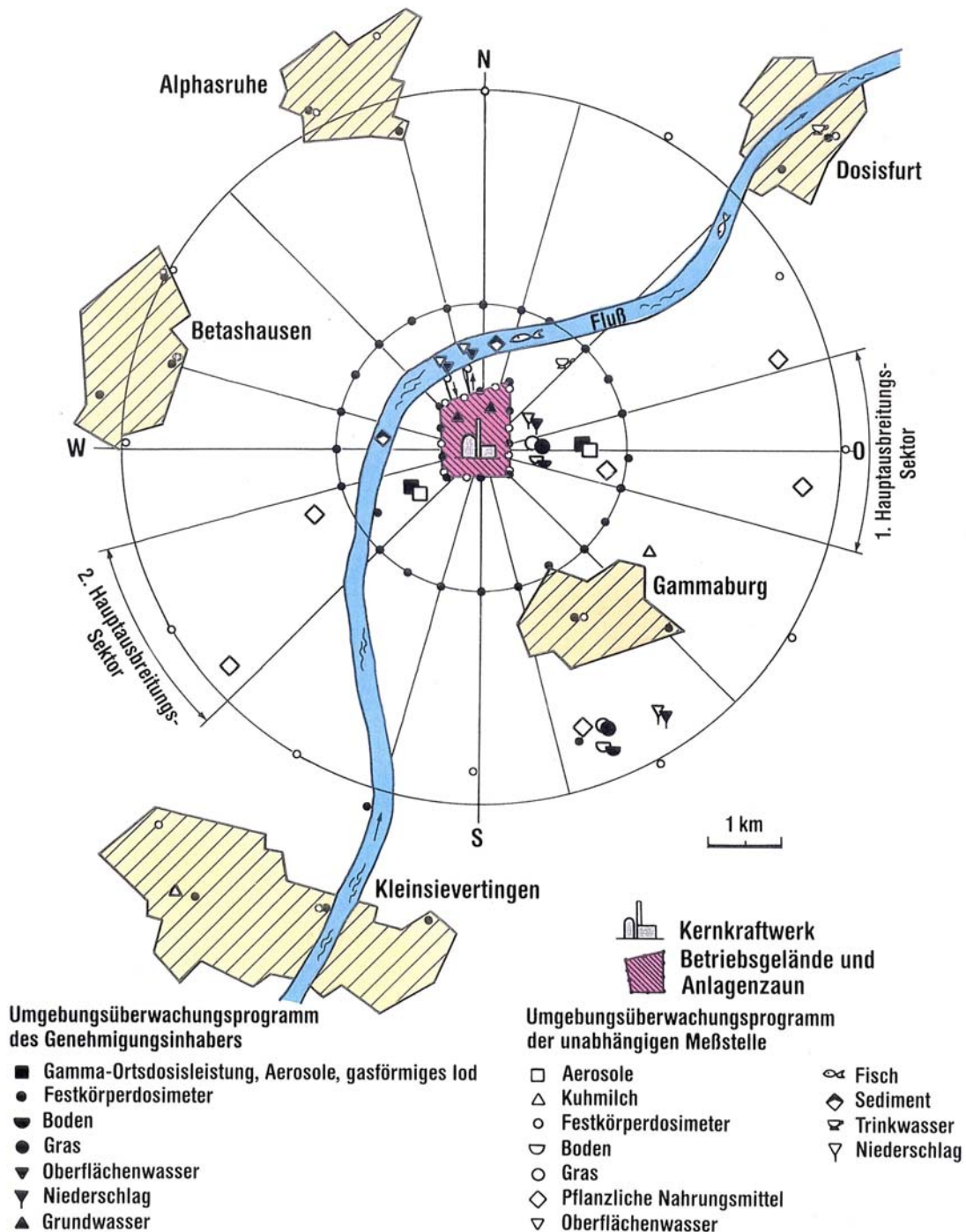


Abb. 1: Fiktiver Standort eines Kernkraftwerkes mit Mess- und Probenentnahmeorten in der Umgebung bei bestimmungsgemäßem Betrieb gemäß Tab. A.1 und Tab. A.2 der REI

Welche Änderungen bei bestimmungsgemäßem Betrieb haben sich durch die Aktualisierungen der REI von 1993 und 2006 ergeben? Die Radioaktivitätsüberwachung des Niederschlags mittels Gammaskopie ist seit 1993 etabliert. Die REI-2006 fordert gegenüber früher nun auch für die unabhängige Messstelle einen Referenzprobenentnahmeort für Niederschlag. Die Sedimentüberwachung durch den Genehmigungsinhaber



wurde 1993 gestrichen. Konsequenterweise wurden damals auch alle Programmpunkte zur Messung der Gesamt-Alpha- und Gesamt-Beta-Aktivität, da diese Messungen die gesamte natürliche Radioaktivität miteinfassen und ihre Ergebnisse als Eingangsgrößen für Dosisberechnungen nicht verwendbar sind.

In der REI-2006 wurde die geforderte Nachweisgrenze für gasförmiges Iod, das der Betreiber im bestimmungsgemäßen Betrieb immissionsseitig ermitteln soll, von 2 auf 5 mBq/m<sup>3</sup> angehoben.

Gravierend ist im Hinblick auf die Fortführung von Zeitreihen die neue Vorgabe, wonach neuerlich bei pflanzlichen Proben (Indikatorpflanzen, Gras, Bewuchs, Futtermittel) ebenso wie bei Fisch nicht mehr der auf die Trockenmasse „TM“, sondern der auf die Feuchtmasse oder Frischmasse bezogene Aktivitätsgehalt angegeben werden soll. Leider findet man das Kürzel „FM“ nirgendwo in der REI erklärt, so dass große Divergenzen bei der Einschätzung von „Frische“ vorgezeichnet sind, z. B. regennasses Gras oder in einer Trockenperiode entnommener Bewuchs.

Bei bestimmungsgemäßen Betrieb stellt sich der Gesamtumfang der jährlichen Radioaktivitätsmessungen zur Umgebungsüberwachung bei einem Kernkraftwerk gemäß der REI-2006 wie folgt dar:

76 % der im Rahmen des Gesamt-Überwachungsprogramms für einen Standort durchzuführenden Radioaktivitäts-Einzelmessungen entfallen auf die sog. Primärmedien Luft (Aerosole und gasförmiges Iod 42 %), Niederschlag (18 %), Oberflächenwasser (12 %) und Boden (3 %). Knapp zwei Drittel (64 %) aller Einzelmessungen sind vom Genehmigungsinhaber durchzuführen, reichlich ein Drittel (36 %) von der unabhängigen Messstelle.

