



# **Stellungnahme zu den Kontaminationen beim Transport abgebrannter Brennelemente**

**MÄRZ 1999**

## Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Abklärungen der HSK zu den aufgetretenen Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen beim Transport abgebrannter Brennelemente zur Wiederaufarbeitung nach Frankreich und Grossbritannien dargestellt. Die wichtigsten Schlussfolgerungen sind:

1. Grobquantitativ waren Häufigkeit und Ausmass der Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen im Verkehr Schweiz-Frankreich vergleichbar mit jenen im Verkehr Deutschland-Frankreich und im französischen Inlandverkehr. Dieselbe Feststellung gilt jedoch mit kleineren Kontaminationswerten auch im Verkehr Schweiz-Grossbritannien verglichen mit dem Verkehr Deutschland-Grossbritannien und dem britischen Inlandverkehr.
2. Die technischen Ursachen der Grenzwertüberschreitungen hängen mit Kontaminationen zusammen, die beim Eintauchen der Behälter in die Brennelementbecken der Kernkraftwerke und der Wiederaufarbeitungsanlagen entstehen. Solche Kontaminationen können insbesondere mit einer ungenügenden Sorgfalt bei der Abdeckung oder der Reinigung der Behälter verbunden sein. Dabei stammen die Kontaminationen nicht zwangsläufig von der unmittelbar vor dem Transport durchgeführten Beladung; sie können auf frühere Beladungen zurückzuführen sein.
3. Dass es zu regelmässigen Grenzwertüberschreitungen während mehr als zehn Jahren kam, ist auch auf Mängel bei der gegenseitigen Information der Versender, Spediteure, Beförderer und Empfänger, auf ungenügende diesbezügliche Vorschriften in den Qualitätssicherungssystemen dieser Organisationen, auf das Fehlen einer Meldepflicht an die zuständige Behörde und auf eine ungenügende behördliche Kontrolle zurückzuführen.
4. Durch die Grenzwertüberschreitungen sind in der Schweiz keine gesundheitlichen Folgen für die Bahnarbeiter oder die Bevölkerung aufgetreten.

Die HSK kommt zum Schluss, dass die Häufigkeit und das Ausmass von Grenzwertüberschreitungen in Zukunft durch zusätzliche Massnahmen deutlich reduziert werden kann; eine absolute Verhinderung ist jedoch nicht erreichbar. Als technische Massnahmen hält die HSK regelmässige Hochdruckreinigungen der verwendeten Behälter, einen verstärkten Schutz der Behälter während des Eintauchens in die Brennelementbecken sowie eine Verstärkung der Kontaminationskontrolle vor dem Abtransport beladener Behälter für erforderlich. Organisatorisch werden Verbesserungen an den Qualitätssicherungssystemen der Versender, der Spediteure, der Beförderer und der Empfänger gefordert. Eine Meldepflicht bei Feststellung von Grenzwertüberschreitungen wird eingeführt. Der Kontakt zwischen Aufsichtsbehörden wird verstärkt. Als radiologische Massnahmen werden zunächst während eines Jahres die Erfassung der externen Dosen und periodische Inkorporationsmessungen der involvierten Bahnarbeiter umgesetzt. Zudem werden die in der Schweiz ankommenden Eisenbahnwaggons mit leeren Behältern am Grenzbahnhof bzw. beim Grenzübertritt auf der Strasse auf Kontamination geprüft und die Transporte beladener Behälter bis zum Grenzbahnhof von einer Strahlenschutzfachperson begleitet.

Ein Jahr nach der Wiederaufnahme der Transporte wird die HSK die erzielten Verbesserungen analysieren und bewerten, die Folgerungen ziehen und zu Händen des Bundesamtes für Energie berichten.

Unter den Voraussetzungen, die im Bericht beschrieben sind, hält die HSK die Wiederaufnahme der Transporte abgebrannter Brennelemente zur Wiederaufarbeitung für vertretbar.

## Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Zusammenfassung</b> .....   | <b>1</b>  |
| <b>1 Veranlassung</b> .....  | <b>5</b>  |
| 1.1 Bestimmungen der Transportvorschriften hinsichtlich Kontamination .....  | 5         |
| 1.2 Bisherige Situation in der Schweiz.....  | 6         |
| 1.3 Neue Erkenntnisse.....   | 7         |
| <b>2 Ermittlung und Bewertung der aufgetretenen Kontaminationen</b> .....  | <b>8</b>  |
| 2.1 Vorgehen der HSK.....  | 8         |
| 2.2 Grenzwertüberschreitungen von September 1995 bis April 1998 .....  | 8         |
| 2.3 Grenzwertüberschreitungen vor September 1995 .....   | 9         |
| 2.4 Verteilung auf Behältertypen und einzelne Behälter.....  | 10        |
| 2.5 Zusammenfassung der Beobachtungen .....  | 10        |
| <b>3 Ursachen der Kontaminationen</b> .....  | <b>11</b> |
| 3.1 Vorgehen der HSK.....  | 11        |
| 3.2 Technische Ursachen .....  | 11        |
| 3.3 Mängel bei der Transportabwicklung, bei der Information und bei der Qualitätssicherung.....  | 13        |
| <b>4 Radiologische Folgen</b> .....  | <b>15</b> |
| 4.1 Erste Abschätzungen.....   | 15        |
| 4.2 Untersuchungen und Stellungnahmen in Frankreich und in Deutschland.....  | 15        |
| 4.3 Untersuchungen in der Schweiz .....  | 15        |
| <b>5 Technische Massnahmen</b> .....   | <b>17</b> |
| 5.1 Massnahmen bei Antransporten leerer Behälter .....   | 17        |
| 5.2 Massnahmen bei der Beladung der Behälter.....  | 19        |
| 5.3 Massnahmen bei der Abfertigung des Behälters vor dem Abtransport .....   | 20        |
| <b>6 Radiologische Massnahmen</b> .....  | <b>21</b> |
| <b>7 Organisatorische Massnahmen</b> .....   | <b>22</b> |
| 7.1 Meldepflicht bei Grenzwertüberschreitungen.....  | 22        |
| 7.2 Verbesserungen der Qualitätssicherungssysteme der Kernanlagen.....   | 22        |
| 7.3 Bewilligung und Auflagen.....  | 23        |
| <b>8 Schlussfolgerungen und Ausblick</b> .....   | <b>24</b> |
| <b>Referenzen</b> .....  | <b>25</b> |
| <b>Verwendete Abkürzungen</b> .....  | <b>26</b> |
| <b>ANHANG A: Begriffserläuterungen</b> .....   | <b>27</b> |
| <b>ANHANG B: Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen beim Transport abgebrannter Brennelemente von der Schweiz zur Wiederaufarbeitung</b> ..... | <b>28</b> |



# 1 Veranlassung

## 1.1 Bestimmungen der Transportvorschriften hinsichtlich Kontamination

Die Empfehlungen der Internationalen Atomenergieorganisation IAEO [IAE90a] hinsichtlich des Transportes radioaktiver Stoffe wurden für grenzüberschreitende Transporte sowie (bis auf wenige kleinere Abweichungen) für Inlandtransporte von der Schweiz übernommen [VER52a, VER73a, VER85a, VER94a, VER96a]. In diesen Vorschriften wird festgelegt [IAE90a, Art. 408], dass bei Transporten von radioaktiven Materialien die nichtfesthaftende Kontamination an den Aussenflächen eines Versandstückes folgende Werte nicht übersteigen darf:

|                             | $\beta\gamma$          | $\alpha$                 |
|-----------------------------|------------------------|--------------------------|
| Freigestellte Versandstücke | 0,4 Bq/cm <sup>2</sup> | 0,04 Bq/cm <sup>2</sup>  |
| Übrige Versandstücke        | 4 Bq/cm <sup>2</sup>   | 0,4 Bq/cm <sup>2</sup> . |

An den Innen- und Aussenflächen von Frachtcontainern, Überbehältern und Fahrzeugen (Lastwagen, Anhänger, Eisenbahnwaggon usw.) darf die nichtfesthaftende Kontamination folgende Werte nicht übersteigen:

|   | $\beta\gamma$          | $\alpha$                  |
|---|------------------------|---------------------------|
| Falls ausschliesslich radioaktive Materialien in anderen als freigestellten Versandstücken transportiert werden | 4 Bq/cm <sup>2</sup>   | 0,4 Bq/cm <sup>2</sup>    |
| Falls auch freigestellte Versandstücke und/oder nichtradioaktive Stoffe transportiert werden                    | 0,4 Bq/cm <sup>2</sup> | 0,04 Bq/cm <sup>2</sup> . |

Abgebrannte Brennelemente werden weder als freigestellte Versandstücke noch gemeinsam mit freigestellten Versandstücken oder nichtradioaktiven Materialien im selben Fahrzeug transportiert. Für Transporte von abgebrannten Brennelementen gelten demnach Grenzwerte von 4 Bq/cm<sup>2</sup> ( $\beta\gamma$ ) bzw. 0,4 Bq/cm<sup>2</sup> ( $\alpha$ ). Bei diesen Grenzwerten handelt es sich allerdings um abgeleitete Grenzwerte [BEH98a]. Im Gegensatz zu den primären Grenzwerten (Grenzwerte für die Individualdosis von Personen [VER94b, Art. 34-37]) ist eine Überschreitung von abgeleiteten Grenzwerten nicht zwangsläufig mit Auswirkungen auf den Menschen verbunden. In der schweizerischen Strahlenschutzgesetzgebung werden deshalb - im Gegensatz zu den Transportvorschriften - für die Kontamination Richtwerte und nicht Grenzwerte angegeben. Im vorliegenden Bericht wird jedoch die transportrechtliche Sprachregelung angewandt.

In den Anwendungsrichtlinien der IAEO [IAE90b, Art. A.408.1] wird darauf hingewiesen, dass in bestimmten Fällen (insbesondere beim Transport von abgebrannten Brennelementen in Behältern, die in Kühlbecken von Kernkraftwerken unter Wasser gefüllt wurden) festhaftende Kontamination während des Transports in nichtfesthaftende Kontamination umgewandelt werden kann. Solche Effekte werden hauptsächlich Adsorption/Desorptions-Mechanismen zugeschrieben. Es wird deshalb in [IAE90b] empfohlen, geeignete Dekontaminierungsmethoden vor dem Versand sorgfältig anzuwenden, um allfällige Kontaminationen soweit zu reduzieren, dass die Grenzwerte während des Transports eingehalten werden. An derselben Stelle wird auch darauf hingewiesen, dass in einzelnen Fällen Grenzwertüberschreitungen am Ende des Transports festgestellt werden können, dass dies in Anbetracht der in der Ableitung der

Kontaminationsgrenzwerte gemachten, konservativen Annahmen keine signifikante Gefährdung nach sich zieht. Es wird trotzdem empfohlen, dass der Empfänger den Versender über festgestellte Grenzwertüberschreitungen informiert, damit die Ursachen eruiert und Massnahmen getroffen werden können.

