



Strahlenschutzkommission

Geschäftsstelle der  
Strahlenschutzkommission  
Postfach 12 06 29  
D-53048 Bonn

<http://www.ssk.de>

---

**Beratungsergebnisse des SSK-Krisenstabs zu den  
Auswirkungen des Reaktorunfalls von Fukushima**

---

In der 249. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 14./15. Juli 2011 zustimmend zur  
Kenntnis genommen

Hinweis zum Verständnis der folgenden Texte:

Die nachfolgenden Beratungsergebnisse des SSK-Krisenstabes basieren auf den zum Zeitpunkt der Empfehlungen und Stellungnahmen jeweils verfügbaren Informationen und nicht auf dem heutigen Kenntnisstand. Die Beratungsergebnisse sind als Originaltexte wiedergegeben, wie sie kurzfristig auf die Anfragen des BMU durch den SSK-Krisenstab formuliert wurden. Durch die enge Zusammenarbeit zwischen der Stabsorganisation des BMU und dem SSK-Krisenstab erklärt sich, dass Zusammenhänge, die in den Texten teilweise unscharf formuliert sind, zum Zeitpunkt der Fragestellung und der Antwort allen Beteiligten verständlich waren. Für eine leichtere Lesbarkeit der Beratungsergebnisse wurden die einzelnen Empfehlungen und Stellungnahmen thematisch sortiert.

## **1 Stellungnahmen zur Situation deutscher Staatsbürger in Japan**

### **1.1 Beratungsauftrag vom 17.03.2011, 09:00**

*Bitte um Erstellung einer Bewertung der radiologischen Situation in und um Tokio vor dem Hintergrund, dass in Deutschland bei einer aus Japan eingereisten Frau inkorporiertes Iod nachgewiesen wurde.*

#### **Beurteilung der radiologischen Lage in Tokio am 17. März 2011:**

Die radiologische Lage in der Umgebung von Fukushima ist seit dem Abend des 16.03.2011 (MEZ) im Wesentlichen unverändert. Bei der gegenwärtigen Wetterlage ist Tokio nicht betroffen. Geringe Aktivitäten aus Fukushima wurden bei der am Dienstag, dem 15.03.2011 herrschenden Wetterlage nach Tokio verfrachtet. Die daraus resultierende Strahlenexposition kann als vernachlässigbar angesehen werden. Die an einer aus Tokio nach Deutschland gereisten Frau gemessene Körperaktivität von 80 Bq I-131 ist damit im Einklang. Heute lässt sich die Entwicklung der Lage in Fukushima nach wie vor nicht zuverlässig einschätzen. Unter den möglichen Szenarien ist neben der Kernschmelze in den Reaktoren 1-3 auch die Entwicklung der Situation der Brennelemente-Lagerbecken von großer Bedeutung. Bei langfristigem Trockenfallen der Brennelemente-Lagerbecken können Zirkonbrände entstehen, die zu erheblichen Freisetzungen von langlebigen Radionukliden, vor allem Cs-137, führen würden. Besonders kritisch ist die Situation im Lagerbecken von Block 4, der neben entladenen Brennelementen auch den gesamten Reaktorkern enthält.

### **1.2 Beratungsauftrag vom 16.03.2011, 10:45**

*Bitte um Beantwortung von Fragen des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)*

- a) *Besteht die Möglichkeit, dass Schiffe, Luftfahrzeuge, Ladung und Besatzungen kontaminiert werden, wenn sie sich in der Krisenregion bewegen?*

Schiffe, die sich in der Nähe der Unfallstelle bewegen, sowie ihre Ladungen und Besatzungen können kontaminiert werden, wenn sie sich unter oder in der radioaktiven Wolke aufhalten.

- b) *Gibt es Empfehlungen für Schiffe und Luftfahrzeuge, bestimmte Regionen zu meiden bzw. sollen bestimmte Schiffs- oder Flugrouten, See- oder Flughäfen gemieden werden?*

Um Kontaminationen mit freigesetzten Radionukliden zu vermeiden, sollte die Nähe des Standortes vermieden und der Standort möglichst großräumig (ca. 50 Seemeilen) umfahren werden. Auf dem Festland sind die Empfehlungen der örtlichen Behörden zu befolgen. In der Luft gelten die Vorgaben der Flugsicherung.

c) *Welche Schutzmaßnahmen sollen grundsätzlich durch Fluggesellschaften und Reedereien ergriffen werden?*

Bei Schiffen, die sich seit dem 13.03.2011 im Umkreis von ca. 50 Seemeilen des Unfallortes aufgehalten haben, sollten Kontaminationsmessungen vorgenommen werden.

d) *Welche medizinischen Vorkehrungen sollten für die Besatzungen getroffen werden?*

Medizinische Vorkehrungen für die Besatzungen sind nicht erforderlich.. Normale Hygiene ist ausreichend.

e) *Sollten Medikamente mitgeführt werden?*

Bei Reisen in das Unfallgebiet sollten vorsorglich Jodtabletten mitgeführt werden, um sie auf Empfehlung der örtlichen Behörden gegebenenfalls einnehmen zu können. Weitere Informationen siehe unter <http://www.jodblockade.de>.

