



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI  
Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN  
Ispettorato federale della sicurezza nucleare IFSN  
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate ENSI

# **Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung aufgrund von Emissionen radioaktiver Stoffe aus Kernanlagen**

Ausgabe Februar 2008, Revision 1, 21. Dezember 2009

**Erläuterungsbericht zur Richtlinie**

**G14/d**



# Inhalt

Erläuterungsbericht zur Richtlinie

HSK-G14/d

<b>1</b>	<b>Hintergrund</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Redaktionelle und inhaltliche Änderungen</b>	<b>1</b>
2.1	Redaktionelle Änderungen	1
2.2	Wichtigste inhaltliche Änderungen im Vergleich zur R-41	1
<b>3</b>	<b>Harmonisierung mit internationalen Anforderungen und technisch/wissenschaftlichen Grundlagen</b>	<b>2</b>
3.1	IAEA	2
3.2	ICRP	2
3.3	BEIR VII	3
3.4	WENRA	3
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>Verweisungen</b>	<b>3</b>
<b>6</b>	<b>Revision 1 vom 21. Dezember 2009</b>	<b>3</b>



# 1 Hintergrund

Im Normalbetrieb oder als Folge eines Störfalls können aus einer Kernanlage abgegebene Radionuklide in der Umgebung der Anlage zu Strahlenexpositionen der Bevölkerung führen. Diese entstehen durch eine allfällige Direktbestrahlung oder durch die Aufnahme der Radionuklide in den Körper.

Die abgegebenen Radionuklide gelangen in verschiedene Kreisläufe der Biosphäre. Die Berechnungen für die Abgabelimitierungen wurden ab 1997 gemäss der Richtlinie HSK-R-41 durchgeführt. Diese wurde nun im Rahmen der Überarbeitung des HSK-Regelwerks revidiert und erhielt die Bezeichnung Richtlinie HSK-G14. Nach Artikel 94 Absatz 8 der Strahlenschutzverordnung legt die Aufsichtsbehörde im Einzelfall die Methodik und die Randbedingungen für die Störfallanalyse fest.

Die Berechnungen werden wie folgt verwendet:

- Zur Überprüfung oder Festlegung von Abgabelimiten im Hinblick auf den quellenbezogenen Dosisrichtwert einer Anlage gemäss StSV Art. 7;
- Zur Überprüfung der Auslegung einer Anlage gegen Störfälle;
- Zur Ermittlung der Dosis der Bevölkerung in der Umgebung aus im Normalbetrieb gemessenen Abgaben und zu ersten Dosisabschätzungen während eines Störfalles.

## 2 Redaktionelle und inhaltliche Änderungen

In diesem Erläuterungsbericht werden die wichtigsten Änderungen im Vergleich zur Richtlinie HSK-R-41 dargelegt. Die Richtlinie HSK-R-41 lag der ursprünglichen Version dieses Erläuterungsberichts bei.

### 2.1 Redaktionelle Änderungen

Die Richtlinie HSK-G14 wurde hauptsächlich formal dem neuen HSK-Regelwerk angepasst. In diesem Zusammenhang ist die auffälligste Änderung die neue Einteilung der Anhänge in Anhänge 1 bis 9. Das Grobkonzept des Dokuments, die Unterteilung in den eigentlichen Richtlinien text und die Anhänge mit den zu verwendenden Formeln, wurde beibehalten.

### 2.2 Wichtigste inhaltliche Änderungen im Vergleich zur R-41

Analog zum Normalbetrieb werden in der neuen Richtlinie HSK-G14 für die Dosisberechnungen bei Auslegungsstörfällen die 1-jährigen Kleinkinder, die 10-jährigen Kinder und die Erwachsenen der kritischen Bevölkerungsgruppen mit einbezogen. Daher werden diese

Altersklassen auch im Anhang 9 „Dosisfaktoren für Einzelpersonen in der Bevölkerung“ berücksichtigt.

Der Hinweis, dass bei auslegungsüberschreitenden Störfällen, die im Rahmen der Auslegung untersucht werden, realistisch gerechnet werden darf, wurde deutlicher formuliert.

In den Anhängen 1, 2 und 3 erfolgte eine Einteilung in Kurzzeit- und Langzeitberechnungen.

Im Anhang A5 wurden die neuen Kapitel A.5.9 „Berücksichtigung von Tochterprodukten – Kurzzeitabgaben“ und A.5.10 „Berücksichtigung von Tochterprodukten – Langzeitabgaben“ eingefügt. Die geschlossenen Lösungen der Dosen-Integrale werden für Langzeit- und Kurzzeitabgaben für alle berücksichtigten Pfade detailliert gelistet.

