

Bundesamt für Energie (Schweiz)  
Office fédéral de l'énergie (Suisse)  
Ufficio federale dell'energia (Svizzera)  
Federal Office of Energy (Switzerland)



**Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen**  
**Division principale de la Sécurité des Installations Nucléaires**  
**Divisione principale della Sicurezza degli Impianti Nucleari**  
**Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate**

---

HSK-AN-3854

# **Zwischenbilanz über die Transporte abgebrannter Brennelemente**

Oktober 2000



## Zusammenfassung

### "Zwischenbilanz über die Transporte abgebrannter Brennelemente"

Die Transporte abgebrannter Brennelemente von den schweizerischen Kernkraftwerken zu den Wiederaufarbeitungsanlagen in Frankreich und England wurden im Mai 1998 wegen aufgetretenen Kontaminationen gestoppt. Nach Untersuchung der Ursachen dieser Kontaminationen hat die HSK in ihrer Stellungnahme vom März 1999 Massnahmen in technischer und organisatorischer Hinsicht sowie ergänzende radiologische Massnahmen gefordert. Ab August 1999 sind Transporte abgebrannter Brennelemente unter den neuen Bedingungen wieder bewilligt und durchgeführt worden.

In der Zwischenbilanz der HSK von Oktober 2000 werden, ein Jahr nach Wiederaufnahme der Transporte, die gemachten Erfahrungen analysiert und bewertet. Für jede geforderte Massnahme wird anhand einer Abwägung von Nutzen und Aufwand über die Weiterführung oder Lockerung entschieden.

Zwischen August 1999 und Juli 2000 sind ab den schweizerischen Kernkraftwerken 12 Transporte abgebrannter Brennelemente (7 ab Gösgen, 4 ab Beznau, 1 ab Leibstadt) ohne nennenswerte Beanstandungen, insbesondere ohne Überschreitung der Kontaminationsgrenzwerte zur Wiederaufarbeitungsanlage der COGEMA in Frankreich durchgeführt worden. Dieses zufriedenstellende Ergebnis zeigt, dass die geforderten Massnahmen greifen. Die HSK erwartete bei Umsetzung dieser Massnahmen, dass die Häufigkeit von Grenzwertüberschreitungen auf weniger als 5 % der Transporte und das Ausmass der Kontaminationen deutlich reduziert werden. Die bisherigen Resultate entsprechen dieser Erwartung; die noch kleine statistische Basis erlaubt aber noch keine abschliessende Bewertung. Es kann jedoch darauf hingewiesen werden, dass sich die Situation auch in Frankreich, wo ähnliche Massnahmen ergriffen wurden, ganz wesentlich verbessert hat. Die Häufigkeit von Grenzwertüberschreitungen, die dort vor April 1998 bei über 30 % lag, ist im ersten Halbjahr 2000 auf 2 % gesunken.

Es ist das Zusammenspiel der verschiedenen Massnahmen, das zur Vermeidung von Kontaminationen führt. Die Analyse zeigt, dass nur wenige Massnahmen einen unwesentlichen Beitrag zum Erreichen des Zieles gebracht haben. Es werden deshalb lediglich zwei Massnahmen aufgehoben (Einpäckung des leeren Behälters falls aufgrund der Situation in Frankreich mit Kontaminationen zu rechnen ist und Begleitung der Abtransporte abgebrannter Brennelemente durch die HSK, zusätzlich zur Begleitung eines Strahlenschutzfachmannes des Paul Scherrer Institutes) und eine gelockert (Umfang der an die HSK abzuliefernde Transportdokumentation).

Anhand von schweizerischen Messungen wurde bestätigt, dass das Bahnpersonal bei den Transporten keiner nennenswerten Strahlenexposition ausgesetzt ist. Strahlenschutztechnisch könnte deshalb in Zukunft auf die ergänzenden radiologischen Massnahmen verzichtet werden. Diese Massnahmen haben aber auch einen vertrauensbildenden Zweck. HSK und SBB sind übereingekommen, dass die Kontaminationskontrolle ankommender Transporte an der schweizerischen Grenze sowie die Begleitung abgehender Transporte durch eine Strahlenschutzfachperson, inklusive Dosiserfassung, zur Vertrauensbildung weiterhin erfolgen müssen. Ganzkörpermessungen werden nicht mehr gefordert; den an den Transporten beteiligten Bahnarbeitern wird aber die Möglichkeit für Ganzkörpermessungen offen gehalten.

Die Sorgfalt bei der Durchführung der Transporte abgebrannter Brennelemente darf nicht nachlassen. Die bisher erzielten guten Ergebnisse müssen bei den weiteren Transporten noch bestätigt werden. Ab Leibstadt wurde bisher nur ein Transport durchgeführt und ab Mühleberg noch keiner. Es sind auch noch keine Transporte zu BNFL in England erfolgt. Zukünftig werden auch Transporte abgebrannter Brennelemente zur Zwischenlagerung bei ZWILAG in Würenlingen stattfinden. Wie die aufgeführten Beispiele zeigen, müssen noch viele Erfahrungen gesammelt werden, bevor eine weitere Aufhebung oder Lockerung gewisser Massnahmen begründet erfolgen kann. Die HSK wird zu gegebener Zeit eine erneute Analyse vornehmen.

## Résumé

### "Bilan intermédiaire sur les transports de combustible usé"

Les transports de combustible usé des centrales nucléaires suisses vers les usines de retraitement en France et en Angleterre furent suspendus en mai 1998 à cause des contaminations qui survenaient. Après investigation des causes de ces contaminations, la DSN a exigé des mesures d'ordre technique et d'organisation ainsi que des mesures de radioprotection complémentaires. Ces mesures sont exposées dans la prise de position de la DSN de mars 1999. Des transports de combustible usé furent à nouveau autorisés et effectués sous les nouvelles conditions dès août 1999.

Dans son bilan intermédiaire d'octobre 2000, la DSN analyse et évalue le retour d'expérience acquis depuis la reprise des transports. Pour chaque mesure exigée, elle compare les avantages et les inconvénients et décide du maintien ou de l'assouplissement de la mesure.

Entre août 1999 et juillet 2000, 12 transports de combustible usé furent effectués entre les centrales nucléaires suisses et l'usine de retraitement de COGEMA en France (7 de Gösgen, 4 de Beznau et 1 de Leibstadt). Aucune non-conformité notable ni aucun dépassement des limites de contamination ne sont survenus lors de ces 12 transports. Ce résultat satisfaisant démontre que les mesures exigées font effet. La DSN attendait de ces mesures une réduction de la fréquence de dépassement des limites de contamination à moins de 5 % et une diminution marquée de leur intensité. Les résultats présents correspondent à cette attente; la base statistique n'est cependant pas encore suffisante pour tirer des conclusions définitives. On observe pourtant que la situation en France, où des mesures semblables ont été prises, s'est très nettement améliorée. La fréquence de dépassement des limites de contamination s'est abaissée à 2 % au cours du premier semestre de l'an 2000, alors qu'elle s'élevait à plus de 30 % avant avril 1998.

C'est l'ensemble des mesures exigées par la DSN qui permet d'éviter des contaminations. L'analyse montre que seules peu de mesures contribuent de manière insignifiante au but recherché. Deux mesures vont de ce fait être levées (emballage du conteneur vide si, selon la situation en France, des contaminations sont probables et accompagnement des transport par la DSN en plus de l'accompagnement par un spécialiste en radioprotection de l'institut Paul Scherrer). Une autre mesure va être assouplie (quantité de la documentation de transport devant être remise à la DSN).

Il a été établi sur la base de données mesurées en Suisse que le personnel des chemins de fer n'est soumis à aucune exposition radiologique notable. Du point de vue de la radioprotection on pourrait dès lors lever les mesures de radioprotection complémentaires. Ces mesures servent cependant aussi à regagner la confiance. Dans ce but, la DSN a décidé, en accord avec les CFF, de maintenir le contrôle de contamination à la frontière suisse de transports venant de l'étranger ainsi que l'accompagnement, y compris la mesure de la dose de rayonnement au personnel, des transports de combustible usé sur territoire suisse par un spécialiste en radioprotection. Les mesures anthropométriques ne sont plus exigées, mais la possibilité de se présenter à de telles mesures est maintenue ouverte au personnel des chemins de fer participant aux transports.

La nouvelle rigueur avec laquelle les transports de combustible usé sont effectués ne doit pas se relâcher. Les bons résultats acquis jusqu'à présent doivent encore être confirmés. Un seul transport a été effectué de la centrale nucléaire de Leibstadt et aucun encore de Mühleberg. Aucun transport n'a encore été fait vers l'usine de retraitement de BNFL en Angleterre. A l'avenir il y aura aussi des transports de combustible usé vers l'entrepôt central de ZWILAG à Würenlingen. Ces exemples montrent qu'il faut encore rassembler beaucoup d'expériences avant de pouvoir décider de façon fondée d'un éventuel assouplissement d'autres mesures. Le moment venu, la DSN procédera à une nouvelle analyse de la situation.