## 1.2 Bisherige Situation in der Schweiz

Aus der Schweiz wurden abgebrannte Brennelemente zur Wiederaufarbeitung seit den frühen 70er Jahren nach Frankreich und nach Grossbritannien transportiert. Diese Transporte wurden gemäss vertraglicher Vereinbarungen zwischen den schweizerischen Kernkraftwerken und den Wiederaufarbeitern COGÉMA (F) bzw. BNFL (GB) von den spezialisierten Firmen Transnucléaire SA (F) bzw. Nuclear Transport Ltd (GB) (ab 1997 von BNFL Transport Division) organisiert, welche somit die Rolle eines Spediteurs übernahmen. Die Transporte aus den Kernkraftwerken Beznau (KKB), Gösgen (KKG) und Leibstadt (KKL) erfolgten mit der Bahn, jene aus dem Kernkraftwerk Mühleberg (KKM), das über keinen Gleisanschluss verfügt, auf der Strasse. Da die Wiederaufarbeitungsanlage von COGÉMA in La Hague (F) über keinen geeigneten Bahnanschluss verfügt, wurden die Behälter aus KKB, KKG und KKL in Valognes (F) von den Eisenbahnwagen auf Strassenfahrzeuge umgeladen. Bei den Transporten nach der Wiederaufarbeitungsanlage von BNFL in Sellafield (GB) wurden die Behälter in Dunkerque (F) auf ein Schiff und in Barrow-in-Furness (GB) auf die Schiene umgeladen.

Die verwendeten Behälter wurden von den Spediteuren zur Verfügung gestellt. Bis auf zwei Ausnahmen (Transportbehälter NTL 9/1 und NTL 9/2 für die Transporte von Mühleberg nach La Hague und Sellafield) wurden die für Transporte aus der Schweiz verwendeten Behälter auch für Transporte innerhalb Frankreich bzw. zwischen Deutschland und Frankreich bzw. zwischen Grossbritannien und dem Kontinent eingesetzt.

Die Behälter wurden auf Eisenbahnwaggons bzw. Lastwagen transportiert, die mit einer Schutzhaube versehen sind. Diese Haube verhindert den Zugang zum Behälter während des Transportes.

Kontaminationsmessungen an den Behältern und an den verwendeten Fahrzeugen wurden beim Versand der leeren Behälter aus der jeweiligen Wiederaufarbeitungsanlage, bei den Umladepunkten (Valognes bzw. Barrow-in-Furness und Dunkerque) und bei der Ankunft im schweizerischen Kernkraftwerk (KKW) durchgeführt. Auch beim Rücktransport des vollen Behälters zur Wiederaufarbeitungsanlage wurden Kontaminationsmessungen vor der Abfahrt, bei den Umladepunkten und nach der Ankunft durchgeführt. Falls vor der Abfahrt Kontaminationen über den Grenzwert von  $4 \text{ Bq/cm}^2$  ( $\beta\gamma$ ) bzw.  $0,4 \text{ Bq/cm}^2$  ( $\alpha$ ) festgestellt wurden, wurde der Behälter stellenweise oder ganz gereinigt. Erst bei Einhaltung der Kontaminationsgrenzwerte sowie aller übrigen Bedingungen gemäss Transportvorschriften und Abwicklungsplan für die Abfertigung der Behälter und Fahrzeuge wurde der Transport freigegeben.

Stichprobenweise hat die HSK die Beladung und Abfertigung von Behältern in allen KKW inspiziert. Dabei konnte sie sich davon überzeugen, dass die Behälter und Fahrzeuge die schweizerischen KKW unter Einhaltung der Kontaminationsgrenzwerte verliessen.

### 1.3 Neue Erkenntnisse

Am 29. April 1998 informierte die nukleare Aufsichtsbehörde Frankreichs, die Direction de la sûreté des installations nucléaires (DSIN), die HSK telefonisch, dass in den letzten Jahren häufig Kontaminationen an den Aussenflächen von Transportbehältern sowie an den Innen- und (in seltenen Fällen) Aussenflächen der eingesetzten Eisenbahnwagen beim Umlad in Valognes festgestellt worden waren. Dabei wurden die Grenzwerte z.T. erheblich (bis zu mehreren Zehnerpotenzen) überschritten. Hauptsächlich betroffen waren die Inlandtransporte zwischen französischen KKW und COGÉMA, mehrere Fälle wurden auch im grenzüberschreitenden Verkehr Deutschland-Frankreich sowie Schweiz-Frankreich festgestellt. Im grenzüberschreitenden Verkehr waren allerdings keine unzulässigen Kontaminationen der (während des Transports zugänglichen) Aussenflächen der Eisenbahnwagen aufgetreten. Diese Angaben wurden von der DSIN mit Fax am 30. April bestätigt. Dabei wurden auch erste quantitative Informationen über die zwischen Anfang 1997 und dem 30. April 1998 festgestellten Kontaminationen im Verkehr mit der Schweiz mitgeteilt. Danach wurden bei zwei Transporten aus KKB und einem Transport aus KKG Kontaminationen im Bereich ca.  $150 \text{ Bq/cm}^2$  bis  $1500 \text{ Bq/cm}^2$  ( $\beta\gamma$ ) an der (während des Transportes nicht zugänglichen) Innenseite des Eisenbahnwaggons, sowie bei einem Transport aus KKL, zwei Transporten aus KKG und einem Transport aus KKB Kontaminationen im Bereich  $7 \text{ Bq/cm}^2$  bis  $60 \text{ Bq/cm}^2$  ( $\beta\gamma$ ) an der (ebenfalls während des Transportes nicht zugänglichen) Aussenseite des Behälters festgestellt. Die Ausdehnung der festgestellten Kontaminationen reichte von wenigen  $\text{cm}^2$  bis einigen  $\text{dm}^2$ .

Die DSIN und die HSK informierten die Öffentlichkeit am 30. April bzw. am 1. Mai 1998 mit Medienbulletins [DSI98a, HSK98a]. Dabei wurde auch festgehalten, dass aus den beobachteten Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen keine gesundheitlichen Folgen für die Bevölkerung zu erwarten waren. Weil im Verkehr Schweiz-Frankreich keine Kontaminationen an den Aussenflächen der Eisenbahnwaggons (sog. "externe" Kontaminationen) auftraten, waren auch keine Folgen für das betroffene Bahnpersonal zu erwarten. Dieser Schluss konnte allerdings bei den Inlandtransporten in Frankreich, wo 1997 10 Fälle von "externer" Kontamination auftraten, nicht gezogen werden. Am 6. Mai 1998 stoppte die französische Bahngesellschaft SNCF die Transporte von abgebrannten Brennelementen. Am 8. Mai verfügte das Bundesamt für Energie angesichts der offenen Fragen, insbesondere der Ungewissheit über die Ursachen der beobachteten Kontaminationen, die Sistierung aller erteilten Bewilligungen für den Transport und die Ausfuhr von abgebrannten Brennelementen und erklärte, dass bis auf weiteres keine solchen Bewilligungen erteilt würden.

Die Wiederaufnahme der Transporte wurde an die Bedingung geknüpft, dass die Ursachen der Kontaminationen ermittelt und behoben werden. Im vorliegenden Bericht werden die diesbezüglichen Befunde der HSK, die notwendigen Massnahmen sowie ihre abschliessenden Empfehlungen zusammengefasst. Der Bericht ist wie folgt gegliedert: In Kapitel 2 werden die aufgetretenen Kontaminationsfälle dargestellt und bewertet. In Kapitel 3 folgt eine Analyse der Ursachen dieser Kontaminationen. Die radiologischen Folgen in der Schweiz sind Gegenstand von Kapitel 4. In Kapiteln 5, 6 und 7 werden die von der HSK getroffenen und geforderten bzw. veranlassten technischen, radiologischen und organisatorischen Massnahmen beschrieben sowie deren erwartete Auswirkungen angegeben. Die Schlussfolgerungen des Berichtes finden sich in Kapitel 8.

## 2 Ermittlung und Bewertung der aufgetretenen Kontaminationen

### 2.1 Vorgehen der HSK

In den ersten Tagen nach der Bekanntgabe der aufgetretenen Kontaminationen durch die DSIN hat die HSK von den schweizerischen KKW und vom Paul Scherrer Institut (PSI) Angaben über die beobachteten Kontaminationen im Zusammenhang mit den von ihnen veranlassten Transporten gefordert. Dabei hat sich herausgestellt, dass die in Art. A-408.1 von [IAE90b] empfohlene Benachrichtigung des Versenders bei Feststellung von Kontaminationen bis Ende 1997 in der Regel nicht erfolgt war. Die schweizerischen KKW-Betreiber mussten also zuerst Informationen über die in Frankreich bzw. in England beobachteten Kontaminationen von den Spediteuren und den Empfängern anfordern. Nach Vorliegen der gesammelten Informationen wurden dann diese an die HSK weitergeleitet. Die HSK hat daraufhin die abgelieferten Informationen mit jenen verglichen, die von den französischen bzw. britischen Behörden direkt der HSK mitgeteilt worden waren. Sie konnte feststellen, dass die Angaben widerspruchsfrei waren. Allerdings waren Informationen aus Grossbritannien nur für die Zeit nach September 1995 vollständig verfügbar, weil dort die Aufzeichnungen nur drei Jahre lang aufbewahrt werden. Im Folgenden werden deshalb zunächst nur die Beobachtungen von September 1995 bis April 1998 betrachtet (Abschnitt 2.2). Für die erste Zusammenfassung der Befunde, die in [BEH98a] angegeben wurde, war die HSK davon ausgegangen, dass BNFL über vollständige Aufzeichnungen ab Oktober 1994 verfügte, weshalb die Angaben in [BEH98a] ab diesem Datum gemacht wurden. Überprüfungen und Rückfragen haben ergeben, dass die Dokumentation für den Verkehr Schweiz-Grossbritannien zwischen Oktober 1994 und August 1995 nicht vollständig ist. Die Daten für die Zeit vor September 1995 werden in Abschnitt 2.3 betrachtet.