### **1.3 Beratungsauftrag vom 28.03.2011, 09:30**

*Die deutsche Botschaft in Japan hat das BfS um eine worst-case-Rechnung als Grundlage für die Entscheidung über eine Rückkehr der Botschaft nach Tokio gebeten. BMU bittet den SSK-Krisenstab um eine Bewertung der Einschätzung der radiologischen Lage in Tokio, die durch die deutsche Botschaft in Japan vorgelegt wurden. Dabei sollten insbesondere die Aussagen zum Quellterm und zu den Ausbreitungsbedingungen betrachtet und eine realistische worst-case-Abschätzung versucht werden.*

#### **Beurteilung der radiologischen Lage in Tokio am 28. März 2011:**

Nach den am 28.03.2011 vorliegenden Informationen beträgt die Ortsdosisleistung etwa 0,14 Mikrosievert pro Stunde (zwei- bis dreifacher Hintergrundwert für Tokio). Die in Tokio gemessenen Werte im Trinkwasser lagen am 27.03.11 bei 20 Bq/l für I-131 und bei 1,2 Bq/l für Cs-137. Die japanischen Eingriffswerte für I-131 in Trinkwasser liegen bei 300 Bq/l für Erwachsene und bei 100 Bq/l für Kleinkinder und Säuglinge sowie für Cs-137 in Trinkwasser für alle Altersgruppen bei 200 Bq/l.

In den Präfekturen nördlich von Tokio ist das Inverkehrbringen von Milch und Blattgemüse wegen Überschreitung der japanischen Höchstwerte teilweise verboten worden.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass unter den gegenwärtigen Bedingungen in der Anlage ein Aufenthalt in Tokio aus radiologischer Sicht ohne Einschränkungen möglich ist. In den vergangenen Tagen hat es offensichtlich auch in einigen Bezirken von Tokio Überschreitungen des japanischen Höchstwertes für I-131 in Trinkwasser gegeben. Da die Bedeutung von I-131 für die Kontamination von Trinkwasser und Nahrungsmitteln in den kommenden Tagen und Wochen weiter zurückgehen wird, werden Überschreitungen des Höchstwertes unter der Annahme, dass sich die Anlagensituation nicht wesentlich verschlechtert, unwahrscheinlich.

**Abschätzung der radiologischen Situation in Tokio bei Eintritt einer sehr schwerwiegenden Freisetzung aus Fukushima 1 und ungünstigen Ausbreitungsbedingungen mit direkter Schadstofffahne nach Tokio**

Gegenwärtig spricht mehr dafür, dass durch weitere Accident Management Maßnahmen eine Kernschmelze mit Versagen des Reaktordruckbehälters (RDB) bei den Blöcken 1 bis 3 verhindert werden kann.

Das Szenario eines Durchschmelzens im Bodenbereich des RDB, des Austritts von geschmolzenem Kernmaterial, einer dann eventuell explosiven Wechselwirkung mit Sumpfwasser im Sicherheitsbehälter und weitere Schmelze-Beton-Wechselwirkung kann derzeit nicht vollständig ausgeschlossen werden. Unter solchen Bedingungen besteht auch eine erhebliche Bandbreite im Hinblick auf aus der Schmelze freigesetzte radioaktive Stoffe. Dabei spielt auch eine Rolle, dass inzwischen mehr als 16 Tage nach Abschaltung aus dem Leistungsbetrieb die Nachzerfallsleistung deutlich abgenommen hat.

Das höchste Kerninventar haben die Blöcke 2 und 3. Für den Zeitpunkt der Abschaltung ergeben sich folgende abgeschätzte Inventarwerte:

- I-131: ca.  $2 \cdot 10^{18}$  Bq (nach  $> 2$  Halbwertszeiten: noch ca.  $5 \cdot 10^{17}$  Bq)
- Cs-134: ca.  $5 \cdot 10^{17}$  Bq
- Cs-137: ca.  $3 \cdot 10^{17}$  Bq

Von entscheidender Bedeutung ist natürlich, welcher Anteil des jeweiligen Kerninventars bei dem betrachteten Kernschmelzszenarium als freigesetzt anzunehmen ist. Werte aus Risikostudien liegen für die Elemente Jod und Cäsium vor. Obere Abschätzungen ergeben etwa 30 % für Jod und etwa 20 % für Cäsium. Diese Freisetzunganteile beziehen sich auf Kernschmelzbedingungen kurz nach Beendigung des Leistungsbetriebs und damit noch hoher Nachzerfallsleistung. Aufgrund der nach mehr als zwei Wochen deutlich reduzierten Nachzerfallsleistung kann angenommen werden, dass freigesetzte Anteile deutlich niedriger liegen und sich auch über längere Zeitdauern verteilen würden. Beide Effekte würden eine mögliche Strahlenexposition reduzieren. Die oben aufgeführten Freisetzunganteile dürften insgesamt genügend Reserven aufweisen, sodass es gerechtfertigt erscheint, radiologische Konsequenzen auf der Basis des betrachteten Szenarios nur für einen Reaktor zu ermitteln und nicht noch einen weiteren Faktor drei anzusetzen.