In Anhang 6 der Richtlinie HSK-G14 wurde die Tabelle aus dem alten Anhang 3 „Allgemeine Parameter“ nach [1] unterteilt in eine Untertabelle der Parameter mit Bedeutung und Einheiten sowie eine Untertabelle mit der Angabe von konkreten Zahlenwerten.

Die in der Richtlinie HSK-R-41 aufgeführten Atem- und Verzehrraten bei den „Lebensgewohnheiten der Umgebungsbevölkerung“ (Anhang 7) wurden um die Altersklasse der 10-Jährigen ergänzt und wenn möglich aktualisiert.

Die Liste der Dosisfaktoren im Anhang 8 wurde erweitert.

### **3 Harmonisierung mit internationalen Anforderungen und technisch/wissenschaftlichen Grundlagen**

Die Überarbeitung der Richtlinie soll die Gültigkeit der zugrunde liegenden Anforderungen und den Bedarf zusätzlich notwendiger Grundlagen abklären. Im Rahmen der Überarbeitung werden die folgenden Dokumente bearbeitet:

#### **3.1 IAEA**

50-SG-S3 „Atmospheric Dispersion in Nuclear Power Plant Siting“

Safety Report Series Nr 19 „ Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment“ (2001).

Basic Safety Standards

#### **3.2 ICRP**

Publikation Nr. 103 (2007), „The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection“

### **3.3 BEIR VII**

Health Risks from Exposure to low Levels of Ionizing Radiation (2006)

### **3.4 WENRA**

Für die Richtlinie HSK-G-14 sind keine anwendbaren Dokumente vorhanden.

## **4 Zusammenfassung**

Die Richtlinie HSK R-41 wurde hauptsächlich formal an das neue Regelwerk der HSK angepasst. Dazu wurden in fachlicher Hinsicht gewisse Aktualisierungen vorgenommen. Prinzipiell wurde aber an dem in der Richtlinie beschriebenen Vorgehen zur Berechnung von Dosen nichts geändert.

Die Richtlinie ENSI-G14 wurde im Juni 2009 inhaltlich revidiert.

## **5 Verweisungen**

- [1] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu §45 Strahlenschutzverordnung: Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen (AVV). Bundesanzeiger 42 (62a), 1990
- [2] ENSI-AN-6868: Zusammenfassung der Besprechung mit dem BAG und der SUVA vom 30. Januar 2009
- [3] Kernenergiegesetz, Art 72

## **6 Revision 1 vom 21. Dezember 2009**

### **Kapitel 4.2, Auslegungsstörfälle [2]**

Für die Berechnung der Ingestionsdosis für Störfälle mit einer Eintretenshäufigkeit kleiner als  $10^{-2}$  pro Jahr kann eine Integrationszeit von 2 Tagen verwendet werden. Mit der vorgeschlagenen Änderung wird die Berechnungsmethode für die Ingestionsdosis an das neue Dosis-massnahmenkonzept (DMK) gemäss Verordnung über die Einsatzorganisation des Bundes bei ABC- und Naturereignissen (VEOABCN) angepasst. Dieses stützt sich auf die Empfehlungen der europäischen Arbeitsgruppe EPAL (Emergency Preparedness Action Levels) und internationalen Empfehlungen der ICRP und der IAEA ab. Das Dosis-massnahmenkonzept

(DMK) legt neu nicht nur die Dosissschwellen für Schutzmassnahmen für die Bevölkerung fest, sondern definiert auch vorsorgliche Massnahmen im Bereich Landwirtschaft. Diese sollen verhindern, dass für den Verzehr ungeeignete und auch lediglich verunreinigte oder im Wert verminderte Agrarprodukte (Lebens- und Futtermittel) weiterverarbeitet und in den Verkauf gelangen. Ein vorsorgliches Ernte- und Weideverbot soll rasch, wenn möglich noch vor einer Freisetzung, angeordnet werden. Es kann nach ein paar Tagen basierend auf den erignisspezifisch durch den Bundesrat festgelegten Grenzwerten nach Freimessung der verschiedenen Agrarprodukte gebiets- und lebensmittelspezifisch wieder schrittweise aufgehoben oder angepasst werden.

Abschliessend ist noch zu erwähnen, dass die StSV im internationalen Vergleich restriktive Dosishöchstwerte für Auslegungsfälle festlegt. Es gibt in diesem Bereich keinen internationalen Konsens und es sind verschiedene Bestimmungen im Gebrauch, wie der folgende Vergleich zeigt.

Land	Störfalldosis [mSv]	Eintretenshäufigkeit [pro Jahr]
England	1 10 100	$>10^{-3}$ $\leq 10^{-3}$ und $> 10^{-4}$ $\leq 10^{-4}$
Deutschland	50	Unabhängig
Finnland	0.1 100 (5 für neue Anlagen)	$> 10^{-1}$ $\leq 10^{-1}$

#### Literatur:

[ICRP 2007] ICRP (2007). The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103, Ann. ICRP 37(2-4)

[ICRP 2008] Application of the Commission's Recommendations for the Protection of People in Emergency Exposure Situations. ICRP Draft 42/194/08

[IAEA 1996] IAEA (1996). International Basic Safety Standards for the Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. Safety Series 115.