### 2.2 Grenzwertüberschreitungen von September 1995 bis April 1998

#### *Transporte von/nach Grossbritannien*

In dieser Zeitspanne wurden 24 Transporte zu BNFL durchgeführt. Bei 7 der Antransporte von leeren Behältern wurden Kontaminationen über dem Grenzwert von  $4 \text{ Bq/cm}^2$  ( $\beta\gamma$ ) festgestellt (2-mal in Barrow-in-Furness, 5-mal in KKM, 1-mal in KKG; bei einem der Transporte wurde eine Überschreitung sowohl in Barrow als auch in KKM festgestellt). Dies entspricht einer Häufigkeit von rund 30% der Transporte. Dies ist deutlich höher als im Verkehr Deutschland-Grossbritannien während der gleichen Zeitspanne (5%) [GRS98a, Kap. 3.9.1.1]. Alle beobachteten Kontaminationen waren am Behälter. Fahrzeugkontaminationen wurden keine festgestellt. Die Kontaminationen am Behälter lagen alle im Bereich 4 bis  $40 \text{ Bq/cm}^2$  ( $\beta\gamma$ ). Beide Merkmale wiesen auch die Antransporte leerer Behälter von BNFL nach Deutschland auf [GRS98a, Kap. 3.9.1.1].

Von den 24 Transporten von beladenen Behältern nach Grossbritannien wies nur einer eine Grenzwertüberschreitung bei der Ankunft in Sellafield auf ( $5 \text{ Bq/cm}^2$  ( $\beta\gamma$ ) am Behälter, 1997). Die Häufigkeit (ca. 4% der Transporte) entspricht jener, die im Verkehr Deutschland-Grossbritannien beobachtet wurde.



### *Transporte von/nach Frankreich*

In derselben Zeitspanne fanden 20 Transporte zu COGÉMA statt. Bei den Antransporten der leeren Behälter in die Schweiz wurde 1 Kontamination am Behälter mit  $600 \text{ Bq/cm}^2$  ( $\beta\gamma$ ) festgestellt<sup>1</sup>. Waggon- bzw. Fahrzeugkontaminationen über den Grenzwert hinaus wurden keine beobachtet. Im Verkehr Deutschland-Frankreich wurden in derselben Zeitspanne Grenzwertüberschreitungen bei rund 5% der Antransporte festgestellt (teils an den Behältern, teils an den Fahrzeugen) [GRS98a, Kap 3.9.1.1].

Von den 20 Abtransporten aus der Schweiz nach Frankreich wiesen 8 (Häufigkeit 40%) Grenzwertüberschreitungen bei der Ankunft in Valognes auf. In 4 Fällen war der Behälter kontaminiert (Höchstwert  $60 \text{ Bq/cm}^2$   $\beta\gamma$ ), in den übrigen 4 Fällen der Eisenbahnwaggon (3 Fälle im Bereich  $150$  bis  $300 \text{ Bq/cm}^2$ , 1 Fall mit rund  $1500 \text{ Bq/cm}^2$   $\beta\gamma$ ). Alle Fälle betrafen das Innere des Eisenbahnwaggons, Aussenkontaminationen wurden keine festgestellt. Ein ähnliches Bild lieferten in derselben Zeitspanne die Transporte Deutschland-Frankreich (Häufigkeit von Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen ca. 27%, Höchstwerte an den Behältern bis ca.  $200 \text{ Bq/cm}^2$ , an den Waggons bis ca.  $3000 \text{ Bq/cm}^2$   $\beta\gamma$ ).

Die vollständige, detaillierte Auflistung der Befunde bei Transporten schweizerischen Brennstoffes von September 1995 bis April 1998 befindet sich in Anhang B.

## **2.3 Grenzwertüberschreitungen vor September 1995**

Die Transporte aus der Schweiz zwischen 1988 und August 1995 wiesen, soweit aus der aufbewahrten Dokumentation ersichtlich, ähnliche Merkmale auf wie in der Periode September 1995 bis April 1998. Von 50 Antransporten von Leerbehältern von COGÉMA in die Schweiz wiesen 2 (Häufigkeit 4%) Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen auf (wobei in einem der Fälle Überschreitungen sowohl am Behälter als auch am Waggon auftraten), bei den Rücktransporten beladener Behälter sind 10 Fälle von Grenzwertüberschreitungen (in 6 Fällen am Behälter, in 4 Fällen am Waggon) dokumentiert (Häufigkeit 20%). Die höchste beobachtete Kontamination an einem leeren Behälter betrug  $115 \text{ Bq/cm}^2$  ( $\beta\gamma$ ), an einem vollen Behälter wurden maximal  $144 \text{ Bq/cm}^2$  ( $\beta\gamma$ ) festgestellt. Bei keinem der übrigen Fälle waren mehr als  $60 \text{ Bq/cm}^2$  ( $\beta\gamma$ ) zu verzeichnen. An den Fahrzeugen/Waggons mit leeren Behältern waren die höchsten Werte  $200 \text{ Bq/cm}^2$  ( $\beta\gamma$ ). An den Fahrzeugen/ Waggons mit beladenen Behältern wurden maximal  $2250 \text{ Bq/cm}^2$  ( $\beta\gamma$ ) beobachtet, in den übrigen Fällen wurden nicht mehr als  $750 \text{ Bq/cm}^2$  ( $\beta\gamma$ ) gemessen. Im Verkehr mit Grossbritannien sind keine Kontaminationen über  $80 \text{ Bq/cm}^2$  ( $\beta\gamma$ ) an ankommenden leeren Behältern oder an den Fahrzeugen dokumentiert; die Aufzeichnungen von BNFL für die Zeit vor 1995 fehlen weitgehend (siehe Abschnitt 2.1), in jenen, welche noch vorhanden sind, sind keine Grenzwertüberschreitungen an vollen Behältern oder an den Fahrzeugen dokumentiert.

Grobquantitativ unterscheidet sich die Periode 1988 bis August 1995 nicht von der Periode September 1995 bis April 1998.

---

<sup>1</sup> Diese Grenzwertüberschreitung wurde irrtümlicherweise im Bericht [BEH98a] nicht erwähnt.

## 2.4 Verteilung auf Behältertypen und einzelne Behälter

Der HSK liegen neben den globalen Jahresstatistiken auch die Einsatzpläne der im Verkehr mit Frankreich verwendeten Behälter mit den Kontaminationsbefunden vor. Diese ergeben jedoch keine eindeutigen Hinweise darauf, dass einzelne, im Verkehr mit der Schweiz eingesetzte Behälter als anfälliger als andere hinsichtlich Kontamination einzustufen wären. Mit der Ausnahme der Behälter des Typs NTL 11 sind die 3 eingesetzten Typen TN 12/1, TN 12/2 und NTL 9 in der Konstruktion sehr ähnlich: Die Kühlzone in der Mitte des Behälters ist mit radial angeordneten metallischen Lamellen ("Stacheln") versehen, deren Aufgabe ein hoher Wärmeaustausch mit der umgebenden Luft ist. Im Gegensatz dazu weist die Kühlzone der Behälter des Typs NTL 11 axial verlaufende Kühlrippen auf. Von einer solchen Anordnung würde man hinsichtlich Dekontamination grundsätzlich günstigere Eigenschaften erwarten als von einer Anordnung mit Stacheln; im Verkehr mit der Schweiz wurde tatsächlich nur ein Fall von Kontamination eines Behälters des Typs NTL 11 dokumentiert. Im Verkehr mit Deutschland traten allerdings Grenzwertüberschreitungen auch mit Behältern dieses Typs relativ häufig auf. Eindeutige Hinweise auf einen Einfluss der Behälterkonstruktion auf die Eigenschaften hinsichtlich Kontamination und Dekontamination sind aus dem vorhandenen Datenmaterial nicht zu identifizieren.

## 2.5 Zusammenfassung der Beobachtungen

Grobquantitativ sind Häufigkeit und Ausmass der Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen im Verkehr Schweiz-Frankreich vergleichbar mit jenen im Verkehr Deutschland-Frankreich und im französischen Inlandverkehr.

Dieselbe Feststellung trifft auch für die Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen im Verkehr Schweiz-Grossbritannien zu, verglichen mit dem Verkehr Deutschland-Grossbritannien und dem britischen Inlandverkehr. Dies gilt bis auf die auffallend hohe Häufigkeit von Kontaminationen an leeren Behältern des Typs NTL 9. Hier ist allerdings zu erwähnen, dass diese Behälter (die heute nur noch für Transporte aus KKM verwendet werden) für Transporte sowohl nach Frankreich als auch nach Grossbritannien eingesetzt werden.

Abschliessend wird festgehalten, dass sich aufgrund der heute verfügbaren Unterlagen ein umfassendes Bild ergibt, das als Basis für die weitere Betrachtung geeignet ist.

Ergänzend sei erwähnt, dass ein anfangs Mai 1998 (kurz vor der Sistierung der Transportbewilligungen) aus Frankreich zu KKL angelieferter leerer Behälter im Juli ohne Beladung zurückgeschickt wurde. Weder beim Antransport noch beim Rücktransport wurden Grenzwertüberschreitungen festgestellt.

## 3 Ursachen der Kontaminationen

### 3.1 Vorgehen der HSK

Bei ihrer Analyse der Ursachen der festgestellten Kontaminationen hat die HSK keine eigenen experimentellen Untersuchungen durchgeführt. Solche waren auch angesichts ausländischer Befunde und Analysen nicht notwendig. Vielmehr forderte die HSK die schweizerischen KKW-Betreiber auf, über ihre diesbezüglichen Abklärungen Bericht zu erstatten. Ferner beteiligten sich Vertreter der HSK an den Beratungen der internationalen Arbeitsgruppe mit den zuständigen Aufsichtsbehörden von Deutschland, Frankreich und Grossbritannien. Sie wirkten auch bei der Erarbeitung des Schlussberichtes dieser Gruppe mit. Die HSK pflegte ferner den direkten bilateralen Kontakt mit der DSIN und richtete auch direkte Anfragen an die Spediteure Transnucléaire und BNFL.

Bei ihren Folgerungen stützt sich die HSK hauptsächlich auf die folgenden Quellen:

- Befunde zu den aufgetretenen Grenzwertüberschreitungen (Kapitel 2 des vorliegenden Berichtes)
- Berichte des Unterausschusses Kernenergie der Überlandwerke (UAK) [UAK98a, UAK98b]
- Ergänzender Bericht des UAK [UAK99a]
- Bericht der DSIN an den Ministerpräsidenten Frankreichs [DSI98b]
- Brief der DSIN an die HSK [DSI98c]
- Pressedossier der EDF [EDF98a]
- Gemeinsamer Bericht der zuständigen Behörden von Deutschland, Frankreich, der Schweiz und des Vereinigten Königreiches über Oberflächenkontaminationen bei Transporten abgebrannten Kernbrennstoffes [BEH98a]
- Bericht der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) vom 11. September 1998 [GRS98a]
- Vorschriften und Anwendungsrichtlinien der IAEO für den Transport radioaktiver Stoffe [IAE90a, IAE90b].