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>3</b>
1.1	Veranlassung .....	3
1.2	Zielsetzung und Vorgehen der Analyse .....	3
<b>2</b>	<b>Seit August 1999 durchgeführte Transporte</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Technische Massnahmen</b> .....	<b>5</b>
3.1	Massnahmen bei Antransporten leerer Behälter .....	5
3.2	Massnahmen bei der Beladung der Behälter .....	11
3.3	Massnahmen bei der Abfertigung des Behälters vor dem Abtransport .....	15
<b>4</b>	<b>Radiologische Massnahmen</b> .....	<b>18</b>
4.1	Erfassung der Strahlenexposition des Bahnpersonals .....	18
4.2	Ganzkörpermessungen des Bahnpersonals .....	19
4.3	Begleitung der Transporte durch die HSK .....	20
<b>5</b>	<b>Organisatorische Massnahmen</b> .....	<b>21</b>
5.1	Meldepflicht bei Grenzwertüberschreitungen und technischen Mängeln .....	21
5.2	Verbesserungen der Qualitätssicherungssysteme der Kernanlagen .....	22
5.3	Bewilligung und Auflagen .....	22
<b>6</b>	<b>Ausblick ins Ausland</b> .....	<b>24</b>
6.1	Situation in Frankreich .....	24
6.2	Behördengruppe Deutschland/Frankreich/Schweiz/Grossbritannien .....	24
<b>7</b>	<b>Zusammenfassende Bewertung und Folgerungen</b> .....	<b>25</b>
<b>8</b>	<b>Referenzen</b> .....	<b>27</b>
<b>9</b>	<b>Abkürzungen</b> .....	<b>28</b>





# 1 Einleitung

## 1.1 Veranlassung

Im Frühjahr 1998 wurde bekannt, dass bei den Transporten abgebrannter Brennelemente von den schweizerischen Kernkraftwerken zu den Wiederaufarbeitungsanlagen in Frankreich und England verschiedentlich radioaktive Kontaminationen aufgetreten waren. Das Bundesamt für Energie (BFE) sistierte als Sofortmassnahme sämtliche damals gültigen Transportbewilligungen für abgebrannte Brennelemente. Die Kernkraftwerksbetreiber wurden aufgefordert, die Ursachen der Kontaminationen abzuklären und Massnahmen zu deren Verhinderung zu ergreifen. Parallel dazu wurde die Problematik auch von der HSK in Zusammenarbeit mit ausländischen Behörden bearbeitet.

Die Ergebnisse dieser Abklärungen sind in der Stellungnahme der HSK von März 1999 [1] zusammengestellt. Die HSK stellte fest, dass weder das Bahnpersonal noch die Bevölkerung durch die aufgetretenen Kontaminationen gefährdet wurden. In der Stellungnahme sind die technischen Ursachen der Kontaminationen sowie organisatorische Mängel dargelegt. Aufgrund dieser Feststellungen hat die HSK zur Verbesserung der Situation Massnahmen in technischer und organisatorischer Hinsicht sowie ergänzende radiologische Massnahmen gefordert und erläutert.

Die HSK kam zum Schluss, dass unter Einhaltung der geforderten Massnahmen die Häufigkeit und das Ausmass von Kontaminationen in Zukunft deutlich reduziert werden. Durch die Transporte sind auch in Zukunft gesundheitliche Folgen weder für das Bahnpersonal noch für die Bevölkerung zu erwarten. Unter diesen Voraussetzungen hielt die HSK die Wiederaufnahme der Transporte abgebrannter Brennelemente für vertretbar. Gestützt auf die Stellungnahme der HSK und nach Rücksprache mit dem Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) beschloss das BFE, dass ab der zweiten Hälfte 1999 Bewilligungen zum Transport abgebrannter Brennelemente wieder erteilt werden können. Ab August 1999 sind solche Transporte wieder durchgeführt worden.

In ihrer Stellungnahme kündigte die HSK an, dass sie ein Jahr nach der Wiederaufnahme der Transporte abgebrannter Brennelemente die Erfahrungen analysieren und bewerten wird. Im vorliegenden Bericht sind die Ergebnisse dieser Untersuchung dargelegt.

## 1.2 Zielsetzung und Vorgehen der Analyse

Die Analyse beurteilt jede in der Stellungnahme der HSK von März 1999 angesprochene Massnahme hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zur Vermeidung von Kontaminationen. Zu diesem Zweck wird für jede Massnahme kurz beschrieben, wie sie umgesetzt wurde. Es folgt dann ihre Bewertung durch die Kernkraftwerksbetreiber und die Beurteilung der HSK. Dabei wird der Nutzen der Massnahme, d.h. der Beitrag zur Vermeidung von Kontaminationen oder sonstige Vorteile, dem Aufwand (Zeitaufwand, zusätzliche Dosis für das Kernkraftwerkpersonal, Kosten, sonstige Probleme) gegenübergestellt. Der Entscheid der HSK hinsichtlich der Weiterführung oder der allfälligen Lockerung der Massnahme folgt am Schluss der Analyse.

Die Kernkraftwerksbetreiber wurden im Mai 2000 zu einer Stellungnahme eingeladen [2]. Die Kernkraftwerke Gösgen (KKG) [3] und Beznau (KKB) [4], die mehrere Transporte durchgeführt hatten (vgl. Kapitel 2) und somit Erfahrungen sammelten, haben Stellungnahmen abgegeben. Auch die Firma TRANSNUCLEAIRE, als Organisator aller durchgeführten Transporte, hat eine Stellungnahme eingereicht [5]. Das PSI hat einen Bericht [6] über seine Einsätze als Strahlenschutz-Sachverständige im Zusammenhang mit den Transporten abgebrannter Brennelemente erstellt. Die Ausführungen des PSI stellen eine weitere Basis der vorliegenden Analyse dar.

## **2 Seit August 1999 durchgeführte Transporte**

Der erste Transport fand zwischen dem 18. August (Anlieferung des leeren Behälters) und dem 1. September 1999 (Abtransport des beladenen Behälters) ab KKG statt. Anschliessend wurden ab KKG im Herbst 1999 zwei weitere und zwischen Januar und Juli 2000 vier Transporte abgebrannter Brennelemente zu COGEMA durchgeführt. Zwischen November 1999 und Mai 2000 erfolgten vier Transporte ab KKB zu COGEMA. Ab dem Kernkraftwerk Leibstadt (KKL) fand bisher ein Transport abgebrannter Brennelemente im Juni 2000 ebenfalls zur Wiederaufarbeitung bei COGEMA statt.

Es haben noch keine Transporte abgebrannter Brennelemente ab dem Kernkraftwerk Mühleberg (KKM) stattgefunden. Der Erste ist im November 2000 geplant. Zur Wiederaufarbeitung bei BNFL (GB) wurden wegen Mängel im Sicherheitsmanagement von BNFL noch keine Transporte abgebrannter Brennelemente durchgeführt.

Ab der Wiederaufnahme im August 1999 bis Juli 2000 gab es somit insgesamt 12 Transporte abgebrannter Brennelemente zu COGEMA (vgl. Tabelle 1). Bei keinem dieser 12 Transporte wurden gefahrgutrechtliche Kontaminationsgrenzwerte überschritten.

Vorgängig zur Bewilligung dieser Transporte durch das BFE hat sich die HSK davon überzeugt, dass die verlangten Massnahmen in den Kernkraftwerken umgesetzt wurden. Die Durchführung der Transporte, insbesondere die Handhabung des Transportbehälters in den Anlagen, dessen Beladung mit abgebrannten Brennelementen und dessen Reinigung nach der Beladung, das Ausmessen hinsichtlich Dosisleistung und Kontamination, sowie der Bahntransport selbst wurden von der HSK intensiv inspiziert. Die bei diesen Inspektionen festgestellten anfänglichen Mängel wurden behoben. Die gemachten Beobachtungen und gesammelten Erfahrungen stellen die Basis der in den folgenden Kapiteln präsentierten Analyse dar.

**Tabelle 1:** Zwischen August 1999 und Juli 2000 durchgeführte Transporte abgebrannter Brennelemente (alle zu COGEMA)

Kernkraftwerk		Transportdatum (An- bis Abtransport)
1	KKG	August/September 1999
2	KKG	September/Oktober 1999
3	KKB	November/Dezember 1999
4	KKG	Dezember 1999
5	KKB	Januar 2000
6	KKG	Januar/Februar 2000
7	KKG	Februar/März 2000
8	KKB	Februar/März 2000
9	KKB	April/Mai 2000
10	KKG	Mai 2000
11	KKL	Juni 2000
12	KKG	Juni/Juli 2000

### 3 Technische Massnahmen

#### 3.1 Massnahmen bei Antransporten leerer Behälter

##### Exklusiver Behältereinsatz während einer Kampagne

###### *Forderung*

Die Kernkraftwerksbetreiber hatten vorgeschlagen, dass die Behälter, die für eine Transportkampagne eines schweizerischen Kernkraftwerks eingesetzt werden, während dieser Kampagne nicht anderweitig, d.h. für andere Kernkraftwerke, verwendet werden. Die HSK hat diesen Vorschlag als geforderte Massnahme übernommen.

###### *Umsetzung*

Diese Massnahme wurde bei allen zwischen August 1999 und Juli 2000 erfolgten 7 Transporten vom KKG bzw. 4 Transporten von KKB konsequent durchgeführt. KKL setzte beim Transport einen neuen eigenen Transportbehälter ein, der auch in Zukunft benützt werden soll.

### *Bewertung durch die Betreiber*

KKG erachtet diese Massnahme als sinnvoll und möchte sie auch zukünftig beibehalten. KKB sieht seine Transportplanung durch diese Massnahme erschwert und möchte zukünftig darauf verzichten. KKB begründet diesen Verzicht zusätzlich mit der Ansicht, dass alle betroffenen Parteien in der Schweiz und im Ausland gezeigt hätten, dass sie die Kontaminationsgrenzwerte einhalten können.

### *Beurteilung der HSK*

Nach Ansicht der HSK ist diese Massnahme zweckmässig, da sie die Wahrscheinlichkeit reduziert, dass ein Behälter während einer Kampagne Kontaminationen aus anderen Kernkraftwerken einschleppt. Aus der Tatsache, dass bei den erfolgten 12 Transporten keine Kontaminationen oberhalb der Grenzwerte aufgetreten sind, kann aber nicht geschlossen werden, dass zukünftig keine auftreten werden.