Basierend auf Quelltermabschätzungen mit den oben angegebenen ungünstigen Annahmen hat das BfS Ausbreitungs- und Ablagerungsrechnungen für verschiedene Wettersituationen jeweils mit direkter Schadstoffausbreitung zum ca. 230 km entfernten Tokio durchgeführt. Daraus ergeben sich luftgetragene Schadstoffkonzentrationen während des Durchzugs der Wolke und abgelagerte Aktivitätskonzentrationen auf städtischen Oberflächen. Bei den Ausbreitungs- und Ablagerungsberechnungen wurden auch Ausbreitungsbedingungen einbezogen, bei denen entweder während der Schadstoffausbreitung nach Tokio ein andauernder Regen vorlag oder erst nach Erreichen der Stadt ein Regen einsetzte.

Die maßgeblichen Radionuklide sind I-131 (ca. 8 d Halbwertszeit), Cs-134 (ca. 2 a Halbwertszeit) und Cs-137 (ca. 30 a Halbwertszeit). Berechnungen von Strahlenexpositionen sind für Aufnahme von Radionukliden durch Einatmen (Inhalation) bei Aufenthalt im Freien während des Durchzugs der Schadstofffahne und durch externe Bestrahlung von kontaminierten Oberflächen durchgeführt worden. Dabei wurde ebenfalls unterstellt, dass eine Person sich andauernd ungeschützt im Freien aufhält. Für den Fall, dass es zu einer Kontamination von Nahrungs- und Futtermitteln kommt, wird angenommen, dass der Ingestionspfad durch entsprechende Gegenmaßnahmen auf der Basis der geltenden Kontaminationshöchstwerte kontrolliert wird.

Die Ausbreitungs- und Expositionsrechnungen des BfS (basierend auf einer Windgeschwindigkeit von 5 m/s in Richtung Tokio und einer Niederschlagsintensität von 2 mm/h) ergeben für Personen in Tokio als ungünstigste Schilddrüsendosis eines Kleinkindes

bei dauerndem Aufenthalt in der vorbeiziehenden Schadstoffwolke einen Wert von rund 180 mSv. Für den Erwachsenen ergeben die Rechnungen als ungünstigsten Wert eine Schilddrüsendosis von ca. 85 mSv. Dabei ist zu berücksichtigen, dass beim Kerninventar die Reduktion von rund einem Faktor 4 durch den in der Zwischenzeit erfolgten radioaktiven Zerfall von I-131 nicht einbezogen worden ist. Sollte eine sehr schwerwiegende Freisetzung erfolgen, wird der atmosphärische Schadstofftransport nach Tokio in Abhängigkeit von Windgeschwindigkeit und Wetter bis zu mehreren Stunden dauern. Bei entsprechender Warnung und Information können Maßnahmen wie Verbleiben im Haus oder evtl. Einnahme von Jodtabletten ergriffen werden. Sollte Tokio vom angenommenen Freisetzungseignis betroffen werden, kann eine Reduzierung der Dosis auf geringere Werte durch ein Verbleiben in Gebäuden oder das Verlassen der betroffenen städtischen Gebiete erreicht werden. In Bezug auf die Strahlenexposition einer Person durch die Isotope Cs-134 und Cs-137 wird eine mögliche Exposition längerfristig durch externe Strahlung vom Boden dominiert. Das BfS hat dafür eine effektive Dosis im ersten Jahr ohne Annahme von Gegenmaßnahmen und bei unterstelltem Daueraufenthalt im Freien im Bereich von 1 bis 10 mSv effektive Dosis berechnet. Bei ungünstigen Regenbedingungen führt die nasse Deposition zu höheren Kontaminationswerten und damit höheren möglichen effektiven Dosen, die einen Faktor 3 bis 30 ungünstiger sein könnten.

Basierend auf dem oberen Wert von 10 mSv/a des 1 bis 10 mSv Bereiches für die effektive Dosis summiert über das erste Jahr lässt sich für die Cs-Isotope eine Dosisleistung von rund 1  $\mu$ Sv/h abschätzen. Um diese Werte bewegen sich auch die Dosisleistungen durch kosmische Strahlung während einer Flugreise. Damit wird deutlich, dass die Dauer des Aufenthalts im Bereich kontaminierter Flächen für die Exposition ausschlaggebend ist. Außerdem wären eine solche Kontamination und die damit verbundene Dosisleistung messtechnisch leicht erfassbar. Träte das betrachtete Freisetzungseignis und die Beaufschlagung von städtischen Bereichen in Tokio tatsächlich ein, so stünde dann immer noch die Möglichkeit offen, durch Reduzierung des Aufenthalts im Freien oder Verlassen der Stadt, die Dosis auf geringe Werte zu begrenzen.