### 3.2 Technische Ursachen

Schon kurz nach der Bekanntgabe der aufgetretenen Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen durch die französische Aufsichtsbehörde DSIN standen im Mai 1998 zwei Hauptursachen zur Diskussion:

1. Das in der diesbezüglichen Literatur als "weeping" (Weinen) oder "sweating" (Ausschwitzen) bekannte Phänomen: Dabei handelt es sich um die Mobilisierung von festhaftender Kontamination unter Witterungs- bzw. Wärmeeinflüssen. Dieses Phänomen wird immer wieder beobachtet (siehe [GRS98a], Anhang C): Trotz grosser Sorgfalt bei der Reinigung und der Kontaminationskontrolle nach der Nassbeladung bzw. -entladung von Behältern vor dem Transport werden manchmal bei der Ankunft nichtfesthaftende Kontaminationen festgestellt. Das allgemein akzeptierte Modell für dieses Phänomen geht davon aus, dass im Brennelementbeckenwasser befindliche Nuklide mit der Oberfläche des Behälters interagieren und eine festhaftende Kontamination bilden. Die Bindungsenergie der Nuklide mit der Farbe oder der Oxydschicht an der Oberfläche des Behälters ist jedoch gering, so dass die Reaktion

unter geänderten chemisch-physikalischen Bedingungen wieder in die Gegenrichtung ablaufen kann.

Die durch Ausschwitzen zu erwartende Kontamination ist begrenzt, weil die dazu führenden Oberflächenreaktionen nur wenige molekulare Schichten betreffen können (Schichtdicke im Bereich 0,5 bis 2 nm). Erfahrungsgemäss werden höchstens 150 Bq/cm<sup>2</sup> unter ungünstigen Bedingungen beobachtet; in der Regel geht man davon aus, dass Kontaminationen oberhalb 100 Bq/cm<sup>2</sup> andere Ursachen als Ausschwitzen haben. Alle beobachteten Grenzwertüberschreitungen im Verkehr mit Grossbritannien sowie ein Teil jener im Verkehr mit Frankreich lassen sich mit Ausschwitzen allein erklären.

2. Das Einnisten von Partikeln mit radioaktivem Inhalt in schwer zugänglichen Spalten, Ritzen usw. an den Behälteroberflächen: Dort können sie auch längere Zeit verbleiben, bis sie durch chemische, thermische und mechanische Einflüsse während des Transportes wieder freigesetzt werden können. Als Partikel kommen insb. sog. Crud-Teilchen in Frage, d.h. Kontaminationen (z.B. Abrieb aus mechanischen Teilen des Reaktorwasserkreislaufes), die während des Reaktorbetriebs an der Oberfläche der Brennstäbe haften, durch Neutronen aktiviert werden und dann in das Brennelement-Beckenwasser gelangen. Im Gegensatz zu ausschwitzenden Kontaminationen können Crud-Teilchen Abmessungen bis in den Bereich 0,1 mm und flächenbezogene Aktivitäten bis mehrere 1000 Bq/cm<sup>2</sup> aufweisen. Wenn sie durch die Auswirkungen des Transportes von unzugänglichen Stellen an die Oberfläche des Behälters vordringen, kann erwartet werden, dass sie nicht stark an der Oberfläche haften, so dass sie vom Behälter in die Auffangwanne des Eisenbahnwaggons gelangen können, insbesondere bei nassen Wetterbedingungen. Dies kann sowohl während des ersten Transports nach der Beladung als auch während eines späteren Transports geschehen, so dass eine Grenzwertüberschreitung nicht zwangsläufig vom letzten Versender des Behälters stammt. Bei Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen, die auf diese Ursache zurückzuführen sind, ist mangelnde Sorgfalt eines der letzten Versender bei der Behälterbeladung und/oder -abfertigung anzunehmen. Ein Teil der beobachteten Grenzwertüberschreitungen im Verkehr mit Frankreich ist auf diese Ursache zurückzuführen, wobei die Quelle der Kontamination auch bei einem früheren Transport aus einem anderen Kernkraftwerk liegen kann.

Die HSK ist der Ansicht, dass diese beiden Phänomene die Hauptursachen für die beobachteten Kontaminationen sind. Zwar sind auch andere Kontaminationsquellen als die Brennelementbecken der Kernkraftwerke und (bei nasser Entladung) der Wiederaufarbeitungsanlagen denkbar. Die HSK hat insbesondere die Möglichkeit einer Querkontamination in der Schiene-Strasse-Umladestation Valognes in Betracht gezogen. Die Untersuchungen der DSIN in Valognes haben aber den Schluss erlaubt, dass Querkontaminationen dort als Ursache der beobachteten Grenzwertüberschreitungen sehr unwahrscheinlich sind [DSI98c].

Dass die Ursache der Grenzwertüberschreitungen bei Leckagen der Transportbehälter liegt, kann ausgeschlossen werden:

- Die Behälter wurden vor dem Transport evakuiert. Die Dichtheit der Behälter wurde immer vor und nach dem Transport kontrolliert: Das Vakuum blieb in allen Fällen erhalten, nie wurde eine Undichtheit festgestellt.

Zudem gilt:

- Bei einem allfälligen Leck wären wesentlich grössere Kontaminationen zu erwarten, als dies der Fall war.

- Die Behälter sind derart konstruiert, dass sie auch nach schweren Unfällen dicht bleiben.

Wie bereits dargelegt, kommt die HSK zum Schluss, dass die technischen Ursachen der Grenzwertüberschreitungen mit Kontaminationen zusammenhängen, welche beim Eintauchen der Transportbehälter in die Brennelementbecken der Kernkraftwerke und der Wiederaufarbeitungsanlagen entstanden sind. Deshalb müssen sich die technischen Gegenmassnahmen auf den Schutz der Behälteroberfläche während des Beladevorgangs sowie auf deren Dekontamination vor dem eigentlichen Transport ausrichten. Zudem müssen die Kontrollen zum Nachweis der Kontaminationsfreiheit verbessert werden. Die dazu vorgesehenen Massnahmen werden im Kapitel 5 angegeben.

### **3.3 Mängel bei der Transportabwicklung, bei der Information und bei der Qualitätssicherung**

Dass Kontaminationen z.T. um mehr als das Hundertfache des Grenzwertes während mehr als zehn Jahren auftreten konnten, ohne dass ernsthafte Versuche unternommen wurden, die Situation zu verbessern, ist auf Mängel bei der Abwicklung der Transporte zurückzuführen. Diese Mängel betreffen:

- die gegenseitige Information der Versender, Spediteure, Beförderer und Empfänger;
- die Qualitätssicherungssysteme dieser Organisationen;
- die Bestimmungen hinsichtlich der Informationspflicht der Bewilligungsinhaber gegenüber ihrer Aufsichtsbehörde;
- die Kontrolle durch zuständige Aufsichtsbehörden.

In den Anwendungsrichtlinien zu den Transportvorschriften [IAE90b] wird empfohlen, dass bei der Ankunft festgestellte Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen dem Versender gemeldet werden, damit Gegenmassnahmen getroffen werden können. Diese Empfehlung wurde bis Ende 1997 von Transnucléaire bzw. COGÉMA nicht beachtet. Auch BNFL hat der HSK gegenüber bestätigt, dass solche Meldungen bis April 1998 nicht vorgesehen waren und auch nicht erfolgten. Die schweizerischen KKW-Betreiber haben nur in Fällen sehr grosser Überschreitungen der Grenzwerte bei ankommenden leeren Behältern den Versender COGÉMA informiert.

Dass die Empfehlungen der IAEO von den Ausführenden nicht befolgt wurden, hat dazu beigetragen, dass das Problem erst nach mehr als 10 Jahren von den Behörden aufgegriffen wurde.

Formelle Qualitätssicherungssysteme beim Transport radioaktiver Stoffe sind erst anlässlich der Revision 1985 der IAEO-Empfehlungen [IAE90a] gefordert worden. Diese Forderung wurde 1990 in die entsprechenden schweizerischen Verordnungen übernommen. Qualitätssicherungssysteme wurden dann von den schweizerischen KKW-Betreibern aufgebaut; sie sind seit 1994/95 nach Anerkennung durch die HSK in Kraft. Es liegen noch wenige Erfahrungen mit diesen Systemen vor. Sie müssen aber im Licht der Erkenntnisse aus den festgestellten Grenzwertüberschreitungen ergänzt werden.

Die Bestimmungen über die Meldepflicht an die Behörden bei Überschreitungen der Kontaminationsgrenzwerte waren sowohl in Frankreich als auch in der Schweiz ungenügend. Weil die Betreiber der Ansicht waren, dass die von ihnen festgestellten Kontaminationen keine gesundheitlichen Folgen hatten bzw. haben konnten, haben sie diese ihren

Aufsichtsbehörden nicht bzw. nicht formell gemeldet. Da jene Behördenvertreter, die informell über einzelne Fälle informiert waren, diese als Richtwertüberschreitungen gemäss Strahlenschutzrecht und nicht als Grenzwertüberschreitungen gemäss Transportrecht interpretierten und auch die Meinung der Betreiber bezüglich der möglichen gesundheitlichen Folgen teilten, veranlassten sie keine weiteren Massnahmen. Die Situation in Frankreich ist z.B. in [DSI98b] dargestellt: Erst nach Übernahme der Aufsichtsverantwortung in Frankreich durch die DSIN anfangs 1997 wurden die Befunde der früheren Jahre analysiert und die Unzulänglichkeiten erkannt.

Die von der HSK zur Behebung der organisatorischen Mängel getroffenen bzw. geforderten Massnahmen werden in Kapitel 7 angegeben.

## **4 Radiologische Folgen**

### **4.1 Erste Abschätzungen**

Bereits zum Zeitpunkt der Bekanntgabe der Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen durch die DSIN wurde erkannt, dass trotz dieser Überschreitungen keine radiologischen Folgen zu erwarten waren, weil die gesetzlichen Grenzwerte für die Individualdosis von beruflich strahlenexponierten Personen und von Einzelpersonen der Bevölkerung mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit nicht verletzt worden waren. Insbesondere war in der Schweiz und in Deutschland, wo Kontaminationen an der (für das Bahnpersonal zugänglichen) Waggon-Aussenseite nie festgestellt wurden, eine solche Verletzung nicht zu erwarten. In der Folge wurden in Frankreich, Deutschland und der Schweiz Untersuchungen durchgeführt, um diesen vorläufigen Schluss zu erhärten.