Das entscheidende messtechnische Instrument zur Überwachung der künstlichen Radioaktivität in Umweltproben ist heutzutage die Gammaskopimetrie. Die gammaskopimetrischen Messungen von Proben aller Art zur Ermittlung der Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide und der Aktivkohlepatronen zur Bestimmung der I-131-Konzentration machen zusammen rund 87 % aller Einzelmessungen aus. 9 % aller Einzelmessungen pro Jahr entfallen auf die Bestimmung von Tritium und nur knapp 4 % auf Sr-90-Bestimmungen. Weitere Einzelheiten können Tab. 1 entnommen werden.

Zur Veranschaulichung der Struktur und des Umfangs der durch die REI definierten Überwachungsprogramme zeigt Abb.1 für einen fiktiven Standort eines Kernkraftwerkes eine mögliche Verteilung der Probenentnahme- und Messorte der beiden Überwachungsprogramme für Genehmigungsinhaber und unabhängige Messstelle.

Für die Überwachung der Umgebung eines Kernkraftwerkes im Störfall/Unfall wurden ab der REI-1993 unter Ziffer A.3.2 - und das war neu gegenüber der REI von 1979 - je nach Schwere des Störfalles im Hinblick auf seine Auswirkungen auf die Umgebung in ihrem Umfang abgestufte Maßnahmen und Vorgaben festgelegt.

Bei Immissionen, die zu einer effektiven Dosis > 0,3 mSv und bis zu 5 mSv führen können, ist das Routineüberwachungsprogramm für den bestimmungsgemäßen Betrieb gezielt zu erweitern. Hierunter ist eine zeitlich befristete Erhöhung der Probenentnahme- und Messfrequenzen zu verstehen und eine Konzentration der Überwachungsmaßnahmen auf das beaufschlagte Gebiet.

Die eigentlichen Störfallmessprogramme kommen erst zur Anwendung, wenn die Erhöhung der Umgebungsradioaktivität zu einer effektiven Dosis > 5 mSv (Aktionsniveau 1) führen kann. Die beiden, einander räumlich ergänzenden Störfallmessprogramme sind sowohl vom Genehmigungsinhaber als auch von der unabhängigen Messstelle durch regelmäßige Messfahrten zu den in einem besonderen Katastropheneinsatzplan festgelegten Probenentnahme- und Messpunkten einzuüben. Zur Festlegung und Bezeichnung dieser Messpunkte wird eine Einteilung der Umgebung des Kernkraftwerkes in 3 Zonen und 12 Sektoren benutzt, die in den Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz [16] festgelegt sind. Struktur und Umfang des Störfallmessprogrammes werden für den Genehmigungsinhaber in Tab. A.3 und für die





unabhängige Messstelle in Tab. A.4 des Anhangs A der REI beschrieben. Die Anzahl der zu überwachenden Umweltbereiche wurde gegenüber der REI von 1979 für den Betreiber und insbesondere für die Messstelle erhöht. Zur Erfassung der Kontamination der Bodenoberfläche wurde der Einsatz der In-situ-Gammaspektrometrie vorgeschrieben. Eine Entnahme von Bodenproben ist nur dann durchzuführen, wenn die In-situ-Spektrometrie, z.B. aus topographischen Gründen, nicht einsetzbar ist. Zusätzlich zu den Primärmedien Luft und Boden sind seit 1993 vom Genehmigungsinhaber auch Bewuchs und Oberflächenwasser zu überwachen. Von der unabhängigen Messstelle sind darüber hinaus Kuhmilch, Nahrungsmittel pflanzlicher und tierischer Herkunft, Fisch und Trinkwasser zu überwachen.

Für alle Programmpunkte in den Tabellen A.3 und A.4 wird neben der Dosisbestimmung als Art der Messung ausschließlich die Ermittlung der Aktivitätskonzentration einzelner Radionuklide durch Gammaspektrometrie verlangt. Die geforderten Nachweisgrenzen wurden in der jüngsten Fassung der REI an jene für Messungen nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz angepasst. Für die Messung der Gamma-Ortsdosis und der Ortsdosisleistung wurden außerdem Messbereichsendwerte, vorgeschrieben. Das Messprogramm des Genehmigungsinhabers erstreckt sich im Ereignisfall auf ein Gebiet von der Form eines Schlüsselloches, das aus der Zentralzone und einem 90-Grad-Sektor in Ausbreitungsrichtung in der Mittelzone besteht. Die Überwachungsmaßnahmen der unabhängigen Messstelle sollen vorrangig in der Mittelzone in den Nebensektoren des 90-Grad-Sektors des Betreiberprogrammes und in fünf Sektoren der Außenzone durchgeführt werden, was einem Öffnungswinkel von 150 Grad entspricht. Vorgaben zur Lage und Anzahl der Probenentnahme- und Messorte sind den Tabellen A.3 und A.4 zu entnehmen, in denen auch die Trainingshäufigkeiten für die einzelnen Programmpunkte festgelegt wurden. Konkret müssen die vorzuhaltenden Mess- und Probenentnahmeorte einzeln ausgesucht und beschrieben werden. Langfristig erfordert die Pflege und Dokumentation sowie die Fortschreibung der Messortdokumentation bei eingetretenen Änderungen einen erheblichen Aufwand. Während die Messpunkte in der Zentralzone ausschließlich vom Genehmigungsinhaber beprobt werden, ist in der Außenzone nur die unabhängige Messstelle tätig; die Mittelzone wird von beiden Institutionen bedient, weshalb eine sorgfältige Ausarbeitung der Messpunktbeschreibung und Abstimmung der Dokumentation notwendig ist.

Im Fall eines kerntechnischen Unfalles, der in der Umgebung des Kernkraftwerkes zu einer effektiven Dosis/Ganzkörperdosis von  $> 50$  mSv (Aktionsniveau 2) führen kann, wird das Störfallmessprogramm reduziert und zum Unfallmessprogramm deklariert. Eine solche Vereinfachung ist wegen der akut anstehenden Entscheidungen der Katastrophenschutzleitung nicht nur möglich, sondern auch notwendig. Vorrangig sind in einer solchen Situation lediglich Messungen der Gamma-Ortsdosisleistung (äußere Bestrahlung aus der Luft und vom Boden) und der Konzentration radioaktiver Stoffe in der Luft (Inhalation) durchzuführen. Die Heranziehung von Ergebnissen der Kernreaktorfernüberwachung und der Einsatz von fernsteuerbaren Aerosolsammlern – sofern diese zuvor an passenden Sammelstellen ausgebracht worden sind – kann beim Einsatzpersonal zu Einsparungen vermeidbarer Personendosen führen.