Diese Massnahme wird beibehalten.

## **Hochdruckwasserreinigung des leeren Behälters**

### *Forderung*

Die Kernkraftwerksbetreiber hatten vorgeschlagen, dass der leere Behälter vor einer Transportkampagne (Serie von Transporten mit demselben Behälter) mit Hochdruckwasser gereinigt und dekontaminiert wird. Dabei soll insbesondere auch die Kühlzone in der Mitte des Behälters gereinigt werden. Die HSK forderte, dass diese Hochdruckwasserreinigung nicht nur vor jeder Transportkampagne, sondern vor jedem Antransport des leeren Behälters vorgenommen wird.

### *Umsetzung*

Der Forderung entsprechend wurde der verwendete Behälter bei allen Transporten von KKG und KKB vor jedem Antransport bei COGEMA mit Hochdruckwasser gereinigt. Es wurde eine Bescheinigung darüber ausgestellt. Der Behälter für den KKL-Transport war neu und musste deshalb nicht der Hochdruckwasserreinigung unterzogen werden.

### *Bewertung durch die Betreiber*

Weder KKG noch KKB nehmen zu dieser Massnahme Stellung.

### *Beurteilung der HSK*

Die Massnahme bezieht sich insbesondere auf solche Transportbehälter, deren Kühlzone mit sogenannten Stacheln versehen sind (z.B. die von KKG und KKB verwendeten Transportbehälter vom Typ TN 12/1). Diese Behälter sind im Stachelbereich mit den üblichen Methoden schlecht dekontaminierbar. Eine wiederkehrende Reinigung mit Hochdruckwasser ist für diesen Behältertyp weiterhin notwendig. Sie trägt wesentlich zu nachhaltig kontaminationsfreien Behältern bei. Der Aufwand für die Hochdruckwasserreinigung ist gering.

Andere zukünftig zum Einsatz kommende Behältertypen besitzen Kühlrippen oder haben eine glatte Oberfläche, die leichter zu dekontaminieren sind. Sie haben ausserdem einen dekontaminierbaren Farbanstrich, der einer Hochdruckwasserreinigung möglicherweise nicht standhält. Bei solchen Behältern ist eine geeignete Reinigungsmethode zu bestimmen und anzuwenden.

Die Transportbehälter mit Kühlstacheln müssen weiterhin vor jedem Antransport mit Hochdruckwasser gereinigt werden. Für Behälter mit Kühlrippen oder glatten Oberflächen müssen die Betreiber der HSK eine geeignete Reinigungsmethode angeben, deren Wirksamkeit nachgewiesen ist. Diese Reinigung ist dann vor jedem Antransport durchzuführen.

### **Einpackung eines verdächtigen Behälters**

#### *Forderung*

Die HSK wird die Entwicklung der Situation bei den Transporten in Frankreich beobachten. Falls Zweifel bezüglich der Kontaminationsfreiheit aufgrund der sich nicht verbessernden Situation bestehen, behält sich die HSK als zusätzliche Massnahme vor zu fordern, dass der leere Behälter vor dem Antransport in eine widerstandsfähige, undurchlässige Kunststoffolie eingepackt wird.

#### *Umsetzung*

Diese Massnahme musste nicht umgesetzt werden.

#### *Bewertung durch die Betreiber*

Die Kernkraftwerke sowie TRANSNUCLEAIRE haben sich zu dieser Massnahme nicht geäussert.

#### *Beurteilung der HSK*

Diese Massnahme bezweckt, die Verschleppung von allfälliger Kontamination zu verhindern. Aufgrund des heutigen Kenntnisstandes kommt die HSK zum Schluss, dass diese für Zweifelsfälle vorgesehene Massnahme nicht nötig ist. Die Transportbehälter können mit anderen Massnahmen nachweislich genügend dekontaminiert werden.

Auf diese ergänzende Massnahme wird in Zukunft verzichtet.

### **Kontaminationskontrolle an der schweizerischen Grenze**

#### *Forderung*

Bei der Ankunft des leeren Behälters in der Schweiz muss eine von der SBB beauftragte Strahlenschutzfachorganisation Kontaminationskontrollen an den Aussenflächen sowie an den leicht zugänglichen Innenflächen des Eisenbahnwaggons durchführen. Bei Strassentransporten sind entsprechende Kontrollen durch den Empfänger des leeren Behälters in der Schweiz zu veranlassen.

### *Umsetzung*

Die verlangten Kontaminationskontrollen wurden von einem Strahlenschutz-Techniker des PSI im Auftrag der SBB durchgeführt. Pro Waggon wurden an leicht zugänglichen Oberflächen insgesamt 16 Wischtests (10 an den Aussen- und 6 an den Innenseiten) erhoben. Die Orte der Probenerhebung wurden photographisch und schriftlich in einem Messbericht dokumentiert. Die Auswertung der Wischtests erfolgte sofort vor Ort. Es wurde bis jetzt bei keinem der 11 ankommenden Transporte eine Überschreitung der Kontaminationsgrenzwerte festgestellt. Für den KKL-Transport wurde ein KKL-eigener fabrikneuer Behälter (TN52L) eingesetzt, der nicht von Frankreich angeliefert wurde. Strassentransporte, wie sie zum KKM erfolgen, haben noch keine stattgefunden. Die Vorbereitungen für die Kontaminationskontrolle des Strassenfahrzeugs an der Grenze sind getroffen.

### *Bewertung durch die Betreiber*

KKB und TRANSNUCLEAIRE sind der Ansicht, dass diese Kontaminationskontrollen aufgrund der positiven Erfahrungen nicht mehr notwendig sind. Ferner stellt TRANSNUCLEAIRE fest, dass die deutschen Behörden bei einer Wiederaufnahme der Transporte keine solche Kontrollen verlangen. Das PSI als beauftragte Messorganisation empfiehlt, die regelmässigen Kontrollen aufgrund der bisherigen Befunde abzubrechen. Nach Ansicht des PSI ist der Beweis erbracht, dass beim Versand der Transportbehälter in Sachen Strahlenschutz mit der nötigen Sorgfalt gearbeitet wird. Allerdings kann ein Nachlassen dieser Bemühungen nicht ausgeschlossen werden, daher sollten sporadische und unangemeldete Kontrollen in Betracht gezogen werden.

### *Beurteilung der HSK*

Nach Ansicht der HSK stellen die Kontaminationskontrollen an der Grenze eine für das Bahnpersonal und die Bevölkerung vertrauensbildende Massnahme dar. Die Ergebnisse dieser Kontrollen bestätigen, dass für das Bahnpersonal und die Bevölkerung keine Gefährdung aus den Transporten abgebrannter Brennelemente besteht. Aufgrund der bisherigen 12 Transporte kann noch nicht geschlossen werden, dass diese Kontrollen überflüssig sind. Alle 12 Transporte führten zu COGEMA und 11 davon wurden mit Behältern des Typs TN12/2 durchgeführt. Hinsichtlich der Transporte zu BNFL mit Behältern des Typs NTL11 liegen noch keine Erfahrungen vor. Auch erfolgten noch keine Strassentransporte zum KKM mit dem Behältertyp NTL9. Der Aufwand für die Kontaminationskontrolle an der Grenze beträgt etwa einen Personen-Tag für die Durchführung der Messungen durch das PSI; die SBB muss zudem den Bahnwagen für ca. zwei Stunden zur Verfügung stellen. Dieser Aufwand ist im Vergleich zum Vertrauensgewinn und zum gesamten Aufwand für einen Transport verhältnismässig.

Die Kontaminationskontrolle an der Grenze, sowohl bei Bahn- wie auch bei Strassentransporten, erfolgt weiterhin.

## **Vorgehen bei einem Befund anlässlich der Kontaminationskontrolle an der Grenze**

### *Forderung*

Falls bei der Kontaminationskontrolle an der Grenze Grenzwertüberschreitungen festgestellt werden, soll wie folgt vorgegangen werden: Die betroffenen Stellen des Waggons müssen vor Ort umgehend dekontaminiert werden. Bei erfolgloser Dekontamination ist der betroffene Bereich abzudecken und der Waggon unter verstärkter Aufsicht und Begleitung durch die HSK zum betroffenen Kernkraftwerk zu transportieren. Auf dem Kraftwerksareal müssen Waggon und Transportbehälter mit Hochdruckwasser gereinigt werden. Falls die Hochdruckwasserreinigung des Behälters auf dem KKW-Areal nicht sinnvoll durchführbar ist, muss er leer und geeignet verpackt in das Ursprungsland zur Reinigung zurückgeschickt werden.

### *Umsetzung*

Da bisher bei den Kontaminationskontrollen an der Grenze keine Grenzwertüberschreitungen festgestellt wurden, musste dieses Vorgehen nicht angewendet werden.

### *Bewertung durch die Betreiber*

Weder die Kernkraftwerksbetreiber noch TRANSNUCLEAIRE haben sich über dieses vorgesehene Vorgehen geäußert.

### *Beurteilung der HSK*

Die HSK findet das vorgesehene Vorgehen nach wie vor sinnvoll. Die Dekontamination eines beschränkten, kontaminierten Bereiches des Eisenbahnwagens vor Ort ist die Lösung der Wahl, da sie im Allgemeinen leicht und schnell durchführbar ist. Entsprechend ist auch das Abdecken eines kontaminierten Bereiches mit anschliessendem Transport in das Kernkraftwerk ohne besonderen Aufwand realisierbar. Eine gründliche Dekontamination des Behälters mit einer geeigneten Reinigungsmethode auf dem Kraftwerksareal lässt sich bei allen Kernkraftwerken, gegebenenfalls mit einigem strahlenschutztechnischem Aufwand, realisieren. Ein Verpacken des Behälters mit anschliessendem Rücktransport in das Ursprungsland ist aus heutiger Sicht nicht nötig. Im Falle eines Befundes bei der Kontaminationskontrolle eines Strassentransportes würde analog vorgegangen.