### **4.2 Untersuchungen und Stellungnahmen in Frankreich und in Deutschland**

In Frankreich wurden Untersuchungen vom "Office de Protection contre les Radiations Ionisantes" (OPRI) und vom "Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire" (IPSN) durchgeführt. Neben Ganzkörpermessungen bei betroffenen Bahnarbeitern, die keinen Hinweis auf Inkorporationen lieferten, wurden die externen Dosen (durch Direktstrahlung) der meistbetroffenen Bahnarbeiter mittels Zeiterfassung für die dosisrelevantesten Einzelarbeiten auf der Basis des bekannten Strahlungsfeldes in der Nähe von beladenen Transportbehältern berechnet. Obwohl das OPRI zum Schluss kam, dass auch hinsichtlich der Direktstrahlung keine Überschreitung des in Frankreich geltenden Grenzwertes für die jährliche Individualdosis von nichtberuflich strahlenexponierten Personen (1 mSv/a) anzunehmen ist, empfiehlt es, Massnahmen zur weiteren Reduktion der Dosis aus der Direktstrahlung für an den Transporten beteiligtes Personal zu veranlassen (Optimierung).

In Deutschland wurden Untersuchungen im Auftrag des Eisenbahnbundesamtes von der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) durchgeführt. Die Ergebnisse sind in [GRS98a, Kap. 4.5] zu finden. Die Schlussfolgerungen der GRS decken sich mit jener der deutschen Strahlenschutzkommission (SSK), die in einer Stellungnahme [SSK98a] folgendes festhält:

1. Die Kontaminationen, die bei diesen Transporten festgestellt wurden, verursachen keine Erhöhung der Strahlenbelastung für die Bevölkerung und damit auch keine Gesundheitsgefährdung.
2. Diese Kontaminationen stellen ebenso keine Erhöhung der Strahlenbelastung für das Begleitpersonal der Transporte dar, eine Gesundheitsgefährdung ist damit ausgeschlossen."

### **4.3 Untersuchungen in der Schweiz**

In der Schweiz hat die HSK

- die ermittelten Befunde zusammengetragen, analysiert und bewertet;
- sich durch Messungen im Rangierbahnhof Muttenz überzeugt, dass dort an den festen Anlagen (insb. Gleisen) keine messbare Kontamination vorhanden ist;

- Ganzkörpermessungen bei 151 Mitarbeitern der SBB veranlasst, die in Zusammenhang mit Transporten von abgebrannten Brennelementen Arbeiten verrichtet hatten. Die Auswertung der Ergebnisse zeigte, dass bei allen untersuchten Personen die Aktivität an Co-60 und Cs-137 im Körper zur Zeit der Messungen unterhalb der Messschwelle von 100 Bq lag (vgl. mit der natürlichen Radioaktivität eines Durchschnittsmenschen von rund 9000 Bq, hauptsächlich K-40, C-14 und Rb-87). Es sind somit keine Hinweise vorhanden, die auf eine erhöhte Strahlenexposition dieser Personen infolge Inkorporation zeigen würden;
- eigene Abschätzungen vorgenommen und die Ergebnisse dieser Abschätzungen mit der deutschen und der französischen Literatur [GRS98a, SSK 98a] verglichen.

Darauf gestützt stellt die HSK fest, dass es in der Schweiz durch die aufgetretenen Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen keine messbare zusätzliche Strahlenexposition des Bahnpersonals oder der Bevölkerung gegeben hat, und dass es deshalb zu keinen gesundheitlichen Folgen gekommen ist.

Die HSK wird nach Wiederaufnahme der Transporte die durch diese Transporte verursachte externe Strahlenexposition des Bahnpersonals zunächst während eines Jahres durch eine Begleitung und Erfassung der Dosen, der Dosisleistungen und der Aufenthaltszeiten ermitteln. Sie erwartet, dass die insbesondere in Frankreich anlässlich der in Abschnitt 4.2 erwähnten Untersuchungen für das Bahnpersonal gezogene Schlussfolgerung, dass diese Strahlenexposition deutlich unterhalb des Grenzwertes von 1 mSv/a für nichtberuflich strahlenexponierte Personen liegt, auch in der Schweiz Gültigkeit hat. Auf diese Thematik wird in Kapitel 6 des vorliegenden Berichtes eingegangen.



## 5 Technische Massnahmen

In Abschnitt 3.2 wurde dargelegt, dass die Ursache der in der Vergangenheit beobachteten Grenzwertüberschreitungen mit Kontaminationen zusammenhängt, welche beim Eintauchen der Transportbehälter in die Brennelementbecken der Kernkraftwerke und der Wiederaufarbeitungsanlagen entstanden sind. Die technischen Massnahmen müssen sich deshalb auf den Schutz der Behälteroberfläche während des Belade/Entladevorgangs sowie auf die Dekontamination vor dem Transport konzentrieren.

### 5.1 Massnahmen bei Antransporten leerer Behälter

#### *Massnahmen beim Versand der leeren Behälter*

Die verwendeten Behälter werden nicht nur für Transporte aus der Schweiz, sondern auch für Inlandtransporte in Frankreich bzw. Grossbritannien sowie im Verkehr zwischen diesen Ländern und Drittländern eingesetzt. Es hat sich gezeigt, dass Kontaminationen, welche während mehrerer Transporte an der Behälteroberfläche fest haften, sich später unter geänderten Verhältnissen wieder lösen können. Eine festgestellte nichtfesthaftende Kontamination stammt deshalb nicht zwangsläufig aus dem letzten Belade- oder Entladevorgang, sondern kann von einem früheren Transport stammen. Es muss deshalb sichergestellt werden, dass die in der Schweiz ankommenden Behälter nachhaltig dekontaminiert worden sind. Diesbezüglich haben die schweizerischen Betreiber auf Anfrage der HSK und nach Rücksprache mit den Behälterhaltern (Transnucléaire oder BNFL) vorgeschlagen, dass die Behälter, die für eine Transportkampagne im Auftrag eines schweizerischen KKW eingesetzt werden, während dieser Kampagne nicht anderweitig eingesetzt werden, und dass sie vor einer solchen Kampagne vom jeweiligen Behälterhalter mit Hochdruckwasser gereinigt und dekontaminiert werden, einschliesslich der Kühlzone in der Mitte des Behälters.

Die HSK stellt fest, dass die vorgeschlagene Massnahme gegenüber dem früheren Vorgehen eine Verbesserung darstellt. Die Erfahrung in Frankreich, wo die Hochdruckreinigung der Behälter seit Mitte 1998 (Zeitpunkt der Wiederaufnahme der dortigen Inlandtransporte) regelmässig eingesetzt wird, zeigt, dass die Häufigkeit der Grenzwertüberschreitungen deutlich reduziert werden konnte [DSI99a]: Von 68 Transporten im zweiten Halbjahr 1998 wiesen 8  $\beta\gamma$ -Kontaminationen über den Grenzwert auf; von den insgesamt 9 Grenzwertüberschreitungen (ein Transport wies Überschreitungen sowohl am Behälter als auch am Wagen auf) lagen 6 im Bereich 4 bis 40 Bq/cm<sup>2</sup>, 1 im Bereich 40 bis 100 Bq/cm<sup>2</sup> und 2 im Bereich 500 bis 800 Bq/cm<sup>2</sup>. Im Jahre 1999 sind bis zum 12. März 32 weitere Transporte von abgebrannten Brennelementen durchgeführt worden, wobei in zwei Fällen Grenzwertüberschreitungen am Eisenbahnwagen festgestellt wurden [DSI99b]. Im ersten Fall wurde an einem Punkt eine  $\beta\gamma$ -Kontamination von 9,4 Bq/cm<sup>2</sup>, allerdings an einer zugänglichen Stelle des Waggons gemessen. Im zweiten Fall wurden an drei während des Transports unzugänglichen Stellen hohe Kontaminationen (bis zu 1036 Bq/cm<sup>2</sup>) festgestellt. Die DSIN hat von der EDF Erklärungen über den Hergang dieses letzten Vorkommnisses und entsprechende Verbesserungen verlangt.

Wie diese Zahlen zeigen, kann noch nicht von nachhaltig dekontaminierten Behältern gesprochen werden. Nach Ansicht der HSK ist es also notwendig, den leeren Behälter vor jedem Antransport mit Hochdruck zu reinigen. Im Zweifelsfall wird die HSK zudem fordern,

dass der leere Behälter z.B. in eine widerstandsfähige, undurchlässige Kunststoffolie eingepackt wird.

#### *Massnahmen am Grenzbahnhof bzw. beim Grenzübertritt auf der Strasse*

Die HSK hält eine Kontaminationskontrolle der Aussenfläche sowie der leicht zugänglichen Innenflächen des Eisenbahnwaggons mittels Dosisleistungsmessungen und Wischtests durch eine von den SBB beauftragten Strahlenschutzfachperson bei der Ankunft in der Schweiz für erforderlich. Bei Strassentransporten sind entsprechende Messungen durch den Empfänger in der Schweiz zu veranlassen. Falls Grenzwertüberschreitungen festgestellt werden, sind die betroffenen Stellen gemäss [IAE90b] zu dekontaminieren, allenfalls zusätzliche Abdeckungsmassnahmen zu treffen, und der Waggon bis zum betroffenen Kernkraftwerksareal unter verstärkter Aufsicht und Begleitung durch die HSK weiterzubefördern. Auf dem Kraftwerksareal müssen der Waggon und der Behälter mit Hochdruck gereinigt werden. Falls eine Hochdruckreinigung des Behälters auf dem Kraftwerksareal nicht sinnvoll durchführbar ist, muss er leer und geeignet verpackt in das Ursprungsland zwecks Reinigung zurücktransportiert werden.

Es muss an dieser Stelle betont werden, dass bisher im Verkehr Schweiz-Frankreich und Schweiz-Grossbritannien keine Kontaminations-Grenzwertüberschreitung an den Aussenflächen der Eisenbahnwaggons oder der Strassenfahrzeuge festgestellt wurde (siehe Kapitel 2). Als Folge der Massnahmen, die von der HSK gefordert werden und im vorliegenden Bericht dargestellt sind, wird eine solche Grenzwertüberschreitung noch unwahrscheinlicher als in der Vergangenheit sein. Das im vorangehenden Absatz beschriebene Szenarium wird deshalb voraussichtlich nicht zur Anwendung kommen.