Vorgaben für den Umfang der Umgebungsüberwachungsprogramme in der Phase der Stilllegung und des sicheren Einschlusses enthalten die Ausführungen unter Ziffer A.3.3 des Anhangs A der REI. Die Überwachungsprogramme des Genehmigungsinhabers und der unabhängigen Messstelle sind nach dem endgültigen Abschalten des Kernkraftwerkes drei Monate lang unverändert weiterzuführen. Danach kann die Überwachung auf Radionuklide mit physikalischen Halbwertszeiten  $< 10$  Tage entfallen. Nach Entfernung der Kernbrennstoffe und der Herstellung des sicheren Einschlusses können die Umgebungsüberwachungsprogramme auf die Umweltbereiche Luft (externe Strahlung, Aerosole), Boden, Bewuchs und Grundwasser beschränkt werden. Die Messungen der Gamma-Ortsdosis mit Festkörperdosimetern entlang der Betriebsgeländegrenze des Kernkraftwerkes sind dann noch bis zum Erlöschen der Genehmigung nach § 7 des Atomgesetzes fortzuführen. Konkrete Vorschläge zur Immissionsüberwachung während des Restbetriebes von Kernkraftwerken werden in Blatt 2.6 dieser Loseblattsammlung gemacht.



In Kapitel A.3.4 des Anhangs A der REI wird das dosisorientierte Konzept zur Festlegung der erforderlichen Nachweisgrenzen näher erläutert, worauf in den Ausführungen zu Ziffer 4.13 des allgemeinen Teils der REI bereits eingegangen wurde. Aufgrund der niedrigen Emissionsraten kerntechnischer Anlagen (siehe z.B. [17] und [18]) hat es die Umgebungsüberwachung heute fast ausschließlich mit Messwerten zu tun, die nahe an oder unter der Nachweisgrenze liegen. Umso wichtiger ist es, dass die Nachweisgrenzen der zum Einsatz kommenden Messverfahren mathematisch sauber, nachprüfbar und vor allem einheitlich definiert werden. Inzwischen wurde vom Arbeitskreis Nachweisgrenzen des Fachverbands für Strahlenschutz, der gleichzeitig Normenausschuss bei der Deutschen Kommission für Elektrotechnik (DKE) ist, mit der DIN ISO 11 929 eine umfassende Norm zur Berechnung von Nachweis- und Erkennungsgrenzen bei Kernstrahlungsmessungen erarbeitet [19].

Das kurze Kapitel A.3.5 des Anhangs A der REI verpflichtet Genehmigungsinhaber und unabhängige Messstelle zur Teilnahme an Ringversuchen, durch die eine Qualitätskontrolle der angewandten Messverfahren gewährleistet wird.

### 3.2 Brennelementfabriken (Anhang B der REI)

Die Vorgaben zur Immissionsüberwachung von Brennelementfabriken sind in Kapitel B.3 mit den Unterkapiteln B.3.3.1 bis B.3.3 enthalten.

Da die natürliche Uranaktivität im Boden zwischen 10 und 200 Bq/kg oder 5.000 bis 100.000 Bq/m<sup>2</sup> bis zur Pflugschartiefe liegt, sind Erhöhungen durch Uranemissionen aus einer Brennelementfabrik bei bestimmungsgemäßem Betrieb in der Umgebung messtechnisch nicht nachweisbar. Die Flächenbelastung von Pu-239/240 durch oberirdische Kernwaffenexplosionen liegt zwischen 50 und 150 Bq/m<sup>2</sup>. Dies ist ebenfalls ein Vielfaches dessen, was bei bestimmungsgemäßem Betrieb mit Plutoniumverarbeitung an Ablagerungen in der Umgebung zu erwarten wäre. Folgerichtig ist eine Überwachung der Alpha-Aktivität der Sekundärmedien Boden, pflanzliche Nahrungsmittel und Milch bei bestimmungsgemäßem Betrieb nicht vorgesehen. Die Überwachungsprogramme konzentrieren sich deshalb auf das Primärmedium Luft und auf die Direktstrahlung, da sowohl die Inhalation als auch die Exposition durch Gamma- und Neutronenstrahler als kritische Expositionspfade anzusehen sind. Die erforderlichen Nachweisgrenzen wurden – abweichend vom sonst geltenden Drittelprinzip – so festgelegt, dass bei Dosisbeiträgen durch Inhalation 60 % und durch Ingestion 30 % der Grenzwerte des §47 StrlSchV noch nachgewiesen werden können.

Die Überwachungsprogramme vor Inbetriebnahme und für den bestimmungsgemäßen Betrieb sind für den Genehmigungsinhaber in Tab. B.1 und für die unabhängige Messstelle in Tab. B.2 des Anhangs B dargestellt (siehe auch Blatt 2.2 dieser Loseblattsammlung). Die geforderte Nachweisgrenze für Direktstrahlung aus der Anlage liegt für Gammastrahlung bei 0,1mSv/a, für Neutronenstrahlung bei 0,5 mSv/a.

Für den Umfang der Umgebungsüberwachungsprogramme im bestimmungsgemäßen Betrieb (Genehmigungsinhaber und unabhängige Messstelle) ergeben sich pro Jahr insgesamt folgende Zahlen:

- Direktmessungen (Gamma- und Neutronenortsdosis):  
24 Festkörperdosimeter und, je nach Größe des Areals, 12 bis 24 Neutronendosimeter am Betriebsgeländezaun, was bei der geforderten halbjährlichen Auswertung 72 bis 96 Dosimeterauswertungen erforderlich macht.
- Alpha-Aktivitätsmessungen:  
14 Probenentnahmeorte für 68 (+112) Proben, was ebenso viele Einzelmessungen erforderlich macht (siehe Tab. 2). Die in Klammern gesetzte Zahl bezieht sich auf die Überwachung der Gesamt-Alpha-Aktivität von Aerosolen. Diese Messungen können jedoch entfallen, wenn die Aktivitätskonzentration der Fortluft die Werte des §47 Abs. (4) StrlSchV nicht überschreitet.



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

**Blatt: 2.1**

Seite: 11 von 18

Stand: Dezember 2011

Tab. 2: Radioaktivitätsmessungen durch den Genehmigungsinhaber (G) und die unabhängige Messstelle (M) im Rahmen der Umgebungsüberwachung bei bestimmungsgemäßem Betrieb für eine Brennelementfabrik (gemäß REI, Anhang B)