Die Massnahme wird sowohl für Bahn- wie auch für Strassentransporte beibehalten.

## **Eingangskontrollen beim KKW**

### *Forderung*

Bei jeder Ankunft eines leeren Behälters in einem Kernkraftwerk müssen Kontaminationskontrollen am Waggon (Aussen- und Innenflächen) und am Transportbehälter gemäss dem neuen erweiterten Messprogramm (vgl. 3.3, erweitertes Messprogramm) durchgeführt werden.

### *Umsetzung*

Die Eingangskontrollen wurden konsequent von werksinternem Strahlenschutzpersonal durchgeführt.

### *Bewertung durch die Betreiber*

Sowohl KKB als auch KKG sind der Meinung, dass die Eingangsmessungen am entladenen Waggon, sofern keine Befunde vorliegen, auch als Ausgangsmessungen gültig sein sollten. Begründet wird dies mit der Tatsache, dass der Waggon niemals in die kontrollierte Zone hineinkommt und somit keiner Kontaminationsgefahr ausgesetzt ist. Zusätzlich schlägt KKG vor, an den ebenen Flächen des Waggons direkte Kontaminationsmessungen vorzunehmen, da diese schneller als die Wischtests durchgeführt werden können und umfassendere Aussagen erlauben.

### *Beurteilung der HSK*

Die von den Kernkraftwerksbetreibern vorgeschlagene Arbeitserleichterung, bei befundloser Eingangsmessung des Waggons diese Werte auch als Ausgangsmessung zu betrachten, ist aus strahlenschutztechnischer Sicht begründet. Ebenso weist die Direktmessung von ebenen Oberflächen gegenüber Wischtests Vorteile auf. Das angewendete Messprogramm wurde aber international abgestimmt; es kann nicht unilateral modifiziert werden (vgl. 3.3, erweitertes Messprogramm).

Die Eingangskontrollen müssen weiterhin gemäss dem festgelegten Messprogramm durchgeführt werden.

## **Vorgehen bei einem Befund anlässlich der Eingangskontrollen im KKW**

### *Forderung*

Überschreitungen von Kontaminationsgrenzwerten müssen bei ihrer Feststellung der HSK gemeldet werden. In einem solchen Fall muss der leere Behälter vor der Beladung mit Brennelementen erneut, allenfalls mit Hochdruckwasser, gereinigt werden. Gleiches gilt für den Eisenbahnwagen.

### *Umsetzung*

Bei den 12 durchgeführten Transporten wurden keine transportrechtlichen Kontaminations-Grenzwertüberschreitungen festgestellt. Das vorgesehene Vorgehen kam somit nicht zur Anwendung.

### *Bewertung durch die Betreiber*

Die Kernkraftwerksbetreiber haben zu diesem vorgesehenen Vorgehen keine Kommentare abgegeben.

### *Beurteilung der HSK*

Die Meldepflicht von Grenzwertüberschreitungen gemäss der Richtlinie HSK-R-15 [7] ist unbestritten. Weiter sind die vorgesehenen Massnahmen bei Befund (Dekontamination des Waggons respektive des Transportbehälters) in Übereinstimmung mit den Transportvorschriften.



Das vorgesehene Vorgehen bei Feststellung von Kontamination anlässlich der Eingangskontrollen wird beibehalten.

## **3.2 Massnahmen bei der Beladung der Behälter**

### **Nuklidanalysen des Beckenwassers**

#### *Forderung*

Entsprechend dem Vorschlag der Kernkraftwerksbetreiber ist das Wasser des Brennelementbeckens, in welchem der Transportbehälter eingetaucht wird, vor und nach der Beladung nuklidspezifisch ( $\gamma$ -spektroskopisch und  $\alpha$ -total) zu analysieren.

#### *Umsetzung*

Die Kraftwerke führten die geforderten Nuklidanalysen konsequent durch. Generell wurde während des Beladens ein Anstieg der Konzentration, primär von Korrosionsprodukten, im Beckenwasser festgestellt.

#### *Bewertung durch die Betreiber*

KKG stellt fest, dass die Reinigung des Beckenwassers vor der Beladung bis unterhalb eines festgelegten Richtwertes für die Aktivitätskonzentration im Wasser geeignet ist, um für die Beladung des Behälters ideale radiologische Voraussetzungen zu schaffen.

#### *Beurteilung der HSK*

Die HSK zieht aus den Erfahrungen den Schluss, dass eine Analyse des Beckenwassers vor und nach dem Beladen des Transportbehälters keine klaren Hinweise über möglicherweise vom Transportbehälter eingebrachte Kontamination liefern kann. Eine solche Kontamination wäre von der normalerweise beim Beladen im Beckenwasser mobilisierten Aktivität überlagert. Die HSK ist jedoch der Meinung, dass die Beckenwasserreinigung mit entsprechender Nuklidanalyse vor dem Beladen, bis ein vorgegebener Richtwert der Aktivitätskonzentration unterschritten wird, geeignet ist, um eine optimale radiologische Situation zu garantieren. Die Beckenwasseranalyse nach dem Beladen liefert ihrerseits Informationen über die radiologische Situation beim Auswassern des Behälters. Die angesprochene Beckenwasserreinigung und die Nuklidanalysen erfordern nur einen kleinen Zusatzaufwand.

Diese Massnahme wird weitergeführt.

## **Kontaminationsprüfung der Innenseite des Schutzhemdes**

### *Forderung*

Es muss eine Kontaminationsprüfung der Innenseite des zur Abdeckung des Behälters eingesetzten Schutzhemdes vor und nach der Beladung durchgeführt werden. Diese Kontaminationsprüfung muss die ganze Innenfläche umfassen.

### *Umsetzung*

Die Kontaminationsprüfungen wurden entsprechend den kraftwerksinternen Messprogrammen durchgeführt; die Resultate wurden dokumentiert.

### *Bewertung durch die Betreiber*

KKG ist der Meinung, dass diese Messungen nicht sinnvoll sind, begründet diese Ansicht aber nicht weiter.

### *Beurteilung der HSK*

Aufgrund der neuen Erfahrungen erscheint es der HSK unwahrscheinlich, dass die Innenseite des Schutzhemdes während des Beladevorganges durch mobilisierte Aktivität, die vom Stachelbereich des Transportbehälters stammt, kontaminiert wird. Eine Kontamination durch Beckenwasser kann ausgeschlossen werden, wenn der hydrostatische Überdruck im Raum zwischen Behälter und Schutzhemd aufrecht erhalten wird. Da ein Versagen von diesem System nie ganz ausgeschlossen werden kann, findet es die HSK wichtig, dass sich die Betreiber durch Kontaminationsprüfungen des Schutzhemdes vor und nach dem Beladen des Transportbehälters davon überzeugen, dass das Schutzhemd nach der Beladung auf der Innenseite unverändert kontaminationsfrei ist. Eine Kontamination auf der Innenseite des Schutzhemdes würde darauf hinweisen, dass der Behälter kontaminiert sein könnte.

Die Kontaminationskontrollen am Schutzhemd vor und nach dem Beladen des Transportbehälters müssen unverändert weitergeführt werden.

## **Ergänzende Abdeckungen des Behälters**

### *Forderung*

Die in der Schweiz eingesetzten metallischen Schutzhemden decken nur den Wärmeabfuhrbereich (Stachelbereich) in der Mitte des Behälters ab. Damit eine beinahe vollständige Abdeckung der Behälteroberfläche erreicht wird, müssen im Kopf- und Fuss-Bereich des Behälters ergänzende Abdeckungen verwendet werden.

### *Umsetzung*

Die verlangten ergänzenden Abdeckungen wurden mit selbstklebenden PVC-Folien bewerkstelligt. Die Abklebearbeiten an den Behältern für KKG und KKB wurden im Auftrag der Betreiber durch eine Drittfirma mit vorgefertigten Folien vorgenommen. Zusätzlich wurden die Spalten zwischen Behälter

und Schutzhemd mit Silikon und Kautschuk abgedichtet. Diese Dichtungen wurden anschliessend zusätzlich mit einer PVC-Folie überklebt. Das Schutzhemd des KKL deckt auch den unteren Teil des Behälters ab. KKL führte die Abklebungen des oberen Bereichs des Behälters und die zusätzliche Abdichtung selbst aus.

#### *Bewertung durch die Betreiber*

Die vorgenommene zusätzliche Abdeckung der mit dem Beckenwasser in Berührung kommenden Flächen des Behälters und das Abdichten des oberen Spaltes zwischen Schutzhemd und Behälter werden vom KKG als sinnvolle Massnahmen erachtet. Das Abdichten des unteren Spaltes hält KKG dagegen für nicht sinnvoll, gibt jedoch keine Begründung.

#### *Beurteilung der HSK*

Nach Ansicht der HSK ist die Massnahme zweckmässig, weil dadurch die Möglichkeit einer Kontamination des Behälters stark reduziert wird. Das Anbringen der Abklebungen und der Dichtungen am leeren Behälter erfordert einen Zeitaufwand von ca. 3 bis 4 Stunden bei tiefer Dosisleistung im Arbeitsbereich. Das Entfernen der Folie dauert ca. 1 Stunde. Die gemessenen Kontaminationen am Behälter lagen nach Vordekontamination und Entfernen der Folien zumeist unterhalb der gefahrgutrechtlichen Grenzwerte.