#### **1.4 Beratungsauftrag vom 31.03.2011, 15:26**

*Welche radiologischen Konsequenzen ergeben sich aus den gemessenen Plutoniumwerten im Boden um Fukushima I*

##### **Bewertung der Plutoniumwerte aus Fukushima**

Da die in 5 Bodenproben aus dem Anlagengelände gemessenen Plutoniumkonzentrationen in der gleichen Größenordnung liegen, wie die auf der Nordhalbkugel beobachteten Aktivitätskonzentrationen als Folge der oberirdischen Kernwaffenversuche, sind die in Fukushima beobachteten Konzentrationen aus Sicht des Strahlenschutzes nicht relevant. Dies gilt selbst auch angesichts der Tatsache, dass sich bei zwei Messungen Hinweise auf Reaktorplutonium ergeben haben.

## 2 Empfehlungen zur Situation in Deutschland

In den Beratungen zu den Auswirkungen des Reaktorunfalls von Fukushima für die Situation in Deutschland hält der SSK-Krisenstab im Sinne des Konzeptes von ICRP 103 für Notfälle einen Referenzwert der verbleibenden Dosis von 1 Millisievert pro Jahr für sinnvoll. Dieser Dosiswert entspricht der unteren Grenze des Dosisbereiches, in dem ICRP die Festlegung von Referenzwerten empfiehlt. Die nachstehenden Empfehlungen basieren auf diesem Referenzwert von 1 Millisievert im Jahr.

### 2.1 Lebensmittel

#### 2.1.1 Mündlicher Beratungsauftrag vom 15.03.2011

*Sind in Deutschland kontaminierte Lebensmittel aus Japan zu erwarten?*

Japan ist ein Lebensmittelimporteur. Exporte nach Deutschland sind weitgehend auf Spezialitäten (Pilze, Gewürze, Saucen, Tees, Alkoholika) beschränkt. Frischwaren sind praktisch ausgeschlossen (außer wenige Fischspezialitäten). Aufgrund von Verarbeitung und Transport (Seewege) sind Mitte März 2011 keinerlei Gefährdungen zu befürchten. Akut kontaminierte Frischware muss von jetzt an verarbeitet und exportiert werden, so dass theoretisch erst ab Mitte Mai Waren auf dem deutschen Markt auftauchen könnten. Allerdings sollte dabei auch beachtet werden, dass Japan selbst seine Exporte überwachen wird.

#### 2.1.2 Beratungsauftrag vom 31.03.2011, 15:26

*Die Japan-Verordnung 297/2011 vom 25. März 2011\* weist in Erwägungsgrund (7) eine Überprüfung der Maßnahmen in Abhängigkeit von den übermittelten Messwerten der Mitgliedsstaaten und der angezeigten Kontaminationshöhe aus. Lt. Aussage des BMELV könnte daraus eine Absenkung der Referenzwerte durch die Europäische Kommission resultieren. Das könnte bei der Europäische Kommission etwa in einem Monat neu beraten werden. Es stellt sich die Frage, welche Referenzwerte von deutscher Seite vorgeschlagen werden könnten, insbesondere für Cs-137, Jod-131, evtl. Pu-Isotope.*

*\* DURCHFÜHRUNGSVERORDNUNG (EU) Nr. 297/2011 DER KOMMISSION vom 25. März 2011 zum Erlass von Sondervorschriften für die Einfuhr von Lebens- und Futtermitteln, deren Ursprung oder Herkunft Japan ist, nach dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima*

Der SSK-Krisenstab hält im Sinne des Konzeptes von ICRP 103 einen Referenzwert der verbleibenden Dosis von 1 Millisievert pro Jahr für sinnvoll. Die in Japan geltenden Grenzwerte für I-131 und Cs-137 in Lebensmitteln sind mit diesem Konzept im Einklang. Der SSK-Krisenstab empfiehlt daher im Sinne der internationalen Harmonisierung, die in Japan geltenden Grenzwerte für den Import von Nahrungsmitteln nach Europa anzuwenden. Der SSK-Krisenstab erwartet, dass die Strahlenexposition durch importierte Nahrungsmittel deutlich unter 1 Millisievert pro Jahr liegen wird<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Nach Einschätzung der Strahlenschutzkommission vom 15.7.2011 sind die zu erwartenden Strahlenexpositionen sogar um Größenordnungen niedriger.

## **2.2 Aus Japan ankommende Flugzeuge**

### **2.2.1 Mündlicher Beratungsauftrag vom 15.03.2011**

*Ist damit zu rechnen, dass in Deutschland Flugzeuge aus Japan landen, die so hoch kontaminiert sind, dass Maßnahmen erforderlich sind?*

#### **Beurteilung der Situation am 15. März 2011:**

Mitte März 2011 ist mit einer Kontamination von Flugzeugen in einer Höhe, die Maßnahmen erfordert nicht zu rechnen. Diese Tatsache lässt sich durch einfache Messungen leicht verifizieren. Eine äußere Kontamination von Flugzeugen kann beim Durchflug eines Luftraumes erfolgen, in dem erhöhte Aktivitätskonzentrationen in Folge einer Freisetzung aus einem betroffenen Kernkraftwerk vorliegen. Dazu müssten Schadstoffe zunächst in den Bereich der Flughöhen gelangen. Damit ist erst in größeren Ausbreitungsentfernungen zu rechnen, die mit einer starken Verdünnung der Aktivitätskonzentrationen verbunden wären. Für den Bereich der Kernkraftwerke in Fukushima ist außerdem ein Flugverbot ausgesprochen worden. Eine äußere Kontamination eines Flugzeuges würde zudem nach einer längeren Flugstrecke durch Resuspensionsprozesse auf den Oberflächen reduziert oder wahrscheinlich gänzlich entfernt werden. Eine analoge Situation wäre gegeben, wenn Flugzeuge am Boden durch Ablagerung aus einer vorbeiziehenden Schadstoffwolke kontaminiert würden. Bei Ankunft auf einem europäischen Zielflughafen ist daher mit keiner nennenswerten Kontamination zu rechnen.