| Überwacher Umweltbereich | Anzahl der Probenentnahmeorte |                 | Anzahl der Proben pro Jahr |                   | Anzahl der Einzelmessungen pro Jahr |                  |                   |                   | Summe der Einzelmessungen pro Jahr |          |
|--------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------|-------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------|----------|
|                          | G                             | M               | G                          | M                 | α-Spektr.                           |                  | Gesamt-α          |                   | G                                  | M        |
|                          |                               |                 |                            |                   | G                                   | M                | G                 | M                 |                                    |          |
| Luft / Aerosole          | 2                             | 2               | (52) <sup>1</sup>          | (60) <sup>1</sup> | -                                   | (8) <sup>1</sup> | (52) <sup>1</sup> | (52) <sup>1</sup> | (52)                               | (60)     |
| Luft / gasförmiges Iod   | -                             | -               | -                          | -                 | -                                   | -                | -                 | -                 | -                                  | -        |
| Niederschlag             | 2                             | -               | 24                         | 24 <sup>2</sup>   | -                                   | -                | 24                | 24                | 24                                 | 24       |
| Boden                    | -                             | -               | -                          | -                 | -                                   | -                | -                 | -                 | -                                  | -        |
| Bewuchs (Gras)           | -                             | 2               | -                          | 4                 | -                                   | 4                | -                 | -                 | -                                  | 4        |
| pflanzl. Nahrungsmittel  | -                             | -               | -                          | -                 | -                                   | -                | -                 | -                 | -                                  | -        |
| Kuhmilch                 | -                             | -               | -                          | -                 | -                                   | -                | -                 | -                 | -                                  | -        |
| Oberflächenwasser        | -                             | 1               | -                          | 4                 | -                                   | -                | -                 | 4                 | -                                  | 4        |
| Klärschlamm              | -                             | 1               | -                          | 4                 | -                                   | -                | -                 | 4                 | -                                  | 4        |
| Sediment                 | -                             | -               | -                          | -                 | -                                   | -                | -                 | -                 | -                                  | -        |
| Fisch                    | -                             | -               | -                          | -                 | -                                   | -                | -                 | -                 | -                                  | -        |
| Grundwasser              | ≥2 <sup>3</sup>               | ≥2 <sup>3</sup> | ≥4                         | ≥4                | -                                   | -                | ≥4                | ≥4                | ≥4                                 | ≥4       |
| Trinkwasser              | -                             | -               | -                          | -                 | -                                   | -                | -                 | -                 | -                                  | -        |
| Summe                    | ≥6                            | ≥8              | ≥28 (+52)                  | ≥40 (+60)         | -                                   | 4 (+8)           | ≥28(+52)          | ≥36(+52)          | ≥28(+52)                           | ≥40(+60) |
| Gesamtsumme G + M        | ≥14                           |                 | ≥68 (+112)                 |                   | 4 (+8)                              |                  | ≥64 (+104)        |                   | ≥68 (+112)                         |          |

- 1 Kann entfallen, wenn die Aktivitätskonzentration im Fortluftstrom die Werte des § 47 Abs. (4) StrlSchV nicht überschreitet
- 2 Anteile aus Proben des Genehmigungsinhabers; keine eigenständige Probenentnahme
- 3 Geeignete Grundwasserentnahmestellen auf dem Betriebsgelände; Annahme: mindestens 2 Stellen

Die relativ umfangreichen Überwachungsprogramme im Störfall/Unfall sind für den Genehmigungsinhaber in Tab. B.3 und für die unabhängige Messstelle in Tab. B.4 dargestellt (siehe auch Blatt 2.2 dieser Loseblattsammlung). Die Überwachungsmaßnahmen sind durch monatliche Messfahrten zu den festgelegten Mess- und Probenentnahmeorten zu trainieren. Die Maßnahmen des Genehmigungsinhabers beschränken sich im Ereignisfall auf die Zentralzone mit einem Radius von maximal 2 km, die der unabhängigen Messstelle auf den Sektor des beaufschlagten Gebietes und die beiden Nebensektoren (entsprechend einem Öffnungswinkel von 90 °) in der Mittelzone, die von 2 km bis maximal 8 km Entfernung reicht (siehe Abb. B.1 im Anhang B der REI).

Für die Dokumentation und Berichterstattung über die Ergebnisse aus der (Emissions- und) Immissionsüberwachung ist entsprechend dem allgemeinen Teil Ziff. 5 der REI 2006 zu verfahren. Gegenüber der früheren Fassung des Anhangs B (Textteil) ergaben sich in der REI-2006 keine inhaltlichen Änderungen, wenn man davon absieht, dass einige allgemeine informative Passagen in den allgemeinen Teil der REI verlagert wurden, da diese Informationen nicht spezifisch für Brennelementfabriken sind. Im Tabellenteil erfolgten Klarstellungen durch Nennung der zu verwendenden Bezugsnuklide, bei Alphastrahlern grundsätzlich Am-241. Allerdings schlichen sich auch Fehler ein, da es „Cs-1376“ nicht gibt (Tab. B.12) und „U-240“ nicht zu verwenden ist (Tab. B.10). Außerdem ist bei der Aerosolüberwachung mittels Gammaskopie der erforderliche Messbereichsendwert bezogen auf Co-60 sicher nicht bei 10<sup>-6</sup>Bq/m<sup>3</sup> sondern bei 10<sup>+6</sup>Bq/m<sup>3</sup> anzunehmen (Tab. B.3).



### 3.3 Brennelementzwischenlager mit Luftkühlung (Trockenlager) (Anhang C, Teil C.1 der REI)

Die Maßnahmen zur Umgebungsüberwachung von Trockenlagern werden in Kap. C.1.3 festgelegt, und zwar im Unterkapitel C.1.3.1 für den bestimmungsgemäßen Aufbewahrungsbetrieb und im Unterkapitel C.1.3.2 für die Zeit vor Inbetriebnahme und im Störfall/Unfall.

Die Dichtheit der Lagerbehälter für bestrahlte Brennelemente wird ständig überwacht. Wenn die Dichtheit der Behälter nachgewiesen ist, ist gemäß REI eine Emissionsüberwachung nicht erforderlich. Für den bestimmungsgemäßen Betrieb sind deshalb auch keine Radioaktivitätsmessungen in der Umgebung vorgesehen. Allerdings sind Messeinrichtungen zur Erfassung der Ausbreitungsverhältnisse und zur Niederschlagssammlung zu betreiben (siehe Kap. C.1.2). Die in den Tabellen C.1.1 und C.1.2 dargestellten Überwachungsprogramme für den Genehmigungsinhaber und für die unabhängige Messstelle (siehe auch Blatt 2.2 dieser Loseblattsammlung) schreiben für den bestimmungsgemäßen Betrieb lediglich Messungen der Gamma- und Neutronenortsdosis am Betriebsgeländezaun sowie der Gamma- und Neutronenortsdosisleistung vor. Die Überwachung der Gamma-Ortsdosisleistung wird nur vom Genehmigungsinhaber gefordert, und zwar an 2 Messorten auf der Grenze des Betriebsgeländes (Zaun) und an einer Referenzstelle. Auch die Überwachung der Neutronenortsdosisleistung wird nur dem Genehmigungsinhaber vorgeschrieben, und zwar an einem Messort an der Grenze des Betriebsgeländes und an einer Referenzstelle.

Eine Überwachung der Gamma- und der Neutronenortsdosis wird hingegen sowohl vom Genehmigungsinhaber als auch von der unabhängigen Messstelle verlangt, und zwar vom Genehmigungsinhaber jeweils an 6 – 8 Stellen und von der unabhängigen Messstelle jeweils an 4 Stellen am Betriebsgeländezaun, jeweils mit halbjährlicher Auswertung.