[IAEA 2008] International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. IAEA Safety Standards, Draft July 2008

### **Kapitel 5.2, Ablagerung auf Boden und Pflanzen**

Im Abschnitt b wurde die folgende Anpassung vorgenommen:



..... Im Gegensatz zur trockenen Ablagerung liegt hier der Ort der maximalen Bodenkonzentration im Prinzip am Abgabeort selbst. Man beachte dabei aber die Grundregeln in Kapitel 4 und die weiteren Ausführungen .....

#### **Anhang 1, Kapitel A.1.1.1**

Auf Seite 13 wurde der Text zum zweiten Spiegelstrich wie folgt geändert:

- Wenn  $r/\sigma > 5$ , so wird  $\sigma$  so erhöht, dass der Quotient  $r/\sigma = 5$  gilt. Bei den  $\chi(c)$  wird das Produkt  $\sigma(y) \cdot \sigma(z)$  unter dem Bruchstrich ebenfalls durch das angepasste  $\sigma^2$  ersetzt.

#### **Anhang 5, Kapitel A5.10**

Auf Seite 54 wurde der Text zu den beiden Spiegelstrichen wie folgt geändert:

Für Edelgase darf der 1. Term in der eckigen Klammer der 2. Gleichung 0 gesetzt werden, falls die Töchter bei der Abgabe zurück gehalten werden. Ebenfalls 0 gesetzt werden kann dieser Term für aerosolförmige Tochterprodukte, die aufgrund ihrer Halbwertszeit (Anmerkung: bei KKW > 8 Tage) separat bilanziert werden. Der entsprechende Term ist in den folgenden Formeln jeweils grau hinterlegt.

#### **Anhang 6, Tabelle der allgemeinen Parameter nach [A3]**

Die Werte für den nicht-radioaktiven Anteil der Abreicherung aus dem Wurzelbereich nach CHECOSYS auf Seite 63 wurden korrigiert.

#### **Anhang 6, Tabelle der allgemeinen Parameter nach [A3] und Zahlenwerte**

Aufgrund der Doppelbelegung des Faktors  $\lambda_M$ , der bereits als radioaktive Zerfallskonstante bei den Mutternukliden verwendet wird, wurde der Faktor Nicht-radioaktiver Anteil der Abreicherung aus dem Wurzelbereich in  $\lambda_W$  umbenannt.

Die Erläuterungen zu den Indices in den Tabellen wurden ergänzt.

#### **Anhang 7, Seite 65**

Der Titel der Tabelle wurde in „Atemrate und Verzehrgewohnheiten der Umgebungsbevölkerung“ geändert. Für die nicht in der Tabelle aufgeführten Werte gilt die Fussnote *konservativ rechnen und Werte für Erwachsene benutzen*.

Zudem wurden im Kapitel A.5.10 einige Klammerfehler und falsch gesetzte Bruchstriche in den Formeln korrigiert.

Die französische Version „Calcul de l'exposition aux radiations ionisantes dans l'environnement due à l'émission de substances radioactives par les installations nucléaires“ entspricht der revidierten Fassung der Richtlinie ENSI-G14.

## **Externe Anhörung der G14, Rev.1**

---

Nach Auswertung der eingegangenen Antworten aus der externen Vernehmlassung (siehe Anhörungsbericht ENSI-AN-7129) wurden noch die folgenden Anpassungen gemacht:

### **A.5.10, Seite 55**

Der Satz „bei KKW > 8 Tage“ wurde ersetzt durch „bei KKW gemäss Abgabereglement bei einer Halbwertszeit von mehr als 8 Tagen“.

### **Anhang A.1.1.1, Seite 14**

Bei den Erläuterungen zu  $\chi_{K,C}$  wurden die fälschlicherweise als Variablen und mit Klammern notierten Indices korrigiert.

### **Anhang 7, Seite 66**

Die Fussnote der Tabelle mit den Atemraten und Verzehrgewohnheiten der Umgebungsbevölkerung wurde aufgrund der entstandenen sachlichen Unkorrektheit abgeändert in: „Konservativ wurde der wert für Erwachsene eingesetzt“. Die Platzhalter in der Tabelle wurden entsprechend ersetzt, weggelassen oder durch den Wert Null ersetzt.

### **Seite 12, Liste der Verweisungen:**

Zusätzlich wurde die Referenz IAEA Safety Report Series No. 19: Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment (2001) in die Liste aufgenommen.