#### **2.2.2 Beratungsauftrag vom 15.03.2011, 18:10**

- a) *Bitte um Ergänzung der bisherigen Stellungnahme für Flugzeuge, welche an einem Ort gestartet oder gelandet sind, an dem zu dieser Zeit eine erhöhte Aktivitätskonzentration in der Luft oder Bodenkontamination vorgelegen hat.*
- b) *Bitte um Empfehlung von Kontaminationsgrenzwerten für Flugzeuge*

#### **Empfehlung von Kontaminationsgrenzwerten für Flugzeuge**

Auf die Frage nach Kontaminationsgrenzwerten für Flugzeuge verweist der SSK-Krisenstab auf eine einschlägige SSK-Empfehlung: Richtlinie für die Festlegung von Kontaminationswerten zur Kontrolle von Fahrzeugoberflächen im grenzüberschreitenden Verkehr nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz, Empfehlung der Strahlenschutzkommission verabschiedet in der 139. Sitzung am 26.-28. Juni 1996, veröffentlicht im Bundesanzeiger Nr. 2 vom 04.01.1997

## **2.3 Aus Japan ankommende Passagiere und Fracht**

### **2.3.1 Beratungsauftrag vom 18.03.2011, 16:15**

*Mögliche Kontamination von Fracht aus Japan: Der Zoll führt bereits stichprobenartig Kontrollen von aus Japan eingeführten Gegenständen auf Kontamination durch.*

- a) *Bitte um Empfehlung von Kontaminationswerten, die für Frachtgut einer Kontrolle zu Grunde gelegt werden können.*
- b) *Besteht eine Gefahr durch kontaminiertes Handgepäck in der Kabine von Passagiermaschinen?*

### **Beratungsauftrag vom 18.03.2011, 17:30**

*BMU hat den Ländern empfohlen, Personen, die auf Grund ihres Aufenthalts in Japan befürchten, kontaminiert zu sein, eine Messung auf Kontamination zu ermöglichen sowie – falls Kontamination festgestellt wird – auch eine Inkorporationsmessung anzubieten.*

- a) *Bitte um Empfehlung von Kontaminationswerten (und ggf. Messverfahren), die für eine Überprüfung zu Grunde gelegt werden können.*
- b) *Welche Maßnahmen sollten getroffen werden, wenn diese Kontaminationswerte überschritten werden?*

## **Kontaminationswerte für Fracht, Kleidung und Haut in Deutschland**

Die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) legt in § 44 Abs. 2 fest, dass Maßnahmen zur Verhinderung der Weiterverbreitung radioaktiver Stoffe oder ihrer Aufnahme in den Körper zu treffen sind, wenn bestimmte Werte der Kontamination vorliegen. Dies bezieht sich auf die Kontamination durch Tätigkeiten im Sinne der StrlSchV. Dabei ist unter Ziffer 3 festgelegt, dass Maßnahmen zu treffen sind, wenn außerhalb eines Strahlenschutzbereichs auf dem Betriebsgelände die Kontamination von „Bodenflächen, Gebäuden und beweglichen Gegenständen, insbesondere Kleidung“ die Werte der Anlage III Tabelle 1 Spalte 4 StrlSchV überschreitet.

Die Werte der Anlage III Tabelle 1 Spalte 4 StrlSchV betragen z. B.:

- 0,1 Bq/cm<sup>2</sup> für Am-241,
- 1 Bq/cm<sup>2</sup> für Sr-90, Cs-134 und Cs-137,
- 10 Bq/cm<sup>2</sup> für I-131,
- 100 Bq/cm<sup>2</sup> für Sr-89 und Te-127m.

Die Mittelungsfläche darf dabei 300 cm<sup>2</sup> betragen. Bei Nuklidgemischen ist die Summenformel anzuwenden.