Gegenüber der REI-1996 sind im Anhang C, Teil C.1 einige inhaltliche Ergänzungen zu finden. So wurde in C.1.3 ein einleitender Text eingefügt und in den Programmtabellen einige klarstellende Präzisierungen getroffen, wonach nicht generell auch dort Neutronendosen ermittelt werden müssen, wo auch Gammaortsdosen gemessen werden, sondern nur dort, wo „wo n-Strahlenfelder zu erwarten sind“.

Anders als bei den anderen kerntechnischen Anlagen stimmen bei Trockenlagern die Überwachungsprogramme vor der Inbetriebnahme und im Störfall/Unfall überein. Die vorgesehenen Überwachungsprogramme, die wesentlich umfangreicher sind als im bestimmungsgemäßen Betrieb und auch Radioaktivitätsmessungen von Aerosolen, der Bodenoberfläche, Bewuchs und Sediment vorschreiben, sind in den Tabellen C.1.3 und C.1.4 enthalten (siehe auch Blatt 2.2 dieser Loseblattsammlung). Wie auch in den anderen Anhängen zur REI sind Aktivitätsgehalte von pflanzlichen Produkten auf Frischmasse/Feuchtmasse zu beziehen.

Die Abgrenzung der Gebiete zwischen Genehmigungsinhaber und unabhängiger Messstelle für die Durchführung der Messprogramme im Störfall/Unfall (siehe Abb. C.1.1 im Anhang C der REI) erfolgt in derselben Weise wie bei Brennelementfabriken (Anhang B) und bei Endlagern (Anhang C, Teil C.2). Die Maßnahmen der unabhängigen Messstelle sollen sich jedoch in den betroffenen Sektoren der Mittelzone auf einen Bereich von 2 bis 5 km vom Emissionsort beschränken.

Zur Dokumentation von Immissionsmessergebnissen bei Trockenlagern sind keine speziellen Vorgaben in Anhang C, Teil C1 getroffen, so dass wohl wie bei den anderen kerntechnischen Anlagen verfahren werden muss und der (nicht expressis verbis zitierte) Text aus dem allgemeinen Teil der REI, Kap.5 ebenso herangezogen werden muss.



### 3.4 Endlager für radioaktive Abfälle (Anhang C, Teil C.2 der REI)

Die Immissionsüberwachung von Endlagern wird im Kapitel C.2.3 mit den Unterkapiteln C.2.3.1 bis C.2.3.3 geregelt.

Zur Überwachung der Einhaltung der Grenzwerte in § 46 StrlSchV für den außerbetrieblichen Überwachungsbereich ist die Gamma-Ortsdosis am Betriebsgeländezaun zu messen. Im außerbetrieblichen Überwachungsbereich kann Direktstrahlung und Streustrahlung als Folge der übertägigen Handhabung von Abfallbinden auftreten. Falls auch das Auftreten von Neutronenstrahlung möglich ist, z. B. bei der Endlagerung von bestrahlten Brennelementen, ist am Betriebsgeländezaun auch die Neutronen Ortsdosis zu überwachen.

Da in einem Endlager radioaktive Abfälle aus unterschiedlichen kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen zusammengeführt werden, war bei der Konzeption der Programme zur Immissionsüberwachung von einem wesentlich breiteren Nuklidspektrum auszugehen als bei anderen kerntechnischen Anlagen. Die Überwachungsprogramme, die sich auf fast alle der in der REI genannten Umweltbereiche erstrecken, fordern zwar weder besonders viele Probenentnahmen noch eine besonders große Anzahl von Einzelmessungen, zeichnen sich aber durch eine große Vielfalt der Art der durchzuführenden Messungen aus und können insofern angesichts der zu erwartenden geringen Aktivitätsemissionen eines Endlagers als umfangreich bezeichnet werden.

Die Überwachungsprogramme vor Inbetriebnahme und für den bestimmungsgemäßen Betrieb sind für den Genehmigungsinhaber in Tab. C.2.1 und für die unabhängige Messstelle in Tab. C.2.2 des Anhangs C dargestellt (siehe auch Blatt 2.2 dieser Loseblattsammlung).

Für den Umfang der Umgebungsüberwachungsprogramme vor Inbetriebnahme und im bestimmungsgemäßen Betrieb (Genehmigungsinhaber und unabhängige Messstelle) ergeben sich pro Jahr insgesamt folgende Zahlen:

- Direktmessungen (Gamma- und Neutronen Ortsdosis): Am Betriebsgeländezaun, je nach Größe des Areals, 20 bis 24 Festkörperdosimeter und, falls Neutronenstrahlung auftreten kann, 10 bis 16 Neutronendosimeter, was 60 bis 80 Dosimeterauswertungen erforderlich macht.
- Radioaktivitätsmessungen: Mindestens 22 Probenentnahmeorte für mindestens 44 (+40) Proben, was mindestens 66 (+56) Einzelmessungen erforderlich macht (siehe Tab. 3). Die in Klammern gesetzten Zahlen können entfallen, wenn die Aktivitätskonzentrationen der Alpha- bzw. Gammastrahler im Fortluft-/Abwetterstrom die Werte des § 47 Abs. (4) StrlSchV nicht überschreiten.

Die Programme zur Immissionsüberwachung im Störfall/Unfall sind für den Genehmigungsinhaber in Tab. C.2.1 und für die unabhängige Messstelle in Tab. C.2.2 dargestellt (siehe auch Blatt 2.2 dieser Loseblattsammlung).

Anders als noch in der REI von 1996 [7] wird in Tab. C.2.1 als Bezugsnuklid für die Messung der Gesamt-Alpha-Aktivitätskonzentration nicht mehr U-nat sondern Am-241 angegeben und als erforderliche Nachweisgrenze  $0,1 \text{ mBq/m}^3$  genannt anstatt wie bisher der um den Faktor 10 niedrigere Wert von  $0,01 \text{ mBq/m}^3$ . Zur Harmonisierung mit dem IMIS wurden in Tab. C.2.2 die erforderliche Nachweisgrenze bei pflanzlichen Nahrungsmitteln von bisher  $0,5 \text{ Bq/kg}$  (bezogen auf Co-60) auf jetzt  $0,2 \text{ Bq/kg}$  abgesenkt. Wie auch in den anderen Anhängen zur REI sind Aktivitätsgehalte von pflanzlichen Produkten auf Frischmasse/Feuchtmasse zu beziehen.