Obwohl diese Massnahme mit einem nicht unerheblichen Aufwand verbunden ist, stellt sie im Hinblick auf die Vermeidung von Behälter-Kontamination sowie auf die Dekontamination des beladenen Behälters eine deutliche Verbesserung dar. Sie wird deshalb beibehalten.

### **Druckdifferenz- und Durchfluss-Überwachung**

#### *Forderung*

Während des Eintauchens des Behälters in das Brennelementbecken sind der Wasserdurchfluss im Raum zwischen Schutzhemd und Behälter sowie die Druckdifferenz zwischen diesem Raum und dem Becken kontinuierlich zu erfassen und aufzuzeichnen.

#### *Umsetzung*

Bei allen drei Kernkraftwerken liegt die Austrittsöffnung des Überlaufes aus dem Raum zwischen Schutzhemd und Behälter ca. 30 cm oberhalb des Beckenwasserniveaus. Dadurch kann der Überlauf ständig visuell überwacht werden. Wenn Wasser aus dem Überlauf austritt, ist sichergestellt, dass ein Durchfluss stattfindet und der Druck im Schutzhemd höher ist als der Druck im Beckenwasser. Damit wird auch gewährleistet, dass kein kontaminiertes Beckenwasser in das Schutzhemd eindringen kann. KKB, KKG und KKL verwenden unterschiedliche Verfahren zur Druckdifferenzmessung und Durchflussüberwachung. KKB zeichnet die Daten der Durchflussmessung und der Drucküberwachung auf, während KKG nur die Durchflussmenge protokolliert. KKL hat eine Druckdifferenzmessung mit akustischem Alarmgeber im Überlauf installiert, die gleichzeitig als Durchflussüberwachung arbeitet. Der Alarm spricht an, wenn die Wassersäule im Steigrohr des Überlaufes auf unter 20 cm Wassersäule sinkt.

*Bewertung durch die Betreiber*

KKB bittet die HSK zu prüfen, ob die Durchfluss- und Druckdifferenz-Messung im Schutzhemd weiterhin notwendig sind.

*Beurteilung der HSK*

Nach Ansicht der HSK sind die geforderten Überwachungen bei den Kernkraftwerken, die bisher Transporte durchgeführt haben, zufriedenstellend installiert. Durch die bereits eingebauten Überwachungssysteme entstehen keine zusätzlichen Kosten.

Die Druckdifferenz- bzw. Durchflussüberwachung und -protokollierung müssen weiterhin im bisher durchgeführten Rahmen durchgeführt werden.

**Massnahmen bei Befund anlässlich der Beladung***Forderung*

Abweichungen (Befunde) bei einer oder mehrerer der obigen Massnahmen anlässlich der Beladung weisen darauf hin, dass der Behälter kontaminiert sein könnte. In einem solchen Fall bedarf der Abtransport einer Freigabe der HSK. Die Befunde müssen der HSK gemeldet werden. Diese entscheidet nach Überprüfung der Einzelheiten und nach Anordnung von allfällig erforderlichen Reinigungsmassnahmen über die Freigabe des Transports und informiert die betroffenen ausländischen Behörden.

*Umsetzung*

Es gab bisher keinen Fall mit einem Befund anlässlich der Beladung. Das vorgesehene Vorgehen kam somit nicht zum Tragen.

*Bewertung durch die Betreiber*

Die Kernkraftwerksbetreiber haben dieses Vorgehen nicht kommentiert.

*Beurteilung der HSK*

Das vorgesehene Vorgehen ist auch aus heutiger Sicht zweckmässig und wird beibehalten.

### 3.3 Massnahmen bei der Abfertigung des Behälters vor dem Abtransport

#### Dampfreinigung des Behälters

##### *Forderung*

Entsprechend dem Vorschlag der Kernkraftwerksbetreiber muss, zusätzlich zu den früher angewendeten Reinigungsmethoden und -verfahren, eine Dampfreinigung durchgeführt werden.

##### *Umsetzung*

Nach der Beladung wird der Behälter in verschiedenen Stufen gereinigt. Nach dem Auswassern des Behälters werden zunächst grossflächige Kontaminationsprüfungen (Screeningtests) am Kopf- und Fussbereich durchgeführt. Nach dem Entfernen der PVC-Folie erfolgt die Dampfreinigung. Nach dem Entfernen des Schutzhemdes werden nochmals alle zugänglichen Teile des Behälters mit Screeningtests abgewischt. Die Dampfreinigung erfolgt im KKB und KKG im Kopf- und Fussbereich des Behälters, ausserhalb des durch das Schutzhemd abgedeckten Teils. KKL führt die Dampfreinigung nur im Kopfbereich durch, da der Fussbereich durch das dort verwendete Schutzhemd mit abgedeckt wird. Die eingesetzten Geräte sind zweckmässig.

##### *Bewertung durch die Betreiber*

KKG sieht die Wirksamkeit dieser Massnahme in seiner Stellungnahme als nicht nachgewiesen an und möchte auf die zusätzliche Dampfreinigung verzichten. Hingegen ist KKG der Meinung, dass eine konventionelle Reinigung des Behälters nach dem Temperatenausgleich sinnvoll ist.

##### *Beurteilung der HSK*

Nach der Dampfreinigung wurden am Behälter keine Kontaminationen grösser als  $2 \text{ Bq/cm}^2$  festgestellt (der Grenzwert beträgt  $4 \text{ Bq/cm}^2$ ). Der Beitrag der Dampfreinigung zu diesem positiven Ergebnis ist schwer zu bestimmen. Jedenfalls können die Oberflächen mit dieser Methode effizient gereinigt werden. Sie ist besonders geeignet zur Reinigung von schwer zugänglichen Spalten. Der Zeitaufwand für die Dampfreinigung beträgt ca. 1 Stunde. Die HSK schliesst sich ferner der Überlegung von KKG an, dass für die Reinigung des Behälters der Temperatenausgleich abgewartet werden sollte.

Weil die Dampfreinigung effizient ist und keinen unzumutbaren Zeitaufwand bzw. keine unzumutbare Erhöhung der Kollektivdosis für das Kraftwerkspersonal darstellt, muss sie beibehalten werden. Es soll geprüft werden, ob die Abfolge der Reinigungsschritte so optimiert werden kann, dass die Dampfreinigung möglichst nach dem Temperatenausgleich erfolgt.

## Neues erweitertes Messprogramm zur Kontrolle der Kontaminationsfreiheit

### *Forderung*

Bei der Prüfung der Kontaminationsfreiheit des beladenen Behälters und des Eisenbahnwagens vor dem Abtransport ist das von COGEMA und TRANSNUCLEAIRE festgelegte erweiterte Messprogramm anzuwenden.

### *Umsetzung*

Das erweiterte Messprogramm umfasst ca. dreimal mehr Messpunkte, als das Vorherige. Zudem wurde die Messgenauigkeit verbessert. Die Kernkraftwerksbetreiber haben dieses erweiterte Messprogramm übernommen und in ihren Arbeitsabläufen umgesetzt.

### *Bewertung durch die Betreiber*

Das neue Messprogramm wird von den Kernkraftwerksbetreibern nicht beanstandet. Sie weisen allerdings auf die doppelte Kontaminationsmessung am Bahnwagen hin (vgl. Eingangskontrolle beim KKW im Abschnitt 3.1). KKG schlägt ferner vor, bei der Auswertung der Standardwischttests einen Abwischfaktor von 0.5 anstelle der vorgeschriebenen 0.1 einzusetzen.

### *Beurteilung der HSK*

Nach Meinung der HSK hat sich das neue Messprogramm bewährt. Durch die umfangreichen Messungen werden allfällige Kontaminationen am Behälter oder am Wagen mit grösster Wahrscheinlichkeit entdeckt. Wie im untenstehenden Abschnitt Jobdosimetrie dargelegt wird, ist die durch das umfangreichere Messprogramm bedingte zusätzliche Strahlendosis für das Kraftwerkspersonal vertretbar. Eine Reduktion des erweiterten Messprogrammes drängt sich nicht auf. Eine Modifikation dieses Messprogrammes müsste unter allen beteiligten schweizerischen und ausländischen Organisationen abgestimmt werden. Die verbesserten Messgenauigkeiten und die damit verbundenen niedrigeren Nachweisgrenzen bewirken zudem eine grössere Sicherheitsmarge zu den Kontaminationsgrenzwerten. Zur Frage des Abwischfaktors hält die HSK fest, dass die Messungen entsprechend der DIN-ISO-Norm 7503 vorgenommen werden müssen. Diese schreibt vor, einen Abwischfaktor von 0,1 anzunehmen, falls er nicht experimentell ermittelt wird.

Das neue erweiterte Messprogramm muss beibehalten werden.

## **Unabhängige Kontaminationskontrolle**

### *Forderung*

Die Bestätigung der Kontaminationsfreiheit durch eine unabhängige Stelle ist eine von der französischen Bahngesellschaft SNCF gestellte Bedingung für die Ausführung der Beförderung. Die für diese Bestätigung erforderliche Kontaminationskontrolle muss vorgenommen werden.

### *Umsetzung*

Die angesprochene zusätzliche Kontaminationskontrolle wird konsequent von der Firma SGS vorgenommen. Diese Kontrolle wird auch bei der Anlieferung der leeren Behälter durchgeführt.

### *Bewertung durch die Betreiber*

Bezüglich dieser unabhängigen Kontaminationsmessungen stellen KKG und KKB die Frage, ob darauf nicht verzichtet werden könne. Gemäss TRANSNUCLEAIRE muss diese Massnahme weitergeführt werden.