In Heft 34 (2003) der Berichte der SSK „Anforderungen an die Kontaminationskontrolle beim Verlassen eines Kontrollbereiches (§ 44 StrlSchV)“ stellt die SSK in Kapitel 3.3 bezüglich der Beurteilung der radiologischen Relevanz einer Kontamination der Haut fest: Das Kriterium „Hautdosis der betroffenen Person soll 5 mSv nicht überschreiten“ (entspricht 10 % des Dosisgrenzwerts für die Haut für Personen der Bevölkerung nach § 46 StrlSchV) und das Kriterium „effektive Dosis für die betroffene Person durch Inkorporation abgestoßener kontaminierter Hautschuppen soll 0,2 mSv nicht überschreiten“ (entspricht 20 % des Grenzwerts für die effektive Dosis für Personen der Bevölkerung nach § 46 StrlSchV) sind eingehalten, wenn bei allen Radionukliden außer Alpha-Strahlern die Kontamination kleiner als 10 Bq/cm<sup>2</sup> ist. In Heft 60 (2010) der Berichte der SSK „Übersicht über Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen

Auswirkungen (Maßnahmenkatalog)“ sind in Tabelle 4.5-2 Richtwerte für abgestufte Maßnahmen bei Kontamination der Haut angegeben. Dabei wird folgende Einstufung vorgenommen:

- < 40 Bq/cm<sup>2</sup>: Dekontamination nicht erforderlich,
- 40 Bq/cm<sup>2</sup> bis 400 Bq/cm<sup>2</sup>: Dekontamination zu erwägen,
- 400 Bq/cm<sup>2</sup> bis 4.000 Bq/cm<sup>2</sup>: Dekontamination empfohlen,
- 4.000 Bq/cm<sup>2</sup> bis 40.000 Bq/cm<sup>2</sup>: Dekontamination erforderlich,
- > 40.000 Bq/cm<sup>2</sup>: Dekontamination vorrangig erforderlich.

In der „Anlage zur Bekanntmachung der Neufassung der Anlagen A und B des Europäischen Übereinkommens vom 30. September 1957 über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR), in der ab dem 1. Januar 2011 geltenden Fassung (Anlageband zum Bundesgesetzblatt Teil II Nr. 34 vom 2. Dezember 2010), sind Kontaminationswerte festgelegt, die auch bei der Beförderung mit anderen Verkehrsträgern angewendet werden.

In Kapitel 2.2.7.2.3.2 „Oberflächenkontaminierter Gegenstand (SCO)“ werden diese in zwei Gruppen unterteilt. Unter die Gruppe SCO-I (mit der niedrigeren zulässigen Kontamination) fällt ein fester Gegenstand, auf dem die nicht festhaftende Kontamination auf der zugänglichen Oberfläche, gemittelt über 300 cm<sup>2</sup> (oder über die Gesamtoberfläche bei weniger als 300 cm<sup>2</sup>), 4 Bq/cm<sup>2</sup> für Beta- und Gammastrahler sowie Alphastrahler geringer Toxizität oder 0,4 Bq/cm<sup>2</sup> für alle anderen Alphastrahler nicht überschreitet. Für die festhaftende Kontamination sind 10 000fach höhere Werte zulässig, ebenso für die Summe aus nicht festhaftender und festhaftender Aktivität.

### **Empfehlung für aus Japan einreisende Passagiere**

Die Werte aus dem Maßnahmenkatalog, unterhalb derer eine Dekontamination von Personen nicht erforderlich ist, sollten für aus dem Ausland nach Deutschland einreisende Personen nicht angewendet werden. Diese Werte wurden entwickelt für Notfallsituationen durch einen Unfall in einem Kernkraftwerks in Deutschland und zur Bewertung von Maßnahmen, die in der Nähe der Unfallanlage zu treffen sind. Bei einem Unfall in einer sehr weit entfernten Anlage ist im Sinne der Minimierung des Strahlenrisikos und der Minimierung des Risikos einer Verschleppung von Radionukliden, die Wahl niedrigerer Werte gerechtfertigt, die sich an den Regelungen für den normalen Umgang mit offenen radioaktiven Stoffe bei Tätigkeiten orientieren sollten. Bei Messungen bei der Einreise an Personen aus Japan oder an Fracht aus Japan könnte nur mit großem Aufwand zwischen festhaftender und nicht festhaftender Aktivität unterschieden werden, indem Wischtests durchgeführt würden. Diese Unterscheidung ist daher nicht als praktikabel anzusehen und es sollte nur auf die Werte für nicht festhaftende Aktivität Bezug genommen werden. Eine besondere Berücksichtigung von Alpha-Strahlern ist derzeit nicht erforderlich, da nach bisherigem Kenntnisstand keine Freisetzung von radioaktiven Stoffen erfolgt ist, bei der der Anteil an Alpha-Aktivität im Verhältnis zur Beta/Gamma-Aktivität relevant werden könnte. Eine nuklidspezifische Erfassung von Radionukliden ist bei den durchzuführenden Messungen nicht praktikabel. Daher sollten die Kontaminationswerte so festgelegt werden, dass sie im Sinne des zu erwartenden Nuklidspektrums repräsentativ sind. Es werden daher die folgenden Werte empfohlen, unterhalb derer keine Maßnahmen zu treffen sind:

- **4 Bq/cm<sup>2</sup>** an Fracht, einschließlich Handgepäck,
- **4 Bq/cm<sup>2</sup>** auf der Haut oder auf Kleidungsstücken.