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

**Blatt: 2.1**

Seite: 14 von 18

Stand: Dezember 2011

Tab. 3: Radioaktivitätsmessungen durch den Genehmigungsinhaber (G) und die unabhängige Messstelle (M) im Rahmen der Umgebungsüberwachung bei bestimmungsgemäßem Betrieb für ein Endlager (gemäß REI, Anhang C.2)

| Überwacher Umweltbereich | Anzahl der Probenentnahmeorte |                 | Anzahl der Proben pro Jahr |                  | Anzahl der Einzelmessungen pro Jahr |                  |           |                  |          |                  | Summe der Einzelmessungen pro Jahr |          |
|--------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------------------|------------------|-------------------------------------|------------------|-----------|------------------|----------|------------------|------------------------------------|----------|
|                          | G                             | M               | G                          | M                | γ-Spekt.                            |                  | diverse   |                  |          |                  | G                                  | M        |
|                          |                               |                 |                            |                  | G                                   | M                | Ges.α     | (8) <sup>1</sup> | α-Spekt. | (8) <sup>1</sup> |                                    |          |
| Luft / Aerosole          | 2                             | -               | (8) <sup>1,2</sup>         | (8) <sup>3</sup> | (8) <sup>2</sup>                    | (8) <sup>2</sup> | Ges.α     | (8) <sup>1</sup> | α-Spekt. | (8) <sup>1</sup> | (16)                               | (16)     |
| Luft / gasförmiges Iod   | -                             | -               | -                          | -                | -                                   | -                | -         | -                | -        | -                | -                                  | -        |
| Niederschlag             | 2                             | -               | (24) <sup>2</sup>          | -                | (24) <sup>2</sup>                   | -                | -         | -                | -        | -                | (24)                               | -        |
| Boden                    | 2                             | 2               | 4                          | 4                | 4                                   | 4                | -         | -                | -        | -                | 4                                  | 4        |
| Bewuchs (Gras)           | 2 <sup>6</sup>                | 2 <sup>6</sup>  | 4                          | 4                | 4                                   | 4                | -         | -                | H-3,C-14 | 8                | 4                                  | 12       |
| pflanzl. Nahrungsmittel  | -                             | 2 <sup>4</sup>  | -                          | ≥6               | -                                   | ≥6               | -         | -                | Sr-90    | ≥4               | -                                  | ≥10      |
| Kuhmilch                 | -                             | 2               | -                          | 4                | -                                   | 4                | -         | -                | -        | -                | -                                  | 4        |
| Oberflächenwasser        | 2                             | -               | 8                          | -                | 8                                   | -                | H-3       | 8                | -        | -                | 16                                 | -        |
| Sediment                 | -                             | 2               | -                          | 2                | -                                   | 2                | -         | -                | -        | -                | -                                  | 2        |
| Fisch                    | -                             | -               | -                          | -                | -                                   | -                | -         | -                | -        | -                | -                                  | -        |
| Grundwasser              | -                             | ≥2 <sup>5</sup> | -                          | ≥8               | -                                   | -                | -         | -                | H-3      | ≥8               | -                                  | ≥8       |
| Trinkwasser              | -                             | -               | -                          | -                | -                                   | -                | -         | -                | -        | -                | -                                  | -        |
| Summe                    | 8                             | ≥10             | 16(+32)                    | ≥28(+8)          | 16 (+32)                            | ≥20 (+8)         | 8 (+8)    |                  | ≥22 (+8) |                  | 24(+40)                            | ≥40(+16) |
| Gesamtsumme G + M        | ≥18                           |                 | ≥44 (+40)                  |                  | ≥36 (+40)                           |                  | ≥28 (+16) |                  |          |                  | ≥64 (+56)                          |          |

- 1 Kann entfallen, wenn die mittlere Alpha-Aktivitätskonzentration im Fortluftstrom die Werte des § 47 Abs. (4) StrlSchV nicht überschreitet; die vierteljährlich auszuwertende Probe wird aus Filtern hergestellt, die jeweils 14 Tage bestaubt werden
- 2 Kann entfallen, wenn die mittlere Aktivitätskonzentration der Gamma-Strahler im Fortluftstrom die Werte des § 47 Abs. (4) StrlSchV nicht überschreitet
- 3 Anteile aus Proben des Genehmigungsinhabers; keine eigenständige Probenentnahme
- 4 Zwei Probenentnahmeorte; Gebiet der ungünstigsten Einwirkungsstelle und Referenzort; vorzugsweise Blattgemüse, Obst und Getreide
- 5 Nächstegelegene Brunnen in Grundwasserhauptfließrichtung; Annahme: mindestens 2 Stellen
- 6 Probenentnahmeort ist mit dem für Boden identisch

Da bei einem Störfall in einem Endlager das auftretende Nuklidspektrum je nach betroffenen Abfallgebinden sehr unterschiedlich sein kann, wurden die in den Programmtabellen festgelegten Überwachungsmaßnahmen sehr differenziert formuliert, um je nach Störfallszenario flexibel reagieren zu können.

Während gammaspektrometrische Messungen in den verschiedenen Umweltbereichen auf jeden Fall durchzuführen sind, sind „Messungen zur Gesamtalpha-, Gesamtbeta-, sowie zur Tritium- und zur Iod 129-Aktivität nur erforderlich, wenn aufgrund des vom Störfall betroffenen Abfallgebindes eine diesbezügliche Freisetzung in relevantem Umfang zu besorgen ist“.

Die Überwachungsmaßnahmen sind sowohl vom Genehmigungsinhaber als auch von der unabhängigen Messstelle durch halbjährliche Messfahrten zu wechselnden Mess- und Probenentnahmeorten zu trainieren. Die Abgrenzung der Gebiete zwischen Genehmigungsinhaber und unabhängiger Messstelle (siehe Abb. C.2.1 im Anhang C der REI) für die Durchführung der Messprogramme im Störfall/Unfall erfolgt in derselben Weise wie bei Brennelementzwischenlagern.

In den Anhang C, Teil C.2 der aktuellen REI-2006 sind zahlreiche Änderungen eingeflossen, die leider nicht immer zu Verbesserungen führten, sondern auch zahlreiche Fehler enthalten, vor allem in den Tabellen C.2.3 bis C.2.5 (siehe Details hierzu in [10]).



Für die Dokumentation und Berichterstattung über die Ergebnisse aus der (Emissions- und) Immissionsüberwachung ist entsprechend dem allgemeinen Teil, Ziff. 5 der REI 2006 zu verfahren.

### 3.5 Sonderfälle

Im Anhang D der REI werden z.B. Forschungsreaktoren, Anreicherungsanlagen oder Isotopentrennanlagen, sowie Betriebsstätten, in denen Kernbrennstoffe verarbeitet werden, als Sonderfälle bezeichnet. Über den Umfang der Umgebungsüberwachung wird nur ausgesagt, dass Einzelregelungen "unter Anwendung des Verhältnismäßigkeitsmaßstabs, ausgehend von den Regelungen in Anhang A, festzulegen" sind (siehe Blatt 2.2 dieser Loseblattsammlung mit einem Beispiel für einen Forschungsreaktor).