### *Beurteilung der HSK*

Die HSK ist der Ansicht, dass eine unabhängige Kontaminationskontrolle einen Beitrag zur Vermeidung von Grenzwertüberschreitungen liefert. Diese unabhängige Verifikation hilft auch, Bedenken betreffend unkorrekt durchgeführter Messungen zu beheben. Die zusätzliche Dosis und die Erschwernisse bei der Transportabwicklung sind vertretbar. Im Übrigen wird diese Kontrolle von der SNCF verlangt. Ein allfälliger Verzicht auf diese Forderung liegt im Ermessen der SNCF. Würde die SNCF auf eine unabhängige Kontrolle verzichten, so würde die HSK solche Kontrollen durchführen oder veranlassen. Für Strassentransporte, bei welchen die SNCF nicht beteiligt ist, fordert die HSK, dass der Kernkraftwerksbetreiber vor dem Versand des beladenen Behälters eine Bestätigung der Kontaminationsfreiheit durch eine dafür zertifizierte unabhängige Organisation einholt.

Eine unabhängige Kontaminationskontrolle muss weiterhin vor dem Versand der beladenen Behälter (Bahn- und Strassentransport) durchgeführt werden.

## **Jobdosimetrie**

### *Forderung*

Da die verlangten Massnahmen erhöhte Personendosen des Kraftwerk- und Messpersonals mit sich bringen, müssen die Betreiber die anfallenden Job- und Individualdosen gesondert erfassen.

### *Umsetzung*

Die Kernkraftwerksbetreiber führten eine entsprechende Jobdosimetrie durch. Dabei stellte man im KKG fest, dass pro Transport im Durchschnitt für die Reinigung und den Strahlenschutz zusammen etwa 0.4 Pers.-mSv akkumuliert wurden und dass bei der Handhabung (Beladung) etwa 0.7 Pers.-mSv angefallen sind. Insgesamt lag die Jobdosis bei etwa 1.1 Pers.-mSv für einen Transport. Im KKB wurden Jobdosen von jeweils 1.2 Pers.-mSv bis 2.1 Pers.-mSv gemessen. Bei den ersten Transpor-

ten wurden höhere Jobdosen verzeichnet als bei den späteren. Im KKL wurden beim ersten Transport 3.3 Pers.-mSv akkumuliert, wovon etwa 2.4 Pers.-mSv auf das Handling und Beladen entfallen und die restlichen 0.9 Pers.-mSv auf Strahlenschutz- und Reinigungsarbeiten.

#### *Bewertung durch die Betreiber*

KKG ist der Meinung, dass die Jobdosimetrie nicht sinnvoll ist.

#### *Beurteilung der HSK*

Die Jobdosimetrie umfasst alle Arbeiten im Zusammenhang mit dem Transport. Aufgrund der Messungen von KKG und KKB kommt die HSK zum Schluss, dass die durch das umfangreichere Messprogramm bedingte Dosis vertretbar ist. Die HSK stellte fest, dass die Wischtests für das Messprogramm straff geführt erhoben werden, wodurch die zusätzliche Dosis minimiert wird. Auch die Handhabung des Behälters wurde optimiert; somit konnte eine deutliche Reduktion der Dosis erzielt werden. Die Resultate der Jobdosimetrie ermöglichen eine hinsichtlich Strahlenschutz optimierte Arbeitsplanung.

Die angewendete Jobdosimetrie hat sich bewährt und muss weitergeführt werden.

## **4 Radiologische Massnahmen**

### **4.1 Erfassung der Strahlenexposition des Bahnpersonals**

#### *Forderung*

Die Personendosen des Bahnpersonals aus den Transporten abgebrannter Brennelemente wurden bisher abgeschätzt und als niedrig eingestuft. Messwerte aus der Schweiz lagen allerdings nicht vor. Daher verlangte die HSK, dass eine quantitative Erfassung der Strahlenexposition des involvierten Bahnpersonals vorgenommen wird. Zu diesem Zweck müssen jeder Transport von einer Strahlenschutzfachperson begleitet und die Personendosen mit geeigneten Mitteln erfasst werden.

#### *Umsetzung*

Die Begleitung und Dosiserfassung wurde vom PSI im Auftrag der SBB durchgeführt. Das betroffene Bahnpersonal wurde während seiner Tätigkeit am Transport mit elektronischen, direkt ablesbaren Dosimetern mit einer Nachweisgrenze von 1  $\mu$ Sv ausgerüstet. Mit diesen Instrumenten wird die Dosis aufgezeichnet, die von der  $\gamma$ -Strahlung herrührt. Die Neutronendosis wurde aus dem Verhältnis von Neutronendosisleistung zu  $\gamma$ -Dosisleistung abgeschätzt; sie lag stets unter der  $\gamma$ -Dosis. Neutronen- und  $\gamma$ -Dosisleistung wurden jeweils beim abfahrbereiten beladenen Waggon aufgenommen. Die so ermittelte maximale Individualdosis ( $\gamma$  und Neutronen) lag bei allen Transporten bei 2  $\mu$ Sv oder darunter. Die Anzahl der am Transport beteiligten Bahnarbeiter schwankte, sie betrug höchstens 7 Personen. Daraus resultiert eine maximale Kollektivdosis (Summe der Individualdosen aller am Transport beteiligter Bahnarbeiter) von 14 Pers.-  $\mu$ Sv pro Transport. Die hier aufgeführten Dosen wurden nach



Angaben des PSI sehr konservativ ermittelt. Die Transporte wurden von unterschiedlichen Mitarbeitern der SBB abgewickelt. Die meistexponierte Person hat an 7 Transporten teilgenommen und dabei eine Dosis von höchstens 14  $\mu\text{Sv}$  akkumuliert.

#### *Bewertung durch die Betreiber*

KKB und KKG erachten die Begleitung der Transporte durch eine Strahlenschutzfachkraft inklusive die entsprechende Dosimetrierung des SBB-Personals als nicht sinnvoll. Weiter ist KKG der Ansicht, dass die Erfassung der Ortsdosisleistungen ( $\gamma$  und Neutronen) ausserhalb des regulären Messprogrammes am abfahrtsbereiten Waggon nicht sinnvoll ist. Da die ermittelte kleine Dosis nach Art. 6 der Strahlenschutzverordnung für nicht beruflich strahlenexponierte Personen als optimiert gilt, empfiehlt das PSI, die Begleitung abgehender Transporte inklusive Dosiserfassung durch Strahlenschutzfachpersonal abzuberechnen.

#### *Beurteilung der HSK*

Die früheren Abschätzungen, dass das SBB-Personal durch die Transporte abgebrannter Brennelemente keiner nennenswerten Strahlenexposition ausgesetzt ist, wurde nun zusätzlich zu den ausländischen Messungen auch durch schweizerische Messresultate bestätigt. Eine weitergehende Erfassung der Strahlendosis der Bahnarbeiter ist deshalb aus Strahlenschutzgründen nicht notwendig. Diese Massnahme hat aber auch einen vertrauensbildenden Zweck. Die HSK und SBB sind der Auffassung, dass auf diese vertrauensbildende Massnahme nicht verzichtet werden kann.

Die Begleitung abgehender Transporte inklusive Dosiserfassung wird zwecks Vertrauensbildung bis auf Weiteres beibehalten.

## **4.2 Ganzkörpermessungen des Bahnpersonals**

#### *Forderung*

Das betroffene Bahnpersonal muss zwei Mal pro Jahr mittels Ganzkörpermessungen auf Inkorporation (Aufnahme von radioaktiven Substanzen) überwacht werden.

#### *Umsetzung*

Die Inkorporationsüberwachung des Bahnpersonals wurde bisher zwei Mal beim PSI vorgenommen: Beim ersten Mal, kurz nach dem Stopp der Transporte, wurden im Sommer 1998 von 183 angemeldeten Bahnarbeitern 151 überprüft [8]. Beim zweiten Mal im Juni 2000 haben sich von den 36 SBB-Angestellten, die an den Transporten beteiligt waren, 9 Personen überprüfen lassen. Die Messungen ergaben, dass bei keinem der überprüften SBB-Angestellten eine Aktivität über der Nachweisgrenze von Co-60 als Leitnuklid festgestellt werden konnte [6].

#### *Bewertung durch die Betreiber*

KKG findet die Inkorporationsüberwachung nicht sinnvoll. Das PSI als auswertende Fachstelle empfiehlt, die Ganzkörpermessungen nicht weiterzuführen.

### *Beurteilung der HSK*

Die verfügbaren Informationen weisen darauf hin, dass die Transporte strahlenschutztechnisch korrekt abgewickelt werden. Die Inkorporationsüberwachung des Bahnpersonals hat klar gezeigt, dass keiner der beteiligten Bahnarbeiter Radionuklide, die von einem Brennelementtransport stammen könnten, inkorporiert hat. Weder für das Bahnpersonal noch für die Bevölkerung droht eine Gefährdung aus diesen Transporten. Die Weiterführung der Ganzkörpermessungen ist deshalb strahlenschutztechnisch nicht nötig. Die geringe Beteiligung bei der zweiten Messaktion weist ferner darauf hin, dass die Bahnarbeiter mittlerweile selbst erkennen, dass sie keiner Inkorporationsgefahr ausgesetzt sind.

Die Ganzkörpermessungen des Bahnpersonals werden nicht weiter von der HSK gefordert. Im Einvernehmen mit der SBB wird aber den an den Transporten beteiligten Bahnarbeitern die Möglichkeit für Ganzkörpermessungen offen gehalten. Sie werden nicht mehr zu solchen Messungen aufgeboten, können sich aber bei der HSK zur Durchführung der Messung anmelden.