Die Werte gelten jeweils gemittelt über eine Fläche (bei Fracht und Reisegepäck: von außen zugängliche Fläche) von 300 cm<sup>2</sup> oder der Fläche des eingesetzten Kontaminationsmessgeräts, auf der dieses für die Strahlung empfindlich ist. Bei Überschreitung der Werte ist im Einzelfall zu entscheiden, wie vorgegangen werden soll. Bei Kontamination der Haut dürfte in der Regel ein einfaches Waschen genügen. Bei vor allem mit kurzlebigen Iod-131 kontaminierter Kleidung kann diese beispielsweise durch dichte Verpackung, z. B. über zwei Wochen, soweit abklingen, dass sie nach normaler Reinigung wieder getragen werden kann.

### **2.3.2 Beratungsauftrag vom 31.03.2011, 15:26**

- a) *Welche maximalen Kontaminationen sind für Container, die aus Tokio auf dem Seeweg nach Deutschland gelangen, zu erwarten, insbesondere vor dem Hintergrund der vorhandenen Kontaminationswerte durch Washout? Welche radiologische Gefährdung wäre mit einer solchen Kontamination verbunden?*
- b) *Bitte um Empfehlung eines praktischen Messverfahrens zur Ermittlung des empfohlenen Kontaminationswerts für Waren und Gepäck: Welchem ODL-Wert entspricht der Nachweiswert von 4 Bq/cm<sup>2</sup> für Beta-Gammastrahler in 1 Meter Abstand oder 50 cm Abstand von Waren/Containern oder Gepäckstücken? Als Nuklidspektrum sollten die von TEPCO in der Luft nachgewiesenen Radionuklide zu Grunde gelegt werden (Am 27. März wurden I-131, I-132, Cs-134, Cs-137 und Te-132 nachgewiesen). Dabei sollte berücksichtigt werden, dass Luftfracht mindestens 1 Tag und Schiffsfracht 4 Wochen benötigt, um von Japan nach Deutschland zu gelangen. Wäre das Vorgehen der Zollverwaltung, jedes Ereignis oberhalb des Nulleffektes / des doppelten Nulleffektes zu werten, geeignet, einen Wert von 4 Bq/cm<sup>2</sup> nachzuweisen?*

### **Empfehlung für aus Japan ankommende Fracht**

Nach dem bisherigen Kenntnisstand über den Unfallablauf sind radiologisch relevante Kontaminationen außerhalb der Präfekturen Fukushima, Miyagi und Ibaraki nicht zu erwarten. Eine Prognose hinsichtlich der maximalen Kontamination von Gütern aus den Präfekturen Fukushima, Miyagi und Ibaraki ist Anfang April 2011 aus Sicht des SSK-Krisenstabes noch nicht möglich.

Im Transportrecht gilt ein Grenzwert von 4 Bq/cm<sup>2</sup> für die nicht fest haftende Oberflächenkontamination mit Beta- und Gamma-Strahlern. Eine derartige Kontamination führt zu Folgedosen, die deutlich unter dem Referenzwert von 1 Millisievert im Jahr liegen. Aus Japan kommende Waren sollten diesen Oberflächenkontaminationsgrenzwert einhalten. Der SSK-Krisenstab empfiehlt in Deutschland stichprobenartige Kontrollen durch den Zoll.

Da die von einer Oberflächenaktivität von 4 Bq/cm<sup>2</sup> ausgesendete Strahlung mit Ortsdosisleistungsmessgeräten schwer messbar ist, empfiehlt der SSK-Krisenstab für den Fall dass Ortsdosisleistungsmessungen auf der Oberfläche den doppelten Untergrund-Messwert ergeben, die Durchführung detaillierter Messungen mit Kontaminationsmessgeräten oder Wischtests mit anschließender nuklidspezifischer Messung. Angesichts der derzeitigen Lage in Fukushima können äußerlich kontaminierte Verpackungen dekontaminiert oder über die normalen Entsorgungswege des Kreislaufwirtschaftsgesetzes beseitigt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass durch geeignete Maßnahmen, z. B. Verpackung in Plastikfolie, eine Verschleppung der Kontamination vermieden wird. Bei Dekontamination ist eine Erfolgskontrolle erforderlich. Für die bei der Dekontamination anfallenden Waschwässer sind keine besonderen Entsorgungswege erforderlich.

Der normalen Entsorgung von Bilgenwässern von aus Japan kommenden Schiffen steht auf Grund von Kontaminationen nichts entgegen.

Für kosmetische Zubereitungen und Medikamente, die unter Umständen aus natürlichen Rohstoffen hergestellt werden und kontaminiert sein können, kann ein Grenzwert von 500 Bq/kg Cs-137 empfohlen werden. I-131 kann wegen seiner kurzen Halbwertszeit in derartigen Materialien außer Acht gelassen werden.