## 4 Literatur

- [1] Der Bundesminister des Innern (Hrsg.): Umwelt, Informationen des Bundesministers des Innern zur Umweltplanung und zum Umweltschutz, Heft 35 (Oktober 1974), S. 8
- [2] Der Bundesminister des Innern (Hrsg.): Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen, GMBL. Nr. 32 (1979), S. 668, zuletzt ersetzt durch Neufassung von 2006 (siehe [9])
- [3] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung, StrlSchV), Bekanntmachung der Neufassung der Strahlenschutzverordnung vom 30. Juni 1989, BGBl. Teil I, S. 1321, zuletzt ersetzt durch [8]
- [4] Bekanntmachung der Zusammenstellung der Dosisfaktoren, Bundesanzeiger Nr. 185a vom 30. September 1989
- [5] Narrog, J., Heinemann, K., Winter, M., Herrnberger, V., Haag, J., Czerwinski, N.: Empfehlungen zur Aktualisierung der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen, FS-89-50-AKU, Juli 1989; erschienen in der Publikationsreihe „Fortschritte im Strahlenschutz“ des Fachverbandes für Strahlenschutz e. V. (Hrsg.)
- [6] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen, allgemeiner Teil und Anhänge A und D, GMBL. Nr. 29 vom 19. August 1993, Seite 502, zuletzt ersetzt durch Neufassung von 2006 (siehe [9])
- [7] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen, Anhänge B und C, GMBL. Nr. 9/10 vom 20. März 1996, Seite 195 ff., zuletzt ersetzt durch Neufassung von 2006 (siehe [9])
- [8] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung, StrlSchV), vom 20. Juli 2001, BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459, zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 29. August 2008, BGBl. I S. 1793
- [9] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen, GMBL. Nr. 14-17 vom 23. März 2006, Seite 254.
- [10] Friedland, E.-M. Izquierdo, L., Klein, P., Lochte, A., Steinkopff, Th., Wicke, A., Winter, M.: Die Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen – Ein kommentierter Vergleich der Fassungen von 1993/96 und 2006 -, erarbeitet von einer Ad-hoc-Arbeitsgruppe des Arbeitskreises Umweltüberwachung (AKU), ersch. in der Publikationsreihe „Fortschritte im Strahlenschutz" des Fachverbandes für Strahlenschutz e. V. (Hrsg.), ISSN 1013-4506, FS-09-151-AKU, Sept. 2009
- [11] Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985, BGBl. I, S. 1565, zuletzt geändert durch das Gesetz vom 8. Dezember 2010, BGBl. I, S. 1817
- [12] Gesetz zum vorsorgenden Schutz der Bevölkerung gegen Strahlenbelastung (Strahlenschutzvorsorgegesetz - StrVG) vom 19. Dezember 1986, BGBl. I, S. 2610, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 8. April 2008, BGBl. I, S. 686



- [13] Leitstellen für die Überwachung der Umweltradioaktivität: Messanleitungen für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt und zur Erfassung radioaktiver Emissionen aus kerntechnischen Anlagen, Hrsg.: BMU, Gustav Fischer Verlag, 6. Lieferung, 2000; seit 2008 nur noch im Internet: [http://www.bmu.de/strahlenschutz/ueberwachung\\_der\\_umweltradioaktivitaet/messanleitungen/doc/41982.php](http://www.bmu.de/strahlenschutz/ueberwachung_der_umweltradioaktivitaet/messanleitungen/doc/41982.php)
- [14] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Integrierten Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt (IMIS) nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (AVV-IMIS) vom 13. Dezember 2006
- [15] Instrumentierung zur Ermittlung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre, Kerntechnischer Ausschuss (KTA), KTA-Regel 1508, Fassung 11/2006
- [16] Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen vom 19. Dezember 2008, GMBI Nr. 62/63
- [17] Umweltradioaktivität in der Bundesrepublik Deutschland 2001-2009 – Daten und Bewertung –, Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.); Bericht der Leitstellen des Bundes und des Bundesamtes für Strahlenschutz, [http://www.bfs.de/de/bfs/druck/uus/JB\\_archiv.html/#2009](http://www.bfs.de/de/bfs/druck/uus/JB_archiv.html/#2009)
- [18] Berichte zur Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung aus den Jahren 2001 – 2008 zur Unterrichtung durch die Bundesregierung (Parlamentsberichte), [http://www.bfs.de/de/bfs/druck/uus/pb\\_archiv.html](http://www.bfs.de/de/bfs/druck/uus/pb_archiv.html), zuletzt: nbn:de:0221-201003311019
- [19] DIN ISO 11 929, Bestimmung der charakteristischen Grenzen (Erkennungsgrenze, Nachweisgrenze und Grenzen des Vertrauensbereichs) bei Messungen ionisierender Strahlung – Grundlagen und Anwendungen, 2011, ersetzt alle Teile der DIN 25 482





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

**Blatt: 2.1**

Seite: 17 von 18

Stand: Dezember 2011

**5 Anhang: Geforderte Nachweisgrenze nach REI und AVV-IMIS**

| Umweltbereich  | Messprogramm | Betriebsart | Nuklid   | geforderte Nachweisgrenze | Bezugsmasse | Bezugsnuklid     |
|--|--------------|-------------|----------|---------------------------|-------------|------------------|
| Abwasser   | IMIS         | B           | $\alpha$ | 0,1 Bq/l                  |             | U und Pu         |
|  |              |             | $\gamma$ |                           |             | Co-60            |
|  |              |             | Sr-90    |                           |             | Sr-90            |
|  |              | I           | $\alpha$ | 1 Bq/l                    |             | nuklidspezifisch |
|  |              |             | $\gamma$ | 5 Bq/l                    |             | Co-60            |
|  |              |             | Sr-90    | 1 Bq/l                    |             | Sr-90 & Sr-89    |
| Boden  | IMIS         | B           | $\gamma$ | 0,5 Bq/kg                 | TM          | Co-60            |
|  |              |             | Sr-90    | 0,5 Bq/kg                 |             |                  |
|  |              | I           | Insitu   | 1500 Bq/m <sup>2</sup>    |             |                  |
|  | REI          | B           | $\gamma$ | 0,5 Bq/kg                 | TM          |                  |
|  |              | S           | $\gamma$ | 10 Bq/kg                  | FM          |                  |
|  |              |             | Insitu   | 200 Bq/m <sup>2</sup>     |             |                  |
| Filterasche  | IMIS         | B           | $\gamma$ | 5 Bq/kg                   | TM          | Co-60            |
|  |              | I           |          |                           | FM          | Co-60            |
| Fisch  | IMIS         | B           | $\gamma$ | 0,2 Bq/kg                 | FM          | Co-60            |
|  |              |             | Sr-90    | 0,02 Bq/kg                |             | Sr-90            |
|  |              | I           | $\gamma$ | 5 Bq/kg                   |             | Co-60            |
|  |              |             | Sr-90    | 1 Bq/kg                   |             | Sr-90 & Sr-89    |
|  | REI          | B           | $\gamma$ | 0,2 Bq/kg                 | FM          | Co-60            |
|  |              | S           | $\gamma$ | 10 Bq/kg                  |             |                  |
| Indikatorpflanzen / Weide- und Wiesenbewuchs/ Futtermittel | IMIS         | B           | $\gamma$ | 0,5 Bq/kg                 | TM          | Co-60            |
|  |              | I           | $\gamma$ | 5 Bq/kg                   | FM          | Sr-90 & Sr-89    |
|  |              |             | Sr-90    | 1 Bq/kg                   |             |                  |
|  | REI          | B           | $\gamma$ | 0,5 Bq/kg                 | FM          | Co-60            |
|  |              | S           | $\gamma$ | 10 Bq/kg                  | FM          |                  |
|  |              |             |          |                           |             |                  |
| Klärschlamm  | IMIS         | B           | $\alpha$ | 5 Bq/kg                   | TM          | U und Pu         |
|  |              |             | $\gamma$ |                           |             | Co-60            |
|  |              |             | Sr-90    |                           |             | Sr-90            |
|  |              | I           | $\alpha$ | 0,1 Bq/kg                 | FM          | Co-60 & FM       |
|  |              |             | $\gamma$ | 5 Bq/kg                   |             |                  |
|  |              |             | Sr-90    | 1 Bq/kg                   |             |                  |
| Luft / Aerosole  | REI          | B           | $\gamma$ | 0,4 mBq/m <sup>3</sup>    |             | Co-60            |
|  |              | S           |          | 20 Bq/m <sup>3</sup>      |             |                  |
| Luft/ gasförmiges Iod                                      | REI          | S           | $\gamma$ | 20 Bq/m <sup>3</sup>      |             | I-131            |
| Milch  | IMIS         | B           | $\gamma$ | 0,2 Bq/l                  |             | Co-60            |
|  |              |             | Sr-90    | 0,02 Bq/l                 |             | Sr-90            |
|  |              | I           | $\gamma$ | 5 Bq/l                    |             | Co-60            |
|  |              |             | Sr-90    | 1 Bq/l                    |             | Sr-90 & Sr-89    |
|  | REI          | B           | $\gamma$ | 0,2 Bq/l                  | Co-60       |                  |
|  |              |             | Sr-90    | 0,02 Bq/l                 | Sr-90       |                  |
|  |              |             | I-131    | 0,01 Bq/l                 | I-131       |                  |
|  |              | S           | $\gamma$ | 10 Bq/l                   | Co-60       |                  |