## **4.3 Begleitung der Transporte durch die HSK**

### *Forderung*

Die HSK wird die ersten 1999 durchzuführenden Transporte bis zur Schweizer Grenze begleiten.

### *Umsetzung*

Die HSK inspizierte die von PSI wahrgenommene Dosiserfassung bei allen Transporten der beladenen Behälter. Sie hat jeweils auch die Kontaminationskontrolle an der Grenze bei der Anlieferung des leeren Behälters inspiziert. Dabei vergewisserte sich die HSK davon, dass die strahlenschutztechnischen Tätigkeiten des PSI fachgerecht vorgenommen wurden. Die Inspektionen wurden zuhanden der SBB dokumentiert.

### *Bewertung durch die Betreiber*

KKB und KKG erachten die Begleitung der Transporte durch die HSK als nicht notwendig.

### *Beurteilung der HSK*

Aufgrund ihrer Inspektionsbefunde, zusammen mit den Feststellungen der strahlenschutztechnischen Überwachung, kommt die HSK zum Schluss, dass auf die regelmässige Inspektion der PSI-Tätigkeiten im Zusammenhang mit den Brennstofftransporten in Zukunft verzichtet werden kann.

Die regelmässige Begleitung der Transporte abgebrannter Brennelemente durch die HSK wird nicht weitergeführt. Die HSK wird aber die Arbeitsausführung des PSI stichprobenartig inspizieren.

## 5 Organisatorische Massnahmen

### 5.1 Meldepflicht bei Grenzwertüberschreitungen und technischen Mängeln

#### *Forderung*

Eine Meldepflicht an die HSK bei Grenzwertüberschreitungen beim Transport radioaktiver Stoffe sowie beim Auftreten von technischen Mängeln an zulassungspflichtigen Transportbehältern wurde in der Richtlinie HSK-R-15 eingeführt [7]. Die Richtlinie stuft die Grenzwertüberschreitungen und die technischen Mängel als Vorkommnisse B (von geringer sicherheitstechnischer Bedeutung) und Ö (von öffentlichem Interesse) ein.

#### *Umsetzung*

Die Kernkraftwerksbetreiber haben während der Durchführung der Transporte abgebrannter Brennelemente Pikettdienste aufgestellt. Damit können sie vom Beförderer, vom Transportorganisator oder vom Empfänger zu jeder Zeit verzugslos informiert werden, falls Vorkommnisse unterwegs oder bei der Ankunft festgestellt werden und diese Meldungen an die HSK weiterleiten. Durch vertragliche Vereinbarungen mit den Firmen COGÉMA und TRANSNUCLÉAIRE haben die Betreiber diese zur verzugsfreien Meldung von Vorkommnissen verpflichtet. Ähnliche Vereinbarungen werden vor dem ersten Abtransport nach Grossbritannien mit der Firma BNFL (Transportorganisator und Empfänger zugleich) abgeschlossen. Eine direkte Meldung des Beförderers (SBB, SNCF, Strassentransportfirmen) an den Versender (KKW-Betreiber) ist nicht vorgesehen. Die Meldung erfolgt an den Vertragspartner (Transportorganisator) zur Weiterleitung an den Versender.

#### *Bewertung durch die Betreiber*

KKG hat sich gegen die Einstufung von Grenzwertüberschreitungen beim Transport radioaktiver Stoffe als B-Vorkommnis ausgesprochen.

#### *Beurteilung der HSK*

Die HSK ist der Ansicht, dass die getroffenen Massnahmen zweckmässig sind und keinen unverhältnismässigen Aufwand erfordern. Die Einhaltung der Meldefristen an die HSK gemäss Richtlinie HSK-R-15 im Falle eines Vorkommnisses wird durch die Pikettorganisation der Betreiber sichergestellt. Im Zeitraum August 1999 bis Juli 2000 waren keine Vorkommnisse zu verzeichnen, so dass die vorbereiteten Meldeprozeduren nicht benutzt wurden.

Die in der Richtlinie HSK-R-15 festgelegten Meldepflicht und Einstufung der Vorkommnisse wird beibehalten.

## 5.2 Verbesserungen der Qualitätssicherungssysteme der Kernanlagen

### *Forderung*

Die Forderungen der HSK in ihrer Stellungnahme von März 1999 betrafen die folgenden Aspekte der Qualitätssicherungssysteme der schweizerischen Kernanlagenbetreiber:

Beschaffung von Dienstleistungen

Behandlung von Nichtkonformitäten

Messwesen.

Diese Forderungen zielen insbesondere darauf, dass die am Transport beteiligten Unternehmen sich gegenseitig informieren und möglichst einheitliche Messprozeduren und Abläufe bei Feststellung von Abweichungen einführen.

### *Umsetzung*

Die Kernkraftwerksbetreiber haben die geforderten Ergänzungen in ihre Qualitätssicherungsvorschriften eingebaut. Die HSK hat sich vor der Wiederaufnahme der Transporte in jedem Werk im Rahmen eines technischen Audits von der Zweckmässigkeit dieser Ergänzungen überzeugt. Anlässlich von Inspektionen bei der Durchführung der Transporte hat sie ferner festgestellt, dass die ergänzten Vorschriften bei der Transportabwicklung eingehalten werden.

### *Bewertung durch die Betreiber*

In ihren Stellungnahmen haben KKB und KKG dieses Thema nicht erwähnt.

### *Beurteilung der HSK*

Nach Ansicht der HSK haben sich die Ergänzungen der Qualitätssicherungssysteme der Kernkraftwerke bewährt. Sie verursachen keinen unverhältnismässigen Aufwand. Sie werden beibehalten

## 5.3 Bewilligung und Auflagen

### *Forderung*

Für jeden nach Atomgesetzgebung bewilligungspflichtigen Transport radioaktiver Stoffe von bzw. zu den schweizerischen Kernanlagen müssen der Versender bzw. der Empfänger, der Spediteur und der oder die Beförderer gemeinsam die Bewilligung beantragen. Der Zweck dieser Massnahme besteht insbesondere darin, die Erteilung der Bewilligung mit Auflagen sowohl an den schweizerischen Betreiber als auch an die ausländischen beteiligten Unternehmen zu ermöglichen.

### *Umsetzung*

Die neue Praxis wurde konsequent angewendet. Sie erlaubte der HSK, einen verstärkten Einfluss auf die Abläufe beim Antransport der Behälter, bei der Beladung und beim Abtransport auszuüben, indem die Bewilligungen an detaillierte Auflagen geknüpft wurden. Im organisatorischen Bereich wurde ins-

besondere die Übermittlung von Kopien sämtlicher Kontaminations- und Dosisleistungs-Messprotokolle an die HSK gefordert. Damit verfügt die HSK über eine lückenlose Dokumentation der seit August 1999 bis Juli 2000 durchgeführten 12 Transporte. Aus dieser Dokumentation entnahm sie die Informationen, die sie an die zwischen Deutschland, Frankreich, Grossbritannien und der Schweiz beschlossene Transport-Datenbank weiterleitete.

#### *Bewertung durch die Betreiber*

KKB und KKG stellen die Neuregelung nicht in Frage. Hinsichtlich der Auflagen der künftigen Bewilligungen beantragen sie, dass statt der Weiterleitung sämtlicher Messprotokolle an die HSK nur zusammenfassende Dokumente eingereicht werden sollen.

#### *Beurteilung der HSK*

Nach Ansicht der HSK hat sich die neue Praxis bei der Erteilung von atomrechtlichen Transportbewilligungen bewährt. Sie verursacht keinen unverhältnismässigen Aufwand. Hinsichtlich der Auflage, dass sämtliche Messprotokolle ihr zur Prüfung weitergeleitet werden müssen, sieht die HSK die Möglichkeit einer Vereinfachung.

Das neue Vorgehen für atomrechtliche Transportbewilligungen wird beibehalten. Unter den nachfolgend aufgeführten Voraussetzungen können jedoch in Zukunft, wie von KKB und KKG beantragt, die Transportpapiere einschliesslich Kopien sämtlicher Messprotokolle bei dem betroffenen Kernkraftwerk verbleiben und nur zusammenfassende Dokumente über jeden Transport bei der HSK eingereicht werden. Die zusammenfassenden Dokumente müssen die bei jeder Messung anlässlich des An- und des Abtransportes ermittelten Maximalwerte der Dosisleistung sowie der Kontamination am Behälter und am Wagen enthalten. Die Voraussetzungen dafür sind wie folgt:

Es liegen ausreichende Erfahrungen im Transport zwischen dem betroffenen Kernkraftwerk und der betroffenen Wiederaufarbeitungsanlage vor (4 Transporte ohne Grenzwertüberschreitung oder Beanstandung).

Das Kernkraftwerk verpflichtet sich, die Messprotokolle während 10 Jahren aufzubewahren.

Der gesamte Transportvorgang (einschliesslich An- oder Rücktransport des leeren Behälters bzw. Bahnwagens) ist unter Einhaltung sämtlicher Grenzwerte und Vorschriften abgeschlossen worden.

In allen anderen Fällen sind wie bisher sämtliche Messprotokolle einzureichen. Die HSK wird ferner die bei den Betreibern aufbewahrte Volldokumentation stichprobenweise prüfen.