## **2.4 Fragen zur Entsorgung/Beseitigung höher kontaminierter Stoffe**

### **2.4.1 Beratungsauftrag vom 06.04.2011, 13:26**

*Fragen zur Entsorgung/Beseitigung höher kontaminierter Stoffe*

- a) *Welche weiteren Schritte wären zum Schutz der Beschäftigten / der Bevölkerung notwendig? Welche Möglichkeiten der Beseitigung sind angemessen?*
- b) *Welche Dosis bei einer Beseitigung der auf Grund des Fukushima-Unfalls kontaminierten Stoffe ist radiologisch unbedenklich und vertretbar?*
- c) *Welche Höchstwerte an Kontaminationen wären für eine Beseitigung zulässig, um diese „Schutzdosis“ einzuhalten?*

Zum Schutz der Beschäftigten und der Bevölkerung sind bei der Beseitigung von kontaminierten Gegenständen außer den o.g. Maßnahmen zur Vermeidung einer Kontaminationsverschleppung keine zusätzlichen Strahlenschutzmaßnahmen erforderlich.

Diese Einschätzung des SSK-Krisenstabes beruht auf dem Konzept einer verbleibenden effektiven Dosis von 1 mSv pro Jahr im Sinne des Konzeptes von ICRP 103 für Notfälle.

Bei der derzeit vorliegenden Lage in Japan sind in Deutschland keine Kontaminationen zu erwarten, die zu einer Überschreitung der effektiven Dosis von 1 mSv pro Jahr führen könnten.

Basierend auf dem Schutzziel, eine verbleibende effektive Dosis von 1 Millisievert pro Jahr einzuhalten, können als Höchstwerte für die Beseitigung die 100fachen Freigabewerte herangezogen werden, die in der Empfehlung der SSK zur „Freigabe von Stoffen zur Beseitigung“ vom 05./06.12.2006 (Veröffentlicht im BAnz Nr. 113a vom 22.06.2007) für Abfallmengen kleiner als 100 Mg/a genannt sind.

### **2.4.2 Beratungsauftrag vom 27.04.2011, 14:41**

*Die japanischen Behörden haben eigene Messungen an Schiffen und Fracht in japanischen Häfen veranlasst, die ab dem 28. April 2011 starten werden. Die Werte, die den Messungen zugrunde gelegt werden, sind allerdings erheblich höher als die Empfehlungen der SSK bzw. der EU-Kommission. Japan veranlasst weitere Maßnahmen ab einem Wert von 5 Mikrosievert pro Stunde gemessen in 1,5 m Abstand.*

*Das BMU bittet den SSK-Krisenstab um eine Stellungnahme zu den japanischen Messungen, auch in Hinblick auf die Empfehlungen des SSK-Krisenstabs bzw. der EU-Kommission zu Messungen an Schiffen in Europa.*

Der SSK-Krisenstab stellt fest, dass seine frühere Empfehlung vom 08.04.2011 mit der EU-Empfehlung vom 14.04.2011 und der japanischen Empfehlung „Radiation measurements in ports“ vom 22.04.2011 im Einklang ist. Damit sind Kontaminationen durch im Rahmen des Unfalls freigesetzte Radionuklide zu erfassen, die zu Strahlenexpositionen führen, die weit unter 1 Millisievert pro Jahr liegen. Während in der EU-Empfehlung vom 14.04.2011 von Messungen der Ortsdosisleistung auf der Oberfläche ausgegangen wurde, hat die EU mit ihrer

Empfehlung vom 15.04.2011 ODL-Messungen in 1 m Abstand bei gleichem Dosiskriterium empfohlen. Der SSK-Krisenstab stellt fest, dass ODL-Messungen in 1 m Abstand nicht empfindlich genug sind, um die Ergebnisse der Ausgangskontrolle der japanischen Behörden zu verifizieren.

Zum besseren Verständnis folgen einige Anmerkungen zum Beratungsauftrag vom 27.04.2011 sowie der Antwort des SSK-Krisenstabes:

Die japanischen Behörden führen Ausgangskontrollmessungen in Form von Dosisleistungsmessungen durch. Bei einer Dosisleistung  $>3$ facher Nulleffekt möglichst nah an der Oberfläche des Frachtgutes sind Dekontaminationen erforderlich. Bei Dosisleistungen  $> 5 \mu\text{Sv/h}$  ist vor der Dekontamination der Frachtgutes die Behörde zu informieren, die dann weitere Maßnahmen zum Schutz des Personals veranlasst. Bei einem Nulleffekt von zzt.  $0,07 \mu\text{Sv/h}$  im Hafen von Tokio entspricht der 3fache Nulleffekt einer Dosisleistung von  $0,21 \mu\text{Sv/h}$ . Die EU und der BMU schlagen ebenfalls Dosisleistungsmessungen vor. Der EU-Grenzwert in 1 m Entfernung vom Frachtgut, ab dem zu dekontaminieren ist, liegt bei „Untergrundstrahlung +  $0,2 \mu\text{Sv/h}$ “. Dies entspricht je nach Untergrundstrahlung ca.  $0,3 \mu\text{Sv/h}$  -  $0,4 \mu\text{Sv/h}$ . Die SSK hat ebenfalls einen Grenzwert für die Dosisleistung in 1 m Abstand vom Frachtgut in Höhe des doppelten Untergrundwertes vorgeschlagen. Dies entspricht je nach Untergrundstrahlung ca.  $0,15 \mu\text{Sv/h}$  -  $0,2 \mu\text{Sv/h}$ .