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

**Blatt: 2.1**

Seite: 18 von 18

Stand: Dezember 2011

|                              |          |          |          |            |       |                  |
|------------------------------|----------|----------|----------|------------|-------|------------------|
| Niederschlag                 | REI      | B        | $\gamma$ | 0,05 Bq/l  |       | Co-60            |
| Oberflächenwasser            | IMIS     | B        | $\alpha$ | 0,01 Bq/l  |       | U und Pu         |
|                              |          |          | $\gamma$ | 0,05 Bq/l  |       | Co-60            |
|                              |          |          | Sr-90    | 0,01 Bq/l  |       | Sr-90            |
|                              |          |          | H-3      | 10 Bq/l    |       | H-3              |
|                              |          | I        | $\alpha$ | 0,1 Bq/l   |       | U und Pu         |
|                              |          |          | $\gamma$ | 5 Bq/l     |       | Co-60            |
|                              |          |          | Sr-90    | 1 Bq/l     |       | Sr-90 & Sr-89    |
|                              |          |          | H-3      | 100 Bq/l   |       | H-3              |
|                              | REI      | B        | $\gamma$ | 0,05 Bq/l  |       | Co-60            |
|                              |          |          | H-3      | 10 Bq/l    |       | H-3              |
| S                            |          | $\gamma$ | 10 Bq/l  |            | Co-60 |                  |
| pflanzliche Nahrung          | IMIS     | B        | $\gamma$ | 0,2 Bq/kg  | FM    | Co-60            |
|                              |          |          | Sr-90    | 0,04 Bq/kg |       | Sr-90            |
|                              |          | I        | $\gamma$ | 5 Bq/kg    |       | Co-60            |
|                              |          |          | Sr-90    | 1 Bq/kg    |       | Sr-90 & Sr-89    |
|                              | REI      | B        | $\gamma$ | 0,2 Bq/kg  |       | Co-60            |
|                              |          |          | Sr-90    | 0,04 Bq/kg |       | Sr-90            |
|                              |          | S        | $\gamma$ | 10 Bq/kg   |       | Co-60            |
|                              |          |          |          |            |       |                  |
| Rauchgaswäsche / Rückstände  | IMIS     | B        | $\gamma$ | 5 Bq/kg    | TM    | Co-60            |
|                              |          | I        |          |            | FM    | Co-60            |
| Rauchgaswäsche / Waschwasser | IMIS     | B        | $\gamma$ | 0,1 Bq/l   |       | Co-60            |
|                              |          | I        |          | 5 Bq/l     |       |                  |
| Schlacke                     | IMIS     | B/I      | $\gamma$ | 5 Bq/kg    | TM    | Co-60            |
| Sediment                     | IMIS/REI | B        | $\gamma$ | 5 Bq/kg    | TM    | Co-60            |
| Sickerwasser                 | IMIS     | B        | $\gamma$ | 0,1 Bq/l   |       | Co-60            |
|                              |          |          | H-3      | 10 Bq/l    |       | H-3              |
| Schwebstoffe                 | IMIS     | B/I      | $\gamma$ | 5 Bq/kg    | TM    | Co-60            |
| Trinkwasser                  | IMIS     | B        | $\alpha$ | 0,01 Bq/l  |       | U und Pu         |
|                              |          |          | $\gamma$ | 0,05 Bq/l  |       | Co-60            |
|                              |          |          | Sr-90    | 0,01 Bq/l  |       | Sr-90            |
|                              |          |          | H-3      | 10 Bq/l    |       | H-3              |
|                              |          | I        | $\alpha$ | 0,1 Bq/l   |       | nuklidspezifisch |
|                              |          |          | $\gamma$ | 5 Bq/l     |       | Co-60            |
|                              |          |          | Sr-90    | 1 Bq/l     |       | Sr-90 & Sr-89    |
|                              |          |          | H-3      | 100 Bq/l   |       | H-3              |
|                              | REI      | B        | $\gamma$ | 0,05 Bq/l  |       | Co-60            |
|                              |          |          | Sr-90    | 0,02 Bq/l  |       | Sr-90            |
|                              |          | S        | H-3      | 10 Bq/l    |       |                  |
|                              |          |          | $\gamma$ | 10 Bq/l    |       | Co-60            |
| Grundwasser                  | IMIS     | B        | $\alpha$ | 0,01 Bq/l  |       | nuklidspezifisch |
|                              |          |          | $\gamma$ | 0,05 Bq/l  |       | Co-60            |
|                              |          |          | Sr-90    | 0,01 Bq/l  |       | 0,01 Bq/l        |
|                              |          |          | H-3      | 10 Bq/l    |       | 10 Bq/l          |

Legende Betriebsart: B = bestimmungsgemäßer Betrieb; I = Intensivbetrieb S = Störfall/Unfall;  
 FM = Feuchtmasse / Frischmasse TM = Trockenmasse