## **6 Ausblick ins Ausland**

### **6.1 Situation in Frankreich**

Kontaminationen sind bis April 1998 vorwiegend bei Transporten abgebrannter Brennelemente zur Wiederaufarbeitung bei COGEMA in Frankreich und im geringeren Ausmass bei BNFL in England aufgetreten. Neben den inländischen Transporten in Frankreich und in England waren auch Transporte aus Deutschland und aus der Schweiz betroffen. In England, wo das Problem ein kleineres Ausmass hatte, wurde kein Transportstopp verfügt. In Frankreich wurden die Transporte nur kurzfristig zwischen Mai und Juni 1998 unterbrochen. In Deutschland sind seit dem Transportstopp noch keine Brennelemente zur Wiederaufarbeitung transportiert worden. Alle bisherigen schweizerischen Transporte gingen zu COGEMA nach Frankreich. Es wird deshalb auf die Situation in Frankreich hingewiesen. Dort wurden ähnliche Massnahmen wie in der Schweiz zur Wiederaufnahme der Transporte angeordnet. Sie gehen allerdings nicht ganz so weit. Die Erfahrungen, die sich aus der viel grösseren Anzahl Transporte ergeben, sind auch für die Schweiz nützlich.

In Frankreich wird eine progressive, aber ganz deutliche Verbesserung der Situation festgestellt. In den letzten Jahren bis April 1998 sind bei ca. 30 % der inländischen Transporte zu COGEMA Kontaminationen am Behälter oder am Wagen aufgetreten. Nach Umsetzung der neuen Massnahmen im Juli 1998 sank die Häufigkeit von Kontaminationen in der zweiten Hälfte 1998 auf ca. 12 % (8 von 68 Transporten). Im Jahr 1999 traten Kontaminationen nur noch in ca. 7 % der etwa 150 Transporte auf. Im ersten Halbjahr 2000 wurden 103 Transporte durchgeführt; bei zwei davon (ca. 2 %) wurden an unzugänglichen Stellen Kontaminationen über den Grenzwerten festgestellt. Diese Entwicklung zeigt, dass die Transportbehälter nach und nach dank der getroffenen Massnahmen und der grösseren Sorgfalt kontaminationsfrei transportiert werden.

### **6.2 Behördengruppe Deutschland/Frankreich/Schweiz/Grossbritannien**

Die 1998 eingesetzte Gruppe der zuständigen Behörden von Deutschland, Frankreich, der Schweiz und von Grossbritannien hatte in ihrem Schlussbericht von Oktober 1998 [9] zwei weitergehende Aktionen beschlossen: den Aufbau einer internationalen Transport-Datenbank und den Einsatz einer Expertengruppe für Messprozeduren.

Die Transport-Datenbank soll alle Transporte abgebrannter Brennelemente zu den Wiederaufarbeitungsanlagen der COGEMA in Frankreich und der BNFL in England ab 1995 erfassen und die aufgetretenen Kontaminationen aufführen. Sie wird von der deutschen Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) betreut. Die Daten zu den deutschen und den schweizerischen Transporten vor dem Transportstopp von 1998 sind aufgenommen. Die Schweiz hat die Angaben zu den ab der Wiederaufnahme im August 1999 durchgeführten Transporte abgeliefert. Es sind aber Verzögerungen mit der Ablieferung der Daten aus Frankreich und England eingetreten.

Die Expertengruppe für Messprozeduren hat drei mal getagt: Startsituation in der Schweiz, dann in Frankreich bei COGEMA und in England bei BNFL. Sie hat die in den verschiedenen Ländern angewendeten Messprozeduren verglichen und wird auf mögliche Verbesserungen hinweisen. Der Schlussbericht sollte Ende 2000 vorliegen.

## 7 Zusammenfassende Bewertung und Folgerungen

Seit der Wiederaufnahme im August 1999 bis Juli 2000 sind ab den schweizerischen Kernkraftwerken 12 Transporte abgebrannter Brennelemente ohne nennenswerte Beanstandungen, insbesondere ohne Überschreitung der Kontaminations-Grenzwerte, durchgeführt worden. Diese Transporte erfolgten ab KKG (7), KKB (4) und KKL (1). Alle führten zur Wiederaufarbeitungsanlage der COGEMA in La Hague (F).

Dieses zufriedenstellende Ergebnis zeigt, dass die in der HSK-Stellungnahme von März 1999 geforderten Massnahmen greifen. Die HSK erwartete bei Umsetzung dieser Massnahmen, dass die Häufigkeit von Grenzwertüberschreitungen auf weniger als 5 % der Transporte und das Ausmass der Kontaminationen deutlich reduziert werden. Die bisherigen Resultate entsprechen dieser Erwartung; die noch kleine statistische Basis erlaubt aber noch keine abschliessende Bewertung. Es kann jedoch darauf hingewiesen werden, dass sich die Situation auch in Frankreich, wo ähnliche Massnahmen ergriffen wurden, ganz wesentlich verbessert hat. Die Häufigkeit von Grenzwertüberschreitungen, die dort vor April 1998 bei über 30 % lag, ist im ersten Halbjahr 2000 auf 2 % gesunken.

Die deutliche Verbesserung der Situation ist auf die grössere Sorgfalt und die zielgerichtete Umsetzung der verlangten Massnahmen bei der Durchführung der Transporte zurückzuführen. Es ist das Zusammenspiel der verschiedenen Massnahmen, das zur Vermeidung von Kontaminationen führt. Die in den vorangehenden Kapiteln dargelegte Analyse zeigt, dass nur wenige Massnahmen einen unwesentlichen Beitrag zum Erreichen des Zieles gebracht haben. Diese wenigen Massnahmen können aufgehoben oder gelockert werden:

- Auf die allfällige Einpackung eines anzuliefernden leeren Behälters wird verzichtet (vgl. 3.1).
- Die Begleitung der Abtransporte durch die HSK wird nur mehr stichprobenartig vorgenommen (vgl. 4.3).
- Unter den in 5.3 aufgeführten Voraussetzungen kann der HSK ein zusammenfassendes Dokument über jeden Transport anstelle der vollständigen Transport-Dokumentation eingereicht werden.

Anhand von schweizerischen Messungen wurde bestätigt, dass das Bahnpersonal bei den Transporten keiner nennenswerten Strahlenexposition ausgesetzt ist. Strahlenschutztechnisch könnte deshalb in Zukunft auf die ergänzenden radiologischen Massnahmen verzichtet werden. Diese Massnahmen haben aber auch einen vertrauensbildenden Zweck. HSK und SBB sind übereingekommen, dass die Kontaminationskontrolle ankommender Transporte an der schweizerischen Grenze sowie die Begleitung abgehender Transporte durch eine Strahlenschutzfachperson, inklusive Dosiserfassung, zur Vertrauensbildung weiterhin erfolgen müssen. Ganzkörpermessungen werden nicht mehr gefordert; den an den Transporten beteiligten Bahnarbeitern wird aber die Möglichkeit für Ganzkörpermessungen offen gehalten.

Die Sorgfalt bei der Durchführung der Transporte abgebrannter Brennelemente darf nicht nachlassen. Die bisher erzielten guten Ergebnisse müssen bei den weiteren Transporten noch bestätigt werden. KKL hat bisher nur einen Transport durchgeführt und KKM noch keinen. Es sind auch noch keine Transporte zu BNFL in England erfolgt. Zukünftig werden auch Transporte abgebrannter Brennelemente zur Zwischenlagerung bei ZWILAG stattfinden. Wie die aufgeführten Beispiele zeigen, müssen noch viele Erfahrungen gesammelt werden, bevor eine allfällige Aufhebung oder Lockerung gewisser Massnahmen begründet erfolgen kann. Die HSK wird zu gegebener Zeit eine erneute Analyse vornehmen.

Würenlingen, den 31. Oktober 2000

HAUPTABTEILUNG FÜR DIE  
SICHERHEIT DER KERNANLAGEN

W. Jeschki

A. Zurkinden



## 8 Referenzen

- [1] HSK: Stellungnahme zu den Kontaminationen beim Transport abgebrannter Brennelemente, HSK-AN-3504, März 1999
- [2] HSK: Erfahrungen mit Transporten abgebrannter Brennelemente, Schreiben an die Kernkraftwerke vom 18. Mai 2000
- [3] KKG: Erfahrungen beim Transport abgebrannter Brennelemente, Antwort vom 14. Juli 2000
- [4] KKB: Erfahrungen mit Transporten abgebrannter Brennelemente, Antwort vom 24. Juli 2000
- [5] TRANSNUCLEAIRE: Organisation des transports de combustibles irradiés en Suisse, Schreiben an HSK vom 16. August 2000
- [6] PSI: Einsätze als Strahlenschutz-Sachverständige im Zusammenhang mit Brennelement-Transporten durch die SBB: Schlussbericht, AN-96-00-30, 14. August 2000
- [7] HSK: Berichterstattung über den Betrieb von Kernkraftwerken, Richtlinie HSK-R-15, Dezember 1999
- [8] HSK: Inkorporationsmessung bei SBB-Personal, HSK-AN-3454, Dezember 1998
- [9] Behördengruppe: Surface Contamination of Nuclear Spent Fuel Transports, Common Report of the Competent Authorities of France, Germany, Switzerland and the United Kingdom, 24.10.1998

## 9 Abkürzungen

BFE	Bundesamt für Energie
BNFL	British Nuclear Fuels plc
COGEMA	Compagnie Générale des Matières Nucléaires
GRS	Gesellschaft für Reaktorsicherheit
KKB	Kernkraftwerk Beznau
KKG	Kernkraftwerk Gösgen
KKL	Kernkraftwerk Leibstadt
KKM	Kernkraftwerk Mühleberg
KKW	Kernkraftwerk
NII	Nuclear Installations Inspectorate
PSI	Paul Scherrer Institut
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SGS	Société Générale de Surveillance
SNCF	Société Nationale des Chemins de Fer Français
UVEK	Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
ZWILAG	Zwischenlager Würenlingen AG