#### *Massnahmen bei der Ankunft auf dem KKW-Areal*

Bei allen Ankünften von leeren Behältern auf den schweizerischen KKW-Arealen werden, unabhängig von den Kontrollen an der Grenze, Kontrollen am Eisenbahnwagon (Aussen- und Innenflächen) und am Behälter durchgeführt. Die schweizerischen KKW-Betreiber haben diesbezüglich die neuen, in Frankreich seit Sommer 1998 angewendeten, diesbezüglichen Messvorschriften bei der HSK zur Prüfung eingereicht. Nach Ansicht der HSK sind die eingereichten Vorschriften zweckmässig.

Grundsätzlich gilt, dass bei Feststellung von Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen am Behälter oder am Eisenbahnwagon eine nachhaltige Sauberkeit des angekommenen Behälters nicht angenommen werden kann. Der Befund muss der HSK gemeldet werden (Abschnitt 7.1). In der Regel ist der Behälter in diesem Fall vor der Beladung mit Brennelementen einer erneuten Hochdruckreinigung zuzuführen. Die HSK ist der Ansicht, dass das einfachere Verfahren nach [IAE90b] eine ausreichende Massnahme darstellt, falls keine höheren Kontaminationen als  $40 \text{ Bq/cm}^2$  ( $\beta\gamma$ ) bzw.  $4 \text{ Bq/cm}^2$  ( $\alpha$ ) festgestellt werden. Dies wird insbesondere auch damit begründet, dass bei der Bestimmung der nichtfesthaftenden Kontamination mittels Wischtests konservativerweise die Anzeige des Messinstruments mit einem Faktor 10 (Entnahmefaktor) multipliziert wird. Damit wird die Möglichkeit berücksichtigt, dass durch den Wischvorgang nicht immer die ganze nichtfesthaftende Aktivität gesammelt wird.

## 5.2 Massnahmen bei der Beladung der Behälter

Wie dies in Kapitel 3 dargelegt wird, steht die Ursache der beobachteten Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen mit dem Beladungsvorgang in engem Zusammenhang. Zur Beladung wird der Transportbehälter in das Brennelementbecken des KKW eingetaucht. Vor dem Eintauchen wird der Wärmeabfuhrbereich (Stacheln oder Rippen) des Behälters mit einem metallischen Schutzhemd abgedeckt, um den Kontakt zum kontaminierten Beckenwasser zu verhindern. Die schweizerischen Kernkraftwerksbetreiber haben auf Anfrage der HSK folgende Zusatzmassnahmen in Aussicht gestellt:

1. Nuklidanalysen ( $\gamma$ -Spektrometrie und  $\alpha$ -total-Messung) des Beckenwassers werden vor und nach der Beladung durchgeführt. Auffallende Unterschiede können einen Hinweis auf importierte Kontaminationen am Behälter liefern.
2. Prüfung der Innenseite des eingesetzten Schutzhemdes auf Kontamination vor und nach der Beladung. Ein positiver Befund würde einen Hinweis auf Kontamination im Stachelbereich des Behälters liefern. Dabei schlagen die Betreiber vor, nur die besser zugänglichen oberen und unteren Enden des Schutzhemdes zu prüfen.

Nach Ansicht der HSK sind beide Vorschläge zweckmässig, wobei aber bei der Prüfung des Schutzhemdes die ganze Innenfläche (nicht nur die Enden) zu prüfen ist. Zusätzlich zu diesen indirekten Nachweismethoden fordert die HSK folgende direkte Massnahmen, um Kontaminationen zu verhindern:

3. Die bisher in der Schweiz verwendeten, metallischen Schutzhemden decken nur den Wärmeabfuhrbereich (Stachelbereich bzw. Kühlrippenbereich) in der Mitte des Behälters ab. Ergänzende Abdeckungen, z.B. aus Kunststoff, wie dies in Deutschland vorgeschlagen wird [GRS98a], sind zu verwenden, damit eine beinahe vollständige Abdeckung der Behälteroberfläche erreicht wird.
4. Während des Eintauchens des Behälters in das Becken wird der Raum zwischen dem metallischen Hemd und dem Behälterkörper (insb. der Kühlzone) mit reinem, inaktivem Wasser unter leichtem Überdruck gespült. Damit soll sichergestellt werden, dass sich allfällige Leckagen in Richtung Beckenwasser und nicht in Richtung dieses Zwischenraumes auswirken. Es kann vorkommen, dass die Reinwasserzufuhr (z.B. durch Verstopfung des Zufuhrschlauches) unterbrochen wird, was zu einem Verlust des Überdrucks und einem potentiellen Eindringen von kontaminiertem Beckenwasser in den Zwischenraum führen kann. Der Wasserdurchfluss und die Druckdifferenz sind deshalb kontinuierlich zu erfassen und aufzuzeichnen; die Aufzeichnungen sind aufzubewahren.

Positive Befunde nach Vornahme einer oder mehrerer der Massnahmen 1, 2 oder 4 hiavor weisen auf die Möglichkeit hin, dass Radioaktivität am Behälter zu nichtfesthaftender Kontamination umgewandelt werden kann. In solchen Fällen bedarf der Abtransport einer Freigabe der HSK. Dabei wird wie folgt vorgegangen: In der Regel soll es nicht zu einer Entladung des bereits beladenen Behälters und zu dessen Rücktransport im leeren Zustand kommen, sondern die Befunde müssen der HSK gemeldet werden. Diese entscheidet nach Überprüfung der Einzelheiten und nach Ergreifen von allfälligen erforderlichen Reinigungsmassnahmen über die Freigabe des Transports und informiert die betroffenen ausländischen Behörden.

### **5.3 Massnahmen bei der Abfertigung des Behälters vor dem Abtransport**

Nach abgeschlossener Beladung wird der Behälter aus dem Brennelementbecken gehoben, getrocknet, gereinigt und auf Kontamination geprüft. Als Verbesserung wollen die schweizerischen Kernkraftwerksbetreiber zusätzlich zu den bisher angewendeten Reinigungsmethoden und -verfahren eine Dampfreinigung mit Hilfe herkömmlicher Geräte durchführen [UAK99a]. Die HSK anerkennt diese Verbesserung; die vorgeschlagene Dampfreinigung der beladenen Behälter soll konsequent ausgeführt werden.

Nach der Bekanntgabe der Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen im April 1998 haben COGÉMA und Transnucléaire in Zusammenarbeit mit Électricité de France (EDF) die Messprozeduren zur Kontrolle der Kontaminationsfreiheit der Behälter und der Eisenbahnwaggons revidiert: Das neue Messprogramm umfasst ca. dreimal mehr Messpunkte als das bisherige. Die schweizerischen KKW-Betreiber beabsichtigen, das neue französische Programm für die Transporte von abgebrannten Brennelementen nach Frankreich zu übernehmen. Zusätzlich zu diesem von den Betreibern durchgeführten Messprogramm werden jeweils weitere Kontaminationsmessungen im Auftrag der SNCF von einer unabhängigen Stelle vorgenommen. Die Bestätigung der Kontaminationsfreiheit durch diese unabhängige Stelle ist eine von der SNCF gestellte Bedingung für die Ausführung der Beförderung.

Nach Ansicht der HSK ist das neue Messprogramm zweckmässig. Die Ausführung der Messung verursacht jedoch eine signifikante zusätzliche externe Strahlenexposition des Kraftwerkspersonals trotz der Abschirmwirkung des Behälters. Die HSK schliesst deshalb nicht aus, dass nach Vorliegen von ausreichender Erfahrung aus den ersten Jahren nach Wiederaufnahme der Transporte abgebrannter Brennelemente eine gewisse Reduktion des Messaufwandes im Sinne des Optimierungsgebotes (sowenig Strahlendosis als vernünftig erreichbar) vertretbar sein könnte. Die Betreiber sollen deshalb die Personaldosen aus dem Kontaminationsmessprogramm jobdosimetrisch erfassen.

Hinsichtlich des Verkehrs Schweiz-Grossbritannien wird die HSK die noch einzureichenden Vorschläge der schweizerischen KKW-Betreiber zum Messprogramm vor der Wiederaufnahme der entsprechenden Transporte prüfen. Ferner ist die Schweiz in der von den zuständigen Behörden von Deutschland, Frankreich, der Schweiz und Grossbritannien gegründete Expertengruppe vertreten, welche eine einheitliche Prüfung der von den Betreibern vorgeschlagenen Messprozeduren vornehmen wird.

## 6 Radiologische Massnahmen

Wie dies bereits in Kapitel 4 dargelegt wurde, hatten die festgestellten Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen keine gesundheitlichen Auswirkungen auf Bahnpersonal oder Bevölkerung in der Schweiz. Im Gegensatz zu den Fahrern von Strassenfahrzeugen, die für den Transport von radioaktiven Stoffen eingesetzt werden, werden die Bahnmitarbeiter, die an Transporten auf der Schiene beteiligt sind, nicht als beruflich strahlenexponiert eingestuft. Dies lässt sich damit begründen, dass das Bahnpersonal nur gelegentlich solche Transporte ausführt, sich nur kurze Zeit in der Nähe des beladenen Behälters aufhält und dass die Abstände zwischen dem Lokführer und dem Frachtgut auf der Schiene deutlich grösser sind als in Strassenfahrzeugen.

Ähnlich wie in Frankreich soll anlässlich der Wiederaufnahme der Transporte abgebrannter Brennelemente eine auf einem Messprogramm abgestützte, quantitative Abschätzung der Strahlenexposition des Bahnpersonals vorgenommen werden. Zu diesem Zweck werden die Transporte auf der schweizerischen Strecke von einer Strahlenschutzfachperson begleitet. Die Modalitäten der Erfassung der Strahlenexposition des Bahnpersonals wurden mit den SBB vereinbart. Messtechnisch erfasst werden Ortsdosisleistungen und Aufenthaltsdauer des Personals bei den Arbeiten im Zusammenhang mit der Beförderung von abgebrannten Brennelementen. Die individuelle Dosis wird zudem für die einzelnen Arbeiten mit Dosimetern erfasst, wobei die Dosimeter an die Beteiligten jeweils vor Beginn der Tätigkeit verteilt und nach deren Beendigung wieder eingesammelt und ausgewertet werden. Daraus können bei Zugrundelegen der Anzahl von Transporten pro Jahr repräsentative Werte für die jährliche Strahlenexposition des Bahnpersonals ermittelt werden. Bei dem involvierten Bahnpersonal wird zudem zweimal pro Jahr eine Ganzkörpermessung durchgeführt.

Das erwähnte Messprogramm und dessen Auswertung werden voraussichtlich vom PSI im Auftrag der SBB und unter Begleitung der HSK durchgeführt. Darüber hinaus wird die HSK die ersten 1999 durchzuführenden Transporte bis zur Schweizer Grenze begleiten. Nach Vorliegen ausreichender Erfahrung und unter der Voraussetzung, dass deutliche Verbesserungen hinsichtlich der Kontamination erzielt werden, kann eine Lockerung dieser Massnahmen in Erwägung gezogen werden.

## 7 Organisatorische Massnahmen

### 7.1 Meldepflicht bei Grenzwertüberschreitungen

In Abschnitt 3.3 wurde dargelegt, dass Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen während mehr als 10 Jahren regelmässig beobachtet wurden, ohne dass ernsthafte Versuche unternommen wurden, die Situation zu verbessern. Dies war nur deshalb möglich, weil weder in Frankreich noch in der Schweiz eine Meldepflicht an die Behörde bestand. In Frankreich hat die Électricité de France (EDF) 1998 ein Meldesystem eingeführt [BEH98a], in der Schweiz hat die HSK ihre Richtlinie HSK-R-15 revidiert und diese Revision per 1.1.1999 in Kraft gesetzt. Gemäss der revidierten Richtlinie müssen alle festgestellten Verletzungen von Grenzwerten für Dosisleistung oder Kontamination gemäss Transportvorschriften beim Transport radioaktiver Stoffe von oder zu einem schweizerischen Kernkraftwerk als Vorkommnis B der HSK gemeldet werden. Die schweizerischen KKW werden bei Transporten von abgebrannten Brennelementen einen Pikettdienst aufstellen, um der Meldepflicht innerhalb der durch die Richtlinie festgelegten Frist (schriftliche Meldung innerhalb von 6 Stunden ab Kenntnis der Überschreitung) nachzukommen.

Gemäss der Richtlinie HSK-R-15 ist ein Vorkommnis B ein Befund oder Ereignis von geringer sicherheitstechnischer Bedeutung, das jedoch vom Betreiber und von der HSK erfasst und ausgewertet wird, damit eine frühzeitige Erkennung von Schwachstellen ermöglicht wird. Die Einstufung als Vorkommnis B ergibt sich dadurch, dass gesetzliche Grenzwerte überschritten werden, ohne dass (in der Regel) eine Gefährdung des Bahnpersonals oder der Umgebung vorhanden ist. Wenn die Umstände auf eine Gefährdung von Personal oder Umgebung deuten, ist nach den Grundsätzen der Richtlinie eine höhere Einstufung (Vorkommnis A oder S) vorzunehmen.

Die HSK hat bereits per 1.6.1998 eine Meldepflicht bei Überschreitungen von transportrechtlichen Grenzwerten für Transporte von und zu dem Paul-Scherrer-Institut und den Kernanlagen des Bundes und der Kantone in der Richtlinie HSK-R-25 eingeführt.

Die HSK wird bei Meldungen von Überschreitungen der transportrechtlichen Grenzwerte u.a. die Bewilligungsbehörde informieren und eine Pressemitteilung herausgeben. In ihrem Jahresbericht gibt die HSK zudem eine Liste der im Berichtsjahr aufgetretenen Vorkommnisse.

### 7.2 Verbesserungen der Qualitätssicherungssysteme der Kernanlagen

Damit die Meldepflicht nach den revidierten Richtlinien HSK-R-15 und HSK-R-25 auch in den Fällen erfüllt werden kann, wo Grenzwertüberschreitungen bei Transporten von oder zu den schweizerischen Kernanlagen ausserhalb der Schweiz festgestellt werden, müssen sich die ausländischen Versender, Spediteure, Beförderer und Empfänger verpflichten, solche Feststellungen unverzüglich dem schweizerischen Vertragspartner mitzuteilen. Dies wiederum bedingt, dass die schweizerischen Kernanlagenbetreiber ihre Qualitätssicherungssysteme (QS-Systeme) in den folgenden Gebieten ergänzen:

- a. Beschaffung von Dienstleistungen: Es muss sichergestellt werden, dass die Anbieter von Dienstleistungen sich verpflichten, Nonkonformitäten (z.B. Nichteinhaltung von Grenzwerten) unverzüglich nach der Feststellung dem Vertragspartner in der Schweiz mitzuteilen; ferner, dass Kopien sämtlicher relevanter Messprotokolle dem Versender

bzw. Empfänger in der Schweiz zur Verfügung gestellt werden und auch, dass diese Messprotokolle nach einheitlichen Regeln ausgestellt werden.

- b. Behandlung von Nonkonformitäten durch den schweizerischen Kernanlagenbetreiber: Diese muss so geregelt werden, dass festgestellte Nonkonformitäten an den Versender und an den Spediteur, bei Bedarf auch dem Beförderer schriftlich mitgeteilt werden. Ferner müssen Abläufe festgelegt werden, welche die Erfüllung der Meldepflicht an die HSK gewährleisten. Beschlossene Verbesserungsmaßnahmen müssen schriftlich festgehalten werden.
- c. Messwesen: Dieses muss so geregelt werden, dass einheitliche Messprozeduren zur Anwendung kommen, dass die Messgeräte klar definierte Anforderungen erfüllen und dass sämtliche Messresultate dokumentiert werden.

Die HSK wird die ergänzten QS-Anweisungen vor der Wiederaufnahme der Transporte abgebrannter Brennelemente in jedem KKW prüfen.

### **7.3 Bewilligung und Auflagen**

In Zukunft sollen für jeden nach Atomgesetzgebung bewilligungspflichtigen Transport radioaktiver Stoffe von bzw. zu den schweizerischen Kernanlagen der Versender bzw. Empfänger, der Spediteur und der oder die Beförderer gemeinsam die Bewilligung beantragen. Das Bundesamt für Energie wird, gestützt auf die Empfehlungen der HSK, in der Bewilligung für jeden der Gesuchsteller die von ihm auszuführenden Tätigkeiten im Zusammenhang mit dem betreffenden Transport mit entsprechenden Auflagen regeln. Einige dieser Auflagen bezwecken die vorangehend erläuterten Benachrichtigungen bei Grenzwertüberschreitungen und anderen Nonkonformitäten. Eine weitere Auflage wird die schweizerischen Kernanlagenbetreiber verpflichten, der HSK nach jedem abgeschlossenen Hin- und Rücktransport die Einhaltung der Grenzwerte unter Beilage von Kopien der relevanten Dokumentation zu bestätigen. Damit wird auch bei der HSK eine lückenlose Dokumentation der durchgeführten Transporte sichergestellt. Anhand dieser Information wird die HSK die Daten zu Handen der von der internationalen Behördengruppe [BEH98a] beschlossenen Transportdatenbank zusammenstellen.

## 8 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die aufgetretenen Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen beim Transport abgebrannter Brennelemente zur Wiederaufarbeitung wurden untersucht (Kapitel 2). Die Hauptursachen sind jetzt erkannt (Kapitel 3). Die aufgetretenen Grenzwertüberschreitungen hatten in der Schweiz keine gesundheitlichen Folgen für das Bahnpersonal oder die Bevölkerung (Kapitel 4). Korrektive Massnahmen im technischen und im organisatorischen Bereich wurden getroffen (Kapitel 5, 6, 7).

Die in der Schweiz vorgesehenen Massnahmen gehen weiter als jene, welche in Frankreich seit Juli 1998 implementiert werden. In Frankreich konnte die Häufigkeit von Grenzwertüberschreitungen bis zum 12. März 1999 auf 10 Fälle bei 100 Transporten (10%) reduziert werden. Die HSK erwartet bei Umsetzung der von ihr geforderten bzw. veranlassten Massnahmen, dass die Häufigkeit von Grenzwertüberschreitungen auf weniger als 5% der Transporte und das Ausmass der Kontaminationen deutlich reduziert werden. Auftretende Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen werden schnell erfasst und gemeldet sowie Gegenmassnahmen umgehend getroffen. Auch in Zukunft sind gesundheitliche Folgen weder für das Bahnpersonal noch für die Bevölkerung zu erwarten.

Ein Jahr nach der Wiederaufnahme der Transporte wird die HSK die erzielten Verbesserungen analysieren und bewerten, die Folgerungen ziehen und zu Händen des Bundesamtes für Energie berichten.

Unter den Voraussetzungen, die in diesem Bericht beschrieben sind, hält die HSK die Wiederaufnahme der Transporte abgebrannter Brennelemente zur Wiederaufarbeitung für vertretbar.

Würenlingen, den 29. März 1999

HAUPTABTEILUNG FÜR DIE  
SICHERHEIT DER KERNANLAGEN  
der Direktor

Dr. S. Prêtre



## Referenzen

- BEH98a Surface Contamination of Nuclear Spent Fuel Transports, Common Report of the Competent Authorities of France, Germany, Switzerland and the United Kingdom, 24.10.1998
- DSI98a Pressemitteilung der DSIN, 30.04.98
- DSI98b Rapport à l'attention de Monsieur le Premier Ministre, Dokument Nr. DSIN/GRE/DIR 98-40, 13.05.1998
- DSI98c Brief der DSIN an die HSK, Zeichen jjyc251 DSIN/FAR/DS1/n° 13351/98, 15.10.1998
- DSI99a Brief der DSIN an die HSK, Zeichen jjycd270 DSIN/FAR/SD1/n° 10116/99, 3.02.1999
- DSI99b Brief der DSIN an die HSK, Zeichen jjycd277 DSIN/FAR/SD1/ n° 10316/99, 16. 03.99
- EDF98a La reprise du transport des combustibles usés, Pressedossier der EDF, Juli 1998
- GRS98a Gutachterliche Stellungnahme zu aufgetretenen Kontaminationen bei der Beförderung von Behältern mit abgebrannten Brennelementen aus deutschen Kernkraftwerken, Bericht der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, 11.9.98
- HSK98a Pressemitteilung der HSK, 1.5.1998
- IAE90a Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 1985 Edition (As Amended 1990), International Atomic Energy Agency Safety Series No. 6, Wien, 1990
- IAE90b Advisory Material for the Application of the IAEA Transport Regulations (1985 Edition), Third Edition (As Amended 1990), Safety Series No. 37, Wien, 1990
- SSK98a Bewertung der Kontamination beim Transport abgebrannter Brennelemente - Stellungnahme der Strahlenschutzkommission, verabschiedet in der 154. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 03.06.98, in Informationen der Strahlenschutzkommission (SSK) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Nummer 5 (1998), Seiten 22-28
- UAK98a Ursachen von Kontaminationen bei Brennelement-Transporten und mögliche Abhilfemassnahmen, Bericht der schweizerischen Kernkraftwerke, 17.08.1998
- UAK98b Massnahmen zur Reduktion der Kontamination beim Transport bestrahlter Brennelemente, Bericht der "Arbeitsgruppe HSK", 18.08.98
- UAK99a Beantwortung der Fragen der HSK durch den UAK, 18.01.99 sowie 10.02.99, Beilagen zu den Briefen des UAK an die HSK, Zeichen ar/rgh vom 20.01.1999 und vom 16.02.1999
- VER52a Lufttransportreglement vom 3. Oktober 1952 (LTrR), SR 748.411
- VER73a Verordnung vom 10. Januar 1973 über die Beförderung gefährlicher Güter zur See, SR 747.354.3
- VER85a Verordnung vom 17. April 1985 über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (SDR), SR 741.621
- VER94a Verordnung des EVED vom 10. Juni 1994 über die Inkraftsetzung der Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf dem Rhein (ADNR), SR 747.224.141.1
- VER94b Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994 (StSV), Sr 814.501
- VER96a Verordnung vom 3. Dezember 1996 über die Beförderung gefährlicher Güter mit der Eisenbahn (RSD), SR 742.401.6

## Verwendete Abkürzungen

|        |   |
|--------|---|
| BFE    | Bundesamt für Energie   |
| BNFL   | British Nuclear Fuels plc (früher: Limited), Grossbritannien      |
| COGÉMA | Compagnie Générale des Matières Nucléaires, Frankreich            |
| DSIN   | Direction de la Sûreté des Installations Nucléaires, Frankreich   |
| EDF    | Électricité de France, Frankreich                                 |
| GRS    | Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH, Deutschland  |
| HSK    | Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen                 |
| IAEO   | Internationale Atomenergieorganisation, Vereinte Nationen         |
| IPSN   | Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire, Frankreich         |
| KKB    | Kernkraftwerk Beznau  |
| KKG    | Kernkraftwerk Gösgen  |
| KKL    | Kernkraftwerk Leibstadt   |
| KKM    | Kernkraftwerk Mühleberg   |
| KKW    | Kernkraftwerk/e   |
| OPRI   | Office de Protection contre les Radiations Ionisantes, Frankreich |
| PSI    | Paul-Scherrer-Institut  |
| QS     | Qualitätssicherung  |
| SBB    | Schweizerische Bundesbahnen                                       |
| SNCF   | Société Nationale des Chemins de Fer Français, Frankreich         |
| SSK    | Strahlenschutzkommission, Deutschland                             |
| UAK    | Unterausschuss Kernenergie der Überlandwerke                      |

## ANHANG A: BEGRIFFSERLÄUTERUNGEN

### **$\alpha$ -Strahlung:**

Aus Heliumkernen (2 Protonen + 2 Neutronen) bestehende ionisierende Strahlungsform mit kleiner Reichweite und grossem Gesundheitsschädigungspotential bei Inkorporation.

### **$\beta$ -Strahlung:**

Aus Elektronen bestehende ionisierende Strahlungsform mit mittlerer Reichweite und mittlerem Gesundheitsschädigungspotential.

### **$\gamma$ -Strahlung:**

Aus energiereichen Photonen (Lichtteilchen) bestehende ionisierende Strahlungsform mit grosser Reichweite und mittlerem Gesundheitsschädigungspotential.

### **Dosis:**

Mass für die Beurteilung des Gesundheitsrisikos durch ionisierende Strahlung. Die Einheit für die Dosis (effektive Dosis) ist das Sievert (Sv). In der Praxis wird das Millisievert (mSv) verwendet. Die jährliche natürliche Dosis beträgt durchschnittlich ca. 3 mSv.

### **Dosisleistung:**

Mass für die Dosis pro Zeiteinheit. Die Einheit für die Dosisleistung ist das Sievert/Sekunde (Sv/s). In der Praxis wird die Dosisleistung in Millisievert pro Stunde (mSv/h) angegeben.

### **Externe Dosis:**

Durch die Strahlung von Quellen ausserhalb des Körpers verursachte Dosis.

### **Freigestelltes Versandstück:**

In der Gesetzgebung für den Transport radioaktiver Stoffe ein Versandstück, das wegen seines niedrigen Aktivitätsinhalts an seiner Aussenseite nicht als radioaktiver Stoff gekennzeichnet werden muss.

### **Ganzkörpermessung:**

Messung der Radioaktivität relevanter  $\gamma$ -strahlender Radionuklide (z.B. Co-60, Cs-137), die durch Inkorporation in den Körper aufgenommen wurden.

### **Inkorporation:**

Aufnahme radioaktiver Stoffe in den menschlichen Organismus durch Ingestion, Inhalation oder durch Aufnahme durch die Haut oder Wunden.

### **Interne Dosis:**

Durch die Strahlung von inkorporierten Radionukliden verursachte Dosis.

### **Ionisierende Strahlung:**

Strahlung mit einer derartigen Energie, dass durch die Wechselwirkung dieser Strahlung mit einem Stoff Elektronen aus der Elektronenhülle herausgelöst werden können.

### **Radioaktive Kontamination:**

Zustand einer Verunreinigung eines Materials durch radioaktive Stoffe. Oft bezieht sich die Kontamination auf eine Oberfläche.

### **Radioaktive Stoffe:**

Stoffe, deren Atomkerne unter Abgabe von ionisierender Strahlung zerfallen. In der Gesetzgebung für den Transport gefährlicher Güter gelten Stoffe ab einer spezifischen Aktivität von 70 Bq/g als radioaktiv.

### **Radioaktivität:**

Spontaner Zerfall von Nukliden (Atomkernen) unter Emission ionisierender Strahlung. Die Einheit für die Radioaktivität eines Stoffes ist die Anzahl Zerfälle pro Zeiteinheit: 1 Becquerel (Bq) = 1 Zerfall pro Sekunde. Die durchschnittliche natürliche Radioaktivität eines Menschen beträgt rund 9000 Bq, seine massenbezogene oder spezifische Radioaktivität also etwas mehr als 0,1 Bq/g bzw. 100 Bq/kg.

**Radionuklid:** Atomkern, der spontan unter Strahlungsemission zerfällt.

**ANHANG B:****KONTAMINATIONS-GRENZWERTÜBERSCHREITUNGEN BEIM TRANSPORT ABGEBRANNTER BRENNLEMENTE VON DER SCHWEIZ ZUR WIEDERAUFARBEITUNG**

Die folgende Tabelle erfasst alle Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen im Zusammenhang mit dem Transport von abgebrannten Brennelementen aus den schweizerischen KKW zwischen September 1995 und April 1998 (einschliesslich der Antransporte leerer Behälter).

| Monat/<br>Jahr | KKW | WA     | An-/Ab-<br>Transport | Ort der Fest-<br>stellung | W/B | Anzahl <sup>†</sup> | Höchste<br>Kontamination |
|----------------|-----|--------|----------------------|---------------------------|-----|---------------------|--------------------------|
| 10/95          | KKM | BNFL   | An                   | Mühleberg                 | B   | 3                   | 40 Bq/cm <sup>2</sup>    |
| 10/95          | KKM | BNFL   | An                   | Mühleberg                 | B   | 1                   | 20 Bq/cm <sup>2</sup>    |
| 11/96          | KKG | BNFL   | An                   | Gösigen                   | B   | 1                   | 20 Bq/cm <sup>2</sup>    |
| 03/97          | KKL | COGÉMA | Ab                   | Valognes                  | B   | 3                   | 60 Bq/cm <sup>2</sup>    |
| 04/97          | KKB | COGÉMA | Ab                   | Valognes                  | W   | 2                   | 144 Bq/cm <sup>2</sup>   |
| 04/97          | KKM | BNFL   | An                   | Barrow                    | B   | *                   | 20 Bq/cm <sup>2</sup>    |
|                |     |        | An                   | Mühleberg                 | B   | 6                   | 12 Bq/cm <sup>2</sup>    |
| 05/97          | KKB | COGÉMA | Ab                   | Valognes                  | W   | 3                   | 366 Bq/cm <sup>2</sup>   |
| 06/97          | KKM | BNFL   | An                   | Barrow                    | B   | *                   | 20 Bq/cm <sup>2</sup>    |
| 06/97          | KKM | BNFL   | An                   | Mühleberg                 | B   | 5                   | 15 Bq/cm <sup>2</sup>    |
| 06/97          | KKB | COGÉMA | An                   | Beznau                    | B   | 1                   | 600 Bq/cm <sup>2</sup>   |
|                |     |        | Ab                   | Valognes                  | B   | 1                   | 22 Bq/cm <sup>2</sup>    |
| 07/97          | KKM | BNFL   | An                   | Mühleberg                 | B   | 1                   | 8 Bq/cm <sup>2</sup>     |
| 07/97          | KKB | COGÉMA | Ab                   | Valognes                  | W   | 1                   | 288 Bq/cm <sup>2</sup>   |
| 11/97          | KKM | BNFL   | Ab                   | Dunkerque                 | B   | *                   | 5 Bq/cm <sup>2</sup>     |
| 11/97          | KKG | COGÉMA | Ab                   | Valognes                  | B   | 4                   | 22 Bq/cm <sup>2</sup>    |
| 12/97          | KKG | COGÉMA | Ab                   | Valognes                  | B   | 4                   | 8 Bq/cm <sup>2</sup>     |
| 01/98          | KKG | COGÉMA | Ab                   | Valognes                  | W   | 2                   | 1444 Bq/cm <sup>2</sup>  |

**Erläuterungen zur Tabelle:**

WA: Wiederaufarbeitungsanlage.

An-/Abtransport: Während des Antransportes ist der Behälter leer, beim Abtransport ist er mit abgebrannten Brennelementen beladen.

W/B: Kontaminationen wurden am Waggon (W) oder am Behälter (B) oder an beiden (WB) gefunden.

Bei einem Antransport (April 97 nach Mühleberg) wurden Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen sowohl in Barrow als auch in Mühleberg festgestellt.

In einem Fall (Juni 97 zu und von Beznau) wurden Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen bei der Ankunft sowohl des leeren als auch des beladenen Behälters festgestellt.

\*: Zahlen von BNFL liegen nicht vor.

†: Anzahl Stellen am Behälter bzw. am Waggon mit